

**YEŞİL ÇAYIN FENOLİK ve MİNERAL MADDE
İÇERİKLERİ ÜZERİNE ÜRETİM YÖNTEMİ,
HASAT DÖNEMİ ve DEMLEME SÜRESİNİN
ETKİSİ**

Nihat MÜEZZİNOĞLU

**Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Doç. Dr. İhsan Güngör ŞAT
2011
Her Hakkı Saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YEŞİL ÇAYIN FENOLİK ve MİNERAL MADDE İÇERİKLERİ
ÜZERİNE ÜRETİM YÖNTEMİ, HASAT DÖNEMİ ve DEMLEME
SÜRESİNİN ETKİSİ**

Nihat MÜEZZİNOĞLU

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2011**

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

YEŞİL ÇAYIN FENOLİK ve MİNERAL MADDE İÇERİKLERİ ÜZERİNE ÜRETİM YÖNTEMİ,
HASAT DÖNEMİ ve DEMLEME SÜRESİNİN ETKİSİ

Doç.Dr. İhsan Güngör ŞAT danışmanlığında, Nihat MÜEZZİNOĞLU tarafından hazırlanan bu çalışma 23/08/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof.Dr. Mükerrerem KAYA

İmza

Üye : Doç.Dr. İhsan Güngör ŞAT

İmza

Üye : Doç.Dr. Ertan YILDIRIM

İmza

(imza)

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum
Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Ömer AKBULUT

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Y. Lisans Tezi

YEŞİL ÇAYIN FENOLİK ve MİNERAL MADDE İÇERİKLERİ ÜZERİNE ÜRETİM YÖNTEMİ, HASAT DÖNEMİ ve DEMLEME SÜRESİNİN ETKİSİ

Nihat MÜEZZİNOĞLU

Atatürk Üniversitesi
Fen bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. İhsan Güngör ŞAT

Araştırmada 2010 yılı üç hasat döneminde (I.,II ve III. dönem) üretilen yeşil çayların (çeşit 1, çeşit 2, çeşit 3, çeşit 4, çeşit 5) fenolik madde (EGCG, EGC, ECG, EC, gallik asit, kafein) ve mineral madde (Cu, Fe, Zn, Mg, Ca, K, P) içerikleri incelenmiş ve bu parametreler üzerinde üretim yöntemi, hasat dönemi ve demleme süresinin etkileri araştırılmıştır. Yapılan analizlerde toplam fenolik madde miktarlarının I. hasat döneminden III. hasat dönemine doğru azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca yeşil çaylarda Cu, Mg, Ca, K miktarları III. hasat döneminde, P, Zn II. hasat döneminde, Fe ise I. hasat döneminde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Hasat dönemi ve yeşil çay çeşidinin fenolik ve mineral madde içeriği üzerine etkisi istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. Farklı demleme sürelerinde ise (1, 3, 5, 7 dak) demleme süresi arttıkça deme geçen madde miktarı artmıştır. Beş ve yedi dakikalık demleme sürelerinde fenolik ve mineral maddelerin deme daha fazla geçtiği tespit edilmiştir. Çay çeşitlerinin partikül büyüklüğü, deme geçen madde miktarı üzerinde etkili olmuştur. İnce partiküllü çayların deme geçen madde miktarları, aynı sürede kalın partiküllü çaylara oranla daha yüksek olmuştur. Yeşil çayların fenolik ve mineral madde içerikleri üzerine hasat, çeşit ve demleme sürelerinin istatistiki olarak etkisi önemli ($p<0,01$) bulunmuştur.

2011, 179 sayfa

Anahtar Kelimeler: Çeşit yeşil çay, polifenol, kateşin, mineral, hasat, süre

ABSTRACT

Graduate Thesis

**EFFECTS OF TEA PRODUCTION PROCEDURES, PLUCKING AND INFUSION PERIODS
ON PHENOLIC COMPOUNDS AND MINERAL CONTENTS OF GREEN TEA**

Nihat MÜEZZİNOĞLU

Atatürk University
Life Science Institute
Department Of Food Engineering

Advisor: Associate Professor Doctor İhsan Güngör ŞAT

In this study phenolic compounds (EGCG, EGC, ECG, EC, gallic acid, caffeine) and mineral contents (Cu, Fe, Zn, Mg, Ca, K, P) of 5 different green tea samples harvested in 3 plucking periods of 2010 were analysed and effects of tea production procedures, plucking and infusion periods on these parameters were investigated. It was monitored that the amount of total phenolic compounds decreased from first plucking period to the third one respectively. Also in the first plucking period Fe content, in the second plucking period P and Zn contents, and in the third plucking period Cu, Mg, Ca, K contents of green tea types were determined higher than the other plucking periods. The effects of plucking periods and green tea types on phenolic compounds and mineral contents of samples were statistically significant at $p < 0.01$. Among the different infusion periods (1,3,5,7 min.) the longer infusion period, the higher penetration rate was. It was determined that 5 and 7 minutes of penetration periods revealed the highest amount of soluble solid in tea infusions. Particle sizes of green tea types were effective on the amount of soluble solid in tea infusion. During the same infusion period, the amount of soluble solid of green tea types made up of small particles were detected higher than green tea types made up of big particles. Effects of tea types, plucking and infusion periods on phenolic compounds and mineral contents of green tea types were statistically significant at $p < 0.01$.

2011, 179 pages

Keywords: Green Tea Kinds, polyphenol, catechins, mineral, harvest, time

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca, çalışmanın düzenlenmesi, gerçekleştirilmesi ve değerlendirilmesinde katkılarıyla beni yönlendiren ve yol gösteren, bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım danışman hocam Sayın Doç. Dr. İhsan Güngör ŞAT'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın her aşamasında yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen Atatürk Çay ve Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Biyokimya Kısım Müdürü Sayın Zuhâl KALCIOĞLU'na, Teknoloji Kısım Müdürü Sayın Őaziye ILGAZ'a, Enstitü Müdürü Sayın İ.Ali KABAOĞLU'na, tez kapsamında birlikte çalıştığım arkadaşlarım Gıda Müh. Atilla POLAT ve Gıda Müh. Nesrin TEKİNER'e çalışmalarım süresince manevi desteklerini esirgemeyen aileme teşekkürlerimi borç bilirim.

Nihat MÜEZZİNOĞLU

Ağustos 2011

İÇİNDEKİLER

| | |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| ÖZET..... | i |
| ABSTRACT..... | ii |
| TEŞEKKÜR..... | iii |
| SİMGELER DİZİNİ..... | vi |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | vii |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | x |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 2. KAYNAK ÖZETLERİ..... | 7 |
| 3. MATERYAL ve YÖNTEM..... | 18 |
| 3.1. Materyal ve Araştırmanın Planlanması | 18 |
| 3.2. Yöntem | 19 |
| 3.2.1.Örneklerin analize hazırlanması | 19 |
| 3.3. Analiz Metodları..... | 19 |
| 3.3.1. Kuru madde tayini | 19 |
| 3.3.2. Su ekstraktı tayini..... | 19 |
| 3.3.3. Toplam polifenol tayini | 20 |
| 3.3.4. Kateşin (Gallik Asit, EGC, C, EGCG, EC, ECG) ve kafein tayini..... | 20 |
| 3.3.5. Mineral madde tayini..... | 21 |
| 3.4. İnfüzyon (Demleme) | 21 |
| 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA..... | 23 |
| 4.1. Deneme 1'e Ait Sonuçlar | 23 |
| 4.1.1. Rutubet | 25 |
| 4.1.2. Su Ekstraktı | 28 |
| 4.1.3. Toplam polifenol | 33 |
| 4.1.4. Kafein | 36 |
| 4.1.5. Kateşin..... | 39 |
| 4.1.5.a. EGCG | 40 |
| 4.1.5.b. EGC | 43 |
| 4.1.5.c. ECG | 47 |
| 4.1.5.d. EC | 49 |

| | |
|-------------------------------------|------------|
| 4.1.5.e.C..... | 53 |
| 4.1.5.f.Gallik Asit | 55 |
| 4.1.6.Mineral maddeler | 76 |
| 4.1.6.a.Bakır (Cu)..... | 76 |
| 4.1.6.b.Demir (Fe)..... | 80 |
| 4.1.6.c.Çinko (Zn) | 84 |
| 4.1.6.d.Kalsiyum (Ca) | 87 |
| 4.1.6.e.Magnezyum (Mg)..... | 90 |
| 4.1.6.f.Potasyum (K) | 93 |
| 4.1.6.g.Fosfor (P)..... | 97 |
| 4.2. Deneme 2' ye Ait Sonuçlar..... | 101 |
| 4.2.1. Ekstrakt..... | 101 |
| 4.2.2. Toplam Polifenol | 105 |
| 4.2.3. Kafein | 108 |
| 4.2.4. Kateşin..... | 113 |
| 4.2.4.a. Gallik asit..... | 113 |
| 4.2.4.b. EGC | 117 |
| 4.2.4.c.C..... | 121 |
| 4.2.4.d.EGCG | 125 |
| 4.2.4.e. EC | 129 |
| 4.2.4.f. ECG..... | 133 |
| 4.2.5. Mineral madde..... | 137 |
| 4.2.5.a.Bakır (Cu)..... | 137 |
| 4.2.5.b. Demir (Fe) | 142 |
| 4.2.5.c. Çinko (Zn) | 147 |
| 4.2.5.d.Kalsiyum (Ca) | 152 |
| 4.2.5.e. Potasyum (K)..... | 157 |
| 4.2.5.f. Magnezyum (Mg) | 162 |
| 4.2.5.g. Fosfor (P)..... | 167 |
| 5. SONUÇ..... | 172 |
| KAYNAKLAR..... | 174 |
| ÖZGEÇMİŞ | |

SİMGELER DİZİNİ

| | |
|------|----------------------------|
| C | (+)- Kateşin |
| Ca | Kalsiyum |
| Cu | Bakır |
| dak | Dakika |
| EC | (-)-Epikateşin |
| ECG | (-)-Epikateşin gallat |
| EGC | (-)-Epigallokateşin |
| EGCG | (-)-Epigallokateşin gallat |
| Fe | Demir |
| g | Gram |
| GA | Gallik asit |
| K | Potasyum |
| KO | Kareler Ortalaması |
| Mg | Magnezyum |
| mg | Miligram |
| ml | Mililitre |
| P | Fosfor |
| ppm | Milyonda kısım |
| SD | Serbestlik Derecesi |
| VK | Varyasyon Kaynakları |
| Zn | Çinko |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1. (C) Kateşin..... | 10 |
| Şekil 2.2. (EC) Epikateşin..... | 10 |
| Şekil 2.3. (EGC) Epigallokateşin..... | 10 |
| Şekil 2.4. (EGCG) Epigallokateşin gallat..... | 10 |
| Şekil 2.5. (ECG) Epikateşin galat..... | 10 |
| Şekil 2.6. Kafein molekülü..... | 14 |
| Şekil 4.1. Rutubet miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi..... | 28 |
| Şekil 4.2. Su ekstraktı miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi..... | 32 |
| Şekil 4.3. Toplam polifenol miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi..... | 36 |
| Şekil 4.4. Kafein miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi..... | 39 |
| Şekil 4.5. EGCG miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi..... | 42 |
| Şekil 4.6. EGC miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi..... | 45 |
| Şekil 4.7. ECG miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi..... | 49 |
| Şekil 4.8. EC miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi..... | 52 |
| Şekil 4.9. C miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi..... | 54 |
| Şekil 4.10. Gallik asit miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi..... | 57 |
| Şekil 4.11. Gallik asit, kafein ve kateşin bileşiklerinin standartlarına ait kromatogram | 59 |
| Şekil 4.12. 1.Hasat dönemine ait çeşit 1 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı..... | 60 |
| Şekil 4.13. 1.Hasat dönemine ait çeşit 2 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı..... | 61 |
| Şekil 4.14. 1.Hasat dönemine ait çeşit 3 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı..... | 62 |
| Şekil 4.15. 1.Hasat dönemine ait çeşit 4 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı..... | 63 |
| Şekil 4.16. 1.Hasat dönemine ait çeşit 5 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı..... | 64 |
| Şekil 4.17. 2. Hasat dönemine ait çeşit 1 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı..... | 65 |
| Şekil 4.18. 2. Hasat dönemine ait çeşit 2 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı..... | 66 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 4.19. 2. Hasat dönemine ait çeşit 3 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı | 67 |
| Şekil 4.20. 2. Hasat dönemine ait çeşit 4 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı | 68 |
| Şekil 4.21. 2. Hasat dönemine ait çeşit 5 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı | 69 |
| Şekil 4.22. 3. Hasat dönemine ait çeşit 1 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı | 70 |
| Şekil 4.23. 3. Hasat dönemine ait çeşit 2 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı | 71 |
| Şekil 4.24. 3. Hasat dönemine ait çeşit 3 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı | 72 |
| Şekil 4.25. 3. Hasat dönemine ait çeşit 4 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı | 73 |
| Şekil 4.26. 3. Hasat dönemine ait çeşit 5 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı | 74 |
| Şekil 4.27. Cu miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi | 79 |
| Şekil 4.28. Fe miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi | 82 |
| Şekil 4.29. Zn miktarlarının hasat dönemlerine ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi .. | 86 |
| Şekil 4.30. Ca miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi | 89 |
| Şekil 4.31. Mg miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi | 92 |
| Şekil 4.32. K miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi | 96 |
| Şekil 4.33. P miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi | 99 |
| Şekil 4.34. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen ekstrakt miktarları | 104 |
| Şekil 4.35. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen polifenol miktarları | 108 |
| Şekil 4.36. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen kafein miktarları | 112 |
| Şekil 4.37. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen gallik asit miktarları | 116 |
| Şekil 4.38. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen EGC miktarları | 120 |
| Şekil 4.39. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen C miktarları | 124 |
| Şekil 4.40. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen EGCG miktarları | 128 |
| Şekil 4.41. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen EC miktarları | 132 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 4.42. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen ECG miktarları | 137 |
| Şekil 4.43. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen Cu miktarları | 142 |
| Şekil 4.44. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen Fe miktarları | 146 |
| Şekil 4.45. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen Zn miktarları..... | 151 |
| Şekil 4.46. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen Ca miktarları..... | 157 |
| Şekil 4.47. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen K miktarları | 161 |
| Şekil 4.48. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen Mg miktarları..... | 167 |
| Şekil 4.49. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen P miktarları | 171 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 2.1. Genç çay sürgünün genel içeriği..... | 8 |
| Çizelge 2.2. Kateşin içerikleri yönünden Japon ve Çin yeşil çaylarının karşılaştırılması | 13 |
| Çizelge 2.3. Çay bitkisinin genç sürgünlerinde bulunan mineral maddeler | 15 |
| Çizelge 4.1. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine göre kimyasal özellikleri..... | 24 |
| Çizelge 4.2. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin rutubet miktarlarına ait ortalamalar | 26 |
| Çizelge 4.3. Yeşil çay çeşitlerinin rutubet miktarlarına ait varyans analizi sonuçları | 26 |
| Çizelge 4.4. Hasat dönemlerine ait rutubet ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 27 |
| Çizelge 4.5. Farklı yeşil çay çeşitlerinin rutubet ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları..... | 28 |
| Çizelge 4.6. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin su ekstraktı miktarlarına ait ortalamalar | 30 |
| Çizelge 4.7. Yeşil çay çeşitlerinin su ekstraktı miktarlarına ait varyans analizi sonuçları | 30 |
| Çizelge 4.8. Hasat dönemlerine ait su ekstraktı ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları..... | 31 |
| Çizelge 4.9. Farklı yeşil çay çeşitlerinin su ekstraktı ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 32 |
| Çizelge 4.10. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin toplam polifenol miktarlarına ait ortalamalar | 34 |
| Çizelge 4.11. Yeşil çay çeşitlerinin toplam polifenol miktarlarına ait varyans analizi sonuçları | 34 |
| Çizelge 4.12. Hasat dönemlerine ait toplam polifenol ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 35 |
| Çizelge 4.13. Farklı yeşil çay çeşitlerinin toplam polifenol ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 35 |
| Çizelge 4.14. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin kafein miktarlarına ait ortalamalar | 37 |
| Çizelge 4.15. Yeşil çay çeşitlerinin kafein miktarlarına ait varyans analizi sonuçları..... | 38 |
| Çizelge 4.16. Hasat dönemlerine ait kafein ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları | 38 |
| Çizelge 4.17. Farklı yeşil çay çeşitlerinin kafein ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları..... | 39 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 4.18. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin EGCG miktarlarına ait ortalamalar | 40 |
| Çizelge 4.19. Yeşil çay çeşitlerinin EGCG miktarlarına ait varyans analizi sonuçları ... | 41 |
| Çizelge 4.20. Hasat dönemlerine ait EGCG ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 42 |
| Çizelge 4.21. Farklı yeşil çay çeşitlerinin EGCG ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları..... | 43 |
| Çizelge 4.22. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin EGC miktarlarına ait ortalamalar | 43 |
| Çizelge 4.23. Yeşil çay çeşitlerinin EGC miktarlarına ait varyans analizi sonuçları..... | 44 |
| Çizelge 4.24. Hasat dönemlerine ait EGC ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 45 |
| Çizelge 4.25. Farklı yeşil çay çeşitlerinin EGC ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları..... | 46 |
| Çizelge 4.26. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine göre ECG miktarlarına ait ortalamalar | 47 |
| Çizelge 4.27. Yeşil çay çeşitlerinin ECG miktarlarına ait varyans analizi sonuçları..... | 48 |
| Çizelge 4.28. Hasat dönemlerine ait ECG ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları | 48 |
| Çizelge 4.29. Farklı yeşil çay çeşitlerinin ECG ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları..... | 49 |
| Çizelge 4.30 Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine göre EC miktarlarına ait ortalamalar | 50 |
| Çizelge 4.31. Yeşil çay çeşitlerinin EC miktarlarına ait varyans analizi sonuçları..... | 51 |
| Çizelge 4.32. Hasat dönemlerine ait EC ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 51 |
| Çizelge 4.33. Farklı yeşil çay çeşitlerinin EC ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları..... | 52 |
| Çizelge 4.34. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin C miktarlarına ait ortalamalar | 53 |
| Çizelge 4.35. Yeşil çay çeşitlerinin C miktarlarına ait varyans analizi sonuçları | 53 |
| Çizelge 4.36. Hasat dönemlerine ait C ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 54 |
| Çizelge 4.37. Yeşil çay çeşitlerinin C ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 54 |
| Çizelge 4.38. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin gallik asit miktarlarına ait ortalamalar | 55 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 4.39. Yeşil çay çeşitlerinin gallik asit miktarlarına ait varyans analizi sonuçları | 56 |
| Çizelge 4.40. Hasat dönemlerine ait gallik asit ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları..... | 56 |
| Çizelge 4.41. Farklı yeşil çay çeşitlerinin gallik asit ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları | 57 |
| Çizelge 4.42. Farklı hasat dönemlerine ait yeşil çay çeşitlerinin mineral madde miktarları | 75 |
| Çizelge 4.43. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin Cu miktarlarına ait ortalamalar | 76 |
| Çizelge 4.44. Yeşil çay çeşitlerinin Cu miktarlarına ait varyans analizi sonuçları | 77 |
| Çizelge 4.45. Hasat dönemlerine ait Cu ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları | 77 |
| Çizelge 4.46. Farklı yeşil çay çeşitlerinin Cu ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları..... | 79 |
| Çizelge 4.47. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin Fe miktarlarına ait ortalamalar | 80 |
| Çizelge 4.48. Yeşil çay çeşitlerinin Fe miktarlarına ait varyans analizi sonuçları..... | 81 |
| Çizelge 4.49. Hasat dönemlerine ait Fe ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 81 |
| Çizelge 4.50. Farklı yeşil çay çeşitlerinin Fe ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları..... | 83 |
| Çizelge 4.51. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin Zn miktarlarına ait ortalamalar | 84 |
| Çizelge 4.52. Yeşil çay çeşitlerinin Zn miktarlarına ait varyans analizi sonuçları | 84 |
| Çizelge 4.53. Hasat dönemlerine ait Zn ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 85 |
| Çizelge 4.54. Farklı yeşil çay çeşitlerinin Zn ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları..... | 86 |
| Çizelge 4.55. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin Ca miktarlarına ait ortalamalar | 87 |
| Çizelge 4.56. Yeşil çay çeşitlerinin Ca miktarlarına ait varyans analizi sonuçları | 88 |
| Çizelge 4.57. Hasat dönemlerine ait Ca ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 88 |
| Çizelge 4.58. Farklı yeşil çay çeşitlerinin Ca ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları..... | 90 |
| Çizelge 4.59. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin Mg miktarlarına ait ortalamalar | 90 |
| Çizelge 4.60. Yeşil çay çeşitlerinin Mg miktarlarına ait varyans analizi sonuçları | 91 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Çizelge 4.61. Hasat dönemlerine ait Mg ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 91 |
| Çizelge 4.62. Farklı yeşil çay çeşitlerinin Mg ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları..... | 93 |
| Çizelge 4.63. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin K miktarlarına ait ortalamalar | 94 |
| Çizelge 4.63. Yeşil çay çeşitlerinin K miktarlarına ait varyans analizi sonuçları..... | 94 |
| Çizelge 4.65. Hasat dönemlerine ait K ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 95 |
| Çizelge 4.66. Farklı yeşil çay çeşitlerinin K ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 96 |
| Çizelge 4.67. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin P miktarlarına ait ortalamalar | 97 |
| Çizelge 4.68. Yeşil çay çeşitlerinin P miktarlarına ait varyans analizi sonuçları..... | 98 |
| Çizelge 4.69. Hasat dönemlerine ait P ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 98 |
| Çizelge 4.70. Farklı yeşil çay çeşitlerinin P ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 100 |
| Çizelge 4.71. Deme geçen ekstrakt miktarları | 101 |
| Çizelge 4.72. Deme geçen ekstrakt miktarlarına ait varyans analiz sonuçları..... | 102 |
| Çizelge 4.73. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen ekstrakt ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 102 |
| Çizelge 4.74. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen ekstrakt ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 103 |
| Çizelge 4.75. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen ekstrakt ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 103 |
| Çizelge 4.76. Deme geçen polifenol miktarları | 105 |
| Çizelge 4.77. Deme geçen polifenol miktarlarına ait varyans analiz sonuçları..... | 106 |
| Çizelge 4.78. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen polifenol ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 106 |
| Çizelge 4.79. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen polifenol ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 106 |
| Çizelge 4.80. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen polifenol ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 107 |
| Çizelge 4.81. Deme geçen kafein miktarları..... | 109 |
| Çizelge 4.82. Deme geçen kafein miktarlarına ait varyans analiz sonuçları | 109 |
| Çizelge 4.83. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen kafein miktarlarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 110 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Çizelge 4.84. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen kafein ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 110 |
| Çizelge 4.85. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen kafein ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 111 |
| Çizelge 4.86. Deme geçen gallik asit miktarları | 113 |
| Çizelge 4.87. Deme geçen gallik asit miktarlarına ait varyans analiz sonuçları..... | 114 |
| Çizelge 4.88. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen gallik asit ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 114 |
| Çizelge 4.89. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen gallik asit ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 115 |
| Çizelge 4.90. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen gallik asit ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 115 |
| Çizelge 4.91. Deme geçen EGC miktarları..... | 117 |
| Çizelge 4.92. Deme geçen EGC miktarlarına ait varyans analiz sonuçları | 118 |
| Çizelge 4.93. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen EGC ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 118 |
| Çizelge 4.94. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen EGC ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 119 |
| Çizelge 4.95. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen EGC ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 119 |
| Çizelge 4.96. Deme geçen C miktarları | 121 |
| Çizelge 4.97. Deme geçen C miktarlarına ait varyans analiz sonuçları | 122 |
| Çizelge 4.98. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen C ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 122 |
| Çizelge 4.99. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen C ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 123 |
| Çizelge 4.100. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen C ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 123 |
| Çizelge 4.101. Deme geçen EGCG miktarları..... | 125 |
| Çizelge 4.102. Deme geçen EGCG'a ait varyans analizi sonuçları..... | 126 |
| Çizelge 4.103. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen EGCG ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 126 |
| Çizelge 4.104. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen EGCG ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 127 |
| Çizelge 4.105. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen EGCG ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 127 |
| Çizelge 4.106. Deme geçen EC miktarları | 129 |
| Çizelge 4.107. Deme geçen EC miktarlarına ait varyans analizi sonuçları | 130 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Çizelge 4.108. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen EC ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 130 |
| Çizelge 4.109. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen EC ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları | 131 |
| Çizelge 4.110. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen EC ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları | 131 |
| Çizelge 4.111. Deme geçen ECG miktarları | 133 |
| Çizelge 4.112. ECG miktarlarının yeşil çay çeşitlerine, hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait varyans analizi sonuçları | 134 |
| Çizelge 4.113. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen ECG ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 134 |
| Çizelge 4.114. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen ECG ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 135 |
| Çizelge 4.115. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen ECG ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları | 135 |
| Çizelge 4.116. Deme geçen Cu miktarları | 138 |
| Çizelge 4.117. Deme geçen Cu miktarlarına ait varyans analizi sonuçları..... | 139 |
| Çizelge 4.118. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen Cu ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları | 139 |
| Çizelge 4.119. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen Cu ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 140 |
| Çizelge 4.120. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen Cu ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları | 141 |
| Çizelge 4.121. Deme geçen Fe miktarları..... | 143 |
| Çizelge 4.122. Deme geçen Fe miktarlarına ait varyans analizi sonuçları | 143 |
| Çizelge 4.123. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen Fe ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları | 144 |
| Çizelge 4.124. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen Fe ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları | 144 |
| Çizelge 4.125. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen Fe ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları | 145 |
| Çizelge 4.126. Deme geçen Zn miktarları | 147 |
| Çizelge 4.127. Deme geçen Zn miktarlarına ait varyans analizi sonuçları..... | 148 |
| Çizelge 4.128. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen Zn ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları | 148 |
| Çizelge 4.129. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen Zn ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları | 149 |
| Çizelge 4.130. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen Zn ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları | 150 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Çizelge 4.131. Deme geçen Ca miktarları | 153 |
| Çizelge 4.132. Deme geçen Ca miktarlarına ait varyans analizi sonuçları..... | 154 |
| Çizelge 4.133. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen Ca ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları | 154 |
| Çizelge 4.134. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen Ca ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları | 155 |
| Çizelge 4.135. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen Ca ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları | 156 |
| Çizelge 4.136. Deme geçen K miktarları..... | 158 |
| Çizelge 4.137. Deme geçen K miktarlarına ait varyans analizi sonuçları | 158 |
| Çizelge 4.138. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen K ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları | 159 |
| Çizelge 4.139. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen K ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları | 159 |
| Çizelge 4.140. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen K ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları | 160 |
| Çizelge 4.141. Deme geçen Mg miktarları | 163 |
| Çizelge 4.142. Deme geçen Mg miktarlarına ait varyans analizi sonuçları..... | 164 |
| Çizelge 4.143. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen Mg ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları | 164 |
| Çizelge 4.144. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen Mg ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları | 165 |
| Çizelge 4.145. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen Mg ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları | 165 |
| Çizelge 4.146. Deme geçen P miktarları..... | 168 |
| Çizelge 4.147. Deme geçen P miktarlarına ait varyans analizi sonuçları | 169 |
| Çizelge 4.148. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen P ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları | 169 |
| Çizelge 4.149. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen P ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları | 170 |
| Çizelge 4.150. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen P ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları | 170 |

1. GİRİŞ

Çay, ilk defa M.Ö 2737 yılında, Çin imparatoru Shen Nung tarafından kaynayan suda çay yapraklarının düşmesi sonucu, tesadüfen bulunmuştur. Kaynayan suda oluşan farklı renkteki karışımın aroması ve tadı beğenilmiş, önce Çin'e oradan tüm dünyaya yayılmıştır. Türkiye'de çay üretimi için ilk girişim 1888 yılında yapılmış, Çin'den getirilen çay fidanları ve tohumları Bursa ilinde denenmiş, fakat çay fidanları gelişme göstermemiştir. 1892 yılında çay fidanları ve tohumlarının dikimi ve ekimi tekrarlanmış ancak Bursa'da nemli ve yağışlı iklimin bulunmaması ve ekolojik koşulların çay yetiştiriciliğine uygun olmaması nedeni ile her iki denemeden de sonuç alınmadığı belirtilmiştir. 1917 yılında dönemin yetkilileri Doğu Karadeniz Bölgesinin çay ve narenciye bitkilerin yetiştirildiği bölgelere benzer ekolojik koşullara sahip olduğunu belirten rapor hazırlamıştır. 1924 yılında Rize başta olmak üzere Doğu Karadeniz Bölgesinde çay fidan ve tohumu ekimi ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Günümüzde bu bölgemiz Türkiye'nin çay ihtiyacını karşılamakta ve çay ihracatı yapacak boyutta üretim yapabilmektedir (Füsunoğlu ve Besler 2008).

Asya'nın tropik bir bitkisi olan, dünyada yaygın olarak tüketilen içeceklerden biri ve ayrıca şifalı özelliklerinin olduğu bilinen çay; Theaceae familyasının *Camellia* cinsine (*Camellia sinensis*, (L) O. Kuntze) ait, her mevsim yeşil olan çok yıllık bir bitkidir. *Camellia sinensis*' in 2 varyetesi olup bunlar büyük ölçüde Çin, Japonya ve Tayvanda yetiştirilen *Camellia sinensis* varyete *sinensis* (Çin çayı) ile, Güney ve Güneydoğu Asyada yaygın olan *Camellia sinensis* varyete *assamica* (Assam çayı)'dır. (Türkmen 2007). Çin orjinli *Camellia sinensis* varyete *sinensis* orta kalitede ve soğuğa dayanıklıyken, *Camellia sinensis* varyete *assamica*, yüksek kalitede fakat soğuğa dayanıksızdır (De Mejia *et al* 2009).

Çay; üretim şekillerine göre beyaz çay, yeşil çay, oolong çay ve siyah çay olmak üzere dört kategoriye ayrılır (De Mejia *et al* 2009). Taze çay (*Camellia sinensis* L. O. Kuntze) yapraklarının kısmi fermantasyonuyla oolong çay, kontrollü fermantasyonuyla ise siyah

çay üretilir (Hasler 2000). Yeşil çay, geleneksel alkolsüz bir içecek olarak Çin ve Japonya'da yaygın olarak tüketilmektedir (Yoshida *et al* 1999). Yeşil çay, taze çay yapraklarının fermantasyona uğratılmadan, diğer bir ifadeyle yeşil çayın başlıca fenolik bileşiklerini oluşturan kateşinlerin enzimatik oksidasyonuna izin verilmeden üretilen bir çay çeşididir (Zhen 2002).

Dünyada ilk kez Çin'de yeşil çay üretimi yapıldığı M.S. 800'lü yıllarda Çin'den Japonya'ya getirildiği ve o yıllardan itibaren güçlü bir ilaç ve sağlıklı bir içecek olarak tüketildiği rapor edilmiştir (Anonim 2010a).

Dünyada çay üretimi 2006 yılında 3,649,490 tona ulaşmıştır. Dünya toplam çay üretiminin %27,1'ini Çin, %24,4'ünü Hindistan, %8,5'ini Kenya, %5,5'ini Türkiye %4,7'sini Endonezya, %2,5'ini Japonya ve %18,8'ini diğer üretici ülkeler gerçekleştirmektedir (Anonim 2010b). Dünya çay üretiminin %76-78'i siyah, %20-22'si yeşil, %2'si oolong çay çeşitlerinden oluşmaktadır (Sajilata *et al* 2008). Çay tüketimi ülkeden ülkeye değişmektedir. Kuzey İrlanda'da çay tüketimi, yılda kişi başına 3,16 kg (yaklaşık 8,7 g/gün), İngiltere'de 2,53 kg (yaklaşık 7 g/gün), Türkiye'de 2,25 kg (yaklaşık 6,2 g/gün) olduğunu bildirilmektedir (Trevisanato and Young-In Kim 2000). Dünyada tüketimi hızla artmakta olan yeşil çay, ülkemizde yeni tanınmaya başlamıştır. Türk çaycılığına katkıda bulunmak ve Türk insanını yeşil çayla tanıştırmak amacı ile Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğüne bağlı Atatürk Çay ve Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsünde Türk Yeşil Çay Deneme Üretimi adlı proje uygulamaya konulmuştur. Taşlıdere çay fabrikasında kurulan pilot ünite 2003 yılında yeşil çayın deneme üretimleri başlamıştır. 2005 yılında üretilen 201 ton yeşil çay piyasada satışa sunulmuştur. Türk Yeşil Çayı İşleme Teknolojisinde temel olarak iki üretim yöntemi uygulanmaktadır. Bunlardan birincisi kıvrırma esaslı üretim ve ikincisi CTC esaslı üretimdir (Kacar 2010).

İşlemede yeşil çayı siyah çaydan ayıran en önemli fark, kısa bir süre yüksek sıcaklıkta şok soldurmaya tabi tutulan taze çayın oksidasyon enzimlerinin inaktif hale sokulması ve böylece oksidasyonun engellenmesidir. Parçalama ve flaş ısı uygulamasıyla enzimatik

aktivite durdurulduktan sonra yapraklar kurutulur (De Mejiva *et al* 2009). Yeşil çaya oksidasyon işlemi uygulanmadığı için siyah çayın içerdiği pek çok uçucu yağ bileşeni oluşmamakta, bu nedenle de yeşil çayın önemli bir aromatik karakteri bulunmamaktadır. Siyah çayın lezzetinin ise yeşil çay yapraklarının işlenmesi sırasında oluştuğu bilinmektedir. Siyah çaya uygulanan kıvrırma, fermantasyon ve kurutma gibi işlemler içerisinde çay lezzetinin özellikle kurutma işlemi sırasında oluştuğu gözlenmiştir (Saldamlı 1998).

Yeşil çay, siyah çayla aynı bitkiden "*Camellia Sinensis*" elde edilmesine rağmen; aralarındaki tek farklılık, işleme tekniğinden kaynaklanır. Yeşil çayın yaprakları, siyah çaya göre çok daha az işlem görür, yaprakları, taze ve yeşil rengini kaybetmez. Siyah çay oksidasyona maruz kalırken, yeşil çay kalmaz ve içerisindeki antioksidan maddeler daha fazla korunmuş olur. Her iki çayda da kafein bulunur, ancak yeşil çaydaki kafein oranı daha düşüktür (Anonim 2011a).

Taze çay yaprağının kimyasal bileşimi; yaprağın çeşidine, iklime, toprak yapısına bağlı olarak farklılık gösterir. Üretilen çayın özelliği, genç ve körpe çay yaprakları, hasat dönemi olmak üzere işlemede kullanılan teknoloji ile yakından ilgilidir (Kacar 2010).

Türkiye’de yeşil çay tüketiminin az da olsa giderek arttığı ve bu artışın gelecekte de hız kazanacağı tahmin edilmektedir. Uzak Doğu ülkelerindeki araştırmacılar genellikle yeşil çayın insan sağlığı üzerindeki etkileri üzerine yoğunlaşmışlardır. Yapılan son araştırmalar yeşil çayın insan sağlığı üzerinde önemli ve olumlu etki yaptığını göstermiştir (Kacar 2010).

Çin ve Tayvan gibi bazı Asya ülkelerinin, çayı 3000 yıldır sağlık amacıyla kullandıkları bilinmektedir. Geleneksel Çin ve Hindistan tıbbında yeşil çay, idrar söktürücü, vücut yaralarını iyileştirici ve kalp rahatsızlıklarını iyileştirici amaçlar için kullanılmıştır. Günümüzde ise yeşil çayın insan sağlığı üzerine etkileriyle ilgili önemli bilimsel çalışmalar yürütülmektedir. Çay tüketiminin çeşitli kanser tiplerine ve kalp

rahatsızlıklarına karşı olumlu etkileri olduğu çeşitli çalışmalarda saptanmıştır; bu konuda fazla sayıda bulunan çalışmaların çoğu yeşil çayla ilgilidir. Çayın hazım kolaylığı sağlamanın yanı sıra, kan şekeri düşürücü ve hatta kanserden koruyucu etkisi de bilinmektedir (Uçar 2006). Çayın insan sağlığı üzerindeki olumlu ve önemli etkisi, temelde çay deminde bulunan polifenollerden kaynaklanır. Çay tüketimiyle koroner arter hastalığı (KAH)'ndan kaynaklanan ölüm riskinin ters orantılı olduğu rapor edilmiştir. Çayın antipiretik, diüretik ve diğer bazı özellikleri daha önceleri bilinmekteydi. Ancak, son yıllarda çayın farmakolojik özellikleri yeniden incelenerek çay bileşenlerinin antioksidan, antikarsinojenik, antimutajenik, antitoksik, antiinflamatuvar, antibakteriyel, hipokolesterolemik ve antihepatotoksik etkilere de sahip olduğu gösterilmiştir. Ayrıca HIV virüsünün revers transkriptaz isimli enzimini ve hücre DNA ve RNA polimerazları inhibe ettikleri bildirilmiştir (Nakane and Ono 1990; Yanagimoto *et al* 2003).

Yeşil çay ekstraktları ve bileşenleri güçlü antioksidatif etkiye sahiptir (Yeo *et al* 1995). Yeşil çayın kanseri önleme mekanizmaları; mutajeniteyi ve genotoksisiteyi önleme, tümör başlama ve ilerlemesini geciktirme, detoksifikasyon enzimlerini etkinleştirme, karsinojenlerin aktifleşmiş mekanizmalarını inaktif hale getirme ve serbest radikal temizleme aktivitesi gösterme olarak açıklanmıştır (Ahmad and Mukhtar 1999). Yeşil çaydaki polifenollerin hücre membranını oksidatif hasara karşı koruduğu, ayrıca lipid peroksidasyonunu engellediği bildirilmiştir (Saffari and Sadrzadeh 2004).

Çay üretiminin %20'sini oluşturan yeşil çay çoğunlukla Asya ülkelerinde tüketilmektedir. Üretimin %2'sini oluşturan oolong çay ise Güney Çin'de tüketilmektedir. Yapılan araştırmalar değişik çayların kanser riskini azaltıcı etkilerinin içerdikleri polifenolik maddelerden ileri geldiğini göstermiştir. Bu etkinliğin en fazla yeşil çayda epikateşin (EC), epigallokateşin (EGC), epikateşin-3-gallat oluşan manomerik polifenollerini içermektedir (Kacar 2010).

Çay; içerdiği polifenoller, alkaloidler, aminoasitler, karbonhidratlar, proteinler, mineraller, vitaminler, klorofil ve uçucu maddeler ile karmaşık bir içeriğe sahiptir.

Çayda bulunan maddelerin infüzyona geçmesi ise, uygun ve doğru bir demleme ile gerçekleşebilir. Ferahlatıcı bir içecek olmasının yanı sıra çay içerdiği alkaloidler nedeni ile yorgunluk giderici etkiye sahiptir.

Türkiye’de yeşil çay tüketimi giderek artmaktadır. Yeşil çay üreten başta Çin ve Japonya olmak üzere diğer Uzak Doğu ülkelerindeki araştırmacılar, araştırmalarını yeşil çayın insan sağlığı üzerindeki etkileri üzerine yoğunlaştırmışlardır. Bu nedenle günlük tükettiğimiz yeşil çayda çözünebilen madde miktarı da önem arz etmektedir.

Yeşil çayın işlenmesinde kullanılan yaş çayın özellikleri, iklim ve toprak özellikleri yanında toplama ve işleme şekillerinin de önemli etkisi olduğu görülmektedir (Kacar 2010).

Yeşil ve siyah çaylarda 0,5 dakika ile 10 dakika arasında demleme (100 ml kaynar su 1,3 g çaya ilave edilerek bekletilmiş) süresinin etkisi araştırılmış ve demleme süresinin artması ile toplam fenolik madde miktarının ve antioksidan aktivitesinin arttığı tespit edilmiştir (Liebert *et al* 1999).

Demleme şekli genellikle 3-5 dakika süreyle yapılan yeşil çayda, fenolik maddeler ve diğer çözünebilen maddelerin çözünme oranı da süreye bağlı olarak değişim göstermektedir. Özellikle sağlık açısından önemli bir yere sahip olan yeşil çayda, çayın infüzyonuna geçen madde miktarları da önem arz etmektedir (Kacar 2010).

Çayın cins ve niteliği, deme geçen madde miktarı üzerinde önemli ölçüde etkili olmaktadır. Polifenol ve kafein kapsamı yüksek olan genç ve körpe yaprak ile tomurcuk oranı yüksek olan kuru çayların demi üstün niteliklidir. Suyun niteliği, çay deminin rengi ve parlaklığına etki yapar. Dünyada yeşil çay üretimin ve tüketimin artmasının en önemli nedeni, insan sağlığı üzerinde yeşil çayın olumlu ve çok önemli etkilerinin saptanmasıdır (Kacar 2010).

Tipik bir çay aroması bulunmayan yeşil çay infüzyonu soluk yeşilimsi uha çiçeği ya da limon sarısı rengindedir. ay bitkisinin taze ve körpe yaprağının ekstraktındaki tada göre yeşil çay infüzyonunun tadı tamamıyla farklıdır. Bu olgu işlemede çay yaprağında cereyan eden kimyasal tepkimelerin ve madde dönüşümlerinin bir sonucudur. İçerisinde eseri miktarlarda olsa kırmızı ve kahverengi görüntü olmaz. Yeşil ay infüzyonu polifenolik maddeleri daha fazla içerir. Özellikleri, işlenmesi yönünden yeşil çay, siyah çaydan tamamıyla farklıdır. Yeşil ayın siyah çaya göre en önemli farklılığı siyah çayda bulunan polifenollerin nitelik ve niceliklerinden kaynaklanır. Yeşil ay üretiminde yaş çay yaprağı hasat döneminin %21,34'ü olan kateşin miktarı %22,76'ya yükselmiştir (Astill *et al* 2001).

Bu çalışmanın amacı, üretim yöntemine bağlı olarak yeşil çayın fenolik madde (gallik asit, EGC, C, EGCG, EC, ECG, kafein) ve mineral madde (Cu, Fe, Zn, Ca, Mg, K, P) içerikleri üzerine hasat dönemi (1., 2. ve 3. hasat dönemi) ve demleme süresinin etkisinin araştırılmasıdır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Çayın içim değeri; terkip, keyfiyet ve kalite gibi unsurlarla belirlenir. Çayın kalite ve keyfiyetini belirten unsurlar; işlenmiş çayın görünüşü ile çay demi ve demlenmiş çay yapraklarında bulunur. Çayın esas kalite ve keyfiyet unsurlarının tesbiti, demlenmiş çayda duyuşsal analiz ile olur. Çayın kalitesine, çay yaprağının durumu, yetiştirme yeri, mevsim ve toplama tesir yapar (Kaptan 1968).

Değişik çay bitkisinin tomurcuğunda, genç ve yaşlı yaprakları ile değişik organlarında bulunan madde miktarları da farklıdır. Çay bitkisi yaprağının kimyasal içeriği nitelikli çay üretimi için büyük önem taşır. Çizelge 2.1'de çay bitkisinin genç sürgünlerinde bulunan temel nitelikteki maddelerin değişim miktarları verilmiştir.

Çizelge 2.1. Genç çay sürgünün genel içeriği (Kacar 2010)

| Madde | Miktar, % (kuru madde esasına göre) |
|-------------------------------------|--------------------------------------------|
| Toplam Polifenoller | 25-30 |
| (Flavan-3-ol' lar) | |
| (-) Epigallokateşin gallat (EGCG) | 8-12 |
| (-) Epikateşin galat (ECG) | 3-6 |
| (-) Epigallokateşin (EGC) | 3-6 |
| (-) Epikateşin (EC) | 1-3 |
| (+) Kateşin (C) | 1-2 |
| (+) Gallokateşin (GC) | 3-4 |
| Flavonollar ve flavonol glikozidler | 3-4 |
| Leukoantosiyeninler | 2-3 |
| Polifenolik asitler ve depsidler | 3-4 |
| (Alkolidler) | |
| Kafein | 3-4 |
| Teobromin | 0,2 |
| Teofilin | 0,5 |
| Amino asitler | 4-5 |
| Organik asitler | 0,5-0,6 |
| Monosakaritler | 4-5 |
| Polisakaritler | 14-22 |
| Sellüloz ve hemisellüloz | 4-7 |
| Pektinler | 5-6 |
| Lignin | 5-6 |
| Protein | 14-17 |
| Lipidler | 3-5 |
| Klorofiller ve diğer pigmentler | 0,5-0,6 |
| Kül (Mineral maddeler) | 5-6 |
| Uçucu maddeler | 0,01-0,02 |

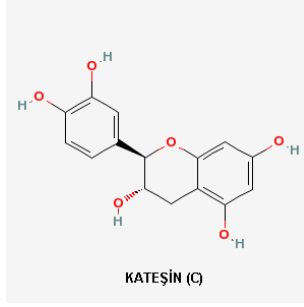
Genç çay sürgünlerinde toplam polifenoller fazla bulunmakta ve bunu polisakaritler izlemektedir (Kacar 2010).

Flavan-3-ollardan EGC ya da EGCG'ın çay klonlarında en fazla bulunan kateşinler olduğu belirtilmektedir (Obanda and Owuor 1997). Polifenoller, fenolik asitler ve flavonoidler olarak iki gruba ayrılır. Flavanoller ve flavonoller, çayda bulunan başlıca flavonoidlerdir. Çayda bulunan kateşinler, polifenollerin tipleridir (Kacar 2010).

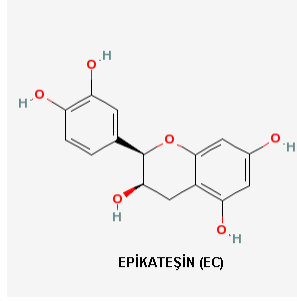
Fermente edilmemiş yeşil çayda %30-35 oranında bulunan kateşinlerin miktarı siyah çayda %3-10 arasındayken, yeşil çayda %6 oranında bulunan okside olmuş polifenoller siyah çayda %23-25 oranında bulunmaktadır (Sharma and Rao 2009).

Afrika ayları üzerinde yürütölen bir araştırmada, 40 farklı çay klonu içerisinde en fazla gallatlanmış kateşinlerden EGCG tespit edilmiş bunu gallatlanmamış kateşinlerden EGC'nin izlediği belirtilmiştir. Ayrıca diğer kateşinlerin (C, EC ve ECG) daha az miktarlarda bulunduğu belirlenmiştir (Wright *et al* 2000).

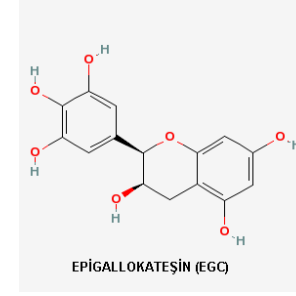
ay bitkisindeki polifenollerin miktarı genç yapraklardan, yaşlı yapraklara doğru giderek azalır (Kacar 1987). Çayın yapısında bulunan flavanol bileşikleri ve bu bileşiklerin açık formülleri Şekil 2.1, Şekil 2.2, Şekil 2.3, Şekil 2.4 ve Şekil 2.5 de gösterilmiştir.



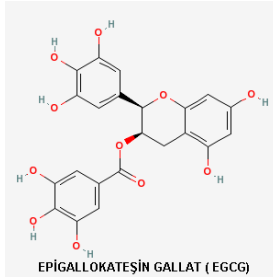
Şekil 2.1. (C) Kateşin



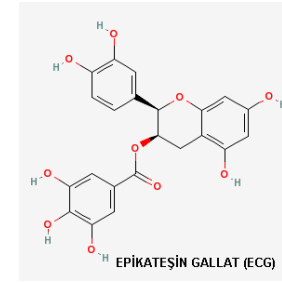
Şekil 2.2. (EC) Epikateşin



Şekil 2.3. (EGC) Epigallokateşin



Şekil 2.4. (EGCG) Epigallokateşin gallat



Şekil 2.5. (ECG) Epikateşin galat

Yeşil çay özellikle kateşinler ve kateşin türevlerini kapsayan flavonoidlerce zengindir. Epigallokateşin gallat (EGCG), epigallokateşin (EGC), epikateşin (EC) ve epikateşin gallat (ECG) yeşil çayda bulunan başlıca kateşinlerdir. Bu bileşikler yeşil çayda miktarca EGCG (toplam kateşin miktarının % 60'ı) > EGC > EC ≥ ECG şeklinde sıralanmaktadır. Renksiz, suda çözünür bileşikler olan kateşinler yeşil çay demine acılık ve burukluk verir. Yeşil çay kateşinlerinin, C ve E vitaminlerinden çok daha güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir. EGCG, kateşinler içinde en yüksek antioksidan etkiye sahip bileşik olup bunu sırasıyla ECG, EGC ve EC takip etmektedir (Özdemir ve Şahin 2006).

Kateşinler gerek gıdalarda bozulma yapan gerekse insanlarda hastalık etmeni olan patojen mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etki göstermektedir. Taze çay yaprağında kateşinlerin miktarı çay klonlarına göre değişebilmektedir (Türkmen 2007).

Robertson (1983) taze çay yapraklarının kateşin konsantrasyonlarının bitkinin yavaş ve hızlı geliştiği dönemlere göre değiştiğini tespit etmiştir.

Yeşil çayın toplam antioksidan aktivitesinin %68'inin kateşinlerden, %30'unun ise tek başına EGCG'dan kaynaklandığı belirtilmiştir (Stewart *et al* 2005).

Farklı üretim yöntemiyle elde edilen 2010 yılı yeşil çaylarda, üç hasat döneminde alınan örneklerde HPLC ile yapılan kateşin analizleri sonucunda, toplam kateşin miktarları ortalama %12,563-13,974 arasında bulunmuştur. EGC miktarları ortalama %4,179-3,088, EC miktarları ortalama %0,583-1,103, EGCG miktarları ortalama %7,302-7,986, ECG miktarları ortalama %1,162-1,309, C miktarları ortalama %0,035-0,057, gallik asit miktarları ortalama %0,022-0,0224 olarak bulunmuştur.

Zhen (2002) işlenmemiş çay yaprağının toplam polifenol miktarını %23-39 aralığında belirtmiştir. Hindistan, Seylan ve Cava da, 2 yaprak bir tomurcuk olarak toplanan çay yapraklarında %19-22, Japonyada %15, Kafkas çay yapraklarında %15 ve Rize çaylarında %18 e kadar polifenol bulunmaktadır. Polifenol miktarları göz ve yaprak

sirasına göre oldukça büyük değişmeler göstermektedir. ay yaprağında polifenol miktarı göz kısmında %27,8, 1.yaprakta %29,9, 2.yaprakta %21,3, 3.yaprakta %17,8, 4.yaprakta % 14,5, sap kısımlarda ise %11,7-6 aralığında değişim göstermektedir (Tekeli 1976).

Karori *et al* (2007) Kenya, Japonya ve Çin çaylarını, toplam polifenol ve kateşinler ile TF, TR ve antioksidan aktiviteleri yönünden karşılaştırmışlardır. Toplam polifenol miktarı Kenya yeşil çayında %26,28, toplam kateşin miktarı %12,48, TF %1,05, TR %6,99 antioksidan aktivite %75,27, Japon yeşil çaylarda toplam polifenol %19,57, toplam kateşin miktarı %12,47, TF %0,35, TR %8,38, antioksidan aktivite %71,15, Çin yeşil çayında toplam polifenol %15,12, toplam kateşin miktarı %7,25, TF %5,94, TR %11,43, antioksidan miktarı %68,42 olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar Çin yeşil ayı, Kenya ve Japon yeşil ayına göre daha az toplam polifenol ve kateşin içerdiğini de tespit etmişlerdir.

Gıdalarda bulunan fenolik bileşiklerin büyük bir bölümü suda ve organik çözücülerde çözünebilmektedir. Fenolik bileşikler, bitkilerin gelişimi ve çoğalması için zorunlu olmalarının yanı sıra bitki biyokimyasında antioksidan ve enzim regülatörü olarak davranan ve gıda bileşenlerinin oksidatif stabilitesi ve mikrobiyal güvenliği açısından önemli etkileri olan bileşiklerdir. Bitkisel ürünlerin aroma, lezzet, renk vb. gibi özellikleri üzerinde etkileri bilinen bileşiklerdir (Tokuşoğlu 2001).

Naalakshmi (2003) tarafından yapılan bir araştırmada, yeşil, oolong ve siyah çay demlerinde kateşin ve kafein miktarlarını sırasıyla; yeşil çayda, 19,65 mg/100g, 24,51 mg/100g, oolong çayda 16,70 mg/100g, 23,80 mg/100g, siyah çayda 6,90 mg/100g, 18,70 mg/100g olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 2.2. Kateşin içerikleri yönünden Japon ve Çin yeşil çaylarının karşılaştırılması (Nishitani and Sagesaka 2004)

| Kateşin çeşitleri | Kateşin Miktarları, % (kuru maddede) | | |
|-------------------|--------------------------------------|---------|----------------|
| | Japon Yeşil Çayları | | Çin Yeşil Çayı |
| | Sancha | Matcha | Gunpowder |
| EGCG | 8,71 | 5,24 | 4,91 |
| EGC | 6,27 | 2,88 | 1,97 |
| ECG | 1,55 | 0,86 | 1,41 |
| EC | 0,97 | 0,45 | 0,43 |
| GCG | 0,09 | < 0,003 | 0,05 |
| GC | < 0,007 | < 0,007 | < 0,007 |
| CG | 0,02 | < 0,007 | < 0,007 |
| C | < 0,006 | 0,01 | 0,05 |

Wang *et al* (2000) değişik yeşil ve siyah çaylardan deme geçen kateşin miktarları ile ilgili bir çalışmada, siyah ve yeşil çaylardan aldıkları 3'er gram çay örneklerini 150 ml kaynar su içeren demlikte 5 dakika demlemeye bırakmışlar ve deme geçen kateşin miktarını belirlemişlerdir. Siyah çaya göre yeşil çaydan deme geçen kateşin miktarlarının 12,5 kat daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

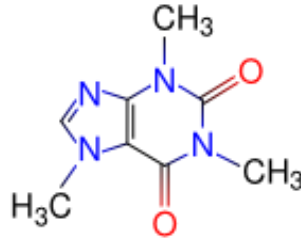
Astill *et al* (2001) demleme süresinin poşet çaylarda deme geçen kateşinler ve kafein üzerine etkisini belirlemek üzere yaptıkları çalışmada, demleme süresine bağlı olarak kateşinler ve kafein miktarlarında önemli artışlar saptamışlar, 0,5 dakikalık demleme süresine göre 5,0 dakikalık demleme süresinde kateşinlerdeki artışın 4,1 kat, kafeindeki artışın ise 2,6 kat olduğunu ve ayrıca, demliğe konulan çay miktarının, su miktarına oranının, deme geçen madde miktarı üzerine olumlu etki gösterdiğini belirtmişlerdir.

Ülkemizde yetiştirilen yeşil çayın kalite özellikleri ve fenolik madde kompozisyonu hasat dönemine, yaprağın yapısına ve rakıma bağlı olarak farklılık göstermektedir (Kacar 2010).

Kafein ilk defa 1820'de Runge tarafından kahve çekirdeklerinden izole edilmiştir. Bileşiğın yapısı E. Fischer tarafından aydınlatılmıştır. Kafein, purin sınıfı alkaloidler grubunun en önemli üyesi olup, çayda ve kahvede yüksek oranda, kakao ve kolada ise daha düşük oranlarda bulunur. Çay bitkisinin kafein içeriğı hasat dönemlerine, genetik özelliklere, toprak koşullarına ve kültürel önlemlere göre değişmektedir (Vatan vd 2000).

Astil *et al* (2001) analiz ettikleri 95 değişik yeşil çayda kafein miktarlarının %1,18 ile %3,66 arasında değiştiğini ve ortalama miktarın %2,69 olduğunu belirlemişlerdir.

Özdemir vd (1997) yapmış oldukları çalışmada yeşil çaylarda kafein değerini %4,44 olarak belirlemişlerdir.



Şekil 2.6. Kafein molekülü (Anonim 2011b)

Mineral maddeler çay bitkisinin gelişmesinde olduğu kadar bitkide fizyolojik, kimyasal ve biyokimyasal işlevlerin yerine getirilmesinde de önemli görev yaparlar. Çay bitkisinde bulunan mineral maddelerin çözünürlükleri de farklılık arz etmektedir. Çay içenler için mineraller suda çözünebilme derecesine göre önem kazanmaktadır. Suda kolay çözünen mineral maddeler, çayın demlenmesi anında kolayca demeye geçebilmektedir (Kacar 1987).

Mineral maddelerin bitki yaşamında önemli rolleri vardır. Kuru maddede olmak üzere yaş çay yaprağında %4-5, işlenmiş çayda %5-6 kadar mineral madde vardır. İşlenmiş çaydaki mineral madde miktarlarındaki farklılıklar toprak, çay bitkisinin yaşı ve diğer

agronomik koşullardan ileri gelmektedir. ay demindeki mineral madde miktarları demleme yöntemine bağlı olmak üzere değişiklik göstermektedir (Arslan ve Toğrul 1995).

Çizelge 2.3. ay bitkisinin genç sürgünlerinde bulunan mineral maddeler (Chu and Juneja 1997)

| Mineral Maddeler | Miktar (kuru maddede) |
|-------------------------|------------------------------|
| Bakır (Cu), ppm | 15-20 |
| Demir (Fe), ppm | 100-200 |
| Çinko (Zn), ppm * | 35,0-44,0 |
| Kalsiyum (Ca), % | 0,12-0,57 |
| Magnezyum (Mg), % | 0,12-0,30 |
| Potasyum (K), % | 1,60-2,50 |
| Fosfor (P), % | 0,20-0,70 |

*(Kacar 1984)

ay bitkisi yaprağında bulunan toplam bakır miktarının yaklaşık üçte biri polifenol oksidaz enzimi içerisindedir. Bu nedenle yeteri kadar bakır içermeyen çay yapraklarında arzu edilen ölçüde fermantasyon gerçekleşmemektedir. Ayrıca ay bitkisinde bakır oranının 0,5/100 g altına düşmemesi gerekmektedir (Kacar 1987).

ay bitkisinin Cu kapsamı çeşitli etmenlere bağlı olarak değişir bu etmenler arasında çay bitkisinin çeşidi, yaprağın bitkideki konumu başta gelir (Kacar 1987).

ay bitkisinde genç organların Zn miktarları yaşlı organlara göre daha yüksektir. ay bitkisinde bazı enzimlerin işlevleri için çinko gerekli bir elementtir. Çinko bitkinin su absorpsiyonu üzerinde etkili olup, noksanlığında çay yaprakları hasat tablasında beklerken biçimsizleşmektedir (Kacar 1997).

Gürses (1984) işlenmiş Türk çay örneklerinin çinko, manganez ve magnezyum içerikleri ile deme geçiş miktarlarını araştırmış ve demlerde çinko, manganez ve magnezyum miktarlarını sırasıyla 3,0-17,5 ppm, 160-610 ppm ve 213-313 ppm arasında değiştiğini tespit etmiştir.

Fernandez *et al* (2002) siyah ve yeşil çaylarda Mg ve Ca miktarlarının 5-22 mg/l arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Gürses ve Artık (1983) Türk çaylarında ve bu çaylardan elde edilen demlerde sodyum, potasyum ve kalsiyum miktarını araştırmışlar ve demlenen çaya sodyumun 89-223 ppm, potasyumun 1837-3538 ppm, kalsiyumun ise 10-110 ppm arasında geçtiğini tespit etmişlerdir.

Kacar vd (1972) siyah çayın mineral madde miktarlarını Fe (308-430 ppm), Zn (31-44 ppm) olarak tespit etmişlerdir. Gürses (1984) işlenmiş Türk çayı örneklerinde 467-1789 ppm Mg, 360-1510 ppm Mn, 26-143 ppm Zn tespit etmiştir. Nas (1990) tarafından yapılan araştırmada ise siyah çayda 1166-2497 ppm Mg, 132-302 ppm Mn, 101-923 ppm Fe, 13-23 ppm Zn belirlemiştir.

Taze çay yaprakları üzerinde yürütülen bir araştırmada 145-327 mg/100g Ca, 185-415 mg/100g K, 18,9-31,6 mg/100g Fe, 50-60 mg/100g Na belirlenmiştir (Uçar 2006).

Zengin vd (2004) yeşil çayın (*Camelia sinensis*) %0,43 Ca, 1,84 ppm Cu, 79,5 ppm Fe, %3,02 K, %0,17 Mg, 1175,52 ppm Mn, 402,7 ppm Na, %0,49 P, 19,59 ppm Zn, siyah çayın (*Camelia sinensis*) %0,42 Ca, 3,02 ppm Cu, 167,5 ppm Fe, %2,26 K, %0,16 Mg, 1314,0 ppm Mn, 383,2 ppm Na, %0,41 P, 9,31 ppm Zn, içerdiklerini belirtmişlerdir.

Gürses ve Artık (1982) Türkiye’de değişik adlar altında satılan siyah çayların demir miktarlarını ortalama 313,00 ppm olarak bildirmişlerdir.

Çaykur tarafından 2006 yılında üretilen yeşil çaylarda Fe miktarı ortalama 350,00 ppm olarak bulunmuştur (Kacar 2010). 2005 yılı Çaykur'un ürettiği yeşil çaylarda Fe miktarları ortalama 218,00 ppm olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada P miktarları yeşil çay çeşitlerinde %0,38 olarak saptanmıştır.

Çaykur tarafından 2006 yılında üretilen yeşil çayda %0,39 üzerinde P bulunmuştur (İlgaz vd 2006). Kütük vd (1990) ise yaptıkları çalışmada Çaykur çaylarında P miktarının %0,23-0,46 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal ve Araştırmanın Planlanması

Araştırma materyali olarak, farklı üretim yöntemiyle elde edilen 2010 yılı hasat dönemlerine ait (Mayıs, Haziran, Ağustos), yeşil çaylar temin edilmiştir. Her hasat döneminde alınan yeşil çaylar farklı üretim yöntemine göre ayrı ayrı kodlanarak (çeşit 1 yeşil çayı, çeşit 2 yeşil çayı, çeşit 3 yeşil çayı, çeşit 4 yeşil çayı, çeşit 5 yeşil çayı) Atatürk Çay ve Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Biyokimya ve Kromatografi Laboratuvarlarında kimyasal ve demleme analizlerine tutulmuştur. Üretim yöntemine bağlı olarak elde edilen yeşil çayların tipik morfolojik özellikleri aşağıda verilmiştir.

Çeşit 1 yeşil çayı: Yaprak yapısı kıvrımlı olmayıp pul pul yapıdadır. Hacmi yüksek açık zeytini yeşil rengindedir.

Çeşit 2 yeşil çayı: Orta kıvrımlı, homojen olmayan görünümde, amorf şekillidir.

Çeşit 3 yeşil çayı: İnce yapılı, küçük kıvrımlı ve yaş yaprağın taze kısımlarından oluşmaktadır.

Çeşit 4 yeşil çayı: Partikül büyüklüğü çeşit 3 yeşil çayına oranla biraz daha büyüktür.

Çeşit 5 yeşil çayı: En kalın ve kıvrımlı çay olup yaş yaprağın en taze kısımlarından oluşmaktadır. Kıvrırma ile yapılan imalatta elde edilen iri, çok kıvrımlı granül yapıdadır. Zümrüt yeşili rengindedir.

3.2. Yöntem

3.2.1.Örneklerin analize hazırlanması

Yeşil çay çeşitleri öğütülmüş, renkli cam kavanozlarda, buzdolabında muhafaza edilmiştir. Demlemede kullanılan çay örnekleri hiçbir işleme tabi tutulmadan analizleri yapılmak üzere ayrı olarak renkli kavanozlarda muhafaza edilmiştir.

3.3.Analiz Metodları

3.3.1.Kuru madde tayini

Örneklerin kuru madde miktarını belirlemek için 5 g öğütülmüş çay numunesi $\pm 0,001$ g hassasiyetle tartılmış, 103°C 'de 6 saat süreyle kurutulmuştur. Kurutma işlemi sabit tartım elde edilinceye kadar uygulanmıştır (Anonim 1990).

3.3.2. Su ekstraktı tayini

Çay örneğinden $2 \text{ g} \pm 0,001 \text{ g}$ hassasiyetle 500 ml'lik kaynatma balonuna tartılmış, üzerine 200 ml sıcak damıtık su ilave edilerek geri soğutucuda 1 saat süreyle kaynatılmıştır. Karışım sıcak halde iken kroze ile vakum altında süzölmüş, balon bütün çözünmeyen kalıntılar kroze aktarılacak şekilde sıcak damıtık su ile yıkanmıştır. Kalıntı son olarak 200 ml sıcak damıtık su ile yıkanmış, vakum uygulanarak kurutulmuştur. Kroze ve içindekiler sıcaklığı 103°C 'ye ayarlanmış kurutma dolabında 16 saat süreyle kurutulmuş, desikatöre alınarak soğutulmuş ve $0,001 \text{ g}$ hassasiyetle tartılmış tartım miktarları kullanılarak su ekstraktı miktarları hesaplanmıştır (Anonim 2003).

3.3.3. Toplam polifenol tayini

Santrifüj tüpü içersine 0,2 g öğütülmüş çay örneği $\pm 0,001$ g hassasiyetle tartılmış, 70°C'deki ekstraksiyon çözeltilisinden (%70'lik methanol) 5 ml ilave edilip karıştırılmış tüp 70°C'deki su banyosunda 5 dakika bekletilmiş, tüpler tekrar karıştırılıp 70°C su banyosunda 5 dakika daha bekletilip santrifüjde 3500 rpm'de 10 dakika tutularak oluşan berrak kısım başka bir 10 ml'lik tüpe aktarılmıştır. Berrak kısmı alınan tüp içersindeki tortu kısmına aynı işlemler tekrar uygulanmış son durumda elde edilen berrak çözeltilinin bulunduğu tüp 10 ml'lik çizgisine kadar ekstraksiyon çözeltilisi ile tamamlanmıştır. Hazırlanan ekstraktan 1 ml alınarak 100 ml'lik balona konulmuş ve balon çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır. Balon içersinde bulunan seyreltik ekstraktan 1 ml alınmış üzerine 5 ml Folin-Ciocalteu ve 4 ml Na_2CO_3 çözeltilisi ilave edilerek oda sıcaklığında 1 saat inkübasyondan sonra spektrofotometrede (UV-160 SHIMADZU) 765 nm'de absorbans ölçülmüştür. Günlük hazırlanan gallik asit standart eğrisiyle polifenol miktarı hesaplanmıştır (Anonim 2005a).

3.3.4. Kateşin (Gallik Asit, EGC, C, EGCG, EC, ECG) ve kafein tayini

Deney tüpü içersine 0,2 g öğütülmüş çay örneğinden $\pm 0,001$ g hassasiyetle tartılmış, üzerine 5 ml ekstraksiyon çözeltilisi (%70'lik methanol) ilave edilerek karıştırılmış 70°C'deki su banyosunda 5 dakika bekletilmiştir. Karıştırılıp tekrar 70°C'deki su banyosuna alınmış, 5 dakika daha beklenmiş ardından karıştırılmış oda sıcaklığına kadar soğutulmuş, 3500 rpm'de 10 dakika santrifüjden sonra berrak sıvı 10 ml'lik ölçü balonuna tortu geçmeyecek şekilde alınmıştır. Tortuya tekrar aynı işlemler uygulanmış berrak sıvı önceki ölçü balonuna dikkatlice alınmıştır. Ölçü balonu soğuk ekstraksiyon çözeltilisi ile tamamlanmış manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Ekstraktan 1 ml alınmış 5 ml'lik ölçü balonuna konulmuş stabilize çözeltilisi ile tamamlanmıştır. Seyreltilmiş örnek 0,45µm filtreden HPLC (THERMO FİNNİGAN) vialine süzölmüştür. Vial sonra sisteme enjekte edilmiş ve sonuçlar hesaplanmıştır (Anonim 2005b). HPLC cihazının çalışma koşulları aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır.

Enjeksiyon Miktarı : 10µl

Kolon Fırın Sıcaklığı : 35°C

Mobil Faz Akış Hızı : 1ml/dakika

Mobil Faz A : 20µg/ml EDTA içeren %3 Asetik Asit, %9 Asetonitril Çözeltisi

Mobil Faz B : 20µg/ml EDTA içeren %3 Asetik Asit, %80 Asetonitril Çözeltisi

Dedeksiyon Dalga Boyu: 278nm

3.3.5. Mineral madde tayini

Öğütülmüş her bir çay örneğine (0,2 g) 10 ml saf HNO₃ ilave edilmiştir. Örnekler 30 dak bekletildikten sonra, mikrodalga fırınında (BERGHOF) 190 °C'da yakılmıştır. Yakma sonucunda örnekler 50 ml lik balonlara aktarılarak çizgisine kadar ultra saf suyla seyreltilmiştir. Her bir mineral için (Cu, Fe, Zn, Mg, Ca, K) hazırlanan konsantrasyonlar Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre (GBC) cihazında okunmuş ve sonuçlar ppm olarak belirtilmiştir. Fosfor analizi için Vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemi uygulanmıştır. Yaş yakma yöntemi ile elde edilen örneklerden 5 ml alınarak, 50 ml lik balonlara aktarılmış üzerine 5 ml barton çözeltisi konularak balon çizgisine kadar deiyonize su ile tamamlanmıştır. Örnekler, 10 dakika bekletilerek 430 nm de (UV-160 SHIMADZU) absorbansları okunmuştur (Kacar 1991).

3.4.İnfüzyon (Demleme)

Çay çeşitlerinin (çeşit 1, çeşit 2, çeşit 3, çeşit 4, çeşit 5) demleme analizleri için 1,60 g çay örneği tartılmış, porselen demleme fincanına aktarılmıştır, üzerlerine 80 ml kaynamaya yeni başlamış saf su ilave edilerek her çeşit için 1, 3, 5, 7 dakikalık sürelerde beklenecek filtre edilmiştir.

3.5.İstatistik Analiz

Araştırmada, 2 farklı deneme kurulmuş ve yürütölmüştür. Birinci deneme yeşil çay çeşidi (çeşit 1 yeşil çayı, çeşit 2 yeşil çayı, çeşit 3 yeşil çayı, çeşit 4 yeşil çayı, çeşit 5 yeşil çayı) ve hasat dönemi (1. hasat dönemi, 2. hasat dönemi, 3.hasat dönemi) esas alınarak 5x3 faktöriyel düzende tam şansa bağlı deneme planına göre iki tekerrörlü olarak gerçekleştirilmiştir. İkinci denemede ise demleme süresi (1 dakika, 3 dakika, 5 dakika, 7 dakika) de faktör olarak alınmış, deneme 5x3x4 faktöriyel düzende tam şansa bağlı deneme planına göre iki tekerrörlü olarak yürütölmüştür. Araştırma sonucunda elde edilen verilere SPSS (SPSS for Win, Release 15.0) (1998) paket programı uygulanarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Test yöntemi ile karşılaştırılmıştır (Yıldız ve Bircan 1991).

4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Deneme 1'e Ait Sonuçlar

Farklı hasat dönemlerinde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin kimyasal özellikleri izelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine göre kimyasal özellikleri

| 1.HASAT DÖNEMİ | Çeşitler | Rutubet % | Ekstrakt % | Polifenol % | Kafein % | Gallik Asit % | EGC % | C % | EGCG % | EC % | ECG % |
|-------------------|----------|--------------|---------------|----------------|-------------|---------------------|----------|--------|-----------|---------|----------|
| | Çeşit 1 | 5,600 | 39,460 | 14,292 | 2,140 | 0,019 | 4,051 | 0,052 | 6,645 | 1,083 | 1,206 |
| Çeşit 2 | 5,200 | 38,476 | 15,037 | 2,192 | 0,017 | 3,975 | 0,059 | 6,820 | 1,111 | 1,270 | |
| Çeşit 3 | 5,400 | 43,050 | 16,757 | 2,479 | 0,024 | 4,489 | 0,059 | 7,544 | 1,181 | 1,353 | |
| Çeşit 4 | 5,200 | 41,746 | 15,592 | 2,347 | 0,020 | 4,291 | 0,059 | 7,255 | 1,139 | 1,300 | |
| Çeşit 5 | 6,000 | 43,165 | 16,511 | 2,672 | 0,039 | 4,088 | 0,058 | 8,248 | 0,999 | 1,415 | |
| Ortalama | 5,480 | 41,179 | 15,638 | 2,366 | 0,024 | 4,179 | 0,057 | 7,302 | 1,103 | 1,309 | |
| 2.HASAT DÖNEMİ | Çeşit 1 | 5,200 | 35,311 | 14,271 | 2,089 | 0,021 | 3,767 | 0,044 | 7,561 | 0,833 | 1,166 |
| | Çeşit 2 | 5,200 | 36,814 | 14,957 | 2,073 | 0,023 | 3,483 | 0,045 | 7,573 | 0,764 | 1,137 |
| | Çeşit 3 | 4,000 | 37,969 | 14,794 | 2,167 | 0,016 | 3,086 | 0,034 | 7,550 | 0,617 | 1,151 |
| | Çeşit 4 | 4,600 | 37,998 | 15,439 | 2,170 | 0,023 | 3,711 | 0,045 | 7,910 | 0,793 | 1,189 |
| | Çeşit 5 | 5,600 | 39,433 | 17,264 | 2,527 | 0,038 | 3,661 | 0,044 | 9,338 | 0,736 | 1,382 |
| Ortalama | 4,920 | 37,505 | 15,345 | 2,205 | 0,024 | 3,542 | 0,042 | 7,986 | 0,749 | 1,205 | |
| 3.HASAT DÖNEMİ | Çeşit 1 | 4,800 | 32,484 | 13,873 | 1,867 | 0,017 | 2,845 | 0,028 | 6,787 | 0,510 | 1,055 |
| | Çeşit 2 | 4,400 | 33,107 | 14,122 | 1,923 | 0,022 | 2,817 | 0,036 | 7,194 | 0,551 | 1,118 |
| | Çeşit 3 | 4,800 | 40,914 | 15,374 | 2,322 | 0,025 | 3,858 | 0,044 | 8,219 | 0,781 | 1,217 |
| | Çeşit 4 | 5,800 | 34,183 | 14,716 | 2,048 | 0,019 | 3,035 | 0,034 | 7,542 | 0,574 | 1,155 |
| | Çeşit 5 | 5,800 | 34,448 | 14,392 | 2,251 | 0,026 | 2,887 | 0,032 | 8,621 | 0,502 | 1,264 |
| Ortalama | 5,120 | 35,027 | 14,495 | 2,082 | 0,022 | 3,088 | 0,035 | 7,673 | 0,583 | 1,162 | |

4.1.1. Rutubet

Çayın kalitesinin depolama süresince korunması açısından çok önemlidir. Son kurutma ile çayın nem kapsamı %3-5'e düşürülmezse, mikroorganizmalar ve özellikle küfler üreyebilir (Wetherilt *et al*).

Kurutma fırınından çıkan çay yaklaşık %3,0 nem içerir. Kuru çay *higroskopik* (nem çekici) özelliğe sahiptir. Bu nedenle fırından çıkarılan kuru çay hangi koşul altında bulunursa bulunsun bir miktar nem absorbe eder. Absorbe edilen nem miktarı ise çevrenin nem kapsamı ile yakından ilgilidir (Kacar 2010).

Kacar (2010) 2005 yılında yapılan çalışmalarda Çaykur nevi yeşil çayların ortalama rutubet miktarları %2,30 bulmuştur. Yabancı yeşil çayların rutubet değerleri ortalama %7,10 olarak bulmuştur.

Stagge (1974) çayın nem kapsamının %6,50-7,50 olması durumunda pek çok kimyasal değişikliklerin başladığını ve nem içeriğinin %12,00 olması durumunda küflenme olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı, taşınması ve tüketiciye ulaştırılması yönünden %3,0-5,0 civarında nem içeren çayların en uygun durumda bulduklarını rapor etmiştir.

Sivapalan (1982) çayın nem içeriğinin standart değer olan %6,0'nın üzerine çıkmaması için soğutma, tasnif, depolama ve ambalajlama işlemlerinin olabildiğince hızlı ve nispi nemin %45-50 civarında tutulan ortamlarda yapılmasını, çayın nem geçirgenliği az olan paketleme malzemesi ile paketlenmesini önermiştir.

Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine bağlı olarak elde edilen rutubet miktarları Çizelge 4,2'de verilmiştir. Rutubet miktarı ortalamaları Şekil 4,1'de görülmektedir. En yüksek rutubet değeri, 1.hasat dönemi çaylarında olup ortalama %5,48, 2. ve 3.hasat dönemi çaylarda ise sırası ile %4,92 ve %5,12 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin rutubet miktarlarına ait ortalamalar (g/100g)

| Çeşitler | 1.HASAT DÖNEMİ | 2.HASAT DÖNEMİ | 3.HASAT DÖNEMİ |
|----------|----------------|----------------|----------------|
| Çeşit 1 | 5,600 | 5,200 | 4,800 |
| Çeşit 2 | 5,200 | 5,200 | 4,400 |
| Çeşit 3 | 5,400 | 4,000 | 4,800 |
| Çeşit 4 | 5,200 | 4,600 | 5,800 |
| Çeşit 5 | 6,000 | 5,600 | 5,800 |

Özdemir vd (1997) yapmış oldukları çalışmada siyah çaylarda rutubet değerlerini %5,04-7,47 aralığında bulmuş olup, yeşil çayda ise bu değer %6,76 olarak belirlenmiştir. Gürses ve Artık (1985) çayda nem içeriğinin %8,0'i geçmemesi gerektiğini bildirmişlerdir. Yapmış olduğumuz çalışmada yeşil çay örneklerinin ortalama rutubet değerleri, diğer çalışmalarla uyum içerisinde olduğu gözlenmiştir.

Rutubet miktarlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.3'de verilmiştir. Rutubet miktarı üzerinde hasat dönemlerinin önemli ($p<0,01$) bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Çay çeşitlerinin de rutubet miktarı üzerinde önemli ($p<0,01$) bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Kaptan (1968) Türk çayları üzerinde yaptığı çalışmada nem miktarlarını %6,1-%9,6; Yılmaz (1982) %7,1-%11,3; Gürses vd (1983) %5,3-%7,9 arasında değiştiğini belirtmişlerdir (Kacar 2010).

Çizelge 4.3. Yeşil çay çeşitlerinin rutubet miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|---------------|----|-----------|-------------|
| Hasat dönemi | 2 | 0,805 | 17245,786** |
| Çeşit | 4 | 0,960 | 20576,500** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 0,432 | 9254,179** |
| Hata | 15 | 4,67E-005 | |

(**) $p<0,01$ Düzeyinde çok önemli

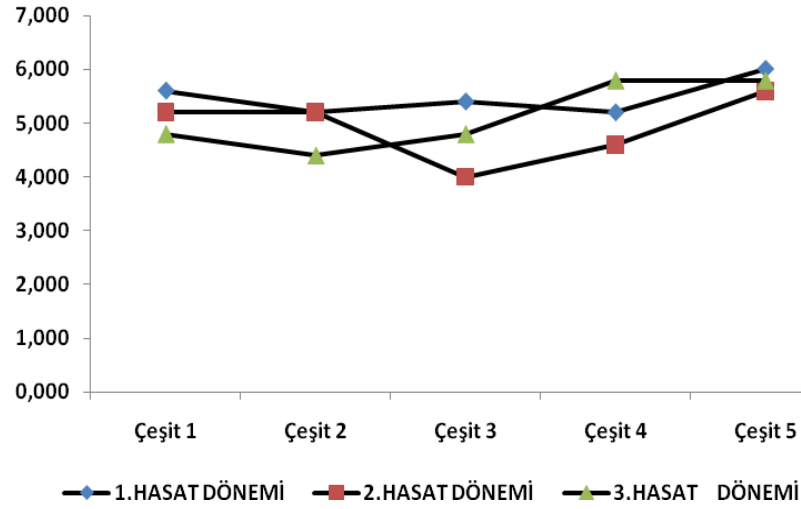
Yapılan Duncan karşılaştırma (Çizelge 4.4) test sonuçlarına göre hasat dönemine bağlı olarak rutubet miktarları ortalamalarının farklı olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.4. Hasat dönemlerine ait rutubet ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Hasat dönemi | n | Rutubet g/100g | |
|--------------|----|----------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 10 | 5,4810a | ±0,31674 |
| 2 | 10 | 4,9210c | ±0,58671 |
| 3 | 10 | 5,1220b | ±0,60512 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Gökalp vd (1991) yaptıkları çalışmalarda, üç hasat döneminde üretilen toplam 21 farklı çay örneğinin rutubet değerlerini %4,66-6,04 arasında bulmuşlardır. Hasat döneminin farklı zamanlarında üretilen değişik siyah çayların rutubet miktarları genelde birinci hasat döneminde düşük bulunurken üçüncü hasat dönemi çaylarda rutubet değerleri yüksek bulunmuştur. Her ne kadar rutubet içeriği bakımından siyah çay nevelerinde sistematik bir farklılaşım yok ise de 1, 2, 3 neveleri oluşturan çay sınıflarında rutubet değerleri 5, 6 nevi çaylara göre düşük bulunmuştur. Çay nevelerine göre rutubetteki değişim üzerine tasnif odasında çayların makinalarda sirkülasyon süresi ve nevelerin partikül büyüklüğünün farklı olmasının etkili olduğunu bildirmişlerdir.



Şekil 4.1. Rutubet miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi

Çizelge 4.5. Farklı yeşil çay çeşitlerinin rutubet ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Çeşitler | n | Rutubet g/100g | |
|----------|---|----------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 6 | 5,1983b | ±0,3578 |
| Çeşit 2 | 6 | 4,9350c | ±0,4106 |
| Çeşit 3 | 6 | 4,7383d | ±0,6282 |
| Çeşit 4 | 6 | 5,2017b | ±0,5367 |
| Çeşit 5 | 6 | 5,8000a | ±0,1834 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Ilgaz vd (2005) yaptıkları çalışmada yabancı kökenli yeşil çayların rutubet miktarlarını %5,6-%9,4, Çaykur yeşil çaylarında ise rutubet miktarlarını %2,2-%3,4 aralığında tespit etmişlerdir.

4.1.2. Su Ekstraktı

Çayın sudaki ekstraktı içecek olarak kullanıldığından suda çözünerek deme geçen maddeler önem taşımaktadır. Bunların deme geçen toplam miktarı ekstrakt olarak ifade edilmektedir (Özdemir ve Karkacıer 1997).

Çayda suda eriyen maddeler flavonollar, asitler, kafein, aminoasitler, karbonhidratlar ve organik asitlerdir. Sıcak suda az eriyen maddeler arasında nişasta, pektin, pentozan ve külü sayabiliriz. Sıcak suda erimeyenler ise sellüloz lipitler, pigmentler ve uçar maddelerdir (Poyrazoğlu 1990).

Tekeli (1976) çayın içme değeri sıcak suda eriyen maddelerin fazlalığı, renk ve aromasıyla ölçülür. Bir saatlik demleme esnasında suda eriyen madde miktarlarını %44,50 olarak belirtmiştir.

Çaydaki suda eriyebilen maddelerin erime kabiliyetlerinin yüksek bulunması çayın kalitesi bakımından önemlidir. Çayın sulu ekstrakt miktarı mevsimlere, ekolojik ve iklim şartlarına göre büyük değişimler göstermesi gibi işleme faktörlerin tesiri de önemlidir (Poyrazoğlu 1990).

2010 yılı üretimi çeşit yeşil çaylardan üç hasat döneminde alınan çay örneklerinde yapılan analizler sonucunda, ekstrakt miktarları ortalama %35,027-41,179 arasında bulunmuştur. Türk standartlarına göre yeşil çay ekstraktı en az %32,0 olmalıdır (Anonim 2009).

Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine bağlı olarak elde edilen ekstrakt miktarları Çizelge 4,6'da verilmiştir. Ekstrakt miktarı ortalamarı Şekil 4,2'de görülmektedir. En yüksek ekstrakt değeri 1.hasat dönemi çaylarında olup ortalama %41,179, 2. ve 3.hasat dönemi çaylarda ise sırası ile %37,505 ve %35,027 olarak bulunmuştur. Ekstrakt miktarının yüksekliği ile çayın kalitesi arasında doğru orantı olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmektedir (Öksüz 1987).

İlgaz vd (2005) yaptıkları çalışmada hasat edilen çay yapraklarının suda çözünebilir madde miktarları 1.hasat döneminde %41,72-37,92 arasında, 2.hasat döneminde %46,44-41,12 arasında bulunmuştur. İkinci hasat döneminde buldukları değerler yapılan çalışmadaki değerlerden daha yüksek çıkmıştır. Bunun sebebi çay yapraklarının fiziki durumu, hasat döneminin erken veya geç gelmesi, toplama şekli vb. olabilir.

Ülkemiz şartlarında hasat dönemlerine bağlı olarak yeşil çayda ekstrakt miktarları farklılık göstermektedir, hasat dönemlerinde ekstrakt miktarlarındaki farklılık çay yaprağı, çayın çeşidi, yetiştirilme durumu, bakımı, iklim şartlarına hatta yaprak toplama mevsimine, şekline göre değişiklik gösterir (Kaptan 1968).

Çayda ekstrakt miktarını en fazla etkileyen faktör yaş çay yaprağının fiziki durumu olup, yaş çay yaprağı ne kadar taze ise ekstrakt miktarı o denli fazla olacağı Kaptan (1968), Tekeli (1976), Gürses (1981) tarafından bildirilmektedir (Öksüz 1987).

Çizelge 4.6. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin su ekstraktı miktarlarına ait ortalamalar (g/100g)

| Çeşitler | 1.HASAT DÖNEMİ | 2.HASAT DÖNEMİ | 3.HASAT DÖNEMİ |
|----------|----------------|----------------|----------------|
| Çeşit 1 | 39,46 | 35,31 | 32,48 |
| Çeşit 2 | 38,48 | 36,81 | 33,11 |
| Çeşit 3 | 43,05 | 37,97 | 40,91 |
| Çeşit 4 | 41,75 | 38,00 | 34,18 |
| Çeşit 5 | 43,17 | 39,43 | 34,45 |

Ekstrakt miktarlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir Ekstrakt miktarı üzerinde hasat dönemlerinin önemli ($p<0,01$) bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Çay çeşitlerinin de ekstrakt miktarı üzerinde önemli ($p<0,01$) bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.7. Yeşil çay çeşitlerinin su ekstraktı miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|---------------|----|--------|-----------|
| Hasat dönemi | 2 | 95,816 | 455,072** |
| Çeşit | 4 | 24,780 | 117,690** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 5,947 | 28,244** |
| Hata | 15 | ,211 | |

(**) $p<0,01$ Düzeyinde çok önemli

Yapılan Duncan karşılaştırma (Çizelge 4.8) test sonuçlarına göre hasat dönemine bağlı olarak ekstrakt miktarları ortalamalarının farklı olduğu görülmüştür. Ekstrakt miktarları 1.hasat döneminden 3.hasat dönemine doğru azalma göstermiştir.

Kacar (2010) 2005 yılında yapılan çalışmalarda Çaykur yeşil çayların ortalama ekstrakt miktarlarını %40,40 bulmuştur. Yabancı yeşil çayların ekstrakt miktarlarını ortalama %39,80 olarak bulmuştur. Japonya’da üretilen bazı yeşil çayların ekstrakt miktarları ise Hojicha çayında %31,41, Matcha yeşil çayında %42,11 bulunmuştur.

Çizelge 4.8. Hasat dönemlerine ait su ekstraktı ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Hasat dönemi | n | Ekstrakt g/100g | |
|--------------|----|-----------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 10 | 41,1793a | ±3,22153 |
| 2 | 10 | 37,5052b | ±1,49165 |
| 3 | 10 | 35,0271c | ±2,01169 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

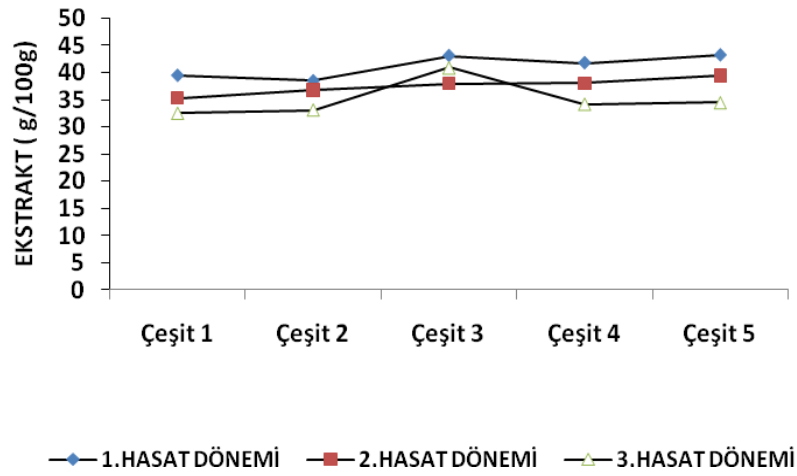
Ülkemizde üretilen çayların hasat dönemleri itibari ile en fazla ekstrakt miktarı 1.hasat dönemi, 2.hasat dönemi ve 3.hasat dönemlerinin takip ettiği, Kaptan (1968), Tekeli (1976), Anon.(1976), Bokuchava and Skobeleva (1982) tarafından bildirilmektedir

Yeşil çay çeşitlerinin ortalama su ekstraktı miktarlarının çoklu karşılaştırma testi Çizelge 4.9’da verilmiştir. Çeşidin ekstrakt miktarı üzerinde önemli (p<0,01) bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Ekstrakt miktarları yeşil çay çeşitleri arasında farklılık göstermiş olup en yüksek ekstrakt miktarı çeşit 3 yeşil çayında ortalama %40,644, en düşük ekstrakt miktarı çeşit 1 çayında ortalama %35,751 olarak bulunmuştur.

Kacar (2010) ekstrakt miktarlarını turkuaz yeşil çayında %44,00, kardelen 1 yeşil çayında %41,00, antik 2 yeşil çayında %39,90 olduğunu belirtmiştir.

Özdemir vd (1997) Çin yeşil çayında yapmış oldukları çalışmada ekstrakt miktarını %45,82 olarak bulmuşlardır.

Türk çayları üzerine yapılan ekstrakt analiz miktarları, bu çalışmada bulunan değerlere uygunluk göstermektedir.



Şekil 4.2. Su ekstraktı miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi

Çizelge 4.9. Farklı yeşil çay çeşitlerinin su ekstraktı ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Çeşitler | n | Ekstrakt g/100g | |
|----------|---|-----------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 6 | 35,7517d | ±3,15633 |
| Çeşit 2 | 6 | 36,1325d | ±2,48142 |
| Çeşit 3 | 6 | 40,6442a | ±3,15633 |
| Çeşit 4 | 6 | 37,9755c | ±2,48142 |
| Çeşit 5 | 6 | 39,0155b | ±2,28796 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

4.1.3. Toplam polifenol

Çay yaprağının en önemli bileşenlerini polifenoller oluşturmaktadır (Özdemir 1992). Taze çay yaprağında bulunan fenolik bileşikler, başlıca flavan-3-oller (kateşinler) ve flavonol glikozidlerinden oluşmaktadır (Türkmen 2007).

Oksidasyon sonucunda polifenol oksidaz enziminin etkisiyle, çay kateşinlerinden teaflavinler ve tearubiginler gibi ikincil polifenoller oluşmakta ve flavanol içeriği azalmaktadır. Çay yaprağındaki polifenollerin yaklaşık 3/4'ünü flavanoller, flavanollerin de %60-70'ni (-)-epigallokatesin-3-gallat oluşturmaktadır (Sarica vd 2008).

Çaykur'un 2004 yılı 1.hasat döneminde üretilen yeşil çayların polifenol miktarları %23,9 ile %34,3 arasında değiştiği, ortalama miktarın %31,1 olduğu belirlenmiştir. (Kacar 2010).

2010 yılı üretimi farklı tipteki yeşil çay örneklerinde Folin-Ciocalteu yöntemiyle toplam fenolik madde analizi sonucunda, toplam polifenol miktarları %14,495-15,638 aralığında bulunmuştur.

Yao *et al* (2005) botanik orijini Sri Lanka olan iki farklı yeşil çayın toplam polifenol içeriğini (%26 ve %34), orijini Çin olan üç farklı yeşil çayın polifenol içeriğinden (%21, 21 ve 23) daha fazla bulmuştur.

Polifenoller çay yaprağında önemli bileşikler olup hasat dönemleri ve çeşitler arasında farklılıklar göstermektedir. Yeşil çay çeşitlerinde hasat dönemlerine bağlı olarak elde edilen toplam polifenol miktarları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Toplam polifenol miktarları ortalamaları Şekil 4.3'de görülmektedir. Hasat dönemlerine göre toplam polifenol miktarları farklılık göstermiştir. En yüksek toplam polifenol değeri 1.hasat dönemi çaylarında olup ortalama %15,637 olarak bulunmuştur. Bu durum mevsimlere

bağlı olarak bitkinin gelişme düzeyinin farklı olmasından, rakımdan, yaprağın yapısından kaynaklanmaktadır (Türkmen 2007).

Çizelge 4.10. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin toplam polifenol miktarlarına ait ortalamalar (g/100g)

| Çeşitler | 1.HASAT DÖNEMİ | 2.HASAT DÖNEMİ | 3.HASAT DÖNEMİ |
|----------|----------------|----------------|----------------|
| Çeşit 1 | 14,292 | 14,271 | 13,873 |
| Çeşit 2 | 15,037 | 14,957 | 14,122 |
| Çeşit 3 | 16,757 | 14,794 | 15,374 |
| Çeşit 4 | 15,592 | 15,439 | 14,716 |
| Çeşit 5 | 16,511 | 17,264 | 14,392 |

Çay yapraklarındaki polifenol miktarı hasat dönemlerine göre farklılık göstermektedir. Yaprak toplama zamanı ve güneş ışınları polifenol miktarları üzerinde etkili olmaktadır. Sabah toplanan yapraklarda toplam polifenol miktarı akşam toplananlardan daha azdır (Tekeli 1976). Değişik dönem ve zamanlarda hasat edilen çay yapraklarının toplam polifenol miktarları 1.hasat döneminde %13,20-17,25 arasında, 2.hasat döneminde %17,20-21,32 arasında bulunmuştur (İlgaz vd 2005).

Chou *et al* (1999) Tayvan çay yapraklarının kateşin miktarlarının mevsimlere göre değiştiğini belirtmişlerdir.

Toplam polifenol miktarlarının varyans analizi sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Hasat dönemlerinin ve yeşil çay çeşitlerinin toplam polifenol miktarı üzerinde önemli ($p<0,01$) bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Yeşil çay çeşitlerinin toplam polifenol miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|---------------|----|-------|-----------|
| Hasat dönemi | 2 | 3,522 | 26,435 ** |
| Çeşit | 4 | 3,417 | 25,647 ** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 1,003 | 7,530 ** |
| Hata | 15 | 0,133 | |

(**) $p<0,01$ Düzeyinde çok önemli

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, hasat dönemine bağlı olarak toplam polifenol miktarları 1. ve 2.hasat dönemi çaylarda benzerlik göstermiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Hasat dönemlerine ait toplam polifenol ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Hasat dönemi | n | Polifenol g/100g | |
|--------------|----|------------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 10 | 15,637a | ± 1,02952 |
| 2 | 10 | 15,344a | ± 1,16212 |
| 3 | 10 | 14,495b | ±0,97688 |

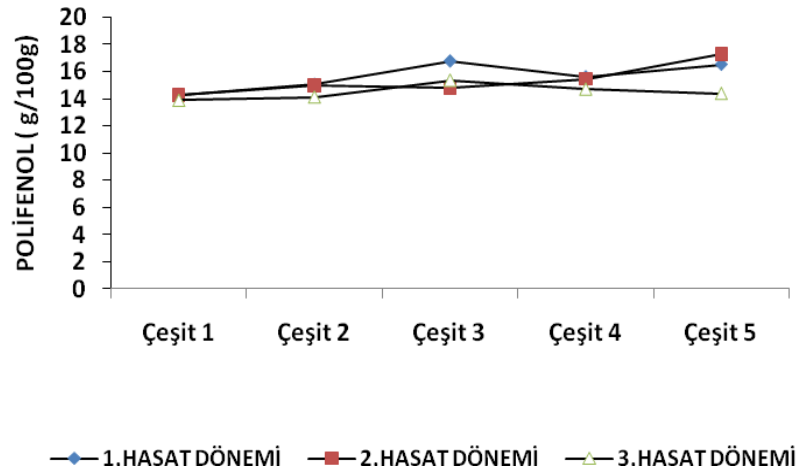
*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Yeşil çay çeşitlerine bağlı olarak toplam polifenol miktarları çeşit 3, çeşit 4 ve çeşit 5 çaylarında benzerlik göstermektedir (Çizelge 4.13).

Astill *et al* (2001) analiz ettikleri farklı yeşil çaylarda toplam polifenollerin %11,9-25,2 arasında değiştiğini ortalama miktarın %17,5 olduğunu belirlemişlerdir.

Çizelge 4.13. Farklı yeşil çay çeşitlerinin toplam polifenol ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Çeşitler | n | Polifenol g/100g | |
|----------|---|------------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 6 | 14,1452d | ± 0,53290 |
| Çeşit 2 | 6 | 14,7055c | ± 0,47482 |
| Çeşit 3 | 6 | 15,6415ab | ± 0,94608 |
| Çeşit 4 | 6 | 15,2487b | ± 0,43806 |
| Çeşit 5 | 6 | 16,0555a | ± 1,34812 |



Şekil 4.3. Toplam polifenol miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi

Düşük ve yüksek kalitede ya da farklı özellikteki klonlar genellikle karıştırılarak çaya işlenmektedir. Farklı çay klonları arasında polifenollerin dağılımı büyük farklılık göstermektedir (Türkmen2007).

Karori *et al* (2007) Kenya da üretilen yeşil çaylarda toplam polifenol miktarlarını %25,70-26,85, Çin yeşil çayların toplam polifenol miktarlarını %11,42-18,82, Japon yeşil çayların polifenol miktarlarını %19,36-19,78 olarak belirtmişlerdir. Bu çalışmada bulunan polifenol değerleri, diğer çalışmalarla uygunluk içindedir.

4.1.4. Kafein

Alkoloid olarak bilinen kafein çayın önemli bileşenlerinden biridir. Yeşil çay çeşitlerinde hasat dönemlerine bağlı olarak elde edilen kafein miktarları Çizelge 4.14'de verilmiştir. Kafein miktarları ortalamaları Şekil 4.4'de görülmektedir. Hasat dönemlerine göre kafein miktarları farklılık göstermiştir. En yüksek kafein miktarı 1.hasat dönemi çaylarında olup ortalama %2,366, sırası ile 2.hasat dönemi çaylarda %2,205, 3.hasat dönemi çaylarda ise %2,08 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.14. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin kafein miktarlarına ait ortalamalar (g/100g)

| Çeşitler | 1.HASAT DÖNEMİ | 2.HASAT DÖNEMİ | 3.HASAT DÖNEMİ |
|----------|----------------|----------------|----------------|
| Çeşit 1 | 2,140 | 2,089 | 1,867 |
| Çeşit 2 | 2,192 | 2,073 | 1,923 |
| Çeşit 3 | 2,479 | 2,167 | 2,322 |
| Çeşit 4 | 2,347 | 2,170 | 2,048 |
| Çeşit 5 | 2,672 | 2,527 | 2,251 |

Türk yeşil çaylarında tespit edilen kafein miktarı bulduğumuz değerlerle uyum içerisindedir. Kacar (2010) Türk yeşil çaylarında kafein içeriğinin %2,33 olduğunu bildirmiştir. Bazı araştırmalar yeşil çayın siyah çaya oranla daha az kafein içerdiğini belirtmişlerdir (Tokuşoğlu 2001).

2010 yılı yeşil çay örneklerinde HPLC yöntemiyle kafein analizi sonucunda, değerler %2,082-2,366 aralığında bulunmuştur. Türk standartlarına göre yeşil çayda kafein miktarının en az %1,50 olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim 2009). Yapmış olduğumuz çalışmada kafein miktarları, diğer çalışmalara ve standarda uygun olarak bulunmuştur. Farklı dönemlerde ve zamanlarda hasat edilen çay yapraklarının kafein miktarları 1.hasat döneminde %2,41-2,95 arasında, 2.hasat döneminde %2,87-3,76 arasında bulunmuştur (Ilgaz vd 2005).

Kafein miktarlarının hasat dönemlerine ve yeşil çay çeşitlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.15’de verilmiştir. Hasat dönemlerinin kafein miktarları üzerinde önemli ($p<0,01$) bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Yeşil çay çeşitlerinin de kafein miktarları üzerinde önemli ($p<0,01$) bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Yeşil çay çeşitlerinin kafein miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|---------------|----|-------|------------|
| Hasat dönemi | 2 | 0,203 | 146,004 ** |
| Çeşit | 4 | 0,211 | 152,089 ** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 0,015 | 11,060 ** |
| Hata | 15 | 0,001 | |

(**) $p < 0,01$ Düzeyinde çok önemli

Duncan karşılaştırma sonuçlarına göre (Çizelge 4.16) kafein miktarları hasat dönemleri arasında önemli düzeyde ($p < 0,01$) farklı çıkmıştır.

Çizelge 4.16. Hasat dönemlerine ait kafein ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

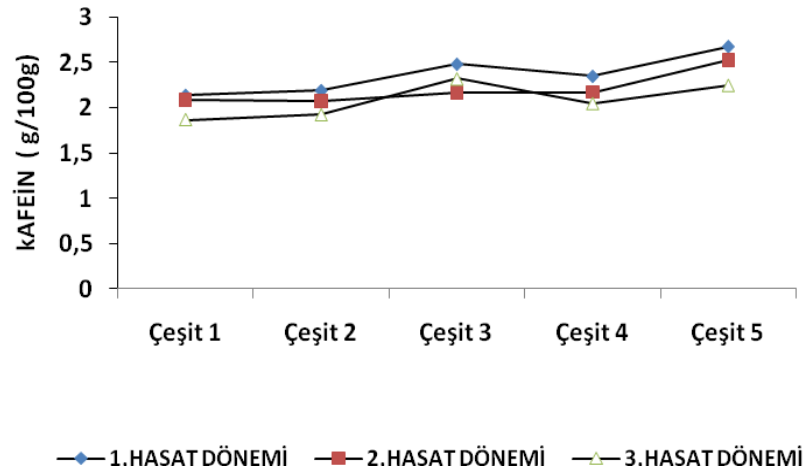
| Hasat dönemi | n | Kafein g/100g | |
|--------------|----|---------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 10 | 2,3663a | $\pm 0,18790$ |
| 2 | 10 | 2,2053b | $\pm 0,17836$ |
| 3 | 10 | 2,0823c | $\pm 0,20680$ |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,01$)

Kacar (2010) 2005 yılında Çaykur'un taşlıdere çay fabrikasından üç hasat döneminde alınan çay örneklerinde yapılan analizler sonucunda, kafein miktarlarını %1,92-2,12 arasında bulmuştur. Yine aynı çalışmada yabancı kökenli yeşil çayların kafein içeriklerini %1,68-2,15 arasında bulmuştur.

Kacar (2010) 2006 yılı Çaykur tarafından üretilen yeşil çaylarda kafein içeriğini ortalama %2,33 olarak belirlemiştir.

Çeşide göre elde edilen kafein miktarları Çizelge 4.17'de verilmiştir. Kafein miktarları ortalamaları Şekil 4.4'de görülmektedir. Kafein miktarları yeşil çay çeşitleri arasında farklılık göstermiştir. Duncan karşılaştırma test sonucunda (Çizelge 4.17), çeşit 1 yeşil çayı ve çeşit 2 yeşil çayları benzer özellik göstermiş olup, çeşit 4 yeşil çayı, çeşit 3 yeşil çayı ve çeşit 5 yeşil çaylarının kafein miktarları farklı bulunmuştur.



Şekil 4.4. Kafein miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi

Çizelge 4.17. Farklı yeşil çay çeşitlerinin kafein ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Çeşitler | n | Kafein g/100g | |
|----------|---|---------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 6 | 2,0323d | ± 0,14075 |
| Çeşit 2 | 6 | 2,0628d | ± 0,12294 |
| Çeşit 3 | 6 | 2,3227b | ± 0,14018 |
| Çeşit 4 | 6 | 2,1885c | ± 0,13630 |
| Çeşit 5 | 6 | 2,4835a | ± 0,19167 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<001)

4.1.5. Kateşin

Çay; (-)-epigallokateşin-3-gallat (EGCG), (-)-epigallokateşin (EGC), (-)-epikateşin-3-gallat (ECG) ve (-)-epikateşin (EC) olarak ifade edilen polifenolik bileşikleridir ki bunların genel adı kateşinlerdir (Sarica vd 2008).

İçerik olarak birbirine benzeyen içecekler olan yeşil ve siyah çaylar, antioksidan etkilerini farklı biyolojik aktif maddelerle gösterirler. Yeşil çayda flavonoid grubundan polifenoller fazladır. Polifenol grubundan kateşinler, kateşinlerden de EGCG özellikle fazla miktarda bulunmaktadır. Ayrıca EGC, ECG, EC, C, GC ve GCG de değişik

miktarlarda bulunmaktadır. Siyah çayın en önemli kateşinleri siyah çaya rengini ve buruk aromasını veren theaflavinler (TF) ve thearubiginler (TR)'dir (Füsunoğlu ve Besler 2008).

Wang *et al* (2000) kateşinler renksiz ve suda çözünen bileşikler olup miktarları, kuru çay ağırlığının %20-30'u kadardır.

Flavan-3-ollardan EGCG ya da EGC nin çay klonlarında en fazla bulunan kateşinler olduğu belirtilmektedir (Türkmen 2007).

4.1.5.a. EGCG

Genç çay yaprağında ve tomurcuğunda %9-13 arasında EGCG bulunmaktadır. Yeşil çay çeşitlerinin EGCG miktarları ortalamaları Çizelge 4.18 ve Şekil 4.5'de görülmektedir. En yüksek EGCG miktarı 2.hasat dönemi çaylarında olup ortalama %7,986 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.18. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin EGCG miktarlarına ait ortalamalar (g/100g)

| Çeşitler | 1.HASAT DÖNEMİ | 2.HASAT DÖNEMİ | 3.HASAT DÖNEMİ |
|----------|----------------|----------------|----------------|
| Çeşit 1 | 6,645 | 7,561 | 6,787 |
| Çeşit 2 | 6,820 | 7,573 | 7,194 |
| Çeşit 3 | 7,544 | 7,550 | 8,219 |
| Çeşit 4 | 7,255 | 7,910 | 7,542 |
| Çeşit 5 | 8,248 | 9,338 | 8,621 |

Saravanan *et al* (2004) toplam 27 farklı klonda yapmış oldukları çalışmada EGCG miktarlarını %9,51-13,86 olarak bulmuşlardır.

Nishitani and Sagesaka (2004) Japon yeşil çayları ve Çin yeşil çaylarında yaptıkları çalışmada Japon yeşil çaylardan Sancha ve Matcha'da EGCG miktarlarını %8,71, %5,24, Çin yeşil çaylarından Gunpowder çayında %4,91 olarak bulmuşlardır.

Saravanan *et al* (2005) tarafından yapılan bir çalışmada taze çay klonlarında EGCG miktarlarını %10,29-13,86 arasında bulmuşlardır.

EGCG miktarlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.19'da verilmiştir. Hasat dönemlerinin ve çeşidin EGCG miktarı üzerinde önemli ($p<0,01$) bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.19. Yeşil çay çeşitlerinin EGCG miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|---------------|----|-------|----------|
| Hasat dönemi | 2 | 1,172 | 38,805** |
| Çeşit | 4 | 2,750 | 91,078** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 0,182 | 6,027** |
| Hata | 15 | 0,030 | |

(**) $p<0,01$ Düzeyinde çok önemli

Çizelge 4.20'de Duncan karşılaştırma testinde hasat dönemleri arasında en yüksek değer %7,986 EGCG ile 2.hasat döneminde tespit edilmiştir. Bunu sırası ile 3.hasat dönemi ve 1.hasat dönemi takip etmiştir.

Yeşil çayların kateşin miktarları ve dağılımı hasat dönemlerine göre farklılık göstermektedir. Bu durum farklı mevsimlerde bitkinin gelişme oranının farklı olmasından kaynaklanmakta olup farklı çay çeşitlerinde de görülmektedir.

Çizelge 4.20. Hasat dönemlerine ait EGCG ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

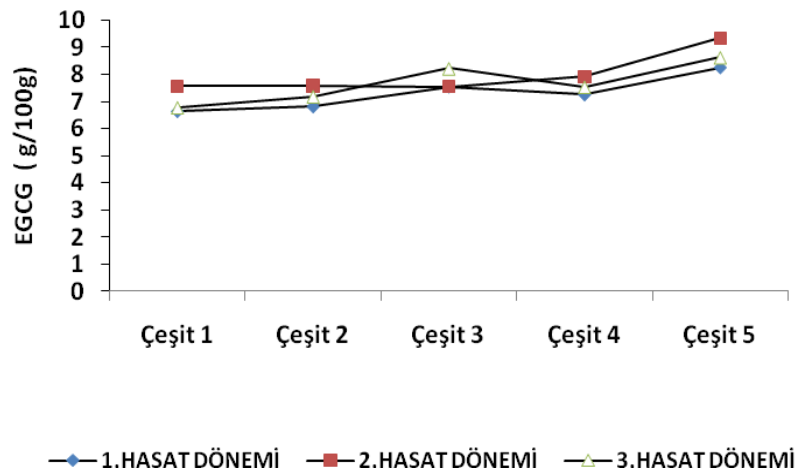
| Hasat dönemi | n | EGCG g/100g | |
|--------------|----|-------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 10 | 7,3023c | ± 0,60815 |
| 2 | 10 | 7,9861a | ±0,75166 |
| 3 | 10 | 7,6728b | ±0,70674 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Yeşil çay çeşitlerine bağlı olarak yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testinde elde edilen EGCG miktarları Çizelge 4.21’de verilmiştir. EGCG miktarları ortalamaları Şekil 4.5’de görülmektedir.

Chen *et al* (2001) çay içeceklerinde yeşil çay kateşinlerinin bozulması konulu çalışmasında 11 değişik marka yeşil çayda EGCG miktarlarını 4,70-10,44 g/100g aralığında bulmuşlardır.

Reto *et al* (2007) ticari olarak Portekizde satılan yeşil çaylarda, çay demindeki kimyasal kompozisyon konulu çalışmada EGCG miktarları 117,442 mg/l olarak bulunmuştur.



Şekil 4.5. EGCG miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi

Çizelge 4.21. Farklı yeşil çay çeşitlerinin EGCG ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Çeşitler | n | EGCG g/100g | |
|----------|---|-------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 6 | 6,9972c | ±0,49572 |
| Çeşit 2 | 6 | 7,1955c | ±0,37778 |
| Çeşit 3 | 6 | 7,7712b | ± 0,35278 |
| Çeşit 4 | 6 | 7,5688b | ±0,29988 |
| Çeşit 5 | 6 | 8,7360a | ± 0,49756 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Duncan karşılaştırma test sonucunda (Çizelge 4.21), EGCG yönünden çeşit 1 ve çeşit 2 yeşil çayları ile çeşit 4 yeşil çayı ve çeşit 3 yeşil çayları kendi aralarında benzerlik görülmektedir. Çeşit 5 yeşil çayının EGCG miktarı farklı olduğu bulunmuştur.

4.1.5.b.EGC

Çay yaprağında %3-6 arasında EGC bulunmaktadır. Yeşil çay çeşitlerinin EGC miktarları ortalamaları Çizelge 4.22 ve Şekil 4.6'da görülmektedir. En yüksek EGC miktarı 1.hasat dönemi çaylarında belirlenmiş olup ortalama %4,179, sırası ile 2.hasat dönemi çaylarda %3,542, 3.hasat dönemi çaylarda ise %3,088 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.22. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin EGC miktarlarına ait ortalamalar (g/100g)

| Çeşitler | 1.HASAT DÖNEMİ | 2.HASAT DÖNEMİ | 3.HASAT DÖNEMİ |
|----------|----------------|----------------|----------------|
| Çeşit 1 | 4,051 | 3,767 | 2,845 |
| Çeşit 2 | 3,975 | 3,483 | 2,817 |
| Çeşit 3 | 4,489 | 3,086 | 3,858 |
| Çeşit 4 | 4,291 | 3,711 | 3,035 |
| Çeşit 5 | 4,088 | 3,661 | 2,887 |

Saravanan *et al* (2004) toplam 27 farklı klonda yapmış oldukları çalışmada EGC miktarlarını %1,45-2,73 aralığında bulmuşlardır.

Nishitani and Sagesaka (2004) Japon yeşil çayları ve Çin yeşil çaylarında yaptıkları çalışmada Japon yeşil çaylardan Sancha ve Matcha'da EGC miktarlarını %6,27, %2,88, Çin yeşil çaylarından Gunpowder çayında %1,97 olarak bulmuşlardır.

Saravanan *et al* (2005) tarafından yapılan bir çalışmada taze çay klonlarında EGC miktarları %1,68-2,731 arasında bulunmuştur. Chen *et al* (2001) çay içeceklerinde yeşil çay kateşinlerinin bozulması konulu çalışmasında 11 değişik marka yeşil çayda EGC miktarlarını 0,16-1,86 g/100g aralığında bulmuşlardır.

EGC miktarlarının varyans analizi sonuçları Çizelge 4.23'de verilmiştir. Hasat dönemlerinin ve yeşil çay çeşitlerinin EGC miktarı üzerinde önemli ($p<0,01$) bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.23. Yeşil çay çeşitlerinin EGC miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|---------------|----|-------|-----------|
| Hasat dönemi | 2 | 3,001 | 395,486** |
| Çeşit | 4 | 0,129 | 17,050** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 0,247 | 32,580** |
| Hata | 15 | 0.008 | |

(**) $p<0,01$ Düzeyinde çok önemli

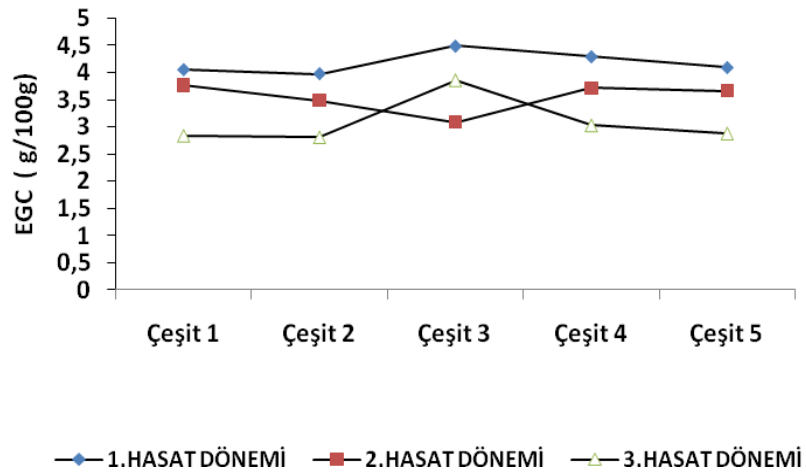
Taze çay yapraklarının yapısında bulunan fenolik bileşiklerin miktarları ve dağılımı hasat dönemlerine göre farklılık göstermektedir. Fenolik bileşik miktarları 1.hasat döneminden 3.hasat dönemine doğru azalır. Yapılan çalışmada EGC miktarları buna paralel olarak 1.hasat döneminden 3.hasat dönemine doğru azaldığı gözlenmiştir (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24. Hasat dönemlerine ait EGC ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Hasat dönemi | n | EGC g/100g | |
|--------------|----|------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 10 | 4,1789a | ± 0,41482 |
| 2 | 10 | 3,5417b | ± 0,27348 |
| 3 | 10 | 3,0884c | ±0,20748 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

EGC miktarları yeşil çay çeşitleri arasında (p<0,01) önemli farklılık göstermiştir. En yüksek EGC değeri çeşit 3 yeşil çayında ortalama %3,811 en düşük çeşit 2 yeşil çayında %3,452 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.25).



Şekil 4.6. EGC miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi

Çizelge 4.25. Farklı yeşil çay çeşitlerinin EGC ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Çeşitler | n | EGC g/100g | |
|----------|---|------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 6 | 3,5545c | ±0,57357 |
| Çeşit 2 | 6 | 3,4252d | ±0,52730 |
| Çeşit 3 | 6 | 3,8108a | ± 0,63022 |
| Çeşit 4 | 6 | 3,6790b | ± 0,56313 |
| Çeşit 5 | 6 | 3,5455c | ± 0,54543 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Çay üretimi amacı ile 2 tam yaprak ve tomurcuk olarak hasat edilen çay yapraklarının kateşin dağılımları yaprakların yaşına bağlı olarak değişmektedir (Türkmen 2007).

Chen *et al* (2003) tomurcuktan 10.yaprağa kadar kateşin miktarı dağılımını incelemişler, EGC nin tomurcuk ve 6. yaprak arasında belirgin şekilde arttığını belirtmişlerdir.

Lin *et al* (2003) EGC seviyelerinin genç yapraklarda (1-3) çok düşük 9.yaprakta ise en fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Nishitani and Sagesaka (2004) Japon yeşil çayları ve Çin yeşil çaylarında yaptıkları çalışmada Japon yeşil çaylardan Sancha ve Matcha'da EGC miktarlarını %6,27-5,24, Çin yeşil çaylarından Gunpowder çayında %4,91 olarak bulmuştur.

2009 yılında yabancı ve Türk yeşil çaylarında yapılan çalışmada EGC miktarları, Çaykura ait paket çaylarda, %3,439-3,920 aralığında, Japon Sencha çayında %4,212, Hojicha çayında %0,132, Matcha çayında %3,572 olarak bulunmuştur (Anonim 2010b).

4.1.5.c. ECG

ECG, taze çay yaprağında ve yeşil çayda fazla miktarda bulunan kateşinlerdendir. Taze çay yaprağında %3-6 aralığında bulunmaktadır (Tekeli 1976). Yeşil çay çeşitlerinin ECG miktarları ortalamaları Şekil 4.7’de görülmektedir.

Çizelge 4.26. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine göre ECG miktarlarına ait ortalamalar (g/100g)

| Çeşitler | 1.HASAT DÖNEMİ | 2.HASAT DÖNEMİ | 3.HASAT DÖNEMİ |
|----------|----------------|----------------|----------------|
| Çeşit 1 | 1,206 | 1,166 | 1,055 |
| Çeşit 2 | 1,270 | 1,137 | 1,118 |
| Çeşit 3 | 1,353 | 1,151 | 1,217 |
| Çeşit 4 | 1,300 | 1,189 | 1,155 |
| Çeşit 5 | 1,415 | 1,382 | 1,264 |

Saravanan *et al* (2004) toplam 27 farklı klonda yapmış oldukları çalışmada ECG miktarlarını %0,88-2,09 aralığında bulmuşlardır.

Nishitani and Sagesaka (2004) Japon yeşil çayları ve Çin yeşil çaylarında yaptıkları çalışmada Japon yeşil çaylardan Sancha ve Matcha’da EGC miktarlarını %1,55, %0,86, Çin yeşil çaylarından Gunpowder çayında %1,41 olarak bulmuşlardır.

Saravanan *et al* (2005) tarafından yapılan bir çalışmada taze çay klonlarında ECG miktarlarını %1,05-1,31 arasında bulmuşlardır.

Varyans analizi sonuçları Çizelge 4.27’de verilmiştir. Hasat dönemlerinin ve çeşidin ECG miktarı üzerinde önemli ($p<0,01$) bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.27. Yeşil çay çeşitlerinin ECG miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|---------------|----|-------|----------|
| Hasat dönemi | 2 | 0,057 | 90,580** |
| Çeşit | 4 | 0,039 | 62,438** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 0,004 | 5,649** |
| Hata | 15 | 0,001 | |

(**) $p < 0,01$ Düzeyinde çok önemli

ECG miktarları bakımından hasat dönemleri arasında önemli ($p < 0,01$) farklılık bulunmuştur (Çizelge 4.28). Taze çay yapraklarının yapısında bulunan fenolik bileşiklerin miktarları ve dağılımı hasat dönemlerine göre farklılık göstermektedir.

Fenolik bileşik miktarları 1.hasat döneminden 3.hasat dönemine doğru azalır. Yapılan çalışmada ECG miktarları buna paralel olarak 1.hasat döneminden 3.hasat dönemine doğru azaldığı gözlenmiştir.

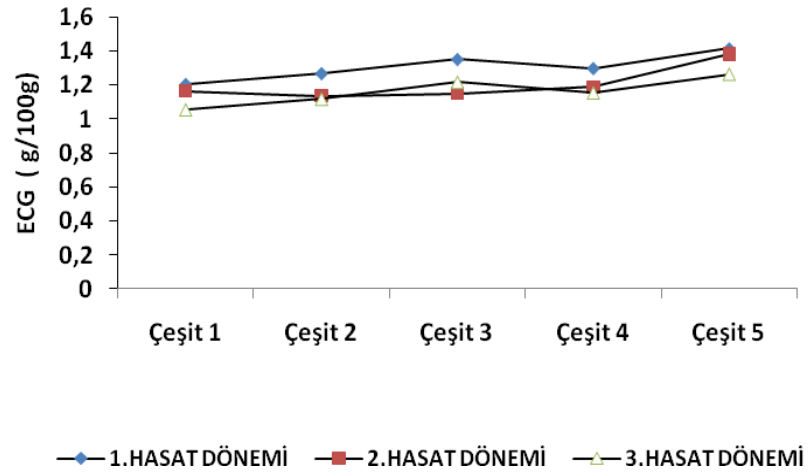
Çizelge 4.28. Hasat dönemlerine ait ECG ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Hasat dönemi | n | ECG g/100g | |
|--------------|----|------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 10 | 1,3089a | $\pm 0,07806$ |
| 2 | 10 | 1,2048b | $\pm 0,09832$ |
| 3 | 10 | 1,1621c | $\pm 0,07692$ |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,01$)

ECG miktarları yeşil çay çeşitleri arasında farklılık göstermiştir. En yüksek ECG değeri çeşit 5 yeşil çayında en düşük ise çeşit 1 yeşil çayında bulunmuştur (Çizelge 4.29).

Chen *et al* (2001) çay içeceklerinde yeşil çay kateşinlerinin bozulması konulu çalışmasında 11 değişik marka yeşil çayda ECG miktarlarını 1,32-6,30 g/100g aralığında bulmuşlardır.



Şekil 4.7. ECG miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi

Çizelge 4.29. Farklı yeşil çay çeşitlerinin ECG ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Çeşitler | n | ECG g/100g | |
|----------|---|------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 6 | 1,1423 d | ± 0,07737 |
| Çeşit 2 | 6 | 1,1752 c | ± 0,07837 |
| Çeşit 3 | 6 | 1,2402 b | ± 0,06839 |
| Çeşit 4 | 6 | 1,2150 b | ± 0,057357 |
| Çeşit 5 | 6 | 1,3537 a | ± 0,07077 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,01$)

2009 yılında yabancı ve Türk yeşil çaylarında yapılan çalışmada ECG miktarları, Çaykura ait paket çaylarda, %0,944-1,008 aralığında, Japon Sencha çayında %1,085, Hojicha çayında %0,025, Matcha çayında % 1,151 olarak bulunmuştur (Anonim 2010b).

4.1.5.d.EC

EC, taze çay yaprağında ve yeşil çayda %1-3 arasında bulunan kateşinlerdendir. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine bağlı olarak EC miktarları ortalamaları Şekil 4.8 ve Çizelge 4.30'da görülmektedir.

Çizelge 4.30 Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine göre EC miktarlarına ait ortalamalar (g/100g)

| Çeşitler | 1.HASAT DÖNEMİ | 2.HASAT DÖNEMİ | 3.HASAT DÖNEMİ |
|----------|----------------|----------------|----------------|
| Çeşit 1 | 1,083 | 0,833 | 0,510 |
| Çeşit 2 | 1,111 | 0,764 | 0,551 |
| Çeşit 3 | 1,181 | 0,617 | 0,781 |
| Çeşit 4 | 1,139 | 0,793 | 0,574 |
| Çeşit 5 | 0,999 | 0,736 | 0,502 |

En yüksek EC miktarı 1.hasat dönemi çaylarında olup ortalama %1,103 en düşük 3.hasat dönemi çaylarda ortalama %0,583 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.32).

Nishitani and Sagesaka (2004) Japon yeşil çayları ve Çin yeşil çaylarında yaptıkları çalışmada Japon yeşil çaylardan Sancha ve Matcha'da EC miktarlarını %0,97, %0,45, Çin yeşil çaylarından Gunpowder çayında %0,43 olarak bulmuşlardır. Saravanan *et al* (2005) tarafından yapılan bir çalışmada taze çay klonlarında EC miktarlarını %1,32-1,74 arasında bulmuşlardır.

Nishitani and Sagesaka (2004) kateşin içerikleri yönünden Çin ve Japon yeşil çaylarında yapmış oldukları çalışmada, Gunpowder Çin yeşil çayında EC değeri %0,43, Matcha yeşil çayında %0,45, Sancha yeşil çayında da %0,97 olarak belirlemişlerdir.

Chen *et al* (2001) çay içeceklerinde yeşil çay kateşinlerinin bozulması konulu çalışmasında 11 değişik marka yeşil çayda EC miktarlarını 0,32-1,41 g/100g aralığında bulmuşlardır.

EC miktarlarının varyans analizi sonuçları Çizelge 4.31'de verilmiştir. Hasat dönemlerinin ve çeşidin EC miktarı üzerinde önemli ($p<0,01$) bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.31. Yeşil çay çeşitlerinin EC miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|---------------|----|-------|------------|
| Hasat dönemi | 2 | 0,704 | 1167,636** |
| Çeşit | 4 | 0,011 | 18,078** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 0,019 | 31,497** |
| Hata | 15 | 0.001 | |

(**) $p < 0,01$ Düzeyinde çok önemli

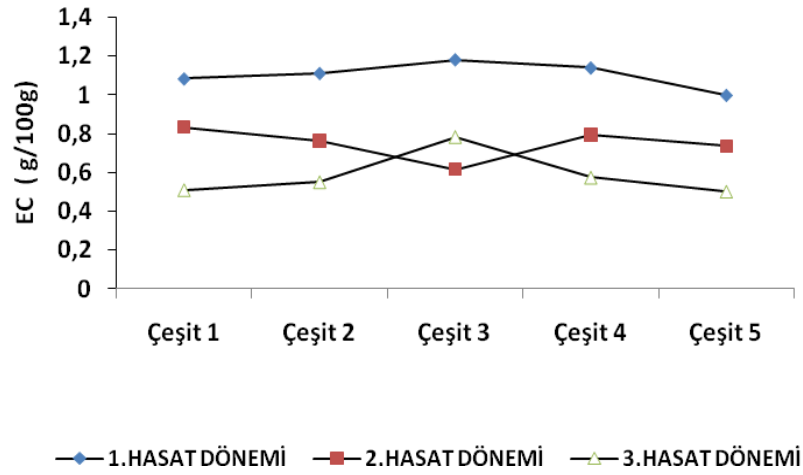
Taze çay yapraklarının yapısında bulunan fenolik bileşiklerin miktarları ve dağılımı hasat edilen hasat dönemlerine göre farklılık göstermektedir. Fenolik bileşik miktarları 1.hasat döneminden 3.hasat dönemine doğru azalır. Yapılan çalışmada EC miktarlarının buna paralel olarak 1.hasat döneminden 3.hasat dönemine doğru azaldığı gözlenmiştir (Çizelge 4.32).

Çizelge 4.32. Hasat dönemlerine ait EC ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Hasat dönemi | n | EC g/100g | |
|--------------|----|-----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 10 | 1,1027a | $\pm 0,07042$ |
| 2 | 10 | 0,7489b | $\pm 0,07784$ |
| 3 | 10 | 0,5835c | $\pm 0,10814$ |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,01$)

EC miktarları yeşil çay çeşitleri arasında ($p < 0,01$) farklılık göstermiştir. En yüksek EC değeri çeşit 3 yeşil çayında en düşük ise çeşit 5 yeşil çayında bulunmuştur (Çizelge 4.33).



Şekil 4.8. EC miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi

Ülkemizde yetiştirilen çayların kalite özelliklerinin, fenolik madde kompozisyonunun hasat dönemi ve rakıma bağlı olarak etkilendiği belirlenmiştir (Özdemir vd 2008).

Çizelge 4.33. Farklı yeşil çay çeşitlerinin EC ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Çeşitler | n | EC g/100g | |
|----------|---|-----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 6 | 0,8090b | ± 0,25861 |
| Çeşit 2 | 6 | 0,8085b | ± 0,25432 |
| Çeşit 3 | 6 | 0,8598a | ± 0,25974 |
| Çeşit 4 | 6 | 0,8355ab | ± 0,25473 |
| Çeşit 5 | 6 | 0,7457c | ± 0,22284 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

2009 yılında yabancı ve Türk yeşil çaylarında yapılan çalışmada EC miktarları, Çaykura ait paket çaylarda, %0,645-0,747 aralığında, Japon Sencha çayında %0,912, Hojicha çayında %0,091, Matcha çayında %0,920 olarak bulunmuştur (Anonim 2010b).

4.1.5.e.C

Fenolik bileşiklerden C (Kateşin) miktarı taze çay yaprağında %1-2 arasında bulunmaktadır (Karadeniz vd 2004). Yeşil çay çeşitlerinin C miktarları ortalamaları Çizelge 4.34 ve Şekil 4.9'da görülmektedir.

Çizelge 4.34. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin C miktarlarına ait ortalamalar (g/100g)

| Çeşitler | 1.HASAT DÖNEMİ | 2.HASAT DÖNEMİ | 3.HASAT DÖNEMİ |
|----------|----------------|----------------|----------------|
| Çeşit 1 | 0,052 | 0,044 | 0,028 |
| Çeşit 2 | 0,059 | 0,045 | 0,036 |
| Çeşit 3 | 0,059 | 0,034 | 0,044 |
| Çeşit 4 | 0,059 | 0,045 | 0,034 |
| Çeşit 5 | 0,058 | 0,044 | 0,032 |

C miktarlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.35'de verilmiştir, hasat dönemlerinin ve çeşidin C miktarı üzerinde önemli ($p<0,01$) bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.35. Yeşil çay çeşitlerinin C miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|---------------|----|-----------|-----------|
| Hasat dönemi | 2 | 0,001 | 646,934** |
| Çeşit | 4 | 2,69E-005 | 13,221** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 5,51E-005 | 27,078** |
| Hata | 15 | 2,03E-006 | |

(**) $p<0,01$ Düzeyinde çok önemli

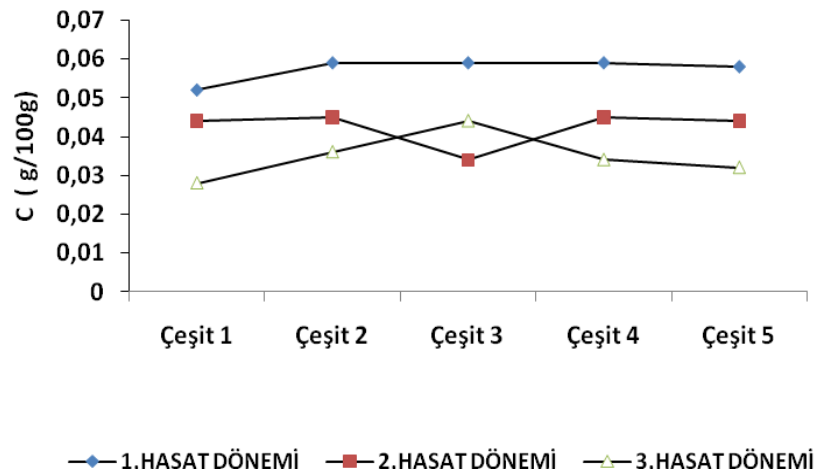
C miktarları bakımından hasat dönemleri arasında önemli ($p<0,01$) farklılık bulunmuştur (Çizelge 4.36). Fenolik bileşen miktarları 1.hasat döneminden 3.hasat dönemine doğru azalır. Yapılan çalışmada kateşin (C) miktarları 1.hasat döneminden 3.hasat dönemine doğru azalma göstermiştir.

Çizelge 4.36. Hasat dönemlerine ait C ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Hasat dönemi | n | C g/100g | |
|--------------|----|----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 10 | 0,0572a | ± 0,00322 |
| 2 | 10 | 0,0425b | ± 0,00481 |
| 3 | 10 | 0,0346c | ± 0,00554 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

C miktarları yeşil çay çeşitleri için çeşit 2, çeşit 3, çeşit 4, çeşit 5 çayları arasında benzer özellik göstermiştir. En düşük C çeşit 1 çayında bulunmuştur (Çizelge 4.37).

**Şekil 4.9.** C miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi**Çizelge 4.37.** Yeşil çay çeşitlerinin C ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Çeşitler | n | C g/100g | |
|----------|---|----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 6 | 0,0412b | ±0,01127 |
| Çeşit 2 | 6 | 0,0467a | ± 0,01023 |
| Çeşit 3 | 6 | 0,0452a | ± 0,01127 |
| Çeşit 4 | 6 | 0,0458a | ± 0,01144 |
| Çeşit 5 | 6 | 0,0450a | ± 0,01144 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Nishitani and Sagesaka (2004) kateşin içerikleri yönünden Çin ve Japon yeşil çaylarında yapmış oldukları çalışmada, Gunpowder Çin yeşil çayında C değeri %0,05, Matcha yeşil çayında %0,01, Sancha yeşil çayında da <%0,006 olarak belirlemişlerdir.

2009 yılında yabancı ve Türk yeşil çaylarında yapılan çalışmada C miktarları, Çaykura ait paket çaylarda, %0,036-0,044 aralığında, Japon Sencha çayında %0,049, Hojicha çayında %0,094, Matcha çayında %0,061 olarak bulunmuştur (Anonim 2010b). Brezilya çaylarında yapılan bir çalışmada yeşil çayların C miktarları < %0,1 olarak bulunmuştur (Anonim 2010b). Yapmış olduğumuz çalışmada bulunan C (kateşin) miktarları diğer çalışmalarla uyum içerisindedir.

4.1.5.f.Gallik Asit

Özellikle yeşil çayda teogallin formunda bulunan gallik asit; sinnamik asit ile fenilalanin metabolik yolları ve büyük ölçüde şikimik asit metabolik yolu ile oluşan gallasyon ürünüdür. Yeşil çayda siyah çaya oranla daha fazla miktarlarda bulunur (Tokuşoğlu 2001). Yeşil çay çeşitlerinin gallik asit ortalamaları Çizelge 4.38 ve Şekil 4.10'da görülmektedir. Gallik asit miktarları 1. ve 2. hasat dönemi çaylarında ortalama %0,024, 3. hasat dönemi çaylarda %0,022 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.38. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin gallik asit miktarlarına ait ortalamalar (g/100g)

| Çeşitler | 1.HASAT DÖNEMİ | 2.HASAT DÖNEMİ | 3.HASAT DÖNEMİ |
|----------|----------------|----------------|----------------|
| Çeşit 1 | 0,019 | 0,021 | 0,017 |
| Çeşit 2 | 0,017 | 0,023 | 0,022 |
| Çeşit 3 | 0,024 | 0,016 | 0,025 |
| Çeşit 4 | 0,020 | 0,023 | 0,019 |
| Çeşit 5 | 0,039 | 0,038 | 0,026 |

Gallik asit miktarlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.39'da verilmiştir. Çeşidin gallik asit miktarı üzerinde önemli ($p < 0,01$) bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.39. Yeşil çay çeşitlerinin gallik asit miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|---------------|----|-----------|----------|
| Hasat dönemi | 2 | 1,61E-005 | 2,361 |
| Çeşit | 4 | 0,000 | 32,017** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 4,29E-005 | 6,276** |
| Hata | 15 | 6,83E-006 | |

(**) p<0,01 Düzeyinde çok önemli

Shao *et al* (1995) Yunnan da üretilen yeşil ve siyah çayların HPLC analizi ile temel bileşenlerin belirledikleri çalışmada gallik asit miktarını 3,2-3,6 g/kg olarak belirlemişlerdir.

Lin-Shau *et al* (1998) yeşil, oolong ve siyah çaylarda flavanol bileşikleri alkaloid bileşikler ve gallik asitin RP-HPLC ile bir arada tayinini gerçekleştirmişler ve gallikasit niceliklerini 0,78-2,50 mg/100mg olarak saptamışlardır.

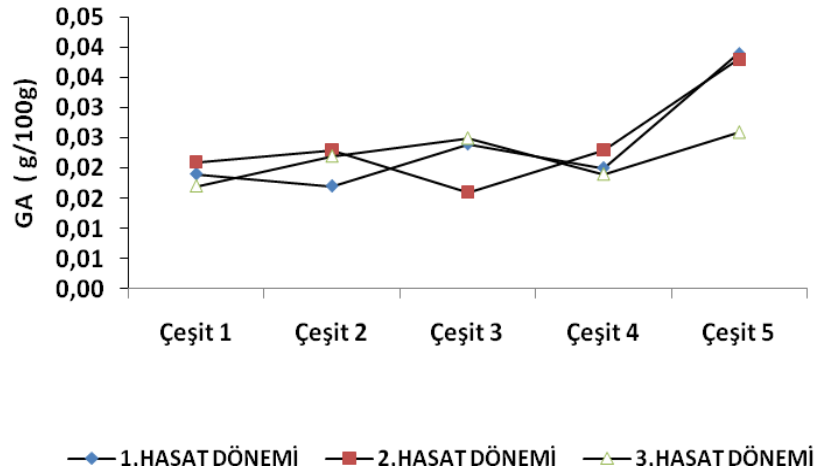
Çizelge 4.40. Hasat dönemlerine ait gallik asit ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Hasat dönemi | n | Gallik Asit g/100g | |
|--------------|----|--------------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 10 | 0,0241a | ± 0,00856 |
| 2 | 10 | 0,0241a | ± 0,00778 |
| 3 | 10 | 0,0219a | ± 0,00360 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Gallik asit miktarları bakımından hasat dönemleri arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Yapılan çalışmada gallik asit miktarları 1., 2. ve 3.hasat döneminde aynı bulunmuştur (Çizelge 4.40).

Gallik asit miktarları çay çeşitleri arasında farklılık göstermiştir. En yüksek gallik asit miktarı çeşit 5 çayında, en düşük çeşit 1 çayında bulunmuştur (Çizelge 4.41).



Şekil 4.10. Gallik asit miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi

Çizelge 4.41. Farklı yeşil çay çeşitlerinin gallik asit ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

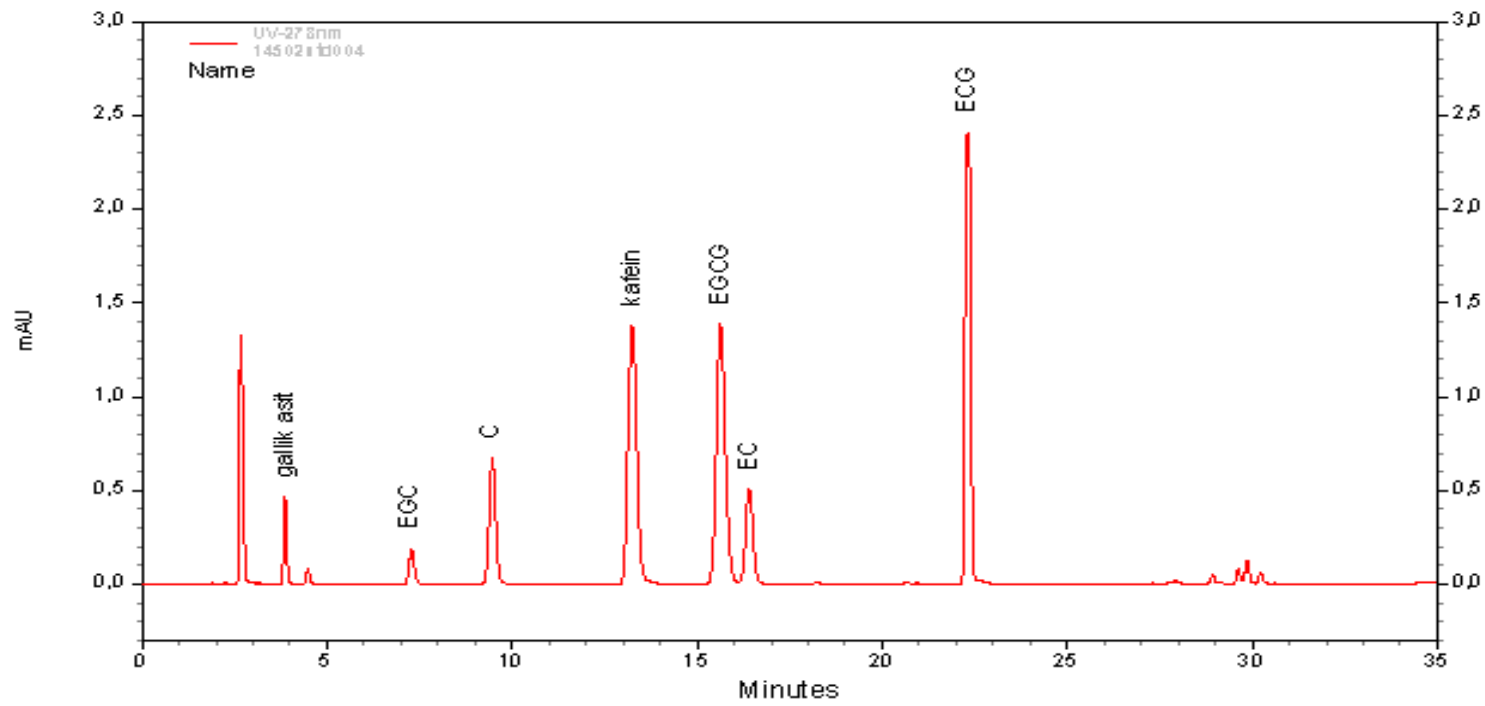
| Çeşitler | n | Gallik Asit g/100g | |
|----------|---|--------------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 6 | 0,0192b | ± 0,00160 |
| Çeşit 2 | 6 | 0,0207b | ± 0,00280 |
| Çeşit 3 | 6 | 0,0222b | ± 0,00527 |
| Çeşit 4 | 6 | 0,0208b | ± 0,00194 |
| Çeşit 5 | 6 | 0,0340a | ± 0,00732 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,01$)

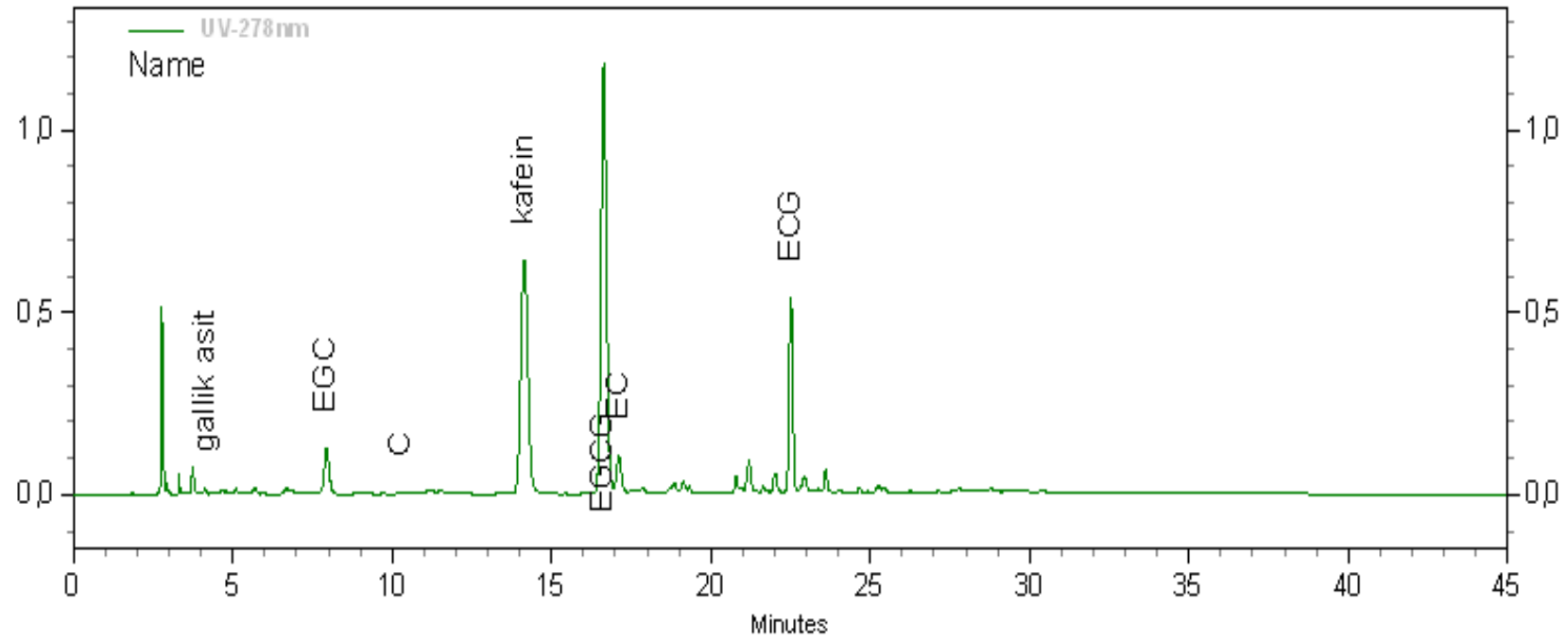
2009 yılında yabancı ve Türk yeşil çaylarında yapılan çalışmada gallik asit miktarları, Çaykura ait paket çaylarda, %0,031-0,036 aralığında, Japon Sencha çayında %0,030, Matcha çayında %0,052 olarak bulunmuştur (Anonim 2010b).

Tosun ve Karadeniz (2005) farklı yeşil çay tiplerinde yapmış oldukları çalışmada gallik asit miktarlarını %0,23-0,52 aralığında bulmuşlardır (Sarıca vd 2008). Yapmış olduğumuz çalışmada bulunan gallik asit miktarları diğer çalışmalarla uyum içerisindedir.

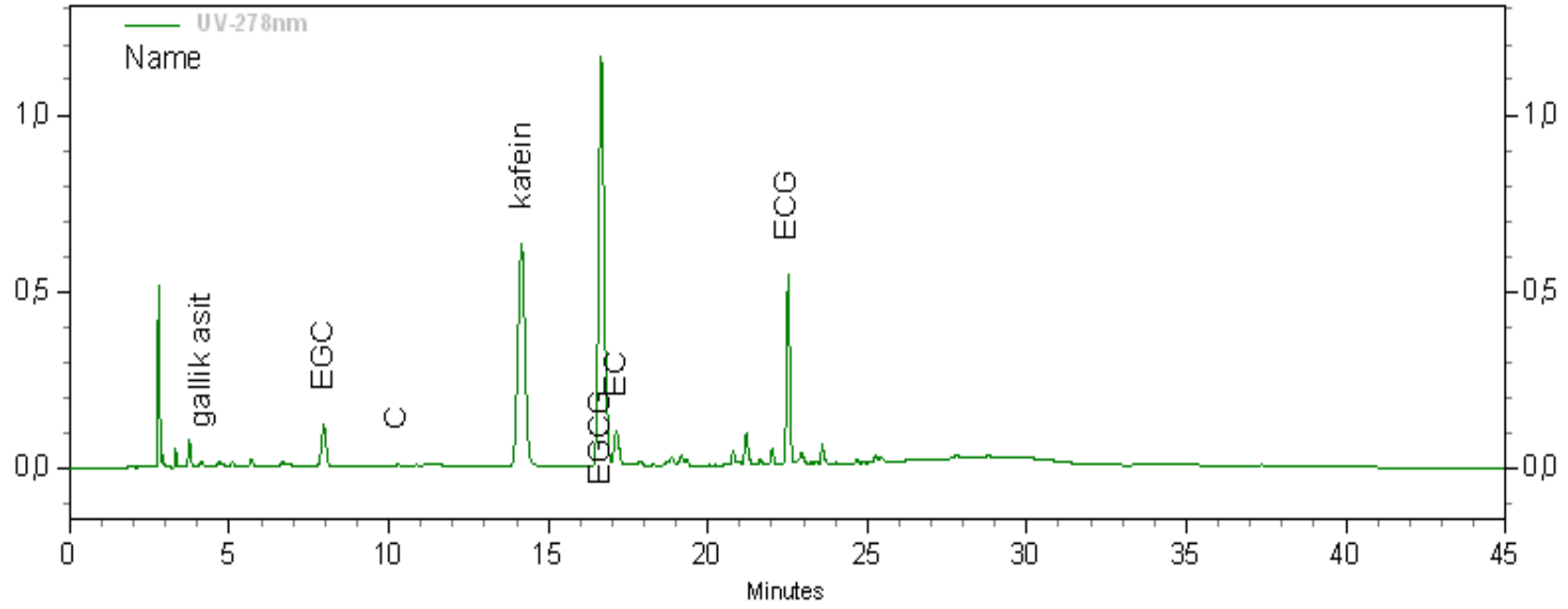
Araştırma için seçilen deney örneklerinin analizine başlanmadan önce temin edilen referans standart maddeler kullanılarak miktar tespiti yapılacak olan kalite bileşiklerinin kalibrasyon eğrileri hazırlandı. Kalibrasyon eğrilerinin hazırlanması için kullanılan analiz yönteminde belirtilen konsantrasyonlarda standartlar hazırlanarak HPLC sistemine verildi. Bunun sonucunda elde edilen tipik kromatogram aşağıdaki şekilde çıkmıştır.



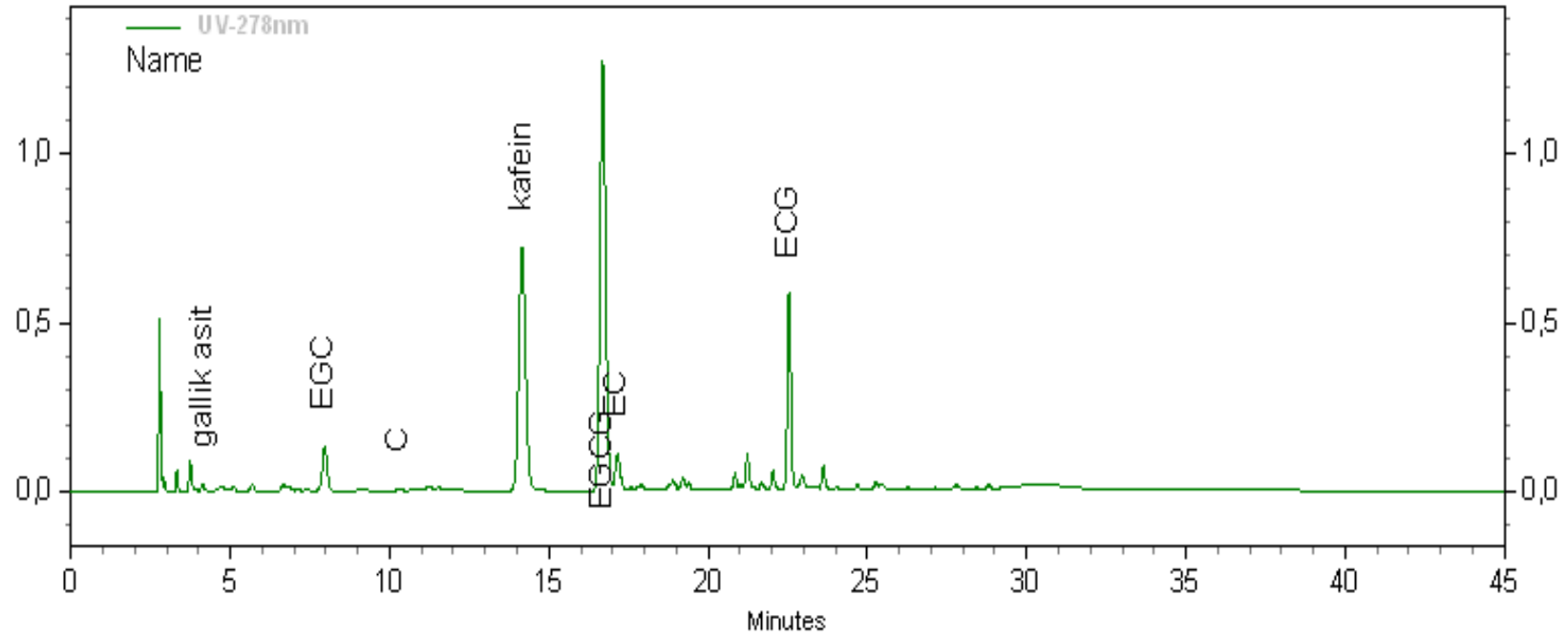
Şekil 4.11. Gallik asit, kafein ve kateşin bileşiklerinin standartlarına ait kromatogram



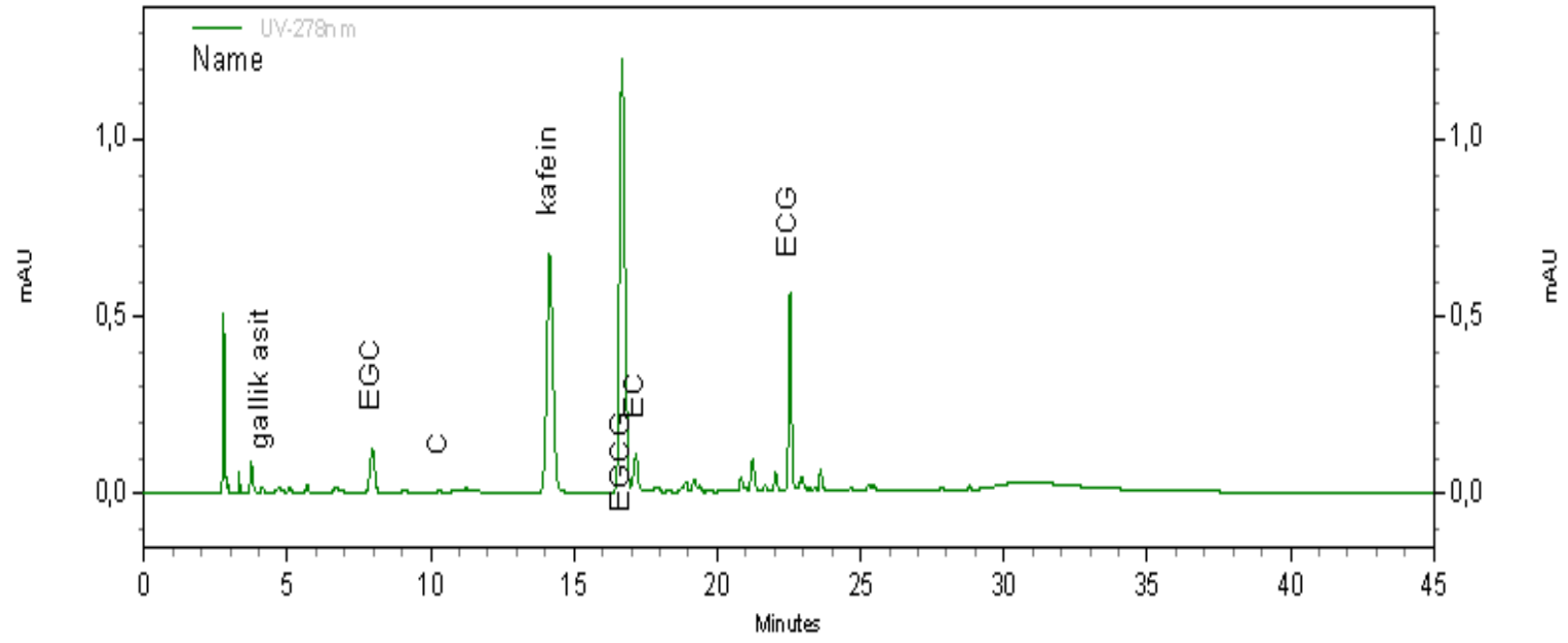
Şekil 4.12. 1.Hasat dönemine ait çeşit 1 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı



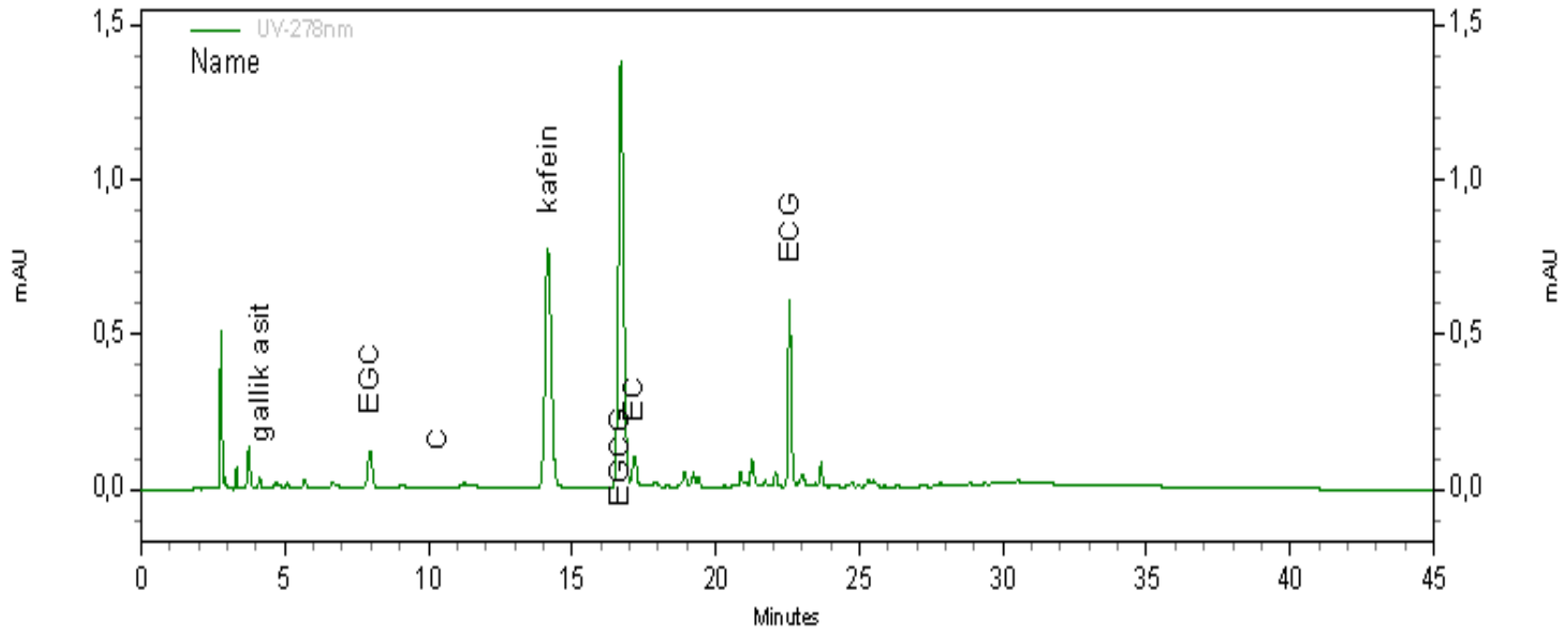
Şekil 4.13. 1.Hasat dönemine ait çeşit 2 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı



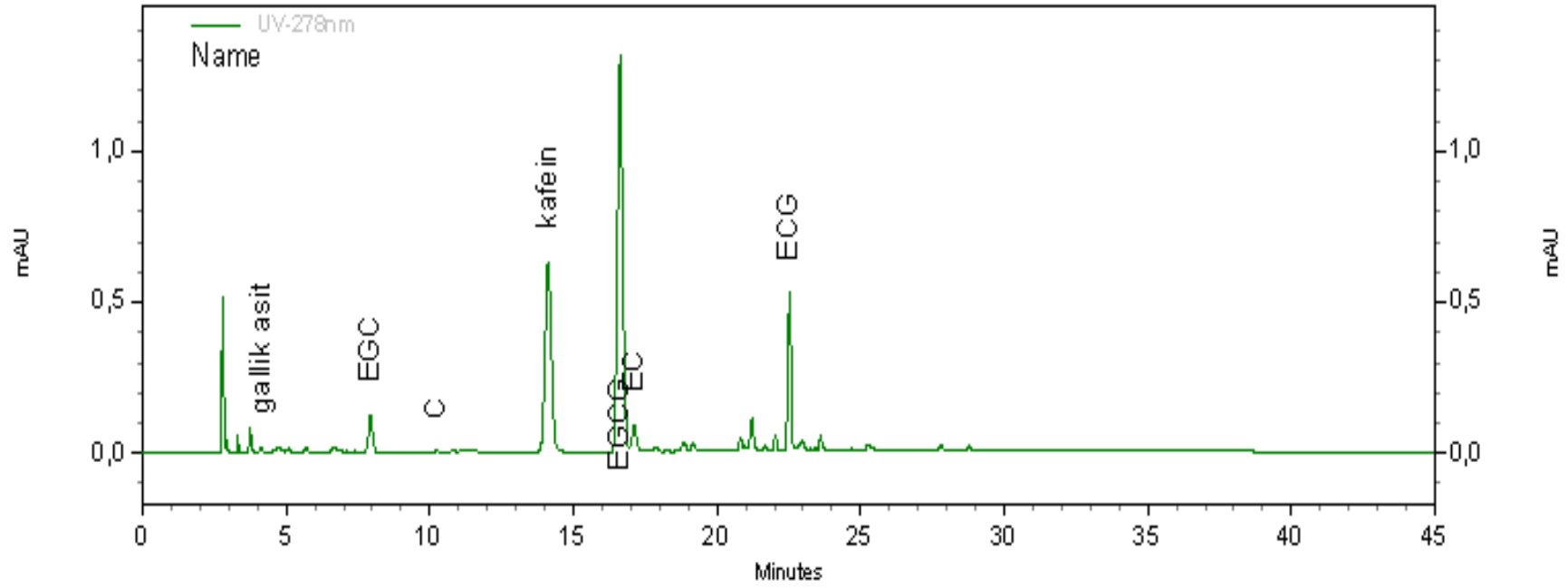
Şekil 4.14. 1.Hasat dönemine ait çeşit 3 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı



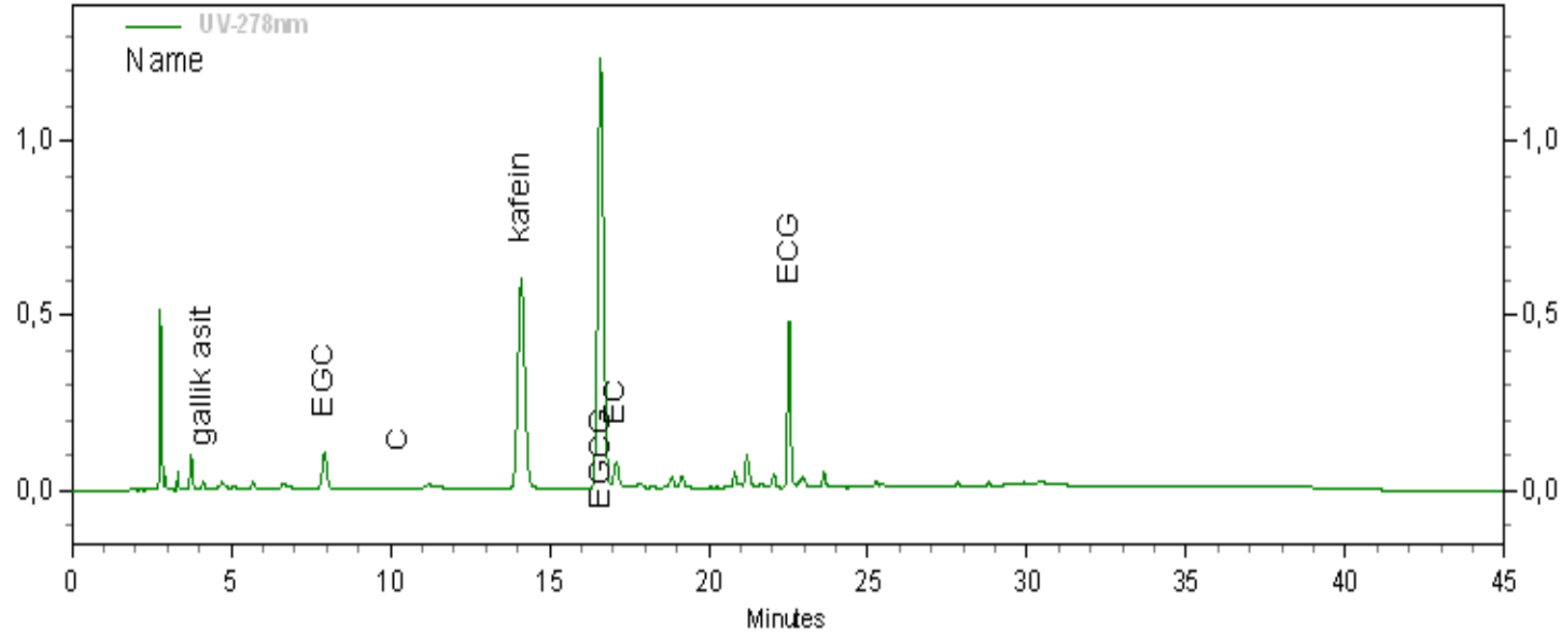
Şekil 4.15. 1.Hasat dönemine ait çeşit 4 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı



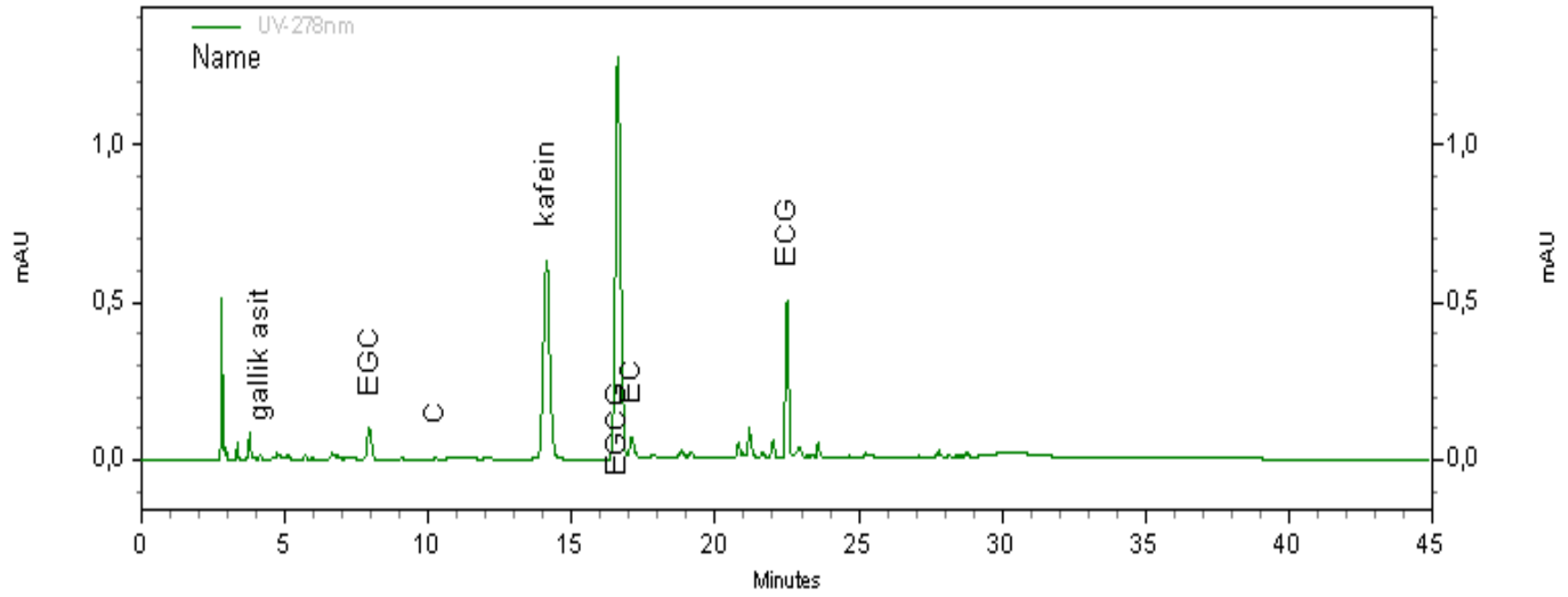
Şekil 4.16. 1.Hasat dönemine ait çeşit 5 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı



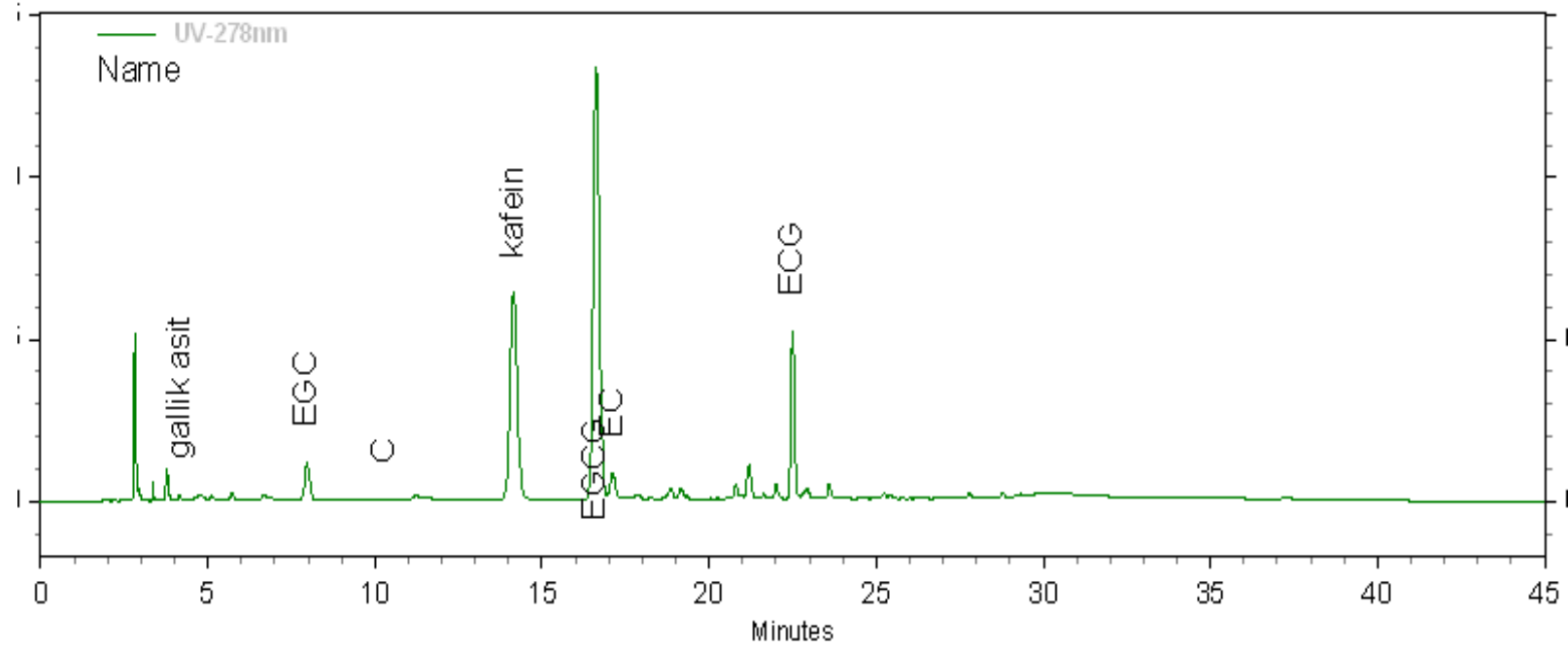
Şekil 4.17. 2. Hasat dönemine ait çeşit 1 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı



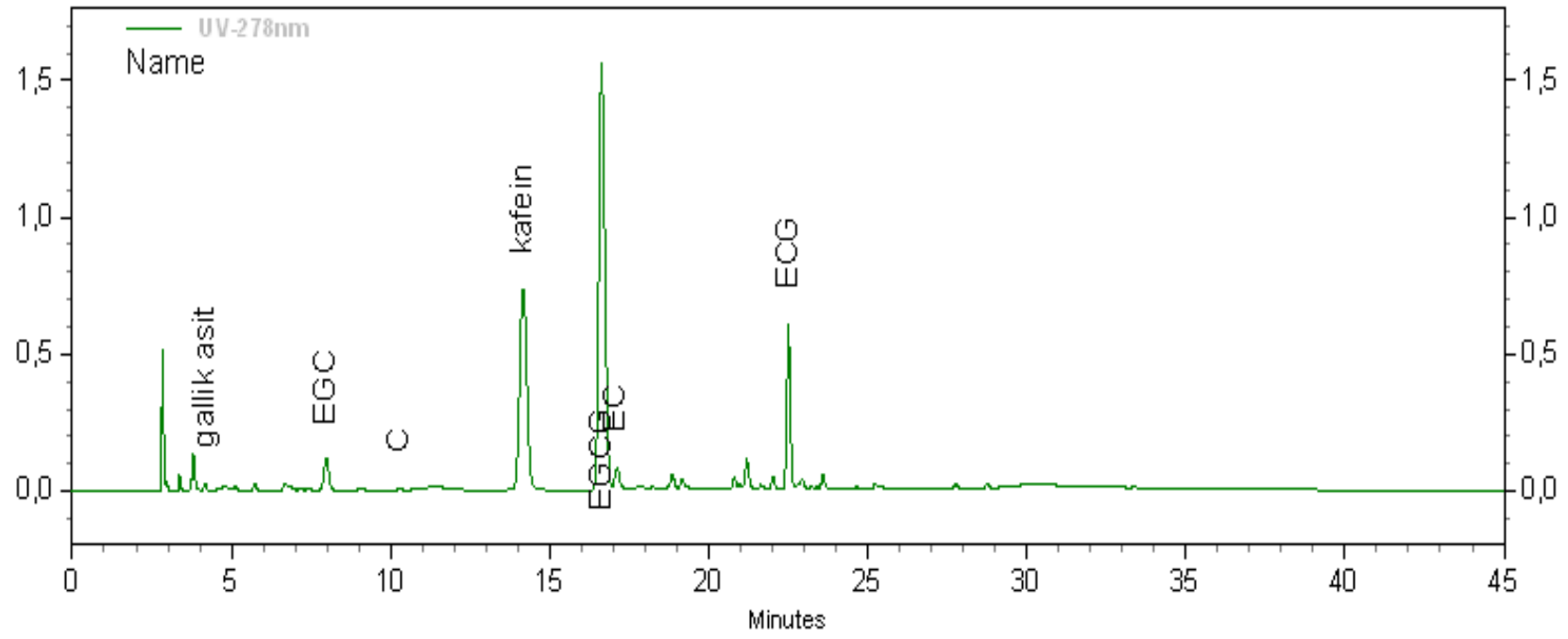
Şekil 4.18. 2. Hasat dönemine ait çeşit 2 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı



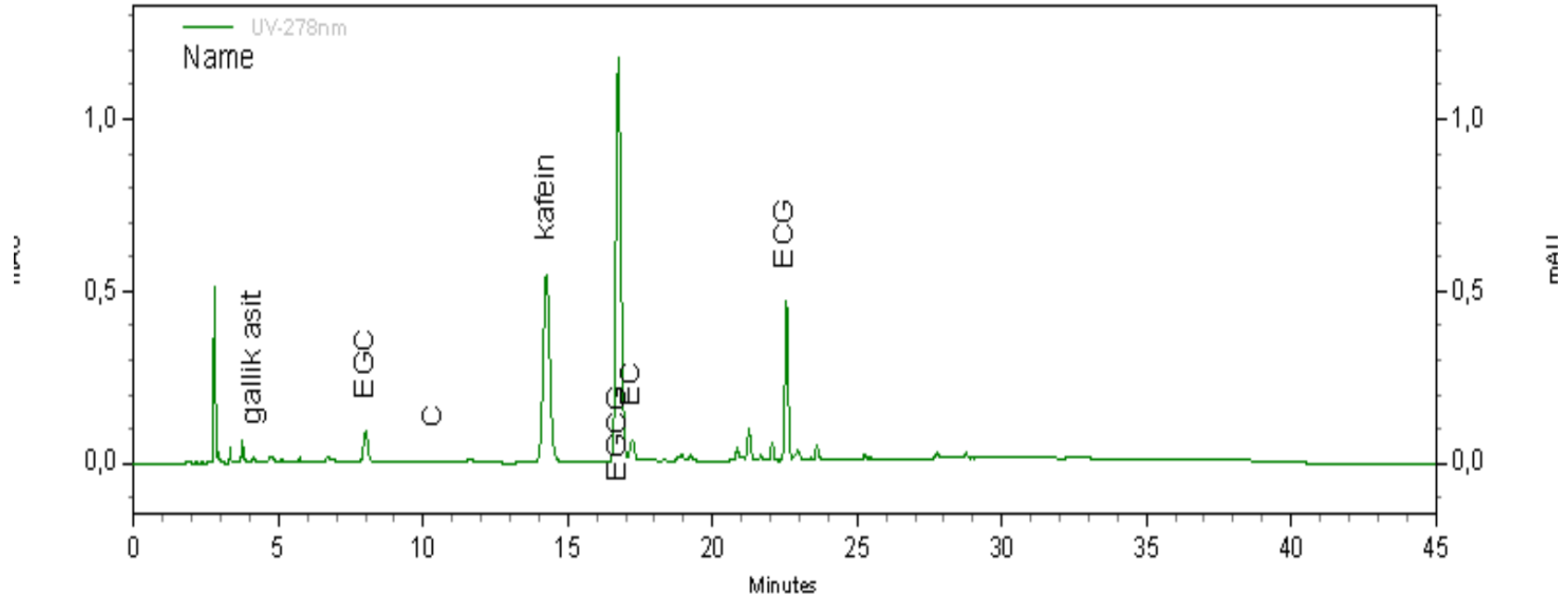
Şekil 4.19. 2. Hasat dönemine ait çeşit 3 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı



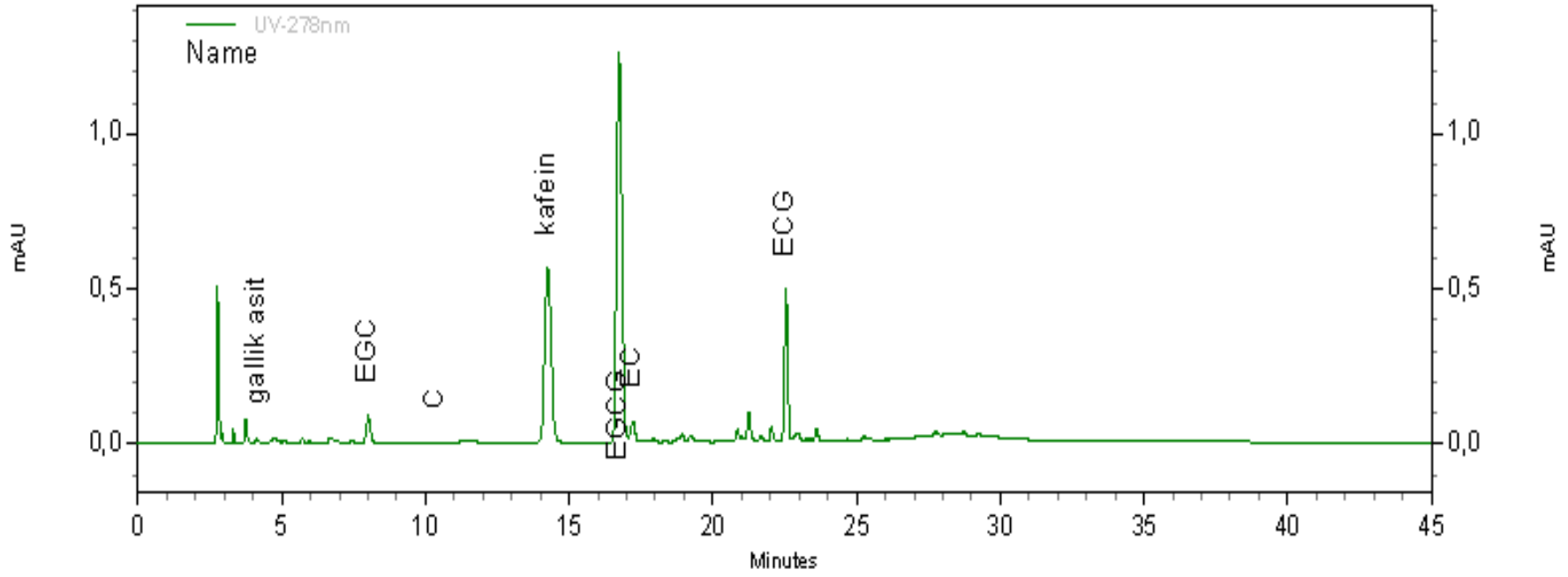
Şekil 4.20. 2. Hasat dönemine ait çeşit 4 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı



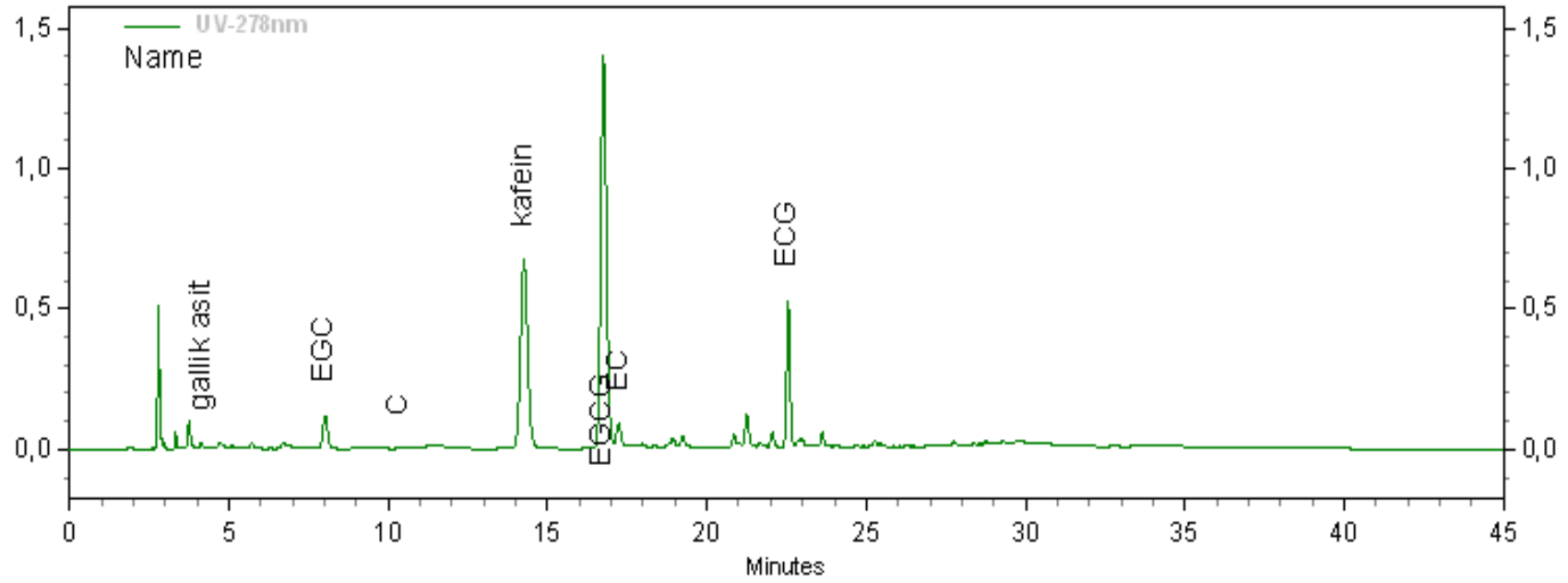
Şekil 4.21. 2. Hasat dönemine ait çeşit 5 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı



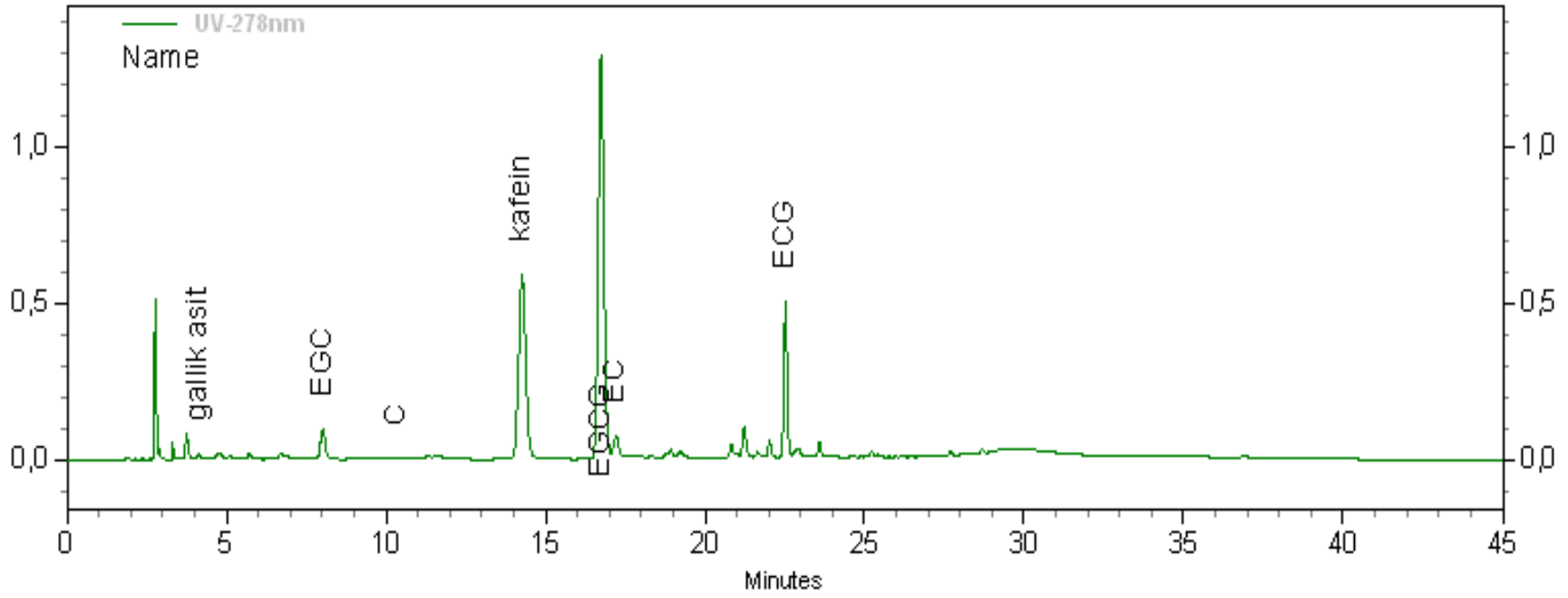
Şekil 4.22. 3. Hasat dönemine ait çeşit 1 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı



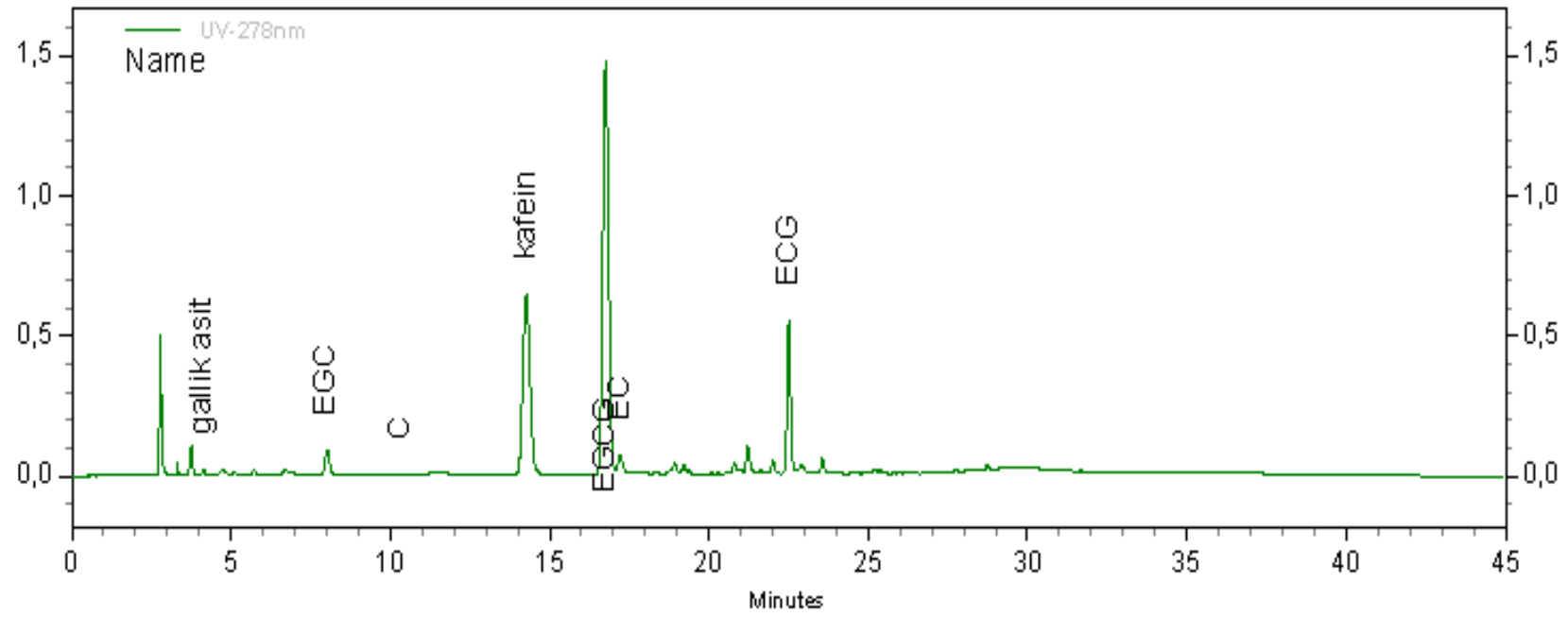
Şekil 4.23. 3. Hasat dönemine ait çeşit 2 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı



Şekil 4.24. 3. Hasat dönemine ait çeşit 3 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı



Şekil 4.25. 3. Hasat dönemine ait çeşit 4 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı



Şekil 4.26. 3. Hasat dönemine ait çeşit 5 yeşil çayın kateşin ve kafein HPLC Kromotogramı

Çizelge 4.42. Farklı hasat dönemlerine ait yeşil çay çeşitlerinin mineral madde miktarları

| 1.HASAT DÖNEMİ | Çeşitler | Cu(ppm) | Fe(ppm) | Zn(ppm) | Ca(ppm) | Mg(ppm) | K(ppm) | P(ppm) |
|-------------------|----------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|---------|
| | Çeşit 1 | 7,35 | 139,54 | 16,60 | 965,37 | 970,96 | 15362,50 | 1798,00 |
| Çeşit 2 | 6,95 | 188,25 | 16,95 | 961,02 | 1117,24 | 12556,25 | 1827,25 | |
| Çeşit 3 | 7,01 | 213,90 | 17,93 | 951,89 | 1109,29 | 14787,50 | 1810,00 | |
| Çeşit 4 | 7,41 | 269,85 | 18,31 | 958,84 | 948,17 | 16350,00 | 1901,75 | |
| Çeşit 5 | 9,03 | 286,53 | 19,11 | 932,10 | 1128,90 | 15187,50 | 1786,75 | |
| Ortalama | | 7,55 | 219,61 | 17,78 | 953,84 | 1054,91 | 14848,75 | 1824,75 |
| 2.HASAT DÖNEMİ | Çeşit 1 | 8,01 | 166,25 | 17,23 | 950,15 | 1334,54 | 11612,50 | 1808,13 |
| | Çeşit 2 | 9,24 | 183,13 | 20,41 | 978,41 | 1271,47 | 14100,00 | 1874,63 |
| Çeşit 3 | 9,81 | 215,75 | 23,20 | 983,63 | 1484,00 | 20937,50 | 1832,25 | |
| Çeşit 4 | 9,26 | 225,25 | 21,69 | 977,98 | 1312,81 | 17212,50 | 1936,13 | |
| Çeşit 5 | 9,39 | 287,50 | 22,19 | 972,76 | 1237,02 | 11725,00 | 1814,25 | |
| Ortalama | | 9,14 | 215,58 | 20,94 | 972,59 | 1327,97 | 15117,50 | 1853,08 |
| 3.HASAT DÖNEMİ | Çeşit 1 | 9,31 | 141,29 | 18,88 | 996,68 | 1547,60 | 16212,50 | 1691,13 |
| | Çeşit 2 | 9,29 | 154,31 | 18,89 | 992,33 | 1393,37 | 18037,50 | 1566,13 |
| Çeşit 3 | 8,96 | 228,06 | 21,85 | 960,15 | 1471,28 | 16437,50 | 1442,50 | |
| Çeşit 4 | 8,44 | 243,54 | 19,55 | 972,32 | 1497,78 | 16937,50 | 1583,25 | |
| Çeşit 5 | 11,43 | 285,63 | 23,21 | 977,33 | 1626,04 | 17187,50 | 1606,50 | |
| Ortalama | | 9,49 | 210,57 | 20,48 | 979,76 | 1507,21 | 16962,50 | 1577,90 |

4.1.6.Mineral maddeler

Farklı hasat dönemlerinde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin mineral madde miktarları Çizelge 4.42’de gösterilmiştir.

4.1.6.a.Bakır (Cu)

Bakır çay yapraklarının işlenmesinde önem arz etmektedir. Çünkü oksidaz enziminin bünyesinde bakır bulunmaktadır (Tekeli 1976). Bakır, bitkide cereyan eden çeşitli metabolik olaylarda aktif rol oynar. Çeşitli araştırma sonuçları bitkide protein ve karbonhidrat metabolizmalarında bakırın görev yaptığını göstermiştir (Kacar 1987).

Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine bağlı olarak Cu miktarları Çizelge 4.43’de görülmektedir.

Çizelge 4.43. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin Cu miktarlarına ait ortalamalar (ppm)

| Çeşitler | 1.HASAT DÖNEMİ | 2.HASAT DÖNEMİ | 3.HASAT DÖNEMİ |
|----------|----------------|----------------|----------------|
| Çeşit 1 | 7,35 | 8,01 | 9,31 |
| Çeşit 2 | 6,95 | 9,24 | 9,29 |
| Çeşit 3 | 7,01 | 9,81 | 8,96 |
| Çeşit 4 | 7,41 | 9,26 | 8,44 |
| Çeşit 5 | 9,03 | 9,39 | 11,43 |

Cu miktarlarının yeşil çay çeşitlerine ve hasat dönemlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.44’de verilmiştir.

Çizelge 4.44. Yeşil çay çeşitlerinin Cu miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|---------------|----|-----------|--------------|
| Hasat dönemi | 2 | 2,900 | 85797,565** |
| Çeşit | 4 | 10,592 | 313382,701** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 1,021 | 30218,257** |
| Hata | 15 | 30218,257 | |

(**) p<0,01 Düzeyinde çok önemli

Cu miktarları hasat dönemleri ve çay çeşitleri arasında önemli (p<0,01) düzeyde farklılık göstermiştir.

Doğu Karadeniz yöresinde 3 hasat döneminde 30 üretici çay bahçesinden toplanan yeşil çay yapraklarının Cu kapsamaları 10,00 ppm ile 26,00 ppm arasında bulunmuştur (Kacar 1984).

2005 yılında Çaykur’un üretmiş olduğu yeşil çaylarda Cu miktarları ortalama olarak 8,50 µg/g olarak bulunmuştur (Kacar 2010).

Çizelge 4.45. Hasat dönemlerine ait Cu ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Hasat dönemi | n | Cu ppm | |
|--------------|----|----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 10 | 7,5538c | ± 0,79793 |
| 2 | 10 | 9,1433b | ± 0,63252 |
| 3 | 10 | 9,4810a | ± 1,07698 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Duncan karşılaştırma testinde görüldüğü gibi Cu miktarları 1.hasat döneminden 3.hasat dönemine doğru artış göstermiştir (Çizelge 4.45).

Çaykur tarafından 2006 yılında üretilen yeşil çaylarda Cu miktarı 15,00 µg/g olarak bulunmuştur (Kacar 2010).

Horuz ve Korkmaz (2006) yapmış oldukları çalışmada; farklı hasat dönemlerinde hasat edilen çay bitkisinin birinci hasadında Cu miktarını 13,00 ppm, ikinci hasadında Cu miktarını 23,60 ppm, üçüncü hasadında ise Cu miktarını 18,31 ppm olarak bulmuşlardır.

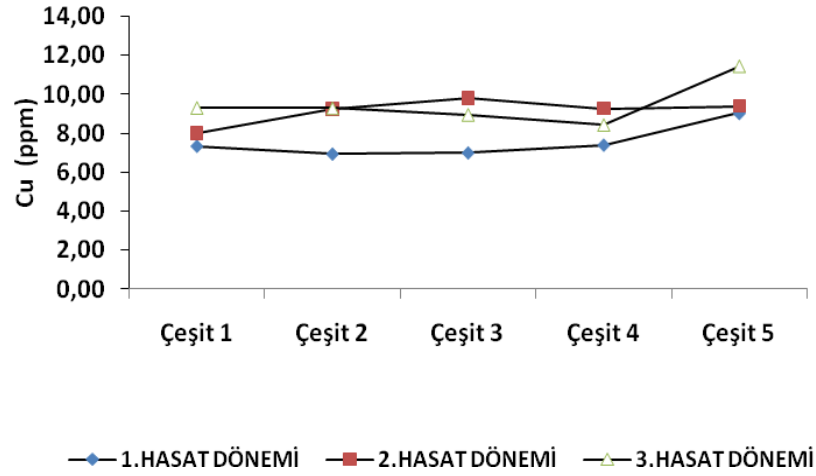
Çaykura ait çay fabrikalarından alınan çay örneklerinde Cu miktarları hasat dönemlerine bağlı olarak 2004 yılında 1.hasat dönemi çaylarda ortalama 9,725 ppm, 2.hasat döneminde ortalama 9,36 ppm, 3.hasat döneminde 9,00 ppm olup 2005 yılı örneklerde Cu miktarları 1.hasat döneminde 12,69 ppm, 2.hasat döneminde 15,78 ppm, 3.hasat döneminde 12,33 ppm olarak bulunmuştur (Anonim 2010b).

Ashraf and Mian. (2008) yapmış oldukları çalışmada Suudi Arabistan'da satılan siyah çayların Cu miktarlarını ortalama 18,10 µg/g olarak bulmuşlardır.

Street *et al* (2006) Çek Cumhuriyeti'nde satılan farklı kökenli siyah ve yeşil çayların Cu miktarlarını siyah çaylarda 27,00 µg/g, yeşil çaylarda 24,00 µg/g olarak bulmuşlardır.

Farklı tiplerdeki (547 numune) Çin yeşil çaylarında yapılan çalışmada bakır miktarları 2,06-239,2 mg/kg olarak bulunmuştur (Han *et al* 2005).

Yeşil çay çeşitlerine bağlı olarak elde edilen Cu miktarı ortalamaları Çizelge 4.46'da verilmiştir. Cu miktarları ortalamaları Şekil 4.26'da görülmektedir. Cu miktarları yeşil çay çeşitleri arasında farklılık göstermiştir. En yüksek Cu çeşit 5 yeşil çayında ortalama 9,95 ppm, en düşük çeşit 1 çayında ortalama 8,225 ppm olarak bulunmuştur.



Şekil 4.27. Cu miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi

Çizelge 4.46. Farklı yeşil çay çeşitlerinin Cu ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Çeşitler | n | Cu ppm | |
|----------|---|----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 6 | 8,2256e | ± 0,88695 |
| Çeşit 2 | 6 | 8,4920c | ± 1,19077 |
| Çeşit 3 | 6 | 8,5954b | ± 1,28117 |
| Çeşit 4 | 6 | 8,3721d | ± 0,82712 |
| Çeşit 5 | 6 | 9,9449a | ± 1,15787 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Han *et al* (2005) yapmış oldukları çalışmada farklı tiplerdeki Çin yeşil çaylarında Cu konsantrasyonunu ortalama 14,95 mg/kg bulmuşlardır.

Lamp (1948) çay yapraklarında bakır miktarının 16.00 ppm ile 30.00 ppm arasında değiştiğini bitkide en fazla bakırın 33.00 ppm olarak tomurcukta ve en azda 19.00 ppm olarak bitki dalında bulunduğunu bildirmiştir.

Seenivasan (2008) Hindistan'daki siyah çayların ağır metal içeriği konulu bir çalışmada Güney Hindistan'da çay yetiştirilen çeşitli bölgelerden 100 adet çay örneğinde Cu miktarlarının $24,07 \pm 2,25$ mg/kg olduğunu belirtmiştir.

Adiloğlu vd (2006) 35 çeşit çay yaprağında yapmış oldukları çalışmalarda Cu miktarlarını 10,00-26,00 mg/kg olarak bulmuşlardır.

Kacar (2010) yabancı kökenli yeşil çaylarda Cu miktarları 8,00-11,00 µg/g olarak belirtmiştir. Cu miktarları antik yeşil 1 çayında 8,00 µg/g, antik yeşil 2 çayında 8,00 µg/g, kardelen 1 yeşil çayında 9,00 µg/g, kardelen 2 yeşil çayında 8,00 µg/g, turkuaz yeşil çayında 9,00 µg/g olarak belirtilmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada bakır miktarları bu çalışmalarla uyum içerisindedir.

4.1.6.b.Demir (Fe)

Demir bitkide fotosentez işlemleri için gereklidir. Enzim faaliyetinde ve klorofil sentezinde önemli rol oynar. Çay bitkisinin yaşlı yapraklarında demir düzeyi daha yüksektir (Kacar 1987).

Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine bağlı olarak Fe miktarları Çizelge 4.47'de görülmektedir.

Çizelge 4.47. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin Fe miktarlarına ait ortalamalar (ppm)

| Çeşitler | 1.HASAT DÖNEMİ | 2.HASAT DÖNEMİ | 3.HASAT DÖNEMİ |
|----------|----------------|----------------|----------------|
| Çeşit 1 | 139,54 | 166,25 | 141,29 |
| Çeşit 2 | 188,25 | 183,13 | 154,31 |
| Çeşit 3 | 213,90 | 215,75 | 228,06 |
| Çeşit 4 | 269,85 | 225,25 | 243,54 |
| Çeşit 5 | 286,53 | 287,50 | 285,63 |

Fe miktarlarının yeşil çay çeşitlerine ve hasat dönemlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.48’de verilmiştir.

Çizelge 4.48. Yeşil çay çeşitlerinin Fe miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|---------------|----|-----------|-----------------|
| Hasat dönemi | 2 | 205,399 | 4381854,538** |
| Çeşit | 4 | 18067,948 | 385449563,685** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 509,041 | 10859534,238** |
| Hata | 15 | 4,69E-005 | |

(**) $p < 0,01$ Düzeyinde çok önemli

Fe miktarları hasat dönemleri ve çay çeşitleri arasında önemli ($p < 0,01$) düzeyde farklılık göstermiştir. Doğu Karadeniz yöresinde 3 hasat döneminde 30 üretici çay bahçesinden toplanan yeşil çay yapraklarının Fe miktarları 52,00 ppm ile 296,00 ppm arasında değişim göstermiştir. Ortalama Fe miktarları 99,00 ppm’dir (Kacar 1987).

Çizelge 4.49. Hasat dönemlerine ait Fe ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Hasat dönemi | n | Fe ppm | |
|--------------|----|-----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 10 | 219,6143a | $\pm 56,62180$ |
| 2 | 10 | 215,5705b | $\pm 44,10250$ |
| 3 | 10 | 210,5670c | $\pm 57,72020$ |

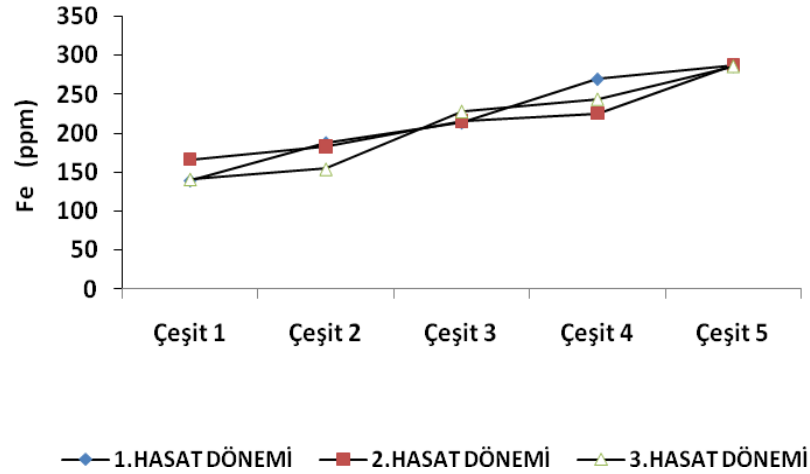
*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,01$)

Duncan karşılaştırma testinde görüldüğü gibi Fe miktarları 1.hasat döneminden 3.hasat dönemine doğru azalma göstermiştir (Çizelge 4.49).

Kacar vd (1979) değişik çay bahçelerinden almış oldukları örneklerde Fe miktarlarını 1.hasat döneminde ortalama 52,00-296,00 ppm arasında, 2.hasat dönemi çaylarda ortalama 66,00-118,00 ppm arasında, 3.hasat dönemi çaylarda ise ortalama 72,00-170,00 ppm arasında bulmuşlardır. Horuz ve Korkmaz (2006) yapmış oldukları çalışmada; farklı hasat dönemlerinde hasat edilen çay bitkisinin birinci hasadında Fe miktarını 32,14 ppm, ikinci hasadında Fe miktarını 21,99 ppm, üçüncü hasadında ise Fe miktarlarını 37,64 ppm olarak bulmuşlardır.

Çaykura ait çay fabrikalarından alınan çay örneklerinde Fe miktarları hasat dönemlerine bağlı olarak 2004 yılında 1.hasat dönemi çaylarda ortalama 163,00 ppm, 2.hasat döneminde ortalama 152,00 ppm, 3.hasat döneminde 140,00 ppm olup 2005 yılı örneklerde Fe miktarları 1.hasat döneminde 183,5 ppm, 2.hasat döneminde 301,5 ppm, 3.hasat dönemi 198,5 ppm olarak bulunmuştur (Anonim 2010b).

Yeşil çay çeşitlerine bağlı olarak Fe miktarı ortalamaları Çizelge 4.50’de verilmiştir. Fe miktarları ortalamaları Şekil 4.28’de görülmektedir. En yüksek Fe çeşit 5 yeşil çayında ortalama 286,55 ppm, en düşük Fe çeşit 1 yeşil çayında 149,01 ppm olarak bulunmuştur.



Şekil 4.28. Fe miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi

Çizelge 4.50. Farklı yeşil çay çeşitlerinin Fe ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Çeşitler | n | Fe ppm | |
|----------|---|-----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 6 | 149,0279e | ± 13,35927 |
| Çeşit 2 | 6 | 175,2275d | ± 16,36824 |
| Çeşit 3 | 6 | 219,2383c | ± 6,88645 |
| Çeşit 4 | 6 | 246,2083b | ± 20,05293 |
| Çeşit 5 | 6 | 286,5508a | ± 0,83212 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,01$)

Adiloğlu vd (2006) 35 çeşit çay yaprağında yapmış oldukları çalışmalarda Fe miktarlarını 540,00-1070,00 mg/kg olarak bulmuşlardır. Gürses (1984) işlenmiş Türk çay örneklerinde Fe miktarını 101,00-923,00 ppm aralığında tespit etmiştir (Uçar 2006).

Gürses ve Artık (1982) Türkiye’de değişik adlar altında satılan siyah çayların demir miktarlarını ortalama 313,00 ppm olarak bildirmişlerdir.

Çaykur tarafından 2006 yılında üretilen yeşil çaylarda Fe miktarı ortalama 350,00 ppm olarak bulunmuştur (Kacar 2010). 2005 yılı Çaykur’un ürettiği yeşil çaylarda Fe miktarları ortalama olarak 218,00 ppm olarak bulunmuştur.

Çay yapraklarındaki metalik içerikler çayın tipine (siyah veya yeşil), jeolojik kaynağına göre genellikle farklılık gösterir (Marcos *et al* 1996). Çay yapraklarında demir miktarı, mangan miktarı arttıkça azalmaktadır (Tekeli 1976).

Kacar (2010) yabancı kökenli yeşil çaylarda Fe miktarlarını 183,00-669,00 µg/g olarak belirtmiştir. Fe miktarları antik yeşil 1 çayında 200,00 µg/g, antik yeşil 2 çayında 210,00 µg/g, kardelen 1 yeşil çayında 220,00 µg/g, kardelen 2 yeşil çayında 218,00 µg/g, turkuaz yeşil çayında 220,00 µg/g olarak belirtilmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada Fe miktarları bu çalışmalarla uyum içerisindedir.

4.1.6.c.Çinko (Zn)

Mikro element olarak tanımlanan Zn çay bitkisinde metabolik işlevlerin düzenli bir şekilde cereyanı için olduğu kadar kimi enzimlerin işlevleri içinde gereklidir. Çay bitkisinin çinko kapsamı bitki çeşidine, yaprağın bitkideki konumuna ve yaşına bağlı olarak değişmektedir.

Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine bağlı olarak Zn ortalamaları Çizelge 4.51’de görülmektedir.

Çizelge 4.51. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin Zn miktarlarına ait ortalamalar (ppm)

| Çeşitler | 1.HASAT DÖNEMİ | 2.HASAT DÖNEMİ | 3.HASAT DÖNEMİ |
|----------|----------------|----------------|----------------|
| Çeşit 1 | 16,60 | 17,23 | 18,88 |
| Çeşit 2 | 16,95 | 20,41 | 18,89 |
| Çeşit 3 | 17,93 | 23,20 | 21,85 |
| Çeşit 4 | 18,31 | 21,69 | 19,55 |
| Çeşit 5 | 19,11 | 22,19 | 23,21 |

Zn miktarlarının yeşil çay çeşitlerine ve hasat dönemlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.52’de verilmiştir.

Doğu Karadeniz yöresinde 3 hasat döneminde 30 üretici çay bahçesinden toplanan yeşil çay yapraklarının Zn miktarları 45,00 ile 39,00 ppm arasında değişim göstermiştir (Kacar 1984).

Çizelge 4.52. Yeşil çay çeşitlerinin Zn miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|---------------|----|-----------|--------------|
| Hasat dönemi | 2 | 29,023 | 568612,804** |
| Çeşit | 4 | 15,559 | 304827,188** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 2,396 | 46933,039** |
| Hata | 15 | 5,10E-005 | |

(**) p<0,01 Düzeyinde çok önemli

Zn miktarları hasat dönemleri ve çay çeşitleri arasında önemli ($p<0,01$) düzeyde farklılık göstermiştir.

Çizelge 4.53. Hasat dönemlerine ait Zn ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Hasat dönemi | n | Zn ppm | |
|--------------|----|----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 10 | 17,7850c | $\pm 0,96121$ |
| 2 | 10 | 20,9423a | $\pm 1,84617$ |
| 3 | 10 | 20,4730b | $\pm 2,17077$ |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0,01$)

Duncan karşılaştırma testinde görüldüğü gibi hasat dönemlerine göre Zn miktarları 1.hasat döneminde en az, 2.hasat döneminde en fazla olmuştur (Çizelge 4.53).

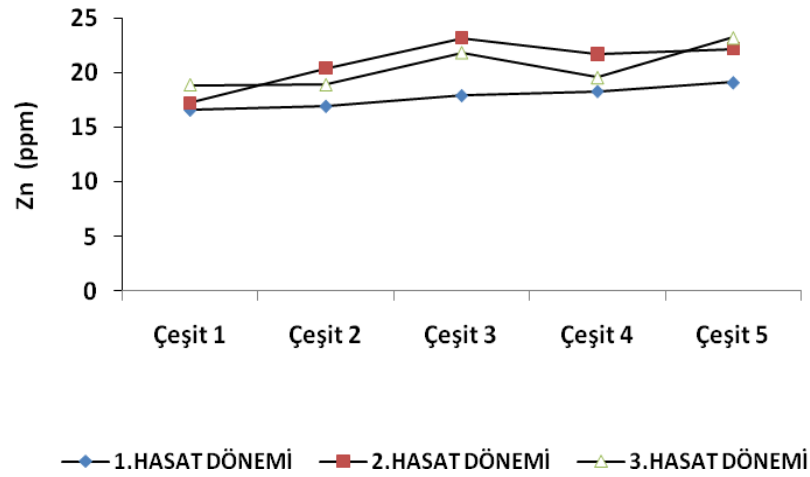
Street *et al* (2006) yapmış oldukları çalışmada Çek Cumhuriyetinde satılan değişik kökenli yeşil kuru çayların ortalama Zn miktarlarını 45,50 $\mu\text{g/g}$ olarak saptamışlardır.

Çaykur tarafından 2006 yılında üretilen yeşil çaylarda Zn miktarı 28,00 $\mu\text{g/g}$ olarak bulunmuştur. 2005 yılı Çaykur'un ürettiği yeşil çaylarda Zn miktarları ortalama olarak 17,20 $\mu\text{g/g}$ olarak bulunmuştur (Kacar 2010).

Horuz ve Korkmaz (2006) yapmış oldukları çalışmada; farklı hasat dönemlerinde hasat edilen çay bitkisinin birinci hasadında Zn miktarını 30,29 ppm, ikinci hasadında Zn miktarını 43,90 ppm, üçüncü hasadında ise Zn miktarlarını 33,64 ppm olarak bulmuşlardır. Kacar (1984) Türk çaylarında Zn miktarlarının 31,00-44,00 ppm arasında değiştiğini belirtmiştir.

Çaykura ait çay fabrikalarından alınan çay örneklerinde Zn miktarları hasat dönemlerine bağlı olarak 2004 yılında 1.hasat dönemi çaylarda ortalama 22,86 ppm, 2.hasat döneminde ortalama 21,50 ppm, 3.hasat döneminde 21,27 ppm arasında olup 2005 yılı örneklerde Zn miktarları 1.hasat döneminde 23,27 ppm, 2.hasat döneminde 22,90 ppm, 3.hasat döneminde 21,12 ppm olarak bulunmuştur (Anonim 2010b).

Yeşil çay çeşitlerine bağlı olarak elde edilen Zn miktarı ortalamaları Çizelge 4.54’de verilmiştir. Zn değerleri ortalamaları Şekil 4.29’da görülmektedir. En yüksek Zn miktarı çeşit 5 yeşil çayında ortalama 21,50 ppm, en düşük çeşit 1 yeşil çayında 17,57 ppm olarak bulunmuştur.



Şekil 4.29. Zn miktarlarının hasat dönemlerine ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi

Çizelge 4.54. Farklı yeşil çay çeşitlerinin Zn ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Çeşitler | n | Zn ppm | |
|----------|---|----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 6 | 17,5708e | ± 1,04848 |
| Çeşit 2 | 6 | 18,7521d | ± 1,55135 |
| Çeşit 3 | 6 | 20,9908b | ± 2,44471 |
| Çeşit 4 | 6 | 19,8483c | ± 1,52422 |
| Çeşit 5 | 6 | 21,5050a | ± 1,90693 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Adiloğlu vd (2006) 35 çeşit çay yaprağında yapmış oldukları çalışmada Zn miktarlarını 30,00-56,00 mg/kg olarak bulmuşlardır.

Dondwe (1969) 7 değişik çay bitkisi çeşidinde 1.yaprak ile tomurcuğun ortalama Zn miktarlarını 64,00 ppm 3.yaprağın ortalama Zn miktarını da 60,00 ppm olarak belirlemiştir.

Kacar (2010) yabancı kökenli yeşil aylarda Zn miktarlarını 14,00-34,00 µg/g olarak belirtmiştir. Yeşil ay eşitlerinde Zn miktarlarını antik yeşil 1 çayında 15,00 µg/g, antik yeşil 2 çayında 17,00 µg/g, kardelen 1 yeşil çayında 22,00 µg/g, kardelen 2 yeşil çayında 16,00 µg/g, turkuaz yeşil çayında 14,00 µg/g olarak belirtmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada bulunan Zn miktarları bu çalışmalarla uyum içerisindedir.

4.1.6.d.Kalsiyum (Ca)

Kalsiyum ay bitkisinde kök gelişmesi için önemlidir. Yeterli düzeyde kalsiyum bulunmaması durumunda kök gelişmesi olumsuz yönde etkilenir (Poyrazoğlu 1990). ay bitkisinin kalsiyum kapsamı azot ve potasyum kapsamına göre önemli düzeyde daha dşktr. ay bitkisinin Ca kapsamı, yaprağın bitkideki konumuna ve yaşına bağlı olarak değişmektedir (Kacar 1987).

Yeşil ay çeşitlerinin hasat dönemlerine bağlı olarak Ca miktarları izelge 4.55’de görülmektedir.

Çizelge 4.55. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay eşitlerinin Ca miktarlarına ait ortalamalar (ppm)

| eşitler | 1.HASAT DÖNEMİ | 2.HASAT DÖNEMİ | 3.HASAT DÖNEMİ |
|----------|----------------|----------------|----------------|
| eşit 1 | 965,37 | 950,15 | 996,68 |
| eşit 2 | 961,02 | 978,41 | 992,33 |
| eşit 3 | 951,89 | 983,63 | 960,15 |
| eşit 4 | 958,84 | 977,98 | 972,32 |
| eşit 5 | 932,10 | 972,76 | 977,33 |

Ca miktarlarının yeşil çay çeşitlerine ve hasat dönemlerine ait varyans analiz sonuçları izelge 4.56’da verilmiştir.

Çizelge 4.56. Yeşil çay çeşitlerinin Ca miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|---------------|----|-----------|---------------|
| Hasat dönemi | 2 | 1791,132 | 4E+007** |
| Çeşit | 4 | 230,757 | 4615130,267** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 450,590 | 9011804,067** |
| Hata | 15 | 5,00E-005 | |

(**) $p < 0,01$ Düzeyinde çok önemli

Ca miktarları, hasat dönemleri ve çay çeşitleri arasında önemli ($p < 0,01$) düzeyde farklılık göstermiştir (Çizelge 4.56).

Çizelge 4.57. Hasat dönemlerine ait Ca ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Hasat dönemi | n | Ca ppm | |
|--------------|----|-----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 10 | 953,8430c | $\pm 12,34353$ |
| 2 | 10 | 972,5870b | $\pm 12,37138$ |
| 3 | 10 | 979,7630a | $\pm 14,05950$ |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,01$)

Duncan karşılaştırma testinde görüldüğü gibi Ca miktarları 1.hasat döneminden 3.hasat dönemine doğru artış göstermiştir (Çizelge 4.57).

Horuz ve Korkmaz (2006) yapmış oldukları çalışmada farklı hasat dönemlerinde hasat edilen çay bitkisinin birinci hasadında Ca miktarını %1,95, ikinci hasadında %2,05, 3. hasadında ise %1,66 olarak bulmuşlardır. Willson çay bitkisinin 1.yaprağı ile tomurcuğunun Ca içeriği %0,30'dan ve 3.yaprağın Ca içeriği %0,40'dan fazla olduğu zaman çay bitkisinin gelişmesi için kalsiyumun sorun olmayacağını bildirmiştir.

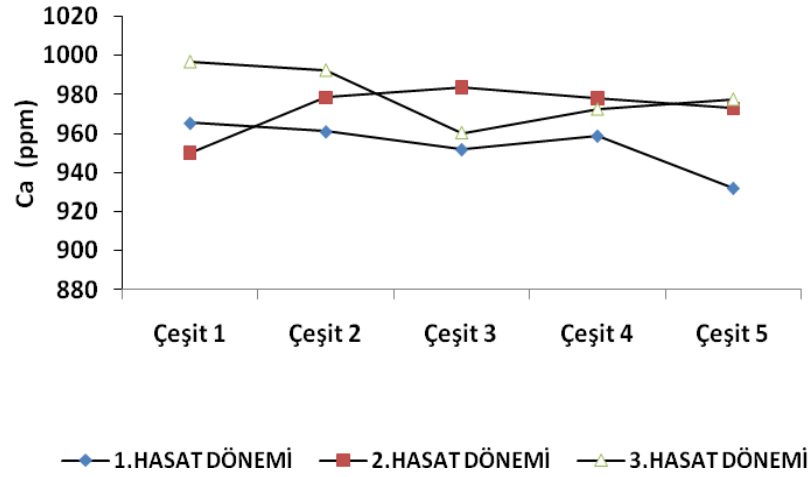
Kacar (2010) değişik dönem ve zamanlarda hasat edilen çay yapraklarının Ca miktarlarının 1.dönem için; erken hasat dönemi %0,55, orta hasat dönemi zamanında %0,58, geç hasat dönemi zamanında ise %0,64 olarak belirtmiştir. 2.dönem için; erken

hasat dönemi %0,69, orta hasat dönemi ve geç hasat dönemi zamanında ise %0,71 olduğunu belirtmiştir.

Taban vd (2000) değişik dönem ve dozlarda uygulanan yaprak gübresinin çay bitkisi yaprağının kalite ve mineral madde içerikleri üzerine etkisi konulu çalışmasında sürgünler arasında Ca miktarlarını 2 ve 3.sürgün dönemlerinde fazla bulunmuştur.

Yeşil çay çeşitlerine bağlı olarak elde edilen Ca miktarları Çizelge 4.58’de verilmiştir. Ca miktarları ortalamaları Şekil 4.30’da görülmektedir. Ca miktarları en yüksek çeşit 2 yeşil çayında ortalama 977,25 ppm, en düşük çeşit 1 çayında 970,728 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.58).

Gürses ve Artık (1983) değişik adlar altında satılan çayların Ca miktarlarını ortalama 1198,00 ppm olarak bulmuşlardır.



Şekil 4.30. Ca miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi

Çizelge 4.58. Farklı yeşil çay çeşitlerinin Ca ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Çeşitler | n | Ca ppm | |
|----------|---|------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 6 | 970,7283 b | ± 21,21951 |
| Çeşit 2 | 6 | 977,2550 a | ± 14,02660 |
| Çeşit 3 | 6 | 965,2250 d | ± 14,73212 |
| Çeşit 4 | 6 | 969,7117 c | ± 8,79577 |
| Çeşit 5 | 6 | 960,7350 e | ± 22,27068 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Kacar vd (1991) yabancı kökenli çaylarda yapmış oldukları çalışmada Ca kapsamalarını %0,04-%0,26 olarak bulmuşlardır. Yapmış olduğumuz çalışmada bulunan Ca miktarları diğer çalışmalarla uyum içerisindedir.

4.1.6.e.Magnezyum (Mg)

Çay bitkisinde magnezyum fotosentezin cereyanında ve karbonhidrat metabolizmasında aktif rol oynar. Çay bitkisinin değişik yapraklarında Mg miktarları yaşlı yapraklarda genç yapraklara göre daha fazla bulunmaktadır (Kacar 1987).

Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine bağlı olarak Mg miktarları Çizelge 4.59'da görülmektedir.

Çizelge 4.59. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin Mg miktarlarına ait ortalamalar (ppm)

| Çeşitler | 1.HASAT DÖNEMİ | 2.HASAT DÖNEMİ | 3.HASAT DÖNEMİ |
|----------|----------------|----------------|----------------|
| Çeşit 1 | 970,96 | 1334,54 | 1547,60 |
| Çeşit 2 | 1117,24 | 1271,47 | 1393,37 |
| Çeşit 3 | 1109,29 | 1484,00 | 1471,28 |
| Çeşit 4 | 948,17 | 1312,81 | 1497,78 |
| Çeşit 5 | 1128,90 | 1237,02 | 1626,04 |

Mg miktarlarının çay çeşitlerine ve hasat dönemlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.60'da verilmiştir.

Çizelge 4.60. Yeşil çay çeşitlerinin Mg miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|---------------|----|------------|----------|
| Hasat dönemi | 2 | 518785,391 | 1E+010** |
| Çeşit | 4 | 11850,505 | 2E+008** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 18307,145 | 4E+008** |
| Hata | 15 | 5,00E-005 | |

(**) $p < 0,01$ Düzeyinde çok önemli

Mg miktarları, hasat dönemleri ve çay çeşitleri arasında önemli ($p < 0,01$) düzeyde farklılık göstermiştir (Çizelge 4.60).

Chu and Juneja (1997) yapmış oldukları çalışmada çay bitkisinin genç hasat dönemlerinde Mg miktarlarını %0,12 ile %0,30 aralığında bulmuşlardır.

Çaykur tarafından 2006 yılında üretilen yeşil çaylarda Mg miktarları yeşil çay çeşitlerinde %0,17 olarak bulunmuştur. 2005 yılında üretilen yeşil çaylarda Mg %0,21 olarak bulunmuştur (Ilgaz vd 2006).

Çizelge 4.61. Hasat dönemlerine ait Mg ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Hasat dönemi | n | Mg ppm | |
|--------------|----|------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 10 | 1054,9110c | ± 82,67353 |
| 2 | 10 | 1327,9690b | ± 89,54639 |
| 3 | 10 | 1507,2170a | ± 81,77065 |

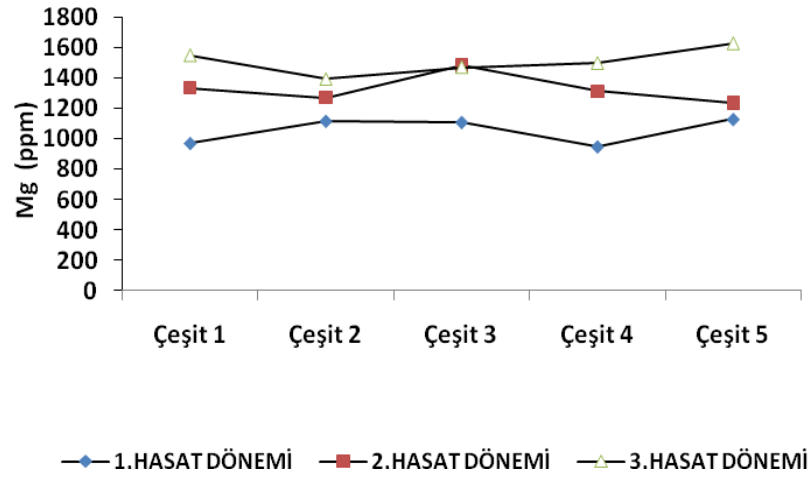
*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,01$)

Duncan çoklu karşılaştırma testinde görüldüğü gibi Mg miktarları 1.hasat döneminden 3.hasat dönemine doğru artış göstermiştir (Çizelge 4.61).

Horuz ve Korkmaz (2006) yapmış oldukları çalışmada farklı hasat dönemlerinde hasat edilen çay bitkisinin birinci hasadında Mg miktarını %0,33, ikinci hasadında Mg miktarını %0,47, üçüncü hasadında ise Mg miktarını %0,39 olarak bulmuşlardır.

Wilson Doğu Afrika çaylıklarında yaptığı çalışmalarda çay bitkisinin 1.yaprağı ve tomurcukta %0,07 ile %0,23 arasında, 3.yaprakta ise Mg miktarlarını ortalama olarak %0,07 ile %0,24 arasında değiştiğini bulmuştur (Horuz 2006).

Kacar (2010) değişik dönem ve zamanlarda hasat edilen çay yapraklarının Mg kapsamlarını 1.dönem için; erken hasat dönemi %0,53, orta hasat dönemi zamanında %0,43, geç hasat dönemi zamanında ise %0,43 olarak belirtmiştir. 2.dönem için; erken hasat dönemi ve orta hasat dönemi zamanında %0,65, geç hasat dönemi zamanında ise %0,68 olarak belirtmiştir.



Şekil 4.31. Mg miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi

Çizelge 4.62. Farklı yeşil çay çeşitlerinin Mg ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Çeşitler | n | Mg ppm | |
|----------|---|------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 6 | 1284,3650c | ± 260,79736 |
| Çeşit 2 | 6 | 1260,6917d | ± 123,77519 |
| Çeşit 3 | 6 | 1354,8583a | ± 190,30533 |
| Çeşit 4 | 6 | 1252,9250e | ± 250,13260 |
| Çeşit 5 | 6 | 1330,6550b | ± 233,85379 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,01$)

Yeşil çay çeşitlerine bağlı olarak elde edilen Mg miktarı ortalamaları Çizelge 4.62’de verilmiştir. Mg değerleri ortalamaları Şekil 4.31’de görülmektedir. Mg miktarları en yüksek çeşit 3 yeşil çayında ortalama 1354,858 ppm, en düşük çeşit 4 yeşil çayında 1252,925 ppm olarak bulunmuştur (Çizelge 4.62).

Kacar (2010) yabancı kökenli yeşil çaylarda Mg miktarları %0,17-0,19 olarak belirtmiştir. Yeşil çaylarda Mg miktarları antik yeşil 1, antik yeşil 2 ve turkuaz çayında %0,18, kardelen 1 yeşil çayında %0,15, kardelen 2 yeşil çayında %0,17 olarak belirtilmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada bulunan magnezyum miktarları bu çalışmalarla uyum içerisindedir.

4.1.6.f.Potasyum (K)

Bitki gelişmesi için azot ve fosfordan sonra gerekli olan üçüncü bitki besin elementidir.

Çay yaprağında miktarca fazla bulunmaktadır. Yaprak yaşı arttıkça potasyum miktarı azalmaktadır. Fotosentezin cereyanı üzerinde önemli etkiye sahiptir (Kacar 1987).

Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine bağlı olarak K miktarı Çizelge 4.63’de görülmektedir.

Çizelge 4.63. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin K miktarlarına ait ortalamalar (ppm)

| Çeşitler | 1.HASAT DÖNEMİ | 2.HASAT DÖNEMİ | 3.HASAT DÖNEMİ |
|----------|----------------|----------------|----------------|
| Çeşit 1 | 15362,50 | 11612,50 | 16212,50 |
| Çeşit 2 | 12556,25 | 14100,00 | 18037,50 |
| Çeşit 3 | 14787,50 | 20937,50 | 16437,50 |
| Çeşit 4 | 16350,00 | 17212,50 | 16937,50 |
| Çeşit 5 | 15187,50 | 11725,00 | 17187,50 |

K miktarlarının yeşil çay çeşitlerine ve hasat dönemlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.64’de verilmiştir.

Çaykur tarafından 2006 yılında üretilen yeşil çaylarda K miktarı %1,40 olarak bulunmuştur. 2005 yılı Çaykurun üretmiş olduğu yeşil çaylarda K miktarları ortalama olarak %1,23 olarak bulunmuştur (Kacar 2010).

Çizelge 4.64. Yeşil çay çeşitlerinin K miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|---------------|----|-------------|-----------|
| Hasat dönemi | 2 | 13240317,70 | 2,6E+11** |
| Çeşit | 4 | 11189994,79 | 2,2E+11** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 12661893,22 | 2,5E+11** |
| Hata | 15 | 5,000E-05 | |

(**) $p < 0,01$ Düzeyinde çok önemli

K miktarları hasat dönemleri ve çay çeşitleri arasında önemli ($p < 0,01$) düzeyde farklılık göstermiştir.

Kacar (1987) Doğu Karadeniz bölgesinde üç hasat döneminde alınan çay yapraklarının, K miktarlarının 1.hasat dönemi çaylarda ortalama %1,613, 2.hasat dönemi çaylarda %1,717, 3.hasat dönemi çaylarda ise %1,724 olarak değiştiğini belirtmiştir.

Çizelge 4.65. Hasat dönemlerine ait K ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Hasat dönemi | n | K ppm | |
|--------------|----|------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 10 | 14848,755c | ± 1324,2817 |
| 2 | 10 | 15117,505b | ± 3744,3531 |
| 3 | 10 | 16962,505a | ± 674,1249 |

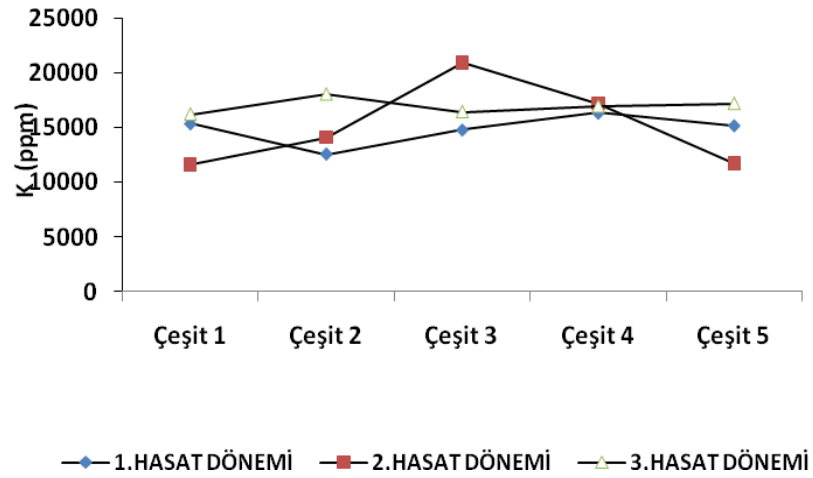
*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,01$)

Duncan karşılaştırma testinde görüldüğü gibi K miktarları 1.hasat dönemiden 3.hasat dönemine doğru artış göstermiştir (Çizelge 4.65).

Horuz ve Korkmaz (2006) yapmış oldukları çalışmada farklı hasat dönemlerinde hasat edilen çay bitkisinin birinci hasadında K miktarını %1,60, ikinci hasadında K miktarını %1,65, üçüncü hasadında ise K miktarını %1,60 olarak bulmuşlardır.

Kacar (2010) değişik dönem ve zamanlarda hasat edilen çay yapraklarının K miktarlarını 1.dönem için; erken hasat döneminde %2,49, orta hasat dönemi zamanında %2,37, geç hasat dönemi zamanında ise %2,10 olarak belirtmiştir. 2. dönem için; erken hasat döneminde %2,40, orta hasat dönemi zamanında %2,34, geç hasat dönemi zamanında ise %2,16 olarak belirtmiştir.

Özdemir vd (1997) yapmış oldukları çalışmada farklı imalat yöntemleri ile üretilen çayların K miktarlarını hasat dönemlerinde, 1.hasat döneminden 3.hasat dönemine doğru artış olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 4.32. K miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi

Çizelge 4.66. Farklı yeşil çay çeşitlerinin K ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Çeşitler | n | K ppm | |
|----------|---|------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 6 | 14395,838e | ± 2189,2159 |
| Çeşit 2 | 6 | 14897,921c | ± 2528,0077 |
| Çeşit 3 | 6 | 17387,505a | ± 2471,9172 |
| Çeşit 4 | 6 | 16833,338b | ± 394,0706 |
| Çeşit 5 | 6 | 14700,005d | ± 2847,1037 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,01$)

Yeşil çay çeşitlerine bağlı olarak elde edilen K miktarı ortalamaları Çizelge 4.66'da verilmiştir. K değerleri ortalamaları Şekil 4.32'de görülmektedir. K miktarları en yüksek çeşit 3 yeşil çayında ortalama 17387,505 ppm, en düşük çeşit 4 yeşil çayında 14395,838 ppm olarak bulunmuştur (Çizelge 4.66).

Kacar (2010) Çaykur tarafından üretilen değişik çay örneklerinin K (ppm) miktarlarını ortalama %1,53 belirtmiştir.

Adiloğlu vd (2006) 35 çeşit çay yapraklarında yapmış oldukları çalışmalarda K miktarlarını %2,68-1,46 olarak bulmuşlardır.

Kacar (2010) piyasada satılan değişik isim altındaki yabancı yeşil çayların K miktarlarını ortalama %1,26 olduğunu belirtmiştir. Yeşil çayların K miktarları Turkuaz yeşil çayında %1,26, kardelen 1 yeşil çayında %1,18, kardelen 2 yeşil çayında %1,22, antik yeşil 1 çayında %1,27, antik yeşil 2 çayında %1,20 olarak belirtmiştir. 2006 yılında çaykur tarafından üretilen beyaz ve yeşil çayların K miktarlarını beyaz çay için %1,56, yeşil çay için %1,40 olarak belirtmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada K (ppm) miktarları bu çalışmalarla uyum içerisinde.

4.1.6.g.Fosfor (P)

Fosfor çay bitkisinde kök gelişmesi üzerine olumlu ve önemli etki yapar. Çay bitkisi azot ve potasyuma oranla daha az fosfor içerir. Çay bitkisinin genç organ ve yapraklarının fosfor kapsamı yaşlı organ ve yapraklara oranla göreceli olarak daha yüksektir (Kacar 1987).

Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine bağlı olarak P miktarları Çizelge 4.67’de verilmiştir.

Çizelge 4.67. Farklı dönemlerde hasat edilen yeşil çay çeşitlerinin P miktarlarına ait ortalamalar (ppm)

| Çeşitler | 1.HASAT DÖNEMİ | 2.HASAT DÖNEMİ | 3.HASAT DÖNEMİ |
|----------|----------------|----------------|----------------|
| Çeşit 1 | 1798,00 | 1808,13 | 1691,13 |
| Çeşit 2 | 1827,25 | 1874,63 | 1566,13 |
| Çeşit 3 | 1810,00 | 1832,25 | 1442,50 |
| Çeşit 4 | 1901,75 | 1936,13 | 1583,25 |
| Çeşit 5 | 1786,75 | 1814,25 | 1606,50 |

Taban vd (2001) Tohumdan üretilen çay bitkisinin genç ve yaşlı yapraklarının ekstrakt, polifenol ve bazı mineral madde içerikleri konulu çalışmalarında fosfor miktarlarını genç yapraklarda yaşlı yapraklara oranla daha fazla bulmuşlardır. Yaprakların hasat dönemlerine bağlı olarak mineral madde içerikleri farklılıklar göstermiştir.

Fosfor miktarlarının yeşil çay çeşitlerine ve hasat dönemlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.68’de verilmiştir.

Çizelge 4.68. Yeşil çay çeşitlerinin P miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|---------------|----|-----------|-----------|
| Hasat dönemi | 2 | 229102,89 | 4,6E+09** |
| Çeşit | 4 | 10132,12 | 2,0E+08** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 7877,81 | 1,6E+08** |
| Hata | 15 | 5,000E-05 | |

(**) $p < 0,01$ Düzeyinde çok önemli

P miktarları hasat dönemleri ve çay çeşitleri arasında önemli ($p < 0,01$) düzeyde farklılık göstermiştir.

Kacar (1984) Doğu Karadeniz bölgesinde üç hasat döneminde alınan çay yapraklarının P miktarlarını 1.hasat dönemi çaylarda ortalama %0,40, 2.hasat dönemi çaylarda %0,31, 3.hasat dönemi çaylarda ise %0,37 olarak değiştiğini belirtmiştir.

Çizelge 4.69. Hasat dönemlerine ait P ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Hasat dönemi | n | P ppm | |
|--------------|----|-----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 10 | 1824,753b | ± 42,9788 |
| 2 | 10 | 1853,073a | ± 50,1638 |
| 3 | 10 | 1577,897c | ± 84,5107 |

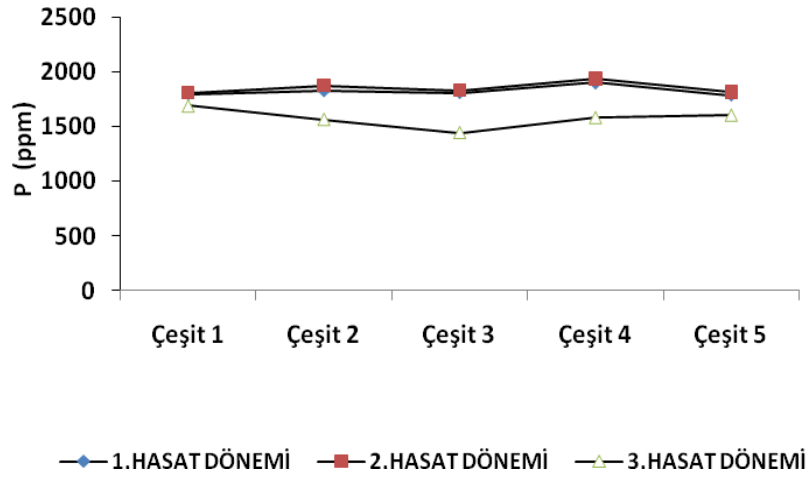
*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,01$)

Duncan karşılaştırma testinde P (ppm) miktarları en yüksek 2.hasat dönemi çaylarda bulunmuştur (Çizelge 4.69).

Horuz ve Korkmaz (2006) yapmış oldukları çalışmada farklı hasat dönemlerinde, hasat edilen çay bitkisinin birinci hasadında P miktarını %0,22, ikinci hasadında P miktarını %0,21, üçüncü hasadında ise P miktarını %0,22 olarak bulmuşlardır.

Kacar (2010) değişik dönem ve zamanlarda hasat edilen çay yapraklarının P kapsamalarını 1.dönem için; erken hasat zamanında %1,19, orta hasat zamanında %0,91, geç hasat zamanında ise %0,68 olarak belirtmiştir. 2.dönem için; erken hasat zamanında % 0,82, orta hasat zamanında %0,66, geç hasat zamanında ise %0,53 olarak belirtmiştir.

Özdemir vd (1999) yapmış oldukları çalışmada farklı imalat yöntemleri ile üretilen çayların P (ppm) miktarlarını 2.hasat döneminde 2761,00 ppm değeri ile diğer hasat dönemi çayların P miktarlarından daha fazla bulmuşlardır.



Şekil 4.33. P miktarlarının hasat dönemleri ve yeşil çay çeşitlerine göre değişimi

Yeşil çay çeşitlerine bağlı olarak elde edilen P miktarı ortalamaları Çizelge 4.66'da verilmiştir. P değeri ortalamaları Şekil 4.38'de görölmektedir. P miktarları en yüksek çeşit 4 yeşil çayında ortalama 1807,041 ppm, en düşük çeşit 3 yeşil çayında 1694,915 ppm olarak bulunmuştur (Çizelge 4.70).

Çizelge 4.70. Farklı yeşil çay çeşitlerinin P ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Çeşitler | n | P ppm | |
|----------|---|-----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 6 | 1765,751b | ± 57,9824 |
| Çeşit 2 | 6 | 1755,998c | ± 148,5937 |
| Çeşit 3 | 6 | 1694,915e | ± 195,7765 |
| Çeşit 4 | 6 | 1807,041a | ± 100,9352 |
| Çeşit 5 | 6 | 1735,831d | ± 174,0322 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,01$)

Kacar (2010) Çaykur tarafından üretilen değişik çay örneklerinin P miktarlarını ortalama %0,29 olarak belirtmiştir.

Adiloğlu vd (2006) 35 çeşit çay yaprağında yapmış oldukları çalışmalarda P (Fosfor) miktarlarını %0,40-0,06 olarak bulmuşlardır.

Kacar (2010) piyasada satılan değişik isim altındaki yabancı yeşil çayların P (Fosfor) miktarlarının ortalama %0,47 olduğunu belirtmiştir. Yeşil çayların P miktarları turkuaz yeşil çayında %0,21, kardelen 1 yeşil çayında %0,43, kardelen 2 yeşil çayında %0,47, antik yeşil 1 çayında %0,48, antik yeşil 2 çayında %0,26 olarak belirtmiştir.

2006 yılında Çaykur tarafından üretilen beyaz ve yeşil çayların P (Fosfor) miktarlarını beyaz çay için %0,66, yeşil çay için %0,39 olarak belirtilmiştir (İlgaz vd 2006). Yapmış olduğumuz çalışmada bulunan P miktarları bu çalışmalarla uyum içerisindedir.

4.2. Deneme 2' ye Ait Sonuçlar

4.2.1. Ekstrakt

Üç hasat döneminde alınan yeşil çay çeşitlerinin, farklı demleme sürelerinde elde edilen suda çözünebilir madde miktarları izelge 4.71 ve Şekil 4.34'de gösterilmiştir. Demleme süresinin artması, hasat dönemi ve çayın parçacık büyüklüğü suya geçen çözünebilir madde miktarı üzerinde etkili olmuştur.

Çizelge 4.71. Deme geçen ekstrakt miktarları (g/100g)

| Hasat dönemi | eşitler | Demleme süreleri | | | |
|--------------|----------|------------------|-------|-------|-------|
| | | 1 dak | 3 dak | 5 dak | 7 dak |
| 1 | eşit 1 | 9,92 | 12,45 | 12,98 | 14,52 |
| | eşit 2 | 9,08 | 11,47 | 12,70 | 19,23 |
| | eşit 3 | 13,21 | 13,49 | 16,87 | 22,25 |
| | eşit 4 | 9,41 | 11,83 | 23,12 | 20,75 |
| | eşit 5 | 4,11 | 6,91 | 14,43 | 16,19 |
| | Ortalama | 9,15 | 11,23 | 16,02 | 18,59 |
| 2 | eşit 1 | 12,72 | 14,84 | 17,22 | 20,76 |
| | eşit 2 | 11,17 | 14,18 | 15,92 | 20,51 |
| | eşit 3 | 22,95 | 25,32 | 14,18 | 30,46 |
| | eşit 4 | 11,85 | 14,25 | 12,75 | 25,78 |
| | eşit 5 | 7,08 | 11,47 | 8,84 | 16,29 |
| | Ortalama | 13,15 | 16,01 | 13,78 | 22,76 |
| 3 | eşit 1 | 11,42 | 12,68 | 16,29 | 18,47 |
| | eşit 2 | 10,13 | 14,38 | 15,65 | 17,55 |
| | eşit 3 | 17,70 | 16,23 | 22,41 | 15,94 |
| | eşit 4 | 11,98 | 18,60 | 20,51 | 14,19 |
| | eşit 5 | 6,61 | 11,52 | 13,35 | 12,17 |
| | Ortalama | 11,57 | 14,68 | 17,64 | 15,67 |

Yeşil çay çeşitlerinin deme geçen ekstrakt miktarlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.72’de verilmiştir.

Çizelge 4.72. Deme geçen ekstrakt miktarlarına ait varyans analiz sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|----------------------|----|-----------|--------------|
| Hasat dönemi | 2 | 72,44 | 965918,07** |
| Süre | 3 | 315,23 | 4203061,41** |
| Çeşit | 4 | 230,34 | 3071271,77** |
| Hasat * Süre | 6 | 64,67 | 862359,33** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 17,54 | 233879,67** |
| Süre * Çeşit | 12 | 9,81 | 130806,16** |
| Hasat * Süre * Çeşit | 24 | 15,46 | 206215,32** |
| Hata | 60 | 7,500E-05 | |

(**) $p < 0,01$ Düzeyinde çok önemli

Deme geçen ekstrakt miktarları çeşit, hasat dönemi ve demleme süresi bakımından önemli ($p < 0,01$) düzeyde farklılık göstermiştir (Çizelge 4.72).

Çizelge 4.73. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen ekstrakt ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Hasat dönemi | n | Ekstrakt g/100g | |
|--------------|----|-----------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 40 | 13,750c | $\pm 4,8765$ |
| 2 | 40 | 16,432a | $\pm 3,7452$ |
| 3 | 40 | 14,892b | $\pm 6,0125$ |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,01$)

Duncan çoklu karşılaştırma testine göre üç hasat dönemindeki örneklere ait deme geçen ekstrakt miktarları birbirinden farklı bulunmuştur (Çizelge 4.73). Buna göre 2.hasat döneminde elde edilen örneklerin deme geçen ekstrakt miktarları en yüksek olmuştur.

Çizelge 4.74. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen ekstrakt ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Süre (dak) | n | Ekstrakt g/100g | |
|------------|----|-----------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 30 | 11,293d | ±4,4436 |
| 3 | 30 | 13,979c | ±4,0142 |
| 5 | 30 | 15,818b | ±3,7934 |
| 7 | 30 | 19,009a | ±4,6473 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Demleme süreleri deme geçen ekstrakt miktarı bakımından önemli (p<0,01) farklılık göstermiştir. Demleme süresine bağlı olarak en fazla ekstrakt miktarları 7 dak lık demleme süresinde elde edilmiş olup, süre azaldıkça ekstrakt miktarıda azalmıştır (Çizelge 4.74).

Werkhoven (1978) demleme süresinin demdeki çözünebilir madde miktarı üzerine yapmış olduğu çalışmada 5 dak lık demleme sonucunda çözünebilir madde miktarlarını %60, 25 dak lık demleme süresinde %25, 35 dak lık demleme süresinde %85 olarak bulmuştur.

Çizelge 4.75. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen ekstrakt ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Çeşitler | n | Ekstrakt g/100g | |
|----------|----|-----------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 24 | 14,524c | ±3,0820 |
| Çeşit 2 | 24 | 14,335d | ±3,5239 |
| Çeşit 3 | 24 | 16,255b | ±5,2633 |
| Çeşit 4 | 24 | 19,256a | ±5,1616 |
| Çeşit 5 | 24 | 10,753e | ±3,9223 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

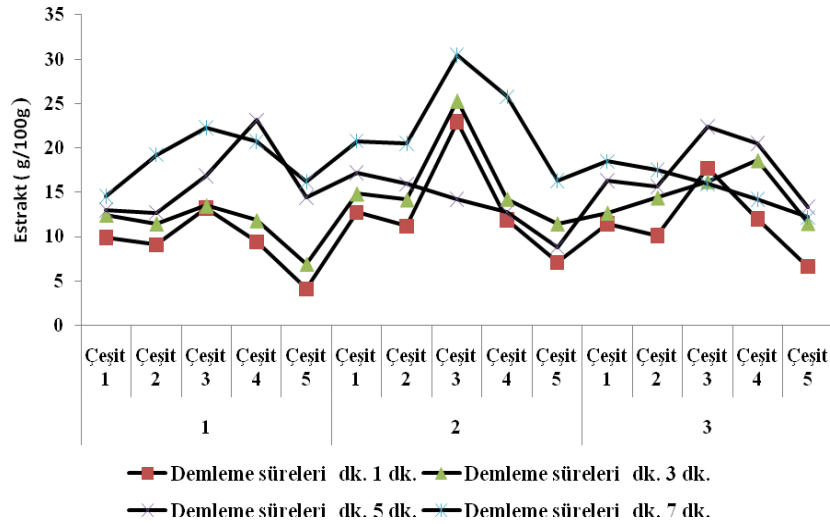
Çay çeşitlerinde en yüksek ekstrakt miktarları çeşit 4 yeşil çayında tespit edilmiştir. Genel olarak hasat dönemleri, demleme süreleri ve çay çeşitleri demlemede deme geçen ekstrakt miktarları üzerinde önemli (p<0,01) bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bu nedenle çayın cinsi, niteliği çay parçacıklarının boyutu (büyük veya küçük) çay

yaprağının özellikleri, demleme sürelerinin direkt etkili olduğu bildirilmektedir (Kacar 2010).

Çay deminin kompozisyonu sıcaklık demleme süresi, yaprak-su oranı ve suyun kompozisyonu gibi çeşitli parametrelere bağlıdır (Kacar 2010).

Hasat dönemine, demleme süresine ve çay çeşidine bağlı olarak ekstrakt miktarlarının % deme geçiş oranları 1.hasat dönemi çaylarda en yüksek 7 dak lık sürede %45,14 oranında gerçekleşmiştir.

Çay çeşitleri arasında % deme geçme miktarları farklılık göstermiş olup çeşit 1 çayının toplam ekstrakt miktarının, demleme sürelerine bağlı olarak, 1. 2. ve 3.hasat döneminde ortalama %41,10'u, çeşit 2 yeşil çayının %39,87'si, çeşit 3 yeşil çayının %47,85'i, çeşit 4 yeşil çayının %43,08'i ve çeşit 5 yeşil çayının ise toplam ekstrakt miktarının %27,83'ü deme geçmiştir.



Şekil 4.34. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen ekstrakt miktarları (g/100g)

4.2.2. Toplam Polifenol

Üç hasat döneminde alınan yeşil çay çeşitlerinin, farklı demleme sürelerinde elde edilen polifenol miktarları Çizelge 4.76'da ve Şekil 4.35'de gösterilmiştir. Demleme süresinin artması hasat dönemi ve çayın parçacık büyüklüğü polifenol miktarı üzerinde etkili olmuştur.

Çizelge 4.76. Deme geçen polifenol miktarları (g/100g)

| Hasat dönemi | Çeşitler | Demleme süreleri | | | |
|--------------|----------|------------------|-------|-------|-------|
| | | 1 dak | 3 dak | 5 dak | 7 dak |
| 1 | Çeşit 1 | 2,88 | 3,73 | 4,74 | 6,51 |
| | Çeşit 2 | 2,47 | 3,53 | 6,25 | 5,89 |
| | Çeşit 3 | 4,16 | 4,50 | 9,63 | 7,61 |
| | Çeşit 4 | 3,15 | 3,82 | 7,46 | 7,14 |
| | Çeşit 5 | 1,59 | 2,29 | 5,48 | 4,78 |
| | Ortalama | 2,85 | 3,57 | 6,71 | 6,38 |
| 2 | Çeşit 1 | 3,81 | 5,49 | 4,58 | 6,61 |
| | Çeşit 2 | 3,23 | 5,14 | 4,41 | 6,91 |
| | Çeşit 3 | 4,91 | 8,68 | 4,95 | 10,14 |
| | Çeşit 4 | 4,52 | 4,53 | 4,39 | 8,53 |
| | Çeşit 5 | 2,13 | 3,89 | 3,33 | 6,06 |
| | Ortalama | 3,72 | 5,55 | 4,33 | 7,65 |
| 3 | Çeşit 1 | 3,39 | 3,93 | 5,31 | 5,20 |
| | Çeşit 2 | 3,19 | 4,46 | 5,53 | 5,50 |
| | Çeşit 3 | 5,77 | 5,30 | 7,30 | 5,81 |
| | Çeşit 4 | 3,91 | 6,12 | 7,66 | 4,67 |
| | Çeşit 5 | 2,39 | 3,95 | 4,73 | 4,30 |
| | Ortalama | 3,73 | 4,75 | 6,11 | 5,10 |

Yeşil çay çeşitlerinin deme geçen polifenol miktarlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.77'de verilmiştir.

Çizelge 4.77. Deme geçen polifenol miktarlarına ait varyans analiz sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|----------------------|----|-----------|--------------|
| Hasat dönemi | 2 | 2,28 | 41772,40 ** |
| Süre | 3 | 49,99 | 915715,61 ** |
| Çeşit | 4 | 26,62 | 487622,20 ** |
| Hasat * Süre | 6 | 13,91 | 254851,48 ** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 0,53 | 9718,47 ** |
| Süre * Çeşit | 12 | 0,28 | 5206,43 ** |
| Hasat * Süre * Çeşit | 24 | 1,48 | 27283,40 ** |
| Hata | 60 | 5,459E-05 | |

(**) $p < 0,01$ Düzeyinde çok önemli

Deme geçen polifenol miktarları çeşit, hasat dönemi ve demleme süresi bakımından önemli ($p < 0,01$) düzeyde farklılık göstermiştir.

Çizelge 4.78. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen polifenol ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Hasat dönemi | n | Polifenol g/100g | |
|--------------|----|------------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 40 | 4,884c | $\pm 2,0635$ |
| 2 | 40 | 5,316a | $\pm 1,2895$ |
| 3 | 40 | 4,923b | $\pm 1,9768$ |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,01$)

Duncan çoklu karşılaştırma testine göre üç hasat dönemindeki örneklere ait deme geçen polifenol miktarları birbirinden farklı bulunmuştur (Çizelge 4.78). Buna göre 2.hasat döneminde elde edilen örneklerin deme geçen polifenol miktarları en yüksek olmuştur.

Çizelge 4.79. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen polifenol ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Süre (dak) | n | Polifenol g/100g | |
|------------|----|------------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 30 | 3,438d | $\pm 1,0915$ |
| 3 | 30 | 4,626c | $\pm 1,4311$ |
| 5 | 30 | 5,720b | $\pm 1,6207$ |
| 7 | 30 | 6,381a | $\pm 1,5289$ |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,01$)

Demleme süreleri deme geçen polifenol miktarı bakımından ($p<0,01$) önemli farklılık göstermiştir. Demleme süresine bağlı olarak en fazla polifenol miktarları 7 dak lık demleme süresinde elde edilmiş olup, süre arttıkça deme geçen polifenol miktarda artmıştır (Çizelge 4.79).

Liebert *et al* (1999) yapmış oldukları çalışmada yeşil ve siyah çaylarda 0,5 dak ile 10 dak aralıklarla demleme yapmışlar ve demleme süresinin artması ile fenolik madde miktarının ve antioksidan aktivitesinin arttığını belirtmişler.

Çizelge 4.80. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen polifenol ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Çeşitler | n | Polifenol g/100g | |
|----------|----|------------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 24 | 4,686d | $\pm 1,3552$ |
| Çeşit 2 | 24 | 4,714c | $\pm 2,0096$ |
| Çeşit 3 | 24 | 6,565a | $\pm 1,3891$ |
| Çeşit 4 | 24 | 5,496b | $\pm 1,7557$ |
| Çeşit 5 | 24 | 3,747e | $\pm 1,1608$ |

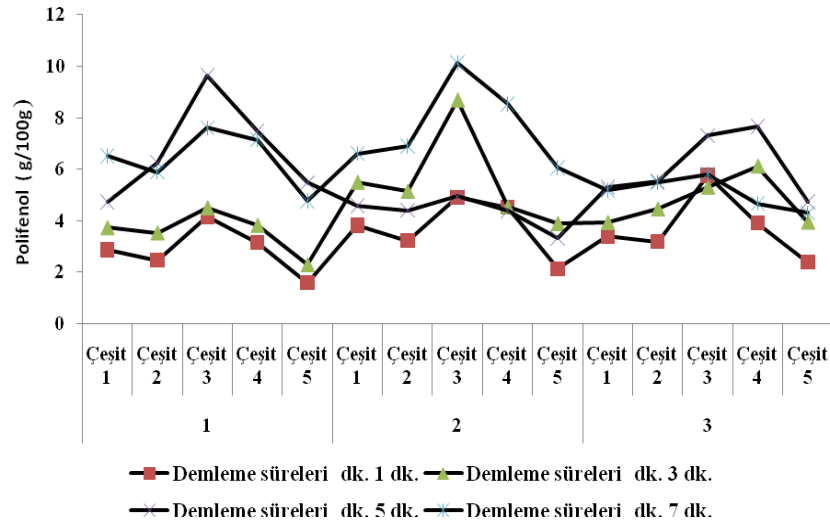
*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0,01$)

Çay çeşitlerinde en yüksek polifenol miktarları çeşit 3 yeşil çayında tespit edilmiştir. En az polifenol miktarı ise çeşit 5 yeşil çayında tespit edilmiştir (Çizelge 4.80).

Genel olarak hasat dönemleri, demleme süreleri ve çay çeşitleri demlemede deme geçen polifenol miktarları üzerinde önemli ($p<0,01$) bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bu nedenle çayın cinsi, niteliği çay parçacıklarının boyutu (büyük veya küçük) çay yaprağının özellikleri, demleme sürelerinin direk etkili olduğu bildirilmektedir (Kacar 2010).

Tekeli (1976) çayın bir saatlik kaynatması ve 5 dakikalık demleme süresinde deme geçen polifenol miktarlarının 1 saatlik kaynatmada %12,4, 5 dakikalık demlemede ise deme geçen polifenol miktarını %7,3 olarak belirtmiştir.

Hasat dönemine, demleme süresine ve çay çeşidine bağlı olarak polifenol miktarlarının % deme geçiş oranları 1.hasat dönemi çaylarda en yüksek 7 dak lık sürede %40,97 oranında, 2.hasat dönemi çaylarda en yüksek 7 dak lık sürede %50,28 oranında, 3.hasat dönemi çaylarda ise 5 dak lık sürede polifenol %41,97 oranında deme geçmiştir.



Şekil 4.35. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen polifenol miktarları (g/100g)

Kacar (2010) yapılan araştırmalarda kısa süreli demlemelerde polifenollerin %40'ının, ikinci demlemede ise %20'sinin ekstrakte edilebileceğini, uzun süreli demlemelerde ise %60'nın ekstrakte edilebileceğini belirtmiştir.

4.2.3. Kafein

Üç hasat döneminde alınan yeşil çay çeşitlerinin, farklı demleme sürelerinden elde edilen kafein miktarları Çizelge 4.81 ve Şekil 4.36'da gösterilmiştir. Demleme süresinin artması, hasat dönemi ve çayın parçacık büyüklüğü suya geçen kafein miktarı üzerinde etkili olmuştur.

Çizelge 4.81. Deme geçen kafein miktarları (g/100g)

| Hasat dönemi | Çeşitler | Demleme süreleri | | | |
|--------------|----------|------------------|-------|-------|-------|
| | | 1 dak | 3 dak | 5 dak | 7 dak |
| 1 | Çeşit 1 | 0,57 | 0,79 | 1,14 | 1,39 |
| | Çeşit 2 | 0,61 | 0,76 | 1,45 | 1,31 |
| | Çeşit 3 | 0,90 | 0,88 | 2,00 | 1,58 |
| | Çeşit 4 | 0,62 | 0,75 | 1,67 | 1,60 |
| | Çeşit 5 | 0,24 | 0,41 | 1,21 | 1,04 |
| | Ortalama | 0,59 | 0,72 | 1,49 | 1,38 |
| 2 | Çeşit 1 | 0,91 | 1,12 | 1,03 | 1,42 |
| | Çeşit 2 | 0,86 | 1,18 | 0,98 | 1,46 |
| | Çeşit 3 | 0,94 | 1,57 | 0,93 | 2,02 |
| | Çeşit 4 | 1,03 | 0,94 | 0,86 | 1,75 |
| | Çeşit 5 | 0,47 | 0,75 | 0,56 | 1,18 |
| | Ortalama | 0,84 | 1,11 | 0,87 | 1,57 |
| 3 | Çeşit 1 | 0,93 | 0,97 | 1,28 | 1,21 |
| | Çeşit 2 | 0,90 | 1,21 | 1,17 | 1,37 |
| | Çeşit 3 | 1,20 | 1,14 | 1,48 | 1,11 |
| | Çeşit 4 | 0,90 | 1,41 | 1,35 | 0,99 |
| | Çeşit 5 | 0,53 | 0,96 | 0,96 | 0,97 |
| | Ortalama | 0,89 | 1,14 | 1,25 | 1,13 |

Yeşil çay çeşitlerinin deme geçen kafein miktarlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.82’de verilmiştir.

Çizelge 4.82. Deme geçen kafein miktarlarına ait varyans analiz sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|----------------------|----|-----------|------------|
| Hasat dönemi | 2 | 3,970E-0 | 727,22** |
| Süre | 3 | 1,97 | 36165,35** |
| Çeşit | 4 | 0,93 | 17194,21** |
| Hasat * Süre | 6 | 0,74 | 13662,42** |
| Hasat * Süre | 8 | 3,286E-02 | 602,00** |
| Süre * Çeşit | 12 | 7,165E-03 | 131,24** |
| Hasat * Süre * Çeşit | 24 | 6,532E-02 | 1196,47** |
| Hata | 60 | 5,459E-05 | |

(**) p<0,01 Düzeyinde çok önemli

Deme geçen kafein miktarları çeşit, hasat dönemi ve demleme süresi bakımından önemli (p<0,01) düzeyde farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.82).

Çizelge 4.83. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen kafein miktarlarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Hasat dönemi | n | Kafein g/100g | |
|--------------|----|---------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 40 | 1,046c | ±0,2205 |
| 2 | 40 | 1,096b | ±0,3786 |
| 3 | 40 | 1,105a | ±0,2245 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Duncan çoklu karşılaştırma testine göre 3 hasat dönemindeki örneklere ait deme geçen kafein miktarları birbirlerinden farklı bulunmuştur (Çizelge 4.83). Buna göre 3.hasat döneminde elde edilen örneklerin deme geçen kafein miktarları en yüksek olmuştur.

Çizelge 4.84. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen kafein ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Süre (dak) | n | Kafein g/100g | |
|------------|----|---------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 30 | 0,772d | ±0,2527 |
| 3 | 30 | 0,990c | ±0,2859 |
| 5 | 30 | 1,207b | ±0,3511 |
| 7 | 30 | 1,360a | ±0,2894 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Demleme süreleri deme geçen kafein miktarları bakımından önemli (p<0,01) farklılık göstermiştir. Demleme süresine bağlı olarak en fazla kafein miktarı 7 dak lık demleme süresinde elde edilmiş olup süre azaldıkça kafein miktarıda azalmıştır (Çizelge 4.84).

Werkhoven (1978) demleme süresinin demdeki çözünebilir madde miktarı üzerine yapmış olduğu çalışmada 5 dak lık demleme sonucunda kafein miktarlarının %80'i, 25 dak lık demleme süresinde %20'sini, 35 dak lık demleme süresinde %100'nün geçtiğini belirtmişler. Hersheys (2001) verilerine göre 3 dak lık demleme süresince siyah çayların kafein içeriğini 0,22-0,28 mg olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4.85. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen kafein ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Çeşitler | n | Kafein g/100g | |
|----------|----|---------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 24 | 1,062d | ±0,2438 |
| Çeşit 2 | 24 | 1,106c | ±0,2751 |
| Çeşit 3 | 24 | 1,315a | ±0,4017 |
| Çeşit 4 | 24 | 1,157b | ±0,3752 |
| Çeşit 5 | 24 | 0,773e | ±0,3188 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Çay çeşitlerinde en yüksek kafein miktarı çeşit 3 yeşil çayında tespit edilmiştir. Hasat dönemleri, demleme süreleri ve çay çeşitleri demlemede deme geçen kafein miktarları üzerinde önemli (p<0,01) bir etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.85).

Reto *et al* (2007) yapmış oldukları çalışmada, ticari olarak Portekizde satılan yeşil çayların demlerindeki kafein içeriklerini 141-338 mg/l olarak tespit etmişlerdir.

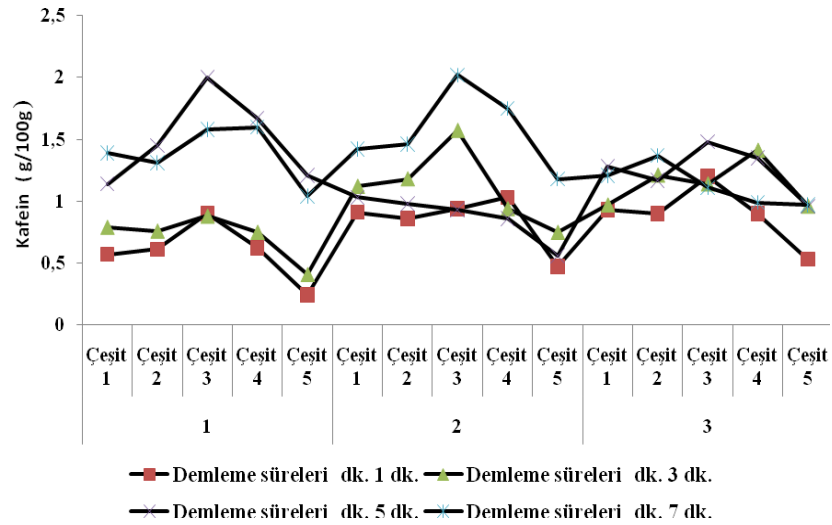
Hasat dönemine, demleme süresine ve çay çeşidine bağlı olarak kafein miktarlarının % deme geçiş oranları 1.hasat dönemi çaylarda en yüksek 7 dak lık sürede %59,05 oranında, 2.hasat dönemi çaylarda en yüksek 7 dak lık sürede %70,63 oranında, 3.hasat dönemi çaylarda ise 5 dak lık sürede kafein %60,32 oranında deme geçmiştir.

Kafeinin, çay demindeki miktarı demleme süresi ve yaprağın çeşidine göre değişiklik göstermektedir. Uzun demleme süresi çaydaki kafein miktarının yüksek çıkmasına neden olmaktadır. Küçük çay yapraklarından daha hızlı ve kuvvetli dem sağlanırken daha geniş yapraklı çaylardan daha zayıf dem sağlanır. Bu daha fazla ya da az kafein ekstraksiyonu ile sonuçlanır. 170 ml çay demi yaklaşık 20-70 mg kafein içermektedir. Aynı miktarda hazırlanan siyah, oolong ve yeşil çaylarda aynı miktarda kafein içerir (Tokuşoğlu 2001).

Astill *et al* (2001) poşet çay ekstraktına (demine) geçen kafeinin miktarı üzerine demlemenin etkisini araştırmışlar. Bu çalışmada kafein miktarı %2,21 olan çayların farklı demleme sürelerinde deme geçen miktarları; 0,5 dak lık sürede %34,6, 1 dak lık sürede %50,9 u geçmiştir.

Poyrazoğlu (1995) farklı miktarlarda alınarak farklı sürelerde demlenmiş çaylarda yapılan kafein analiz sonuçlarında bu oranın % 0,14-0,84 arasında değiştiğini belirtmiştir.

Naalakshmi (2003) yeşil çay, oolong çay ve siyah çay demlerinde yapmış oldukları çalışmalarda, yeşil çaylarda kafein miktarını 24,51mg/100g, oolong çaylarda 23,80 mg/100g, siyah çaylarda ise 18,70 mg/100g olarak belirtmiştir.



Şekil 4.36. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen kafein miktarları (g/100g)

4.2.4. Kateşin

4.2.4.a. Gallik asit

Yüksek basınçlı sıvı kromatografisinde yapılan, üç hasat döneminde alınan yeşil çay çeşitlerinin farklı demleme sürelerinde elde edilen suya geçen gallik asit miktarları Çizelge 4.86 ve Şekil 4.37’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.86. Deme geçen gallik asit miktarları (g/100g)

| Hasat dönemi | Çeşitler | Demleme süreleri | | | |
|--------------|----------|------------------|-------|-------|-------|
| | | 1 dak | 3 dak | 5 dak | 7 dak |
| 1 | Çeşit 1 | 0,006 | 0,008 | 0,011 | 0,014 |
| | Çeşit 2 | 0,006 | 0,007 | 0,013 | 0,012 |
| | Çeşit 3 | 0,017 | 0,008 | 0,019 | 0,015 |
| | Çeşit 4 | 0,007 | 0,007 | 0,016 | 0,024 |
| | Çeşit 5 | 0,004 | 0,007 | 0,026 | 0,019 |
| | Ortalama | 0,008 | 0,007 | 0,017 | 0,017 |
| 2 | Çeşit 1 | 0,010 | 0,018 | 0,011 | 0,015 |
| | Çeşit 2 | 0,010 | 0,014 | 0,011 | 0,018 |
| | Çeşit 3 | 0,012 | 0,018 | 0,010 | 0,023 |
| | Çeşit 4 | 0,017 | 0,011 | 0,010 | 0,020 |
| | Çeşit 5 | 0,012 | 0,014 | 0,010 | 0,017 |
| | Ortalama | 0,012 | 0,015 | 0,010 | 0,019 |
| 3 | Çeşit 1 | 0,007 | 0,010 | 0,015 | 0,010 |
| | Çeşit 2 | 0,008 | 0,011 | 0,011 | 0,013 |
| | Çeşit 3 | 0,011 | 0,010 | 0,013 | 0,010 |
| | Çeşit 4 | 0,008 | 0,012 | 0,012 | 0,009 |
| | Çeşit 5 | 0,009 | 0,012 | 0,025 | 0,018 |
| | Ortalama | 0,009 | 0,011 | 0,015 | 0,012 |

Yeşil çay çeşitlerinin deme geçen gallik asit miktarlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.87’de verilmiştir.

Çizelge 4.87. Deme geçen gallik asit miktarlarına ait varyans analiz sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|----------------------|----|-----------|------------|
| Hasat dönemi | 2 | 6,22E-005 | 128,759 ** |
| Süre | 3 | 0,000 | 536,667 ** |
| Çeşit | 4 | 4,79E-005 | 99,164 ** |
| Hasat * Süre | 6 | 0,000 | 263,839 ** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 2,67E-005 | 55,289 ** |
| Süre * Çeşit | 12 | 2,96E-005 | 61,336 ** |
| Hasat * Süre * Çeşit | 24 | 1,97E-005 | 40,685 ** |
| Hata | 60 | 4,83E-007 | |

(**) $p < 0,01$ Düzeyinde çok önemli

Deme geçen gallik asit miktarları çeşit, hasat dönemi ve demleme süreleri bakımından önemli ($p < 0,01$) düzeyde farklılık göstermiştir (Çizelge 4.87).

Çizelge 4.88. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen gallik asit ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Hasat dönemi | n | Gallik Asit g/100g | |
|--------------|----|--------------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 40 | 0,0120b | $\pm 0,0061$ |
| 2 | 40 | 0,0139a | $\pm 0,0039$ |
| 3 | 40 | 0,0116c | $\pm 0,0042$ |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,01$)

Duncan karşılaştırma testlerine göre üç hasat dönemindeki örneklere ait deme geçen gallik asit miktarları birbirinden farklı bulunmuştur (Çizelge 4.88). Buna göre 2.hasat döneminde elde edilen örneklerin deme geçen gallik asit miktarları en yüksek bulunmuştur.

Vaishali *et al* (2005) farklı imalat sistemi ile elde etmiş oldukları Çin çayları ile (5 kg, 3,5 yaprak) Japon yeşil çaylarında demleme sıcaklığına bağlı olarak kateşinlerin

ekstrakte edilebilirliği konulu çalışmalarında, 4 farklı imalat sisteminden elde edilen Çin yeşil çaylarının ilk demlemelerinde farklı imalat sisteminde sırası ile gallik asit miktarlarını 0,002 mg/ml, 0,01 mg/ml, 0,013 mg/ml, 0,012 mg/ml, Japon yeşil çaylarında gallik asit miktarını 0,004 mg/ml olarak bulmuşlardır. Farklı imalat sistemlerinde elde edilen yeşil çayların infüzyon sıcaklıklarına bağlı olarak elde edilen gallik asit miktarları 100°C sıcaklıktaki miktarları 0,01 mg/ml ile 0,04 mg/ml olarak belirlenmiştir. 80°C deki demde elde edilen çayların gallik asit miktarları 0,02 mg/ml ile 0,06 mg/ml olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.89. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen gallik asit ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Süre (dak) | n | Gallik Asit g/100g | |
|------------|----|--------------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 30 | 0,0093d | ±0,0036 |
| 3 | 30 | 0,0108c | ±0,0036 |
| 5 | 30 | 0,0142b | ±0,0051 |
| 7 | 30 | 0,0156a | ±0,0046 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

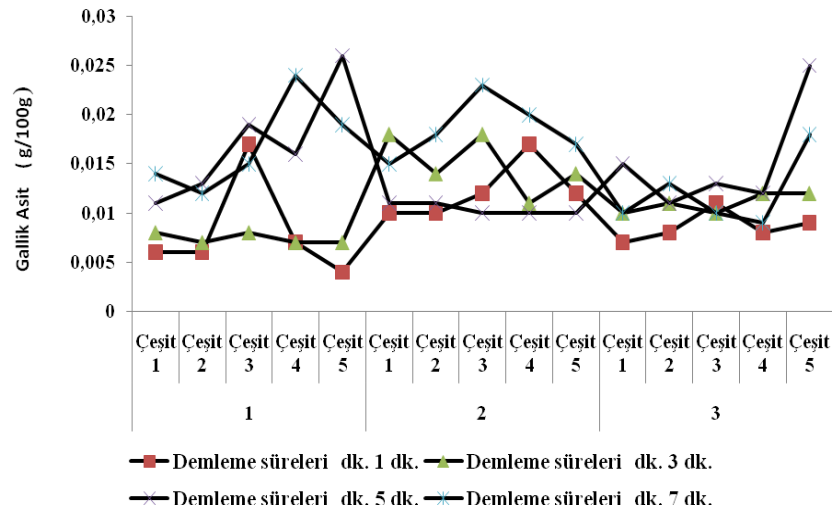
Demleme süreleri deme geçen gallik asit miktarı bakımından önemli (p<0,01) farklılık göstermiştir. Demleme süresine bağlı olarak en yüksek gallik asit miktarları 7 dak lık demleme süresinde elde edilmiş olup süre azaldıkça deme geçen gallik asit miktarda azalmıştır (Çizelge 4.89).

Çizelge 4.90. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen gallik asit ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Çeşitler | n | Gallik Asit g/100g | |
|----------|----|--------------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 24 | 0,0113d | ±0,0036 |
| Çeşit 2 | 24 | 0,0110d | ±0,0033 |
| Çeşit 3 | 24 | 0,0136b | ±0,0045 |
| Çeşit 4 | 24 | 0,0124c | ±0,0053 |
| Çeşit 5 | 24 | 0,0142a | ±0,0067 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Çay çeşitlerinde en yüksek gallik asit miktarları çeşit 5 yeşil çayında tespit edilmiştir. Genel olarak hasat dönemleri, demleme süreleri ve çay çeşitleri demlemede deme geçen gallik asit miktarları üzerinde önemli ($p<0,01$) bir etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.87). Çayın cinsi ve niteliği, çay yaprağının özellikleri, demleme sürelerinin direk etkili olduğu bildirilmektedir (Kacar 2010).



Şekil 4.37. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen gallik asit miktarları (g/100g)

Çay deminin kompozisyonu sıcaklık, demleme süresi, yaprak-su oranı ve suyun kompozisyonu gibi çeşitli parametrelere bağlıdır (Kacar 2010).

Gallik asit miktarlarının % deme geçiş oranları hasat dönemleri, çay çeşidi ve süreye bağlı olarak farklılık göstermiştir. En fazla 7 dak lık demleme süresinde gallik asitin % deme geçişi olmuştur. En az 1 dak lık demleme süresinde % deme geçiş gerçekleşmiştir.

Gallik asitin, çay demindeki miktarı demleme süresi ve yaprağın çeşidine göre değişiklik göstermektedir. Uzun demleme süresi çaydaki gallik asit miktarının yüksek çıkmasına neden olmaktadır.

4.2.4.b. EGC

Yüksek basınçlı sıvı kromatografisinde yapılan, üç hasat döneminden alınan yeşil çay çeşitlerinin farklı demleme sürelerinden elde edilen EGC miktarları Çizelge 4.91 ve Şekil 4.38’de gösterilmiştir.

EGC miktarlarının çay çeşitlerine, demleme sürelerine bağlı olarak hasat dönemleri arası farklılık, yaprağın yapısı, iklim, partikül büyüklüğü ve demleme sürelerinin etkili olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.91. Deme geçen EGC miktarları(g/100g)

| Hasat dönemi | Çeşitler | Demleme süreleri | | | |
|--------------|----------|------------------|-------|-------|-------|
| | | 1 dak | 3 dak | 5 dak | 7 dak |
| 1 | Çeşit 1 | 0,88 | 1,16 | 1,71 | 2,29 |
| | Çeşit 2 | 0,78 | 1,06 | 2,08 | 1,96 |
| | Çeşit 3 | 1,42 | 1,36 | 3,26 | 2,61 |
| | Çeşit 4 | 0,86 | 1,10 | 2,57 | 2,70 |
| | Çeşit 5 | 0,30 | 0,54 | 1,59 | 1,49 |
| | Ortalama | 0,85 | 1,04 | 2,24 | 2,21 |
| 2 | Çeşit 1 | 1,17 | 1,69 | 1,49 | 2,13 |
| | Çeşit 2 | 0,98 | 1,57 | 1,28 | 2,03 |
| | Çeşit 3 | 1,45 | 2,41 | 1,37 | 3,33 |
| | Çeşit 4 | 1,33 | 1,28 | 1,15 | 2,67 |
| | Çeşit 5 | 0,54 | 0,98 | 0,76 | 1,61 |
| | Ortalama | 1,09 | 1,59 | 1,21 | 2,35 |
| 3 | Çeşit 1 | 0,88 | 1,03 | 1,63 | 1,40 |
| | Çeşit 2 | 0,79 | 1,12 | 1,24 | 1,49 |
| | Çeşit 3 | 1,48 | 1,29 | 1,95 | 1,38 |
| | Çeşit 4 | 0,86 | 1,53 | 1,75 | 1,16 |
| | Çeşit 5 | 0,45 | 0,90 | 1,08 | 1,11 |
| | Ortalama | 0,89 | 1,17 | 1,53 | 1,31 |

Yeşil çay çeşitlerinin deme geçen EGC miktarlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.92’de verilmiştir.

Çizelge 4.92. Deme geçen EGC miktarlarına ait varyans analiz sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|----------------------|----|-----------|---------------|
| Hasat dönemi | 2 | 1,633 | 28737,400 ** |
| Süre | 3 | 5,900 | 103822,530 ** |
| Çeşit | 4 | 3,126 | 55016,174 ** |
| Hasat * Süre | 6 | 1,786 | 31422,318 ** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 0,123 | 2163,376 ** |
| Süre * Çeşit | 12 | ,023 | 413,299 ** |
| Hasat * Süre * Çeşit | 24 | ,178 | 3126,341 ** |
| Hata | 60 | 5,68E-005 | |

(**) p<0,01 Düzeyinde çok önemli

Deme geçen EGC miktarları çeşit, hasat dönemi ve demleme süresi bakımından önemli (p<0,01) düzeyde farklılık göstermiştir (Çizelge 4.92).

Çizelge 4.93. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen EGC ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Hasat dönemi | n | EGC g/100g | |
|--------------|----|------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 40 | 1,5890a | ±0,789 |
| 2 | 40 | 1,5639b | ±0,663 |
| 3 | 40 | 1,2272c | ±0,356 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Duncan karşılaştırma testlerine göre üç hasat dönemindeki örneklere ait deme geçen EGC miktarları birbirinden farklı bulunmuştur. Buna göre 1.hasat dönemi elde edilen örneklerin deme geçen EGC miktarı en yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.93). Yaprağın yapısına bağlı olarak hasat dönemleri arasında yaprakta bulunan EGC miktarları farklı olduğu için demleme süresinin etkisi ile hasat dönemleri arası farklılık göstermiştir.

Çizelge 4.94. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen EGC ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Süre (dak) | n | EGC g/100g | |
|------------|----|------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 30 | 0,9474d | ±0,3577 |
| 3 | 30 | 1,2701c | ±0,4196 |
| 5 | 30 | 1,6622b | ±0,6176 |
| 7 | 30 | 1,9603a | ±0,6472 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Demleme süreleri deme geçen EGC miktarları bakımından önemli (p<0,01) farklılık göstermiştir. En yüksek EGC miktarı 7 dak lık demleme süresinde elde edilmiş olup süre azaldıkça EGC miktarında azalmıştır (Çizelge 4.94). Wang *et al* (2000) farklı yeşil çaylarda yapmış oldukları çalışmalarda EGC miktarlarını Gunpowder yeşil çayında 29,70 mg/100ml, Sencha yeşil çayında 36,20 mg/100ml olarak tayin etmişlerdir.

Çizelge 4.95. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen EGC ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Çeşitler | n | EGC g/100g | |
|----------|----|------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 24 | 1,4566c | ±0,448 |
| Çeşit 2 | 24 | 1,3666d | ±0,454 |
| Çeşit 3 | 24 | 1,9448a | ±0,437 |
| Çeşit 4 | 24 | 1,5838b | ±0,674 |
| Çeşit 5 | 24 | 0,9482e | ±0,646 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

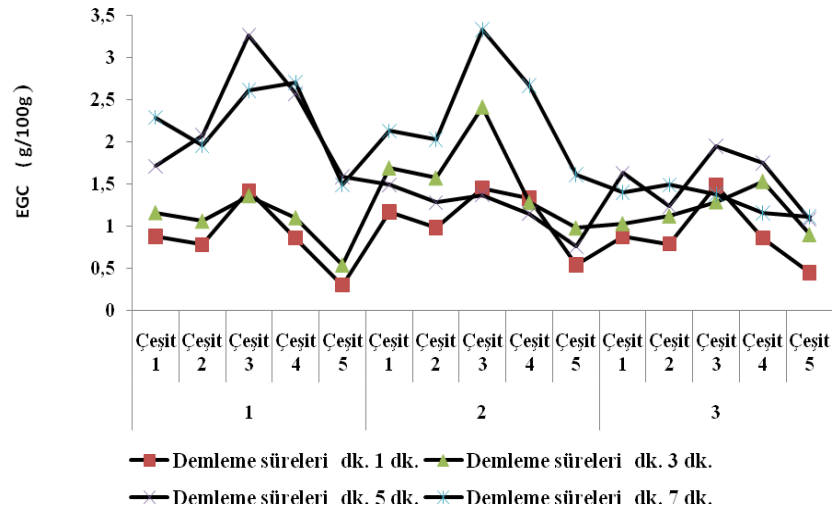
Çay çeşitlerinde en yüksek EGC miktarı ortalama % 1,944 değeri ile çeşit 3 yeşil çayında tespit edilmiştir (Çizelge 4.95).

Vaishali *et al* (2004) farklı imalat sistemi ile elde etmiş oldukları Çin çayları ile (5 kg, 3,5 Yaprak) Japon yeşil çaylarında demleme sıcaklığına bağlı olarak kateşinlerin ekstrakte edilebilirliği konulu çalışmalarında, 4 farklı imalat sisteminden elde edilen Çin yeşil çaylarının ilk demlemelerinde farklı imalat sisteminde sırası ile EGC miktarlarını 0,78 mg/ml, 0,78 mg/ml, 0,80 mg/ml, 0,63 mg/ml, Japon yeşil çaylarında EGC

miktarını 1,54 mg/ml olarak bulmuşlardır, farklı imalat sistemlerinde elde edilen yeşil çayların infüzyon sıcaklıklarına bağlı olarak elde edilen EGC'in, 100°C sıcaklıktaki miktarı 0,15 mg/ml-0,90 mg/ml aralığında 80 °C deki demde elde edilen çayların EGC miktarlarını ise 0,14 mg/ml-0,84 mg/ml aralığında belirlemiştir.

Reto *et al* (2007) yapmış oldukları çalışmada, ticari olarak Portekizde satılan yeşil çayların demlerindeki EGC içeriklerini 16,0-15,0 mg/l olarak tespit edilmişlerdir.

Çay çeşitlerinin % deme geçiş miktarları farklılık göstermiş olup 1.hasat dönemi çaylarda en fazla 5 dak lık sürede EGC %53,195 oranında, 2. hasat dönemi çaylarda en fazla 7 dak lık sürede EGC %62,72 oranında, 3. hasat dönemi çaylarda EGC 5 dak lık sürede %49,351 oranında deme geçmiştir.



Şekil 4.38. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen EGC miktarları (g/100g)

4.2.4.c.C

Yüksek basınçlı sıvı kromatografisinde yapılan, üç hasat döneminde alınan çay çeşitlerinin farklı demleme sürelerinden elde edilen C miktarları Çizelge 4.96 ve Şekil 4.39'da gösterilmiştir.

Demleme süresinin artması, hasat dönemi ve ve parçacık büyüklüğü suya geçen C miktarı üzerinde etkili olmuştur. Yaprak toplama zamanı ve güneş ışığı yapraktaki tanen miktarına etki eder (Tekeli 1976).

Çizelge 4.96. Deme geçen C miktarları(g/100g)

| Hasat dönemi | Çeşitler | Demleme süreleri | | | |
|--------------|----------|------------------|-------|-------|-------|
| | | 1 dak | 3 dak | 5 dak | 7 dak |
| 1 | Çeşit 1 | 0,014 | 0,016 | 0,024 | 0,030 |
| | Çeşit 2 | 0,014 | 0,016 | 0,035 | 0,03 |
| | Çeşit 3 | 0,020 | 0,018 | 0,042 | 0,034 |
| | Çeşit 4 | 0,014 | 0,017 | 0,036 | 0,038 |
| | Çeşit 5 | 0,007 | 0,010 | 0,025 | 0,023 |
| | Ortalama | 0,014 | 0,015 | 0,032 | 0,031 |
| 2 | Çeşit 1 | 0,016 | 0,021 | 0,018 | 0,024 |
| | Çeşit 2 | 0,015 | 0,021 | 0,017 | 0,025 |
| | Çeşit 3 | 0,018 | 0,026 | 0,016 | 0,035 |
| | Çeşit 4 | 0,018 | 0,017 | 0,015 | 0,031 |
| | Çeşit 5 | 0,009 | 0,014 | 0,011 | 0,020 |
| | Ortalama | 0,015 | 0,020 | 0,015 | 0,027 |
| 3 | Çeşit 1 | 0,010 | 0,011 | 0,015 | 0,013 |
| | Çeşit 2 | 0,011 | 0,015 | 0,015 | 0,016 |
| | Çeşit 3 | 0,016 | 0,015 | 0,019 | 0,014 |
| | Çeşit 4 | 0,011 | 0,017 | 0,017 | 0,013 |
| | Çeşit 5 | 0,007 | 0,012 | 0,012 | 0,011 |
| | Ortalama | 0,011 | 0,014 | 0,016 | 0,013 |

Yeşil çay çeşitlerinin deme geçen C miktarlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.97’de verilmiştir.

Çizelge 4.97. Deme geçen C miktarlarına ait varyans analiz sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|----------------------|----|-----------|--------------|
| Hasat dönemi | 2 | 0,001 | 28737,400 ** |
| Süre | 3 | 0,001 | 80705,000** |
| Çeşit | 4 | 0,000 | 35875,000** |
| Hasat * Süre | 6 | 0,000 | 38847,000** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 2,52E-005 | 3020,500** |
| Süre * Çeşit | 12 | 6,85E-006 | 821,667** |
| Hasat * Süre * Çeşit | 24 | 2,08E-005 | 2491,167** |
| Hata | 60 | 8,33E-009 | |

(**) p<0,01 Düzeyinde çok önemli

Deme geçen C miktarları çeşit, hasat dönemi ve demleme süresi bakımından önemli (p<0,01) düzeyde farklılık göstermiştir (Çizelge 4.97).

Çizelge 4.98. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen C ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Hasat dönemi | n | C g/100g | |
|--------------|----|----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 40 | 0,0228a | ±0,0102 |
| 2 | 40 | 0,0194b | ±0,0062 |
| 3 | 40 | 0,0135c | ±0,0028 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Duncan karşılaştırma testine göre üç hasat dönemindeki örneklere ait deme geçen C miktarları, birbirinden farklı bulunmuştur. Buna göre 1.hasat döneminden elde edilen çay örneklerinin deme geçen C miktarları en yüksek olmuştur (Çizelge 4.98). Yaprığın yapısına bağlı olarak hasat dönemleri arasında yaprakta bulunan C miktarları farklı olduğu için demleme süresinin etkisi ile hasat dönemleri arası farklılık göstermiştir. Demlemede çay çeşidinin parçacık büyüklüğü direkt etkili olmaktadır.

Çizelge 4.99. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen C ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Süre (dak) | n | C g/100g | |
|------------|----|----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 30 | 0,0131d | ±0,0040 |
| 3 | 30 | 0,0164c | ±0,0040 |
| 5 | 30 | 0,0209b | ±0,0092 |
| 7 | 30 | 0,0238a | ±0,0088 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Demleme süreleri deme geçen C miktarları bakımından önemli (p<0,01) farklılık göstermiştir. Demleme süresine bağlı olarak en fazla C değeri 7 dak lık demleme süresinde elde edilmiş olup süre azaldıkça C miktarında azalmıştır (Çizelge 4.99).

Wang *et al* (2000) farklı yeşil çaylarda yapmış oldukları çalışmalarda C miktarlarını Gunpowder yeşil çayında 0,69 mg/100ml, Sencha yeşil çayında 1,41 mg/100 ml olarak tayin etmişlerdir.

Çizelge 4.100. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen C ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

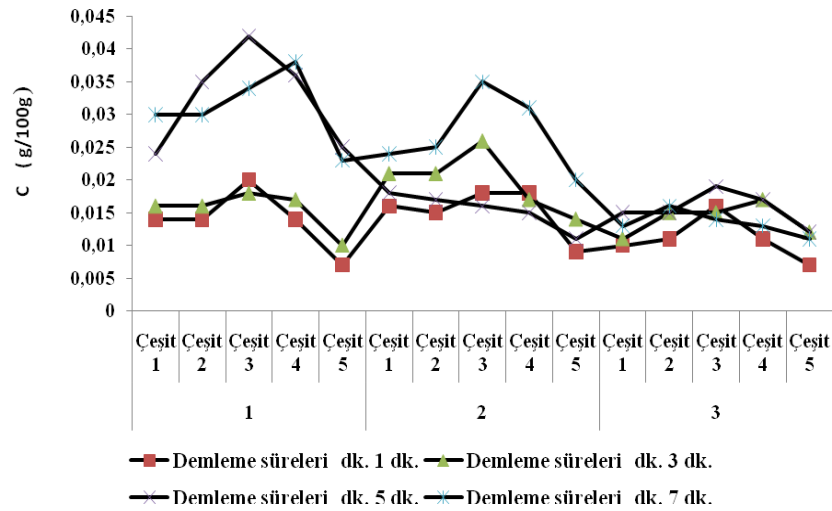
| Çeşitler | n | C g/100g | |
|----------|----|----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 24 | 0,0170d | ±0,0058 |
| Çeşit 2 | 24 | 0,0192c | ±0,0070 |
| Çeşit 3 | 24 | 0,0228a | ±0,0091 |
| Çeşit 4 | 24 | 0,0203b | ±0,0090 |
| Çeşit 5 | 24 | 0,0134e | ±0,0058 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Çay çeşitlerinde en yüksek C miktarları ortalama çeşit 3 yeşil çayında tespit edilmiştir. (Çizelge 4.101).

Vaishali *et al* (2004) farklı imalat sistemi ile elde etmiş oldukları Çin çayları ile (5 kg, 3,5 Yaprak) Japon yeşil çaylarında demleme sıcaklığına bağlı olarak kateşinlerin ekstrakte edilebilirliği konulu çalışmalarında, 4 farklı imalat sisteminden elde edilen Çin yeşil çaylarının ilk demlemelerinde farklı imalat sisteminde sırası ile C miktarlarını 0,04 mg/ml, 0,04 mg/ml, 0,04 mg/ml, 0,05 mg/ml, Japon yeşil çaylarında C miktarını 0,04 mg/ml olarak bulmuşlardır, farklı imalat sistemlerinde elde edilen yeşil çayların infuzyon sıcaklıklarına bağlı olarak elde edilen EGC miktarları, 100°C deki sıcaklıktaki miktarları 0,02 mg/ml-0,03 mg/ml aralığında, 80 °C deki demde elde edilen çayların C miktarlarını ise 0,02 mg/ml-0,03 mg/ml aralığında belirlemiştir.

Hasat dönemine, demleme süresine ve çay çeşidine bağlı olarak C miktarlarının % deme geçiş oranları, 1.hasat dönemi çaylarda en yüksek 5 dak lık sürede %56,319 oranında, 2.hasat dönemi çaylarda en fazla 7 dak lık sürede %59,319 oranında, 3.hasat dönemi çaylarda en yüksek 5 dak lık sürede %45,413 oranında deme geçmiştir.



Şekil 4.39. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen C miktarları (g/100g)

4.2.4.d. EGCG

Yeşil çay yaprağında EGCG miktarları, hasat dönemlerine göre diğer flavanol bileşikler den daha fazla miktarda bulunmaktadır. Üç hasat döneminde alınan yeşil çay çeşitlerinin, farklı demleme sürelerinde elde edilen EGCG miktarları Çizelge 4.101 ve Şekil 4.40'da gösterilmiştir.

Demleme süresinin artması, hasat dönemi ve çayın parçaçık büyüklüğü deme geçen EGCG miktarı üzerinde etkili olmuştur. EGCG miktarlarının çay çeşitlerine, demleme sürelerine bağlı olarak hasat dönemleri arası farklılık yaprağın yapısı, iklim, partikül büyüklüğü ve demleme süreleri etkili olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.101. Deme geçen EGCG miktarları (g/100g)

| Hasat dönemi | Çeşitler | Demleme süreleri | | | |
|--------------|----------|------------------|-------|-------|-------|
| | | 1 dak | 3 dak | 5 dak | 7 dak |
| 1 | Çeşit 1 | 0,738 | 0,878 | 1,450 | 1,833 |
| | Çeşit 2 | 0,716 | 0,938 | 1,842 | 1,696 |
| | Çeşit 3 | 1,424 | 1,343 | 3,234 | 2,427 |
| | Çeşit 4 | 0,797 | 0,973 | 2,247 | 2,292 |
| | Çeşit 5 | 0,353 | 0,557 | 1,608 | 1,388 |
| | Ortalama | 0,806 | 0,938 | 2,076 | 1,927 |
| 2 | Çeşit 1 | 1,252 | 1,738 | 1,582 | 2,233 |
| | Çeşit 2 | 1,147 | 1,767 | 1,415 | 2,374 |
| | Çeşit 3 | 1,691 | 2,918 | 1,733 | 4,146 |
| | Çeşit 4 | 1,540 | 1,497 | 1,360 | 3,202 |
| | Çeşit 5 | 0,724 | 1,201 | 1,012 | 2,146 |
| | Ortalama | 1,271 | 1,824 | 1,420 | 2,820 |
| 3 | Çeşit 1 | 1,086 | 1,269 | 1,847 | 1,670 |
| | Çeşit 2 | 1,081 | 1,209 | 1,664 | 1,908 |
| | Çeşit 3 | 2,159 | 1,902 | 2,683 | 1,979 |
| | Çeşit 4 | 1,182 | 2,050 | 2,184 | 1,509 |
| | Çeşit 5 | 0,731 | 1,419 | 1,553 | 1,181 |
| | Ortalama | 1,248 | 1,570 | 1,986 | 1,649 |

Yeşil çay çeşitlerinin deme geçen EGCG miktarlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.102’de verilmiştir.

Çizelge 4.102. Deme geçen EGCG’ a ait varyans analizi sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|----------------------|----|-----------|--------------|
| Hasat dönemi | 2 | 1,439 | 30350,216** |
| Süre | 3 | 5,893 | 124258,105** |
| Çeşit | 4 | 4,372 | 92190,632** |
| Hasat * Süre | 6 | 1,989 | 41931,522** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 0,041 | 872,478** |
| Süre * Çeşit | 12 | 0,033 | 697,576** |
| Hasat * Süre * Çeşit | 24 | 0,256 | 5407,010** |
| Hata | 60 | 4,74E-005 | |

(**) p<0,01 Düzeyinde çok önemli

Deme geçen EGCG miktarları çeşit, hasat dönemi ve demleme süresi bakımından önemli (p<0,01) farklılık göstermiştir (Çizelge 4.102).

Çizelge 4.103. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen EGCG ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Hasat dönemi | n | EGCG g/100g | |
|--------------|----|-------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 40 | 1,4602c | ±0,711 |
| 2 | 40 | 1,8379a | ±0,808 |
| 3 | 40 | 1,6183b | ±0,473 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Duncan karşılaştırma testine göre üç hasat dönemindeki örneklere ait deme geçen EGCG miktarları, birbirinden farklı bulunmuştur. Buna göre 2. hasat döneminden elde edilen çay örneklerinin deme geçen EGCG miktarları en yüksek olmuştur (Çizelge 4.103). Yaprığın yapısına bağlı olarak hasat dönemleri arasında yaprakta bulunan EGCG miktarları farklı olduğu için demleme süresinin etkisi ile hasat dönemleri arası farklılık göstermiştir. Demlemede çay çeşidinin parçacık büyüklüğü direkt etkili olmaktadır.

Çizelge 4.104. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen EGCG ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Süre (dak) | n | EGCG g/100g | |
|------------|----|-------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 30 | 1,1126d | ±0,455 |
| 3 | 30 | 1,4738c | ±0,550 |
| 5 | 30 | 1,8323b | ±0,552 |
| 7 | 30 | 2,1365a | ±0,731 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Demleme süreleri deme geçen EGCG miktarları bakımından önemli (p<0,01) farklılık göstermiştir. Demleme süresine bağlı olarak en fazla EGCG değeri 7 dak lık demleme süresinde elde edilmiş olup süre azaldıkça EGCG miktarında azalmıştır (Çizelge 4.104).

Wang *et al* (2000) farklı yeşil çaylarda yapmış oldukları çalışmalarda EGCG miktarlarını Gunpowder yeşil çayında 32,60 mg/100ml, Sencha yeşil çayında 28,80 mg/100ml olarak tayin etmişlerdir. Reto *et al* (2007) yapmış oldukları çalışmada, ticari olarak Portekizde satılan yeşil çayların demlerindeki EGCG içeriklerini 117-442 mg/l olarak tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.105. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen EGCG ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

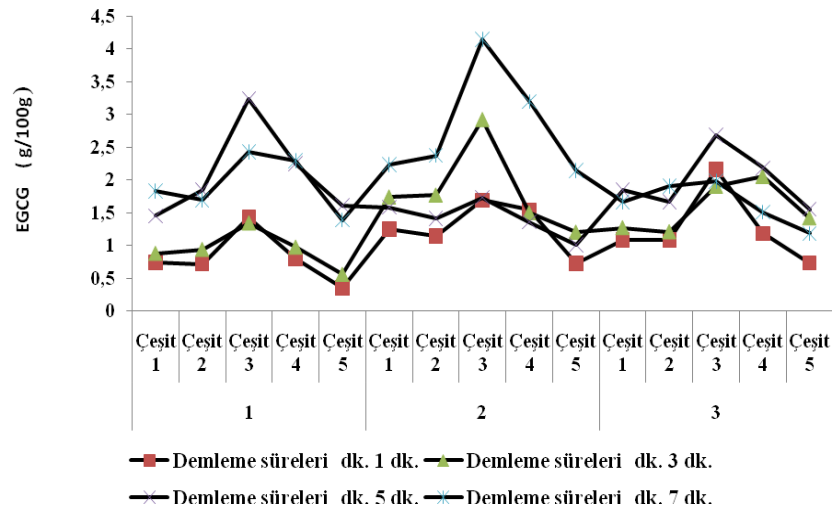
| Çeşitler | n | EGCG g/100g | |
|----------|----|-------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 24 | 1,4848d | ±0,394 |
| Çeşit 2 | 24 | 1,5003c | ±0,465 |
| Çeşit 3 | 24 | 2,3071a | ±0,664 |
| Çeşit 4 | 24 | 1,7411b | ±0,499 |
| Çeşit 5 | 24 | 1,1606e | ±0,691 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Çay çeşitlerinde en yüksek EGCG miktarları ortalama çeşit 3 yeşil çayında tespit edilmiştir (Çizelge 4.105).

Vaishali *et al* (2004) farklı imalat sistemi ile elde etmiş oldukları Çin çayları ile (5 kg, 3,5 Yaprak) Japon yeşil çaylarında demleme sıcaklığına bağlı olarak kateşinlerin ekstrakte edilebilirliği konulu çalışmalarında, 4 farklı imalat sisteminden elde edilen Çin yeşil çaylarının ilk demlemelerinde farklı imalat sisteminde sırası ile EGCG miktarlarını 0,78 mg/ml, 0,98 mg/ml, 1,00 mg/ml, 0,76 mg/ml, Japon yeşil çaylarında EGCG miktarını 0,86 mg/ml olarak bulmuşlardır, farklı imalat sistemlerinde elde edilen yeşil çayların infüzyon sıcaklıklarına bağlı olarak elde edilen EGCG miktarları, 100°C deki sıcaklıkta 0,40 mg/ml-1,73 mg/ml aralığında, 80 °C deki sıcaklıkta ise EGCG miktarlarını 1,20 mg/ml-1,52 mg/ml aralığında belirlemişlerdir.

Hasat dönemlerine, demleme süresine ve çay çeşitlerine bağlı olarak bulunan EGCG miktarlarının % deme geçme oranları, 2. hasat dönemi çaylarda en yüksek 7 dak lık sürede %35,85 oranında, 3. hasat dönemi çaylarda en fazla 5 dak lık sürede %25,99 oranında, 1.hasat dönemi çaylarda EGCG'ın % geçiş oranları diğer hasat dönemlerine nazaran daha az olup 5 dak lık sürede %28,43'ü deme geçmiştir. Deme geçen EGCG'nin miktarları hasat dönemlerine, çeşit çaylara ve süreye bağlı olarak değişim göstermiştir.



Şekil 4.40. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen EGCG miktarları (g/100g)

4.2.4.e. EC

Yüksek basınçlı sıvı kromatografisinde yapılan, üç hasat döneminde alınan yeşil çay çeşitlerinin farklı demleme sürelerinde elde edilen EC miktarları Çizelge 4.106 ve Şekil 4.41’de gösterilmiştir.

Diğer kateşin miktarlarında olduğu gibi, yapraktaki toplam polifenol miktarı, hasat dönemleri arası farklılık, yaprağın yapısına, iklime bağlı olarak oluşmaktadır. Demlemede deme geçen miktarlara ise yaprağın yapısı, partikül büyüklüğü ve demleme süreleri etki etmektedir.

Çizelge 4.106. Deme geçen EC miktarları (g/100g)

| Hasat dönemi | Çeşitler | Demleme süreleri | | | |
|--------------|----------|------------------|-------|-------|-------|
| | | 1 dak | 3 dak | 5 dak | 7 dak |
| 1 | Çeşit 1 | 0,084 | 0,176 | 0,345 | 0,537 |
| | Çeşit 2 | 0,063 | 0,153 | 0,527 | 0,446 |
| | Çeşit 3 | 0,242 | 0,225 | 0,823 | 0,612 |
| | Çeşit 4 | 0,073 | 0,159 | 0,639 | 0,673 |
| | Çeşit 5 | 0,034 | 0,054 | 0,301 | 0,254 |
| | Ortalama | 0,099 | 0,153 | 0,527 | 0,504 |
| 2 | Çeşit 1 | 0,112 | 0,249 | 0,182 | 0,364 |
| | Çeşit 2 | 0,059 | 0,223 | 0,132 | 0,393 |
| | Çeşit 3 | 0,178 | 0,444 | 0,135 | 0,657 |
| | Çeşit 4 | 0,155 | 0,136 | 0,088 | 0,499 |
| | Çeşit 5 | 0,045 | 0,049 | 0,057 | 0,204 |
| | Ortalama | 0,110 | 0,220 | 0,119 | 0,423 |
| 3 | Çeşit 1 | 0,014 | 0,053 | 0,210 | 0,145 |
| | Çeşit 2 | 0,065 | 0,089 | 0,145 | 0,183 |
| | Çeşit 3 | 0,169 | 0,120 | 0,290 | 0,139 |
| | Çeşit 4 | 0,015 | 0,194 | 0,252 | 0,094 |
| | Çeşit 5 | 0,010 | 0,017 | 0,060 | 0,056 |
| | Ortalama | 0,055 | 0,095 | 0,191 | 0,123 |

Yeşil çay çeşitlerinin deme geçen EC miktarlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.107'de verilmiştir.

Çizelge 4.107. Deme geçen EC miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|----------------------|----|-----------|-------------|
| Hasat dönemi | 2 | 0,411 | 11634,556** |
| Süre | 3 | 0,424 | 11991,085** |
| Çeşit | 4 | 0,183 | 5176,434** |
| Hasat * Süre | 6 | 0,173 | 4894,651** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 0,012 | 342,478** |
| Süre * Çeşit | 12 | 0,007 | 185,549** |
| Hasat * Süre * Çeşit | 24 | 0,015 | 430,856** |
| Hata | 60 | 3,53E-005 | |

(**) $p < 0,01$ Düzeyinde çok önemli

Deme geçen EC miktarları çeşit, hasat dönemi ve demleme süresi bakımından önemli ($p < 0,01$) düzeyde farklılık göstermiştir (Çizelge 4.107).

Çizelge 4.108. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen EC ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Hasat dönemi | n | EC g/100g | |
|--------------|----|-----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 40 | 0,3220a | $\pm 0,240$ |
| 2 | 40 | 0,2216b | $\pm 0,160$ |
| 3 | 40 | 0,1192c | $\pm 0,085$ |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,01$)

Duncan karşılaştırma testine göre üç hasat dönemindeki örneklere ait deme geçen EC miktarları, birbirinden farklı bulunmuştur. Buna göre 1.hasat döneminde elde edilen çay örneklerinin deme geçen EC miktarları en yüksek olmuştur. 3.hasat döneminde elde edilen çay örneklerinin deme geçen EC miktarları en düşük olmuştur (Çizelge 4.108).

Çizelge 4.109. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen EC ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Süre (dak) | n | EC g/100g | |
|------------|----|-----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 30 | 0,0919d | ±0,068 |
| 3 | 30 | 0,1555c | ±0,105 |
| 5 | 30 | 0,2827b | ±0,220 |
| 7 | 30 | 0,3536a | ±0,209 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Demleme süreleri, deme geçen EC miktarları bakımından önemli (p<0,01) farklılık göstermiştir (Çizelge 4.109). Demleme süresine bağlı olarak en yüksek EC değeri 7 daklık demleme süresinde elde edilmiş olup süre azaldıkça EC miktarında azalmıştır.

Çizelge 4.110. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen EC ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Çeşitler | n | EC g/100g | |
|----------|----|-----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 24 | 0,2032d | ±0,149 |
| Çeşit 2 | 24 | 0,2100c | ±0,157 |
| Çeşit 3 | 24 | 0,3403a | ±0,233 |
| Çeşit 4 | 24 | 0,2520b | ±0,221 |
| Çeşit 5 | 24 | 0,0991e | ±0,192 |

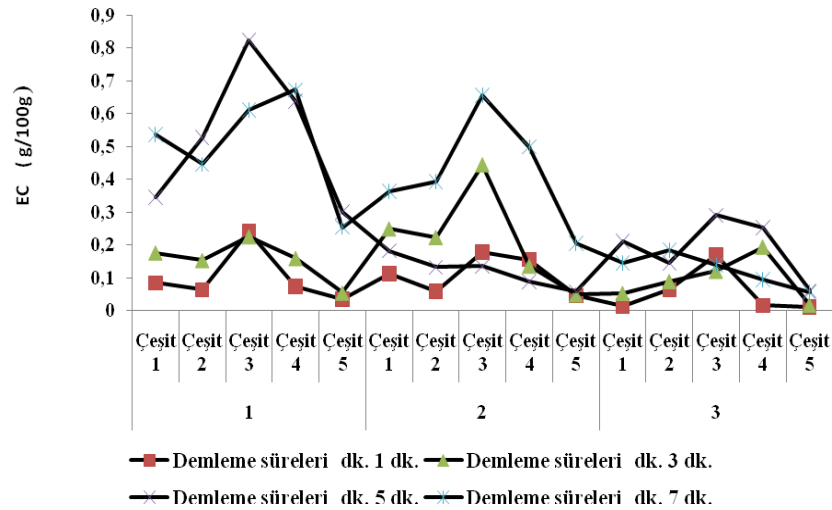
*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Çay çeşitlerinde en yüksek EC miktarları ortalama çeşit 3 yeşil çayında tespit edilmiştir (Çizelge 4.110).

Wang *et al* (2000) farklı yeşil çaylarda yapmış oldukları çalışmalarda EC miktarlarını Gunpowder yeşil çayında 5,58 mg/100ml, Sencha yeşil çayında 9,54 mg/100 ml olarak tayin etmişlerdir.

Vaishali *et al* (2004) farklı imalat sistemi ile elde etmiş oldukları Çin çayları ile (5 kg, 3,5 Yaprak) Japon yeşil çaylarında demleme sıcaklığına bağlı olarak kateşinlerin ekstrakte edilebilirliği konulu çalışmalarında, 4 farklı imalat sisteminden elde edilen Çin yeşil çaylarının ilk demlemelerinde farklı imalat sisteminde sırası ile EC miktarlarını 0,2 mg/ml, 0,2 mg/ml, 1,00 mg/ml, 0,2 mg/ml, Japon yeşil çaylarında EC miktarını 0,4 mg/ml olarak bulmuşlardır. Farklı imalat sistemlerinde elde edilen yeşil çayların infüzyon sıcaklıklarına bağlı olarak elde edilen EC miktarları, 100°C sıcaklıktaki miktarları 0,40 mg/ml-0,63 mg/ml aralığında, 80°C deki sıcaklıkta ise çayların EC miktarlarını 0,27 mg/ml-0,53 mg/ml aralığında belirlemişlerdir.

Çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme süresine bağlı olarak bulunan EC miktarlarının % deme geçme oranları, 1. hasat dönemi çaylarda en yüksek deme geçiş olup ortalama % 28,67 oranındadır. Demleme süresi arttıkça % deme geçiş oranları da arttığı ve partikül büyüklüğü fazla olan çaylarda deme geçme oranının daha az olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.41. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen EC miktarları (g/100g)

4.2.4.f. ECG

Epikateşin gallatın, yüksek basınçlı sıvı kromatografisinde, üç hasat döneminde alınan çay çeşitlerinin farklı demleme sürelerinde elde edilen miktarları Çizelge 4.111 ve Şekil 4.42'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.111. Deme geçen ECG miktarları

| Hasat dönemi | Çeşitler | Demleme süreleri | | | |
|--------------|----------|------------------|-------|-------|-------|
| | | 1 dak | 3 dak | 5 dak | 7 dak |
| 1 | Çeşit 1 | 0,121 | 0,158 | 0,236 | 0,295 |
| | Çeşit 2 | 0,120 | 0,153 | 0,308 | 0,279 |
| | Çeşit 3 | 0,228 | 0,217 | 0,522 | 0,388 |
| | Çeşit 4 | 0,131 | 0,159 | 0,363 | 0,367 |
| | Çeşit 5 | 0,058 | 0,089 | 0,259 | 0,218 |
| | Ortalama | 0,132 | 0,155 | 0,338 | 0,309 |
| 2 | Çeşit 1 | 0,169 | 0,228 | 0,212 | 0,301 |
| | Çeşit 2 | 0,155 | 0,235 | 0,191 | 0,313 |
| | Çeşit 3 | 0,225 | 0,390 | 0,232 | 0,552 |
| | Çeşit 4 | 0,206 | 0,200 | 0,183 | 0,425 |
| | Çeşit 5 | 0,099 | 0,160 | 0,125 | 0,289 |
| | Ortalama | 0,171 | 0,243 | 0,189 | 0,376 |
| 3 | Çeşit 1 | 0,148 | 0,174 | 0,248 | 0,226 |
| | Çeşit 2 | 0,149 | 0,206 | 0,228 | 0,260 |
| | Çeşit 3 | 0,293 | 0,261 | 0,366 | 0,269 |
| | Çeşit 4 | 0,165 | 0,279 | 0,297 | 0,208 |
| | Çeşit 5 | 0,100 | 0,206 | 0,207 | 0,206 |
| | Ortalama | 0,171 | 0,225 | 0,269 | 0,234 |

Yeşil çay çeşitlerinin deme geçen ECG miktarlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.112’de verilmiştir.

Çizelge 4.112. ECG miktarlarının yeşil çay çeşitlerine, hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait varyans analizi sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|----------------------|----|-------|-----------|
| Hasat dönemi | 2 | 0,005 | 16,348** |
| Süre | 3 | 0,117 | 398,995** |
| Çeşit | 4 | 0,080 | 272,840** |
| Hasat * Süre | 6 | 0,045 | 153,622** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 0,002 | 6,237** |
| Süre * Çeşit | 12 | 0,001 | 2,294** |
| Hasat * Süre * Çeşit | 24 | 0,004 | 15,374** |
| Hata | 60 | 0,000 | |

(**) $p < 0,01$ Düzeyinde çok önemli

Deme geçen ECG miktarları çeşit, hasat dönemi ve demleme süresi bakımından önemli ($p < 0,01$) düzeyde farklılık göstermiştir (Çizelge 4.112).

Çizelge 4.113. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen ECG ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Hasat dönemi | n | ECG g/100g | |
|--------------|----|------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 40 | 0,2388b | $\pm 0,115$ |
| 2 | 40 | 0,2533a | $\pm 0,105$ |
| 3 | 40 | 0,2319b | $\pm 0,058$ |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,01$)

Duncan karşılaştırma testine göre üç hasat dönemindeki örneklere ait deme geçen ECG miktarları birbirinden farklı bulunmuştur (Çizelge 4.113). Buna göre 2.hasat dönemi elde edilen örneklerin deme geçen ECG miktarları en yüksek olmuştur.

Çizelge 4.114. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen ECG ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Süre (dak) | n | ECG g/100g | |
|------------|----|------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 30 | 0,1684d | ±0,057 |
| 3 | 30 | 0,2160c | ±0,069 |
| 5 | 30 | 0,2695b | ±0,095 |
| 7 | 30 | 0,3113a | ±0,091 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Demleme süreleri deme geçen ECG miktarları bakımından önemli (p<0,01) farklılık göstermiştir. Demleme süresine bağlı olarak en fazla ECG değeri 7 dak lık demleme süresinde elde edilmiş olup süre azaldıkça ECG miktarıda azalmıştır (Çizelge 4.114).

Çizelge 4.115. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen ECG ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Çeşitler | n | ECG g/100g | |
|----------|----|------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 24 | 0,2160c | ±0,056 |
| Çeşit 2 | 24 | 0,2210c | ±0,063 |
| Çeşit 3 | 24 | 0,3324a | ±0,113 |
| Çeşit 4 | 24 | 0,2565b | ±0,093 |
| Çeşit 5 | 24 | 0,1805d | ±0,069 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

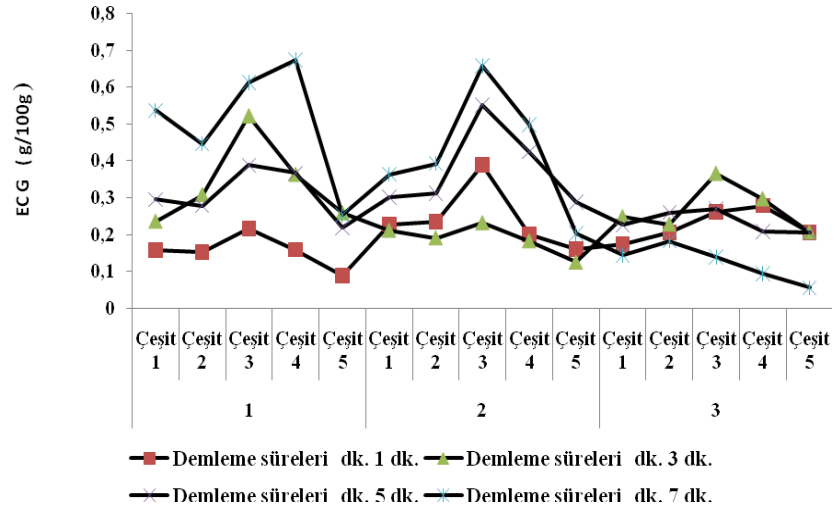
Çay çeşitlerinde en yüksek ECG miktarları ortalama çeşit 3 yeşil çayında tespit edilmiştir (Çizelge 4.115).

Wang *et al* (2000) farklı yeşil çaylarda yapmış oldukları çalışmalarda ECG miktarlarını Gunpowder yeşil çayında 4,56 mg/100ml, Sencha yeşil çayında 4,92 mg/100 ml olarak tayin etmişlerdir.

Vaishali *et al* (2004) farklı imalat sistemi ile elde etmiş oldukları Çin çayları ile (5 kg, 3,5 Yaprak) Japon yeşil çaylarında demleme sıcaklığına bağlı olarak kateşinlerin ekstrakte edilebilirliği konulu çalışmalarında, 4 farklı imalat sisteminden elde edilen Çin yeşil çaylarının ilk demlemelerinde farklı imalat sisteminde sırası ile ECG miktarlarını 0,08 mg/ml, 0,08 mg/ml, 0,08 mg/ml, 0,078mg/ml, Japon yeşil çaylarında ECG miktarını 0,4 mg/ml olarak bulmuşlardır. Farklı imalat sistemlerinde elde edilen yeşil çayların infüzyon sıcaklıklarına bağlı olarak elde edilen ECG miktarları, 100°C sıcaklıktaki miktarları 0,06 mg/ml-0,03 mg/ml aralığında, 80°C deki sıcaklıkta ise çayların ECG miktarlarını 0,03 mg/ml-0,06 mg/ml aralığında belirlemişlerdir.

Reto *et al* (2007) yapmış oldukları çalışmada, ticari olarak Portekizde satılan yeşil çayların demlerindeki ECG içeriklerini 16,9-150 mg/l olarak tespit etmişlerdir.

Çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme süresine bağlı olarak bulunan ECG miktarlarının % deme geçme oranları, 2.hasat dönemi çaylarda en yüksek 7 dak lık sürede %31,59 oranında, 1.hasat dönemi çaylarda en yüksek 5 dak lık sürede %25,72 oranında, 3.hasat dönemi çaylarda ECG'in % geçiş oranları diğer hasat dönemlerine nazaran daha düşük olup 5 dak lık sürede %23,20 si deme geçmiştir. Demleme süresi arttıkça % deme geçiş oranları da arttığı ve partikül büyüklüğü fazla olan çaylarda ise deme geçme oranının daha az olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.42. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen ECG miktarları (g/100g)

4.2.5. Mineral madde

İşlenmemiş ve işlenmiş çaylarda % 4-9 kadar anorganik madde vardır. Çayda bulunan mineral maddelerin çoğu vücut için gereklidir. Bazı ülkelerde halkın mineral madde ihtiyacının karşılanmasında çayın büyük payı vardır. Sovyet araştırmacılar çayın bileşiminde bulunan Cu ve Fe nedeniyle kansızlık hastalığına iyi geldiğini belirtmektedirler (Gürses 1987).

4.2.5.a. Bakır (Cu)

Bakır insan sağlığı için mutlak bir element olup, çay içerdiği bakırdan dolayı insan sağlığına yararlı bir maddedir. Üç hasat döneminde alınan yeşil çay çeşitlerinin farklı demleme sürelerinde elde edilen demlerin bakır miktarları Çizelge 4.116 ve Şekil 4.43'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.116. Deme geçen Cu miktarları (ppm)

| Hasat dönemi | Çeşitler | Demleme süreleri | | | |
|--------------|----------|------------------|-------|-------|-------|
| | | 1 dak | 3 dak | 5 dak | 7 dak |
| 1 | Çeşit 1 | 1,625 | 1,550 | 2,975 | 2,150 |
| | Çeşit 2 | 1,525 | 1,525 | 2,300 | 1,900 |
| | Çeşit 3 | 1,563 | 1,525 | 2,650 | 2,175 |
| | Çeşit 4 | 1,518 | 1,500 | 2,500 | 2,325 |
| | Çeşit 5 | 1,525 | 1,475 | 2,075 | 2,000 |
| | Ortalama | 1,551 | 1,515 | 2,500 | 2,110 |
| 2 | Çeşit 1 | 2,375 | 1,800 | 2,400 | 2,425 |
| | Çeşit 2 | 1,950 | 1,950 | 2,375 | 2,475 |
| | Çeşit 3 | 2,525 | 2,450 | 2,800 | 2,700 |
| | Çeşit 4 | 1,875 | 1,950 | 2,575 | 2,500 |
| | Çeşit 5 | 1,475 | 1,775 | 2,325 | 2,100 |
| | Ortalama | 2,040 | 1,985 | 2,495 | 2,440 |
| 3 | Çeşit 1 | 1,675 | 2,250 | 2,650 | 2,900 |
| | Çeşit 2 | 1,475 | 2,000 | 2,725 | 2,925 |
| | Çeşit 3 | 2,550 | 2,575 | 3,025 | 3,350 |
| | Çeşit 4 | 1,875 | 2,475 | 2,375 | 3,050 |
| | Çeşit 5 | 1,575 | 2,450 | 2,775 | 3,050 |
| | Ortalama | 1,830 | 2,350 | 2,710 | 3,055 |

Uçar (2006) bazı bitkisel çayların mineral madde içeriği üzerine farklı demleme ve kaynatma sürelerinin etkisi çalışmasında, yeşil çayda Cu miktarlarını 11-15-20 dak lık demleme sürelerinde 0,0205 mg/100ml, 0,0166 mg/100ml, 0,0204 mg/100 ml olarak bulmuştur.

Yeşil çay çeşitlerinin deme geçen Cu miktarlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.117'de verilmiştir.

Çizelge 4.117. Deme geçen Cu miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|----------------------|----|-----------|-------------|
| Hasat dönemi | 2 | 3,220 | 65493,780** |
| Süre | 3 | 4,616 | 93881,554** |
| Çeşit | 4 | 0,706 | 14364,322** |
| Hasat * Süre | 6 | 0,514 | 10463,316** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 0,167 | 3401,407** |
| Süre * Çeşit | 12 | 0,048 | 983,192** |
| Hasat * Süre * Çeşit | 24 | 0,070 | 1429,531** |
| Hata | 60 | 4,92E-005 | |

(**) $p < 0,01$ Düzeyinde çok önemli

Deme geçen bakır miktarları çeşit, hasat dönemi ve demleme süresi bakımından önemli düzeyde ($p < 0,01$) farklılık göstermiştir (Çizelge 4.117).

Çizelge 4.118. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen Cu ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Hasat dönemi | n | Cu ppm | |
|--------------|----|----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 40 | 1,9265c | $\pm 0,449$ |
| 2 | 40 | 2,2475b | $\pm 0,349$ |
| 3 | 40 | 2,4923a | $\pm 0,523$ |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,01$)

Duncan karşılaştırma testine göre üç hasat dönemindeki örneklere ait deme geçen bakır miktarları birbirinden farklı bulunmuştur (Çizelge 4.118). Buna göre 3.hasat dönemi elde edilen çay örneklerin deme geçen bakır miktarları en yüksek olmuştur.

Çizelge 4.119. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen Cu ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Süre (dak) | n | Cu ppm | |
|------------|----|----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 30 | 1,8157d | ±0,375 |
| 3 | 30 | 1,9570c | ±0,394 |
| 5 | 30 | 2,5763a | ±0,261 |
| 7 | 30 | 2,5393b | ±0,430 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Demleme süreleri deme geçen bakır miktarları bakımından önemli (p<0,01) farklılık göstermiştir. Demleme süresine bağlı olarak en yüksek bakır miktarı 5 dak lık demleme süresinde, en düşük 1 dak lık demleme süresinde elde edilmiştir (Çizelge 4.119).

Fernandez *et al* (2002) siyah çayın üç dakikalık demlemesiyle suya geçen bakır miktarlarını 0,07mg/l, beş dakikalık demlenmesi ile Cu miktarlarını 0,01 mg/l saptamışlardır. Yeşil çaylarda üç dakikalık demlemede deme geçen Cu miktarlarını 0,07 mg/l, beş dakikalık demlemede deme geçen Cu miktarları 0,06 mg/l olarak bildirmişlerdir.

Ramaswamy (1960) siyah çayda bakırın yaklaşık %22'sinin deme geçtiğini belirtmiştir. Yine aynı araştırmacı demdeki bakır miktarının 0,09 ppm ile 0,12 ppm arasında değiştiğini ve bu miktarın çok özel hallerde 0,8 ppm'e ulaşabildiğini saptamıştır (Kacar 1984).

Shen ve Chen (2008) yeşil, siyah ve oolong çaylarda 10 dakikalık demleme süresinde deme geçen bakır miktarlarını yeşil çaylarda ortalama 0,18µg/100ml, siyah çaylarda ortalama 0,1 µg/100ml, oolong çaylarda 0,4 µg/100ml olarak belirtmişlerdir.

Street (2006) Çek cumhuriyetinde satılan değişik kökenli siyah ve yeşil çaylardan 5 dak, 60 dak ve 24 saatlik demleme sürelerinde deme geçen bakır miktarlarını sırası ile yeşil çaylarda ortalama 0,121 mg/l, 0,117 mg/l, 0,181 mg/l, siyah çaylarda, 0,200 mg/l, 0,143 mg/l, 0,111 mg/l olarak bulmuştur.

Lasheen *et al* (2008) Mısır'da satılan değişik siyah çayların farklı şekillerde demlemeleri ile deme geçen bakır miktarlarını, 5 dakikalık demlemede deme geçen bakırını ortalama 9,88 µg/g, 5 dakikalık kaynatmada ortalama 2,72 µg/g olarak belirtmişler.

Zengin vd (2004) 10 dakikalık demleme sonucunda deme geçen bakır miktarlarını siyah çaylarda 2,35 ppm, yeşil çaylarda ise 1,70 ppm olarak tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.120. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen Cu ortalamalarının çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Çeşitler | n | Cu ppm | |
|----------|----|----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 24 | 2,2383b | ±0,475 |
| Çeşit 2 | 24 | 2,1008c | ±0,462 |
| Çeşit 3 | 24 | 2,4971a | ±0,518 |
| Çeşit 4 | 24 | 2,2167c | ±0,454 |
| Çeşit 5 | 24 | 2,0575d | ±0,508 |

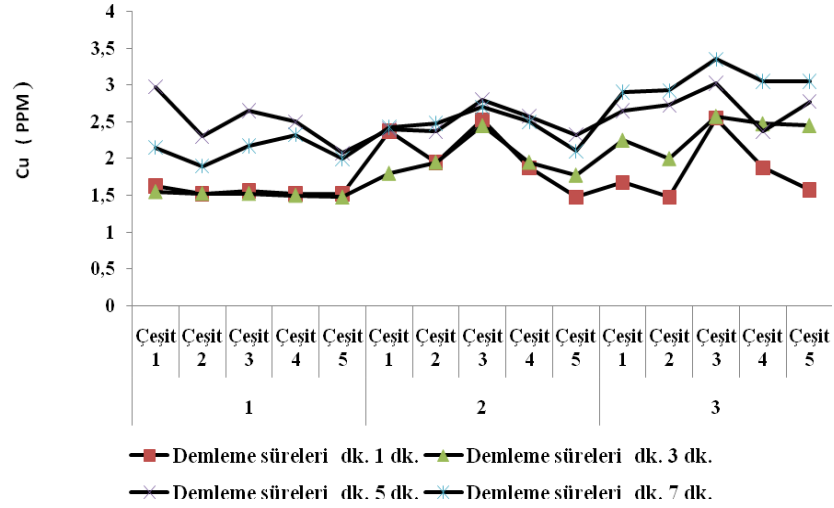
*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Çay çeşitlerinde en yüksek bakır miktarı ortalama çeşit 3 yeşil çayında, en az çeşit 5 yeşil çayında tespit edilmiştir (Çizelge 4.120).

Street (2006) Çek cumhuriyetinde satılan değişik kökenli siyah ve yeşil çaylardan 5 dak, 60 dak ve 24 saatlik demleme sürelerinde deme geçen % bakır miktarlarını sırası ile yeşil çaylarda ortalama %25,50, %25,50, %39,40, siyah çaylarda %38,40, %28,80, %21,00 olarak bulmuşlardır. Bizim yaptığımız çalışmada ortalama %26,32 olarak gerçekleşmiştir.

Çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme süresine bağlı olarak bulunan bakır miktarlarının % deme geçme oranları, 3.hasat dönemi çaylarda en fazla 7 dak lık sürede %32,57 oranında, 1.hasat dönemi çaylarda en fazla 5 dak lık sürede %33,61 oranında, 2.hasat dönemi çaylarda Cu miktarlarının % geçiş oranları diğer hasat dönemlerine

nazaran daha az olup 5 dak lık sürede %27,351 oranında deme geçmiştir.



Şekil 4.43. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen Cu miktarları (ppm)

4.2.5.b. Demir (Fe)

Çayda bulunan demirin çok küçük bir bölümü deme geçer bunun temel nedeni çay bitkisinde demirin çoğunlukla suda çözünemez bileşikler şeklinde ve organik halde bulunmasıdır. Michie and Dixon (1977) demlemede kullanılan suyun Ph'sının ve sertlik derecesinin metallerin deme geçen oranları üzerindeki etkisinin sanıldığı kadar önemli olmadığını, ancak ekstrakte olan metallerin toplam ağırlığının dem kuvveti ile ilişkili bulunduğunu saptamışlar.

Üç hasat döneminde alınan yeşil çay çeşitlerinin farklı demleme sürelerinde elde edilen demlerin demir miktarları Çizelge 4.121 ve Şekil 4.44'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.121. Deme geçen Fe miktarları (ppm)

| Hasat dönemi | Çeşitler | Demleme süreleri | | | |
|--------------|----------|------------------|--------|--------|--------|
| | | 1 dak | 3 dak | 5 dak | 7 dak |
| 1 | Çeşit 1 | 9,78 | 11,68 | 12,35 | 9,30 |
| | Çeşit 2 | 9,65 | 10,35 | 12,98 | 8,28 |
| | Çeşit 3 | 14,38 | 8,75 | 13,00 | 7,73 |
| | Çeşit 4 | 14,50 | 8,75 | 10,05 | 8,05 |
| | Çeşit 5 | 14,58 | 7,68 | 8,73 | 8,58 |
| | Ortalama | 12,575 | 9,440 | 11,420 | 8,385 |
| 2 | Çeşit 1 | 16,20 | 22,00 | 31,10 | 41,38 |
| | Çeşit 2 | 17,65 | 22,83 | 33,78 | 39,70 |
| | Çeşit 3 | 21,00 | 22,45 | 35,00 | 46,35 |
| | Çeşit 4 | 20,88 | 22,43 | 34,33 | 48,65 |
| | Çeşit 5 | 21,10 | 24,05 | 41,45 | 46,95 |
| | Ortalama | 19,365 | 22,750 | 35,130 | 44,605 |
| 3 | Çeşit 1 | 21,38 | 27,68 | 27,85 | 29,78 |
| | Çeşit 2 | 20,63 | 27,10 | 29,43 | 28,65 |
| | Çeşit 3 | 20,58 | 25,45 | 31,03 | 30,65 |
| | Çeşit 4 | 22,55 | 25,73 | 28,65 | 28,65 |
| | Çeşit 5 | 23,60 | 23,00 | 25,95 | 31,15 |
| | Ortalama | 21,745 | 25,790 | 28,580 | 29,775 |

Yeşil çay çeşitlerinin deme geçen Fe miktarlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.122'de verilmiştir.

Çizelge 4.122. Deme geçen Fe miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|----------------------|----|-----------|--------------|
| Hasat dönemi | 2 | 4487,04 | 9649555,31** |
| Süre | 3 | 636,29 | 1368370,09** |
| Çeşit | 4 | 11,10 | 23870,32** |
| Hasat * Süre | 6 | 437,34 | 940520,04** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 17,66 | 37998,40** |
| Süre * Çeşit | 12 | 10,94 | 23541,46** |
| Hasat * Süre * Çeşit | 24 | 6,30 | 13568,34** |
| Hata | 60 | 4,650E-04 | |

(**) $p < 0,01$ Düzeyinde çok önemli

Deme geçen demir miktarları çeşit, hasat dönemi ve demleme süresi bakımından önemli ($p<0,01$) düzeyde farklılık göstermiştir (Çizelge 4.122).

Çizelge 4.123. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen Fe ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Hasat dönemi | n | Fe | |
|--------------|----|----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 40 | 10,462c | $\pm 2,3456$ |
| 2 | 40 | 30,476a | $\pm 3,435$ |
| 3 | 40 | 26,479b | $\pm 10,532$ |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0,01$)

Duncan karşılaştırma testine göre üç hasat dönemindeki örneklere ait deme geçen demir miktarları birbirinden farklı bulunmuştur (Çizelge 4.123). Buna göre 2.hasat dönemi elde edilen çay örneklerinde deme geçen demir miktarları en yüksek, 1.hasat dönemi elde edilen çay örneklerinde deme geçen demir miktarları en düşük olmuştur.

Çay yapraklarının demir içerikleri hasat dönemine bağlı olarak değişmektedir (Kacar. 2010).

Çizelge 4.124. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen Fe ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Süre (dak) | n | Fe ppm | |
|------------|----|----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 30 | 17,905d | $\pm 4,4080$ |
| 3 | 30 | 19,333c | $\pm 7,3420$ |
| 5 | 30 | 27,595a | $\pm 15,270$ |
| 7 | 30 | 25,056b | $\pm 10,467$ |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0,01$)

Demleme süreleri deme geçen demir miktarları bakımından önemli ($p<0,01$) farklılık göstermiştir. Demleme süresine bağlı olarak en fazla demir miktarı 5 dak lık demleme süresinde, en az 1 dak lık demleme süresinde elde edilmiştir (Çizelge 4.124).

Fernandez *et al* (2002) yeşil çayın üç dakikalık demlemesiyle suya geçen demir miktarlarını Fe 0,08mg/l, beş dakikalık demlenmesi ile Fe miktarlarını 0,08 mg/l olarak bildirmiştir.

Shen and Chen (2008) yeşil, siyah ve oolong çaylarda 10 dakikalık demleme süresinde deme geçen demir miktarlarını yeşil çaylarda ortalama 0,13µg/100ml, siyah çaylarda ortalama 0,5 µg/100ml, oolong çaylarda 0,7 µg/100ml olarak belirtmişler.

Street (2006) Çek Cumhuriyeti'nde satılan değişik kökenli siyah ve yeşil çaylardan 5dak, 60 dak ve 24 saatlik demleme sürelerinde deme geçen demir miktarlarını sırası ile yeşil çaylarda ortalama 0,077 mg/l, 1,30 mg/l, 1,17 mg/l, siyah çaylarda 0,082 mg/l, 2,03 mg/l, 1,77 mg/l olarak bulmuştur.

Lasheen (2008) Mısır'da satılan değişik siyah çayların farklı şekillerde demlemeleri ile deme geçen demir miktarlarını, 5 dak lık demlemede deme geçen demiri ortalama 77,42 µg/g, 5 dak lık kaynatma da ortalama 44,07 µg/g olarak belirtmiştir.

Zengin vd (2004) 10 dakikalık demleme sonucunda deme geçen demir miktarlarını siyah çaylarda 2,13 ppm, yeşil çaylarda ise 2,58 ppm olarak tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.125. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen Fe ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

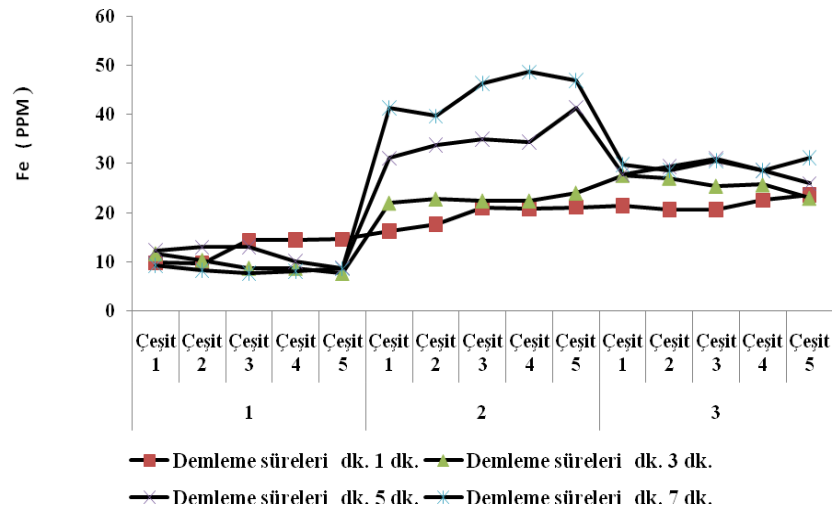
| Çeşitler | n | Fe ppm | |
|----------|----|----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 24 | 21,711d | ±9,906 |
| Çeşit 2 | 24 | 21,765c | ±10,036 |
| Çeşit 3 | 24 | 23,035b | ±11,185 |
| Çeşit 4 | 24 | 22,777c | ±11,528 |
| Çeşit 5 | 24 | 23,073a | ±12,198 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Çay çeşitlerinde en yüksek demir miktarı ortalama çeşit 5 yeşil çayında, en düşük çeşit 1 yeşil çayında tespit edilmiştir.

Çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme süresine bağlı olarak bulunan demir miktarlarının % deme geçme oranları, 3.hasat dönemi çaylarda en fazla 7 dak lık sürede %15,15 oranında, 2.hasat dönemi çaylarda en fazla 7 dak lık sürede %21,19 oranında, 1.hasat dönemi çaylarda en fazla 1 dak lık demlemede Fe miktarının %5,86'sı deme geçmiştir.

Shen and Chen (2008) yeşil, siyah ve oolong çaylarda 10 dakikalık demleme süresinde deme geçen demir miktarlarını yeşil çaylarda ortalama %10,9, siyah çaylarda ortalama %30,90, oolong çaylarda %42,30 olarak belirtmişler.



Şekil 4.44. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen Fe miktarları (ppm)

Street (2006) Çek cumhuriyetinde satılan değişik kökenli siyah ve yeşil çaylardan 5 dak, 60 dak ve 24 saatlik demleme sürelerinde deme geçen % demir miktarlarını sırası ile yeşil çaylarda ortalama %1,53, %1,30, %1,17, siyah çaylarda %1,89, %2,03, %1,77 olarak bulmuştur. Türkiyede değişik adlar altında satılan siyah çayların deme geçen Fe miktarları ortalama %6,2 olarak belirtilmiştir (Gürses 1987).

4.2.5.c. Çinko (Zn)

Çayda bulunan çinkonun bir bölümü deme geçer. Başgel ve Erdemoğlu (2005) 70 kg ağırlığında bir insanın değişik bitkisel çayların kullanımı ile günlük olarak alabileceği mineral miktarlarını bildirmişlerdir. Bu değerler çinko için, 2,5 mg/gün olarak rapor edilmiştir. Günlük çinko gereksinimi 12 mg civarındadır. Çinko, protein ve nükleik asit metabolizmasında enzimlere yardımcıdır. Bu nedenle, büyüme, hücresel bağışıklığın oluşumunda etkindir (Baysal 2002).

Üç hasat döneminde alınan yeşil çay çeşitlerinin farklı demleme sürelerinde elde edilen demlerin çinko miktarları Çizelge 4.126 ve Şekil 4.45’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.126. Deme geçen Zn miktarları (ppm)

| Hasat dönemi | Çeşitler | Demleme süreleri | | | |
|--------------|----------|------------------|-------|-------|--------|
| | | 1 dak | 3 dak | 5 dak | 7 dak |
| 1 | Çeşit 1 | 4,55 | 6,23 | 8,43 | 8,70 |
| | Çeşit 2 | 4,38 | 6,83 | 7,35 | 9,58 |
| | Çeşit 3 | 6,63 | 7,28 | 10,10 | 11,80 |
| | Çeşit 4 | 5,45 | 6,33 | 7,05 | 11,10 |
| | Çeşit 5 | 4,10 | 6,65 | 6,43 | 10,83 |
| | Ortalama | 5,020 | 6,660 | 7,870 | 10,400 |
| 2 | Çeşit 1 | 7,58 | 7,83 | 7,58 | 8,30 |
| | Çeşit 2 | 7,68 | 8,13 | 8,53 | 8,60 |
| | Çeşit 3 | 9,65 | 9,00 | 9,68 | 8,65 |
| | Çeşit 4 | 8,05 | 7,90 | 8,90 | 8,45 |
| | Çeşit 5 | 6,95 | 8,08 | 8,03 | 9,00 |
| | Ortalama | 7,980 | 8,185 | 8,540 | 8,600 |
| 3 | Çeşit 1 | 6,48 | 7,30 | 6,90 | 7,05 |
| | Çeşit 2 | 6,30 | 7,08 | 7,73 | 7,85 |
| | Çeşit 3 | 9,33 | 8,38 | 9,80 | 8,30 |
| | Çeşit 4 | 7,20 | 7,00 | 7,40 | 7,73 |
| | Çeşit 5 | 6,18 | 6,90 | 8,08 | 8,43 |
| | Ortalama | 7,095 | 7,330 | 7,980 | 7,870 |

Yeşil çay çeşitlerinin deme geçen Zn miktarlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.127’de verilmiştir.

Çizelge 4.127. Deme geçen Zn miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|----------------------|----|-----------|-------------|
| Hasat dönemi | 2 | 8,55 | 171126,60** |
| Süre | 3 | 28,24 | 564882,20** |
| Çeşit | 4 | 12,44 | 248965,73** |
| Hasat * Süre | 6 | 12,87 | 257535,40** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 0,33 | 6759,43** |
| Süre * Çeşit | 12 | 1,45 | 28992,75** |
| Hasat * Süre * Çeşit | 24 | 0,56 | 11304,78** |
| Hata | 60 | 5,000E-05 | |

(**) $p < 0,01$ Düzeyinde çok önemli

Deme geçen çinko miktarları çeşit, hasat dönemi ve demleme süresi bakımından önemli ($p < 0,01$) düzeyde farklılık göstermiştir (Çizelge 4.127).

Çizelge 4.128. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen Zn ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Hasat dönemi | n | Zn ppm | |
|--------------|----|----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 40 | 7,495c | $\pm 2,224$ |
| 2 | 40 | 8,333a | $\pm 0,936$ |
| 3 | 40 | 7,576b | $\pm 0,685$ |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,01$)

Duncan karşılaştırma testine göre üç hasat dönemindeki örneklere ait deme geçen çinko miktarları birbirinden farklı bulunmuştur. Buna göre 2.hasat dönemi elde edilen çay örneklerin deme geçen çinko miktarları en yüksek, 1.hasat dönemi elde edilen çay örneklerin deme geçen çinko miktarları en düşük olmuştur (Çizelge 4.128).

Çay yapraklarının çinko içerikleri hasat dönemine bağlı olarak değişmektedir (Kacar 2010).

Çizelge 4.129. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen Zn ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Süre (dak) | n | Zn ppm | |
|------------|----|----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 30 | 6,705d | ±1,625 |
| 3 | 30 | 7,399c | ±0,782 |
| 5 | 30 | 8,963a | ±1,303 |
| 7 | 30 | 8,137b | ±1,085 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0,01$)

Demleme süreleri deme geçen çinko miktarları bakımından önemli ($p<0,01$) farklılık göstermiştir (Çizelge 4.129). Demleme süresine bağlı olarak en fazla çinko miktarı 5 dak lık demleme süresinde, en az 1 dak lık demleme süresinde elde edilmiştir.

Gürses (1984) siyah çayda bulunan Zn'un bir bölümü deme geçer. Türkiye'de değişik isimler altında piyasaya satılan çaylarda Zn'un %18,6'sının deme geçtiği saptanmıştır (Kacar 1984).

Michie and Dixon (1977) siyah çayda Zn'un yaklaşık %45'inin deme geçtiğini belirtmiştir.

Zengin vd (2004) 10 dakikalık demleme sonucunda deme geçen çinko miktarlarını siyah çaylarda 3,01 ppm, yeşil çaylarda ise 9,53 ppm olarak tespit etmişlerdir.

Fernandez *et al* (2002) yeşil çayın 3 dakikalık demlemesiyle suya geçen çinko miktarlarını 0,17mg/l, 5 dakikalık demlenmesi ile suya geçen çinko miktarlarını 0,19 mg/l olarak bildirmişlerdir.

Shen and Chen (2008) yeşil, siyah ve oolong çaylarda 10 dakikalık demleme süresinde deme geçen çinko miktarlarını yeşil çaylarda ortalama 7,60µg/100ml, siyah çaylarda ortalama 0,2 µg/100ml, oolong çaylarda 1,80 µg/100ml olarak belirtmişlerdir.

Street (2006) Çek Cumhuriyeti'nde satılan değişik kökenli siyah ve yeşil çaylardan 5 dak, 60 dak ve 24 saatlik demleme sürelerinde deme geçen çinko miktarlarını sırası ile yeşil çaylarda ortalama 0,257 mg/l, 0,239 mg/l, 0,302 mg/l, siyah çaylarda 0,175 mg/l, 0,187 mg/l, 0,225 mg/l olarak bulmuştur.

Lasheen (2008) Mısır'da satılan değişik siyah çayların farklı şekillerde demlemeleri ile deme geçen çinko miktarlarını, 5 dakikalık demlemede ortalama 35,86 µg/g, 5 dakikalık kaynatma da ortalama 26,40 µg/g olarak belirtmiştir (Kacar 2010).

Zengin vd (2004) 10 dakikalık demleme sonucunda deme geçen çinko miktarlarını siyah çaylarda 3,01 ppm, yeşil çaylarda ise 9,53 ppm olarak tespit etmişlerdir.

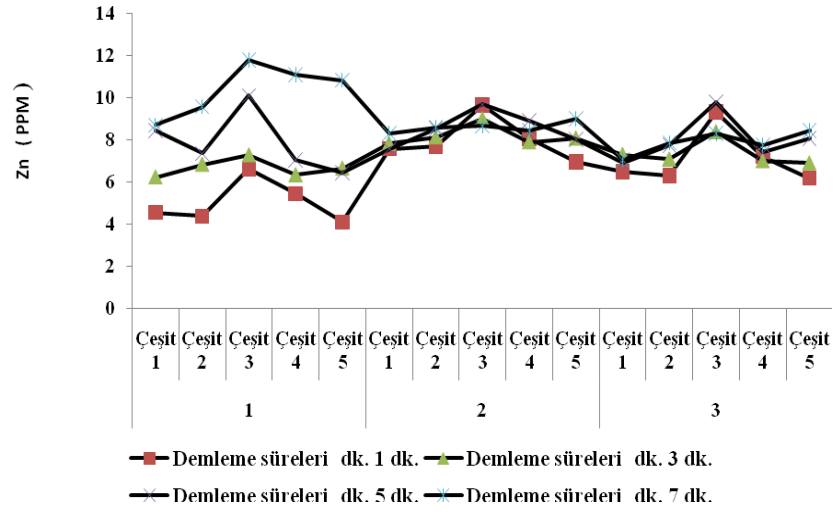
Çizelge 4.130. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen Zn ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Çeşitler | n | Zn ppm | |
|----------|----|----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 24 | 7,249e | ±1,112 |
| Çeşit 2 | 24 | 7,508c | ±1,286 |
| Çeşit 3 | 24 | 9,055a | ±1,380 |
| Çeşit 4 | 24 | 7,718b | ±1,386 |
| Çeşit 5 | 24 | 7,476d | ±1,641 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Çay çeşitlerinde en yüksek çinko miktarı ortalama çeşit 3 yeşil çayında, en az çeşit 1 yeşil çayında tespit edilmiştir (Çizelge 4.130).

Kacar vd (1994) Türkiyede üretilen farklı tipteki siyah çaylarda deme geçen çinko miktarlarını ortalama 18,60 ppm olarak belirtmişlerdir.



Şekil 4.45. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen Zn miktarları (ppm)

Çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme süresine bağlı olarak bulunan çinko miktarlarının % deme geçme oranları, 1.hasat dönemi çaylarda en fazla 7 dak lık sürede %58,39 oranında, 2. hasat dönemi çaylarda en fazla 7 dak lık sürede %41,42 oranında, 3. hasat dönemi çaylarda ise 7 dak ve 5 dak hemen hemen aynı olup %38,54-%38,98 oranında deme geçmiştir.

Shen and Chen (2008) yeşil, siyah ve oolong çaylarda 10 dakikalık demleme süresinde deme geçen çinko miktarlarını yeşil çaylarda ortalama %60,70, siyah çaylarda ortalama %9,60, oolong çaylarda %27,60 olarak belirtmişler.

Türkiyede değişik adlar altında satılan siyah çayların deme geçen Zn miktarları ortalama %18,60 olarak belirtilmiştir (Gürses 1987).

Dixon (1977) Siyah çayda bulunan çinkonun yaklaşık %45'inin deme geçtiğini belirtmiştir. Araştırmacılar 100 gr suya karıştırılan 1g ve 4 g siyah çayda Zn miktarları arasındaki farkın önemli olmadığını saptamışlar.

4.2.5.d.Kalsiyum (Ca)

Poyrazoğlu ve Gürses (2004) siyah çayların minarel madde kompozisyonlarıyla çay örneklerinden elde edilen demlerin mineral madde kompozisyonları karşılaştırıldığı zaman çayın, çinko, sodyum, potasyum ve kalsiyum hariç insan sağlığına ve beslenmesine mineral madde açısından önemli bir katkısının olmadığını belirtmişler.

Gürses ve Artık (1983) Türk çaylarında ve bu çaylardan elde edilen demlerde sodyum, potasyum ve kalsiyum miktarını araştırmışlar. Elde edilen sonuçlara göre demlenen çaya sodyumun 89 ppm-223 ppm arasında, potasyumun 1837 ppm-3538 ppm arasında ve kalsiyumun ise 10 ppm–110 ppm arasında geçtiği bildirilmişlerdir.

 hasat döneminde alınan yeşil çay çeşitlerinin farklı demleme sürelerinde elde edilen demlerin kalsiyum miktarları izelge 4.131 ve Şekil 4.46’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.131. Deme geçen Ca miktarları (ppm)

| Hasat dönemi | Çeşitler | Demleme süreleri | | | |
|--------------|----------|------------------|---------|---------|---------|
| | | 1 dak | 3 dak | 5 dak | 7 dak |
| 1 | Çeşit 1 | 105,80 | 168,04 | 218,37 | 215,81 |
| | Çeşit 2 | 135,00 | 157,23 | 149,55 | 227,75 |
| | Çeşit 3 | 143,55 | 176,57 | 214,96 | 257,61 |
| | Çeşit 4 | 130,43 | 141,00 | 140,33 | 224,34 |
| | Çeşit 5 | 78,98 | 122,75 | 91,70 | 179,13 |
| | Ortalama | 118,750 | 153,117 | 162,980 | 220,927 |
| 2 | Çeşit 1 | 129,50 | 134,00 | 154,00 | 195,35 |
| | Çeşit 2 | 115,50 | 122,25 | 174,07 | 178,59 |
| | Çeşit 3 | 184,39 | 170,85 | 193,42 | 199,22 |
| | Çeşit 4 | 142,30 | 129,00 | 177,30 | 172,78 |
| | Çeşit 5 | 60,50 | 88,75 | 89,75 | 114,00 |
| | Ortalama | 126,438 | 128,970 | 157,708 | 171,988 |
| 3 | Çeşit 1 | 109,48 | 157,75 | 163,70 | 153,30 |
| | Çeşit 2 | 104,38 | 127,25 | 177,02 | 190,80 |
| | Çeşit 3 | 168,01 | 160,33 | 212,53 | 200,87 |
| | Çeşit 4 | 125,20 | 160,35 | 156,53 | 181,79 |
| | Çeşit 5 | 66,40 | 113,88 | 115,85 | 149,83 |
| | Ortalama | 114,692 | 143,910 | 165,125 | 175,317 |

Yeşil çay çeşitlerinin deme geçen Ca miktarlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.132'de verilmiştir.

Çizelge 4.132. Deme geçen Ca miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|----------------------|----|-----------|---------------|
| Hasat dönemi | 2 | 3503,28 | 7,0E+07** |
| Süre | 3 | 26178,08 | 5,2E+08** |
| Çeşit | 4 | 21880,47 | 4,4E+08** |
| Hasat * Süre | 6 | 1986,97 | 4,0E+07** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 480,65 | 9613166,93 ** |
| Süre * Çeşit | 12 | 684,43 | 1,4E+07** |
| Hasat * Süre * Çeşit | 24 | 552,31 | 1,1E+07** |
| Hata | 60 | 5,000E-05 | |

(**) p<0,01 Düzeyinde çok önemli

Deme geçen kalsiyum miktarları çeşit, hasat dönemi ve demleme süresi bakımından önemli (p<0,01) düzeyde farklılık göstermiştir (Çizelge 4.132).

Çizelge 4.133. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen Ca ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Hasat dönemi | n | Ca ppm | |
|--------------|----|----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 40 | 163,950a | ±35,846 |
| 2 | 40 | 146,281b | ± 48,770 |
| 3 | 40 | 149,767c | ±39,357 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Duncan karşılaştırma testine göre üç hasat dönemindeki örneklere ait deme geçen kalsiyum miktarları birbirinden farklı bulunmuştur (Çizelge 4.133). Buna göre, 1.hasat dönemi elde edilen çay örneklerinin deme geçen kalsiyum miktarları en yüksek, 3.hasat dönemi elde edilen çay örneklerinin deme geçen kalsiyum miktarları en düşük olmuştur.

Çay yapraklarının Ca (ppm) içerikleri hasat dönemi zamanına bağlı olarak değişmektedir (Kacar 2010).

Çizelge 4.134. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen Ca ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Süre (dak) | n | Ca ppm | |
|------------|----|----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 30 | 119,966d | ±33,862 |
| 3 | 30 | 142,005c | ±24,490 |
| 5 | 30 | 189,416a | ±34,658 |
| 7 | 30 | 161,943b | ±39,949 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Demleme süreleri deme geçen kalsiyum miktarları bakımından önemli (p<0,01) farklılık göstermiştir (Çizelge 4.134). Demleme süresine bağlı olarak en fazla kalsiyum miktarı 5 dak lık demleme süresinde, en az 1 dak lık demleme süresinde elde edilmiştir.

Fernandez *et al* (2002), siyah ve yeşil çaylarda Mg ve Ca içeriklerinin 5-22 mg/l arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Zengin vd (2004) 10 dakikalık demleme sonucunda deme geçen kalsiyum miktarlarını siyah çaylarda 146,60 ppm, yeşil çaylarda ise 109,10 ppm olarak tespit etmişlerdir.

Fernandez *et al* (2002) yeşil çayın üç dakikalık demlemesiyle suya geçen Ca miktarını 7,0 mg/l, beş dakikalık demlenmesi ile Ca miktarını 7,71mg/l olarak, siyah çayın üç dakikalık demlemesiyle suya geçen kalsiyum miktarını 9,0 mg/l beş dakikalık demlenmesi ile Ca miktarlarını 10,0 mg/l olarak bildirmiştir.

Çizelge 4.135. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen Ca ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Çeşitler | n | Ca ppm | |
|----------|----|----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 24 | 158,763b | ±36,131 |
| Çeşit 2 | 24 | 154,954d | ±35,360 |
| Çeşit 3 | 24 | 190,197a | ±29,512 |
| Çeşit 4 | 24 | 156,784c | ±28,087 |
| Çeşit 5 | 24 | 105,965e | ±33,501 |

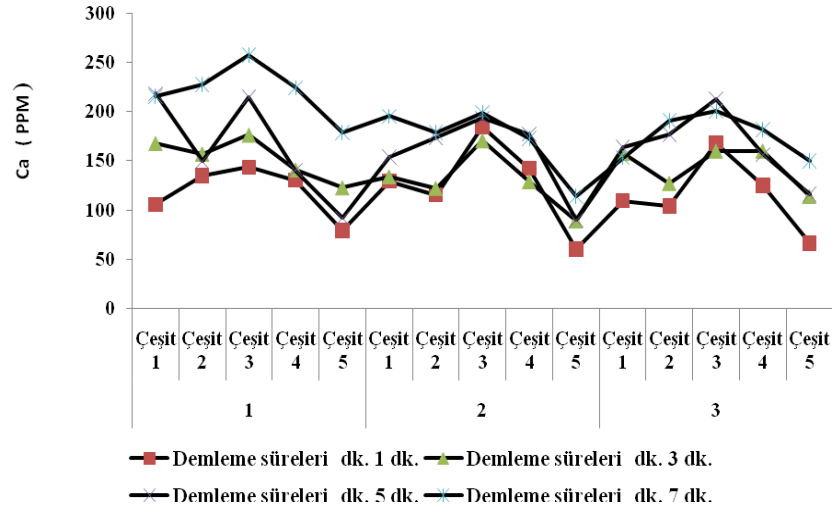
*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Çay çeşitlerinde en yüksek kalsiyum miktarı ortalama çeşit 3 yeşil çayında, en az çeşit 5 yeşil çayında tespit edilmiştir (Çizelge 4.135).

Kacar vd (1994) Türkiyede üretilen farklı tipteki siyah çaylarda deme geçen ortalama Ca miktarlarını 20,00 ppm olarak belirtmişlerdir.

Çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme süresine bağlı bulunan kalsiyum miktarlarının % deme geçme oranları, 1.hasat dönemi çaylarda en fazla 7 dak lık sürede %23,15, 3.hasat dönemi çaylarda en fazla 7 dak lık sürede %17,91 oranında, 2.hasat dönemi çaylarda ise 7 dak lık sürede %17,91 oranında Ca deme geçmiştir.

Türkiyede değişik adlar altında satılan siyah çayların deme geçen Ca miktarları ortalama %1,8 olarak belirtilmiştir (Gürses1987).



Şekil 4.46. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen Ca miktarları (ppm)

4.2.5.e. Potasyum (K)

Çaydaki mineral maddelerinin %50'sini oluşturan potasyum, diyarede kaybedilen suyun geri kazanılmasında yardımcı olmaktadır (Çopur 2000). Gürses ve Artık (1983) Türk çaylarında ve bu çaylardan elde edilen demlerde sodyum, potasyum ve kalsiyum miktarını araştırmışlar. Elde edilen sonuçlara göre demlenen çaya, potasyumun 1837-3538 ppm arasında geçtiğini bildirilmişlerdir.

Üç hasat döneminde alınan yeşil çay çeşitlerinin farklı demleme sürelerinde elde edilen demlerin potasyum miktarları Çizelge 4.136 ve Şekil 4.47'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.136. Deme geçen K miktarları (ppm)

| Hasat dönemi | Çeşitler | Demleme süreleri | | | |
|--------------|----------|------------------|------------|------------|------------|
| | | 1 dak | 3 dak | 5 dak | 7 dak |
| 1 | Çeşit 1 | 6600,00 | 9075,00 | 10950,00 | 11075,00 |
| | Çeşit 2 | 5700,00 | 9200,00 | 8200,00 | 10100,00 |
| | Çeşit 3 | 8100,00 | 8000,00 | 10700,00 | 10250,00 |
| | Çeşit 4 | 7025,00 | 7400,00 | 7325,00 | 11675,00 |
| | Çeşit 5 | 3975,00 | 6775,00 | 4725,00 | 9850,00 |
| | Ortalama | 6.280,000 | 8.090,000 | 8.380,000 | 10.590,000 |
| 2 | Çeşit 1 | 9225,00 | 10925,00 | 9700,00 | 10975,00 |
| | Çeşit 2 | 8075,00 | 10075,00 | 11100,00 | 10925,00 |
| | Çeşit 3 | 12200,00 | 11975,00 | 13825,00 | 11925,00 |
| | Çeşit 4 | 9725,00 | 11825,00 | 12275,00 | 11875,00 |
| | Çeşit 5 | 5475,00 | 7300,00 | 8875,00 | 9775,00 |
| | Ortalama | 8.940,000 | 10.420,000 | 11.155,000 | 11.095,000 |
| 3 | Çeşit 1 | 7500,00 | 9600,00 | 14275,00 | 12900,00 |
| | Çeşit 2 | 8800,00 | 10250,00 | 13525,00 | 12450,00 |
| | Çeşit 3 | 11750,00 | 13800,00 | 13500,00 | 11325,00 |
| | Çeşit 4 | 4575,00 | 5025,00 | 14000,00 | 10650,00 |
| | Çeşit 5 | 2400,00 | 4275,00 | 7875,00 | 10450,00 |
| | Ortalama | 7.005,000 | 8.590,000 | 12.635,000 | 11.555,000 |

Yeşil çay çeşitlerinin deme geçen K miktarlarına ait varyans analizi sonuçları çizelge 4.137'de verilmiştir.

Çizelge 4.137. Deme geçen K miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|----------------------|----|--------------|---------------|
| Hasat dönemi | 2 | 47192312,500 | 9E+007** |
| Süre | 3 | 85707854,167 | 2E+008** |
| Çeşit | 4 | 69990604,167 | 1E+008** |
| Hasat * Süre | 6 | 11917645,833 | 2E+007** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 8649447,917 | 2E+007** |
| Süre * Çeşit | 12 | 5580840,278 | 1E+007** |
| Hasat * Süre * Çeşit | 24 | 3411517,361 | 6823034,722** |
| Hata | 60 | ,500 | |

(**) p<0,01 Düzeyinde çok önemli

Deme geçen potasyum miktarları çeşit, hasat dönemi ve demleme süresi bakımından önemli ($p<0,01$) düzeyde farklılık göstermiştir (Çizelge 4.137).

Çizelge 4.138. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen K ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Hasat dönemi | n | K ppm | |
|--------------|----|------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 40 | 8335,5000c | $\pm 1462,057$ |
| 2 | 40 | 10403,000a | $\pm 3582,966$ |
| 3 | 40 | 9946,7500b | $\pm 1938,673$ |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır ($p<0,01$)

Duncan karşılaştırma testine göre üç hasat dönemindeki örneklere ait deme geçen potasyum miktarları birbirinden farklı bulunmuştur (Çizelge 4.138). Buna göre, 2.hasat dönemi elde edilen çay örneklerinde deme geçen potasyum miktarları en yüksek, 1.hasat dönemi elde edilen çay örneklerinde deme geçen potasyum miktarları en düşük olmuştur.

Çizelge 4.139. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen K ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Süre (dak) | n | K ppm | |
|------------|----|-------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 30 | 7408,8333d | $\pm 2699,946$ |
| 3 | 30 | 9033,83330c | $\pm 2575,894$ |
| 5 | 30 | 11080,5000a | $\pm 925,929$ |
| 7 | 30 | 10723,8333b | $\pm 2847,919$ |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır ($p<0,01$)

Demleme süreleri deme geçen potasyum miktarları bakımından önemli ($p<0,01$) farklılık göstermiştir (Çizelge 4.139). Demleme süresine bağlı olarak en yüksek potasyum miktarı 5 dak lık demleme süresinde, en düşük 1 dak lık demleme süresinde elde edilmiştir.

Zengin vd (2004) 10 dakikalık demleme sonucunda deme geçen potasyum miktarlarını siyah çaylarda 12300,00 ppm, yeşil çaylarda ise 14167,00 ppm olarak tespit etmişlerdir.

Fernandez *et al* (2002) yeşil çayın üç dakikalık demlemesiyle suya geçen K miktarını 190,0 mg/l, beş dakikalık demlenmesi ile K miktarını 170,0 mg/l olarak, siyah çayın üç dakikalık demlemesiyle suya geçen K miktarını 250,0 mg/l beş dakikalık demlenmesi ile K miktarını 290,0 mg/l olarak bildirmiştir.

Çizelge 4.140. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen K ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Çeşitler | n | K ppm | |
|----------|----|-------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 24 | 10233,8333b | ±2072,866 |
| Çeşit 2 | 24 | 9867,1667c | ±2040,336 |
| Çeşit 3 | 24 | 11446,3333a | ±1903,367 |
| Çeşit 4 | 24 | 9448,4167d | ±3016,124 |
| Çeşit 5 | 24 | 6813,0000e | ±2586,976 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Çay çeşitlerinde en yüksek potasyum miktarı çeşit 3 yeşil çayında, en düşük potasyum ise çeşit 5 yeşil çayında tespit edilmiştir (Çizelge 4.140).

Türkiyede değişik adlar altında satılan siyah çaylardaki K'un deme geçme oranının %22,1 ile %30,9 arasında değiştiği ve ortalama miktarın %26,2 olduğu saptanmıştır (Gürses ve Artık 1983).

Çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme süresine bağlı bulunan potasyum miktarlarının % deme geçme oranları, 2.hasat dönemi çaylarda en fazla 7 dak lık sürede %76,26, 1. hasat dönemi çaylarda en fazla 7 dak lık sürede %71,62 oranında olup, 3.hasat dönemi çaylarda ise K, 7 dak lık sürede %74,73 oranında deme geçmiştir.

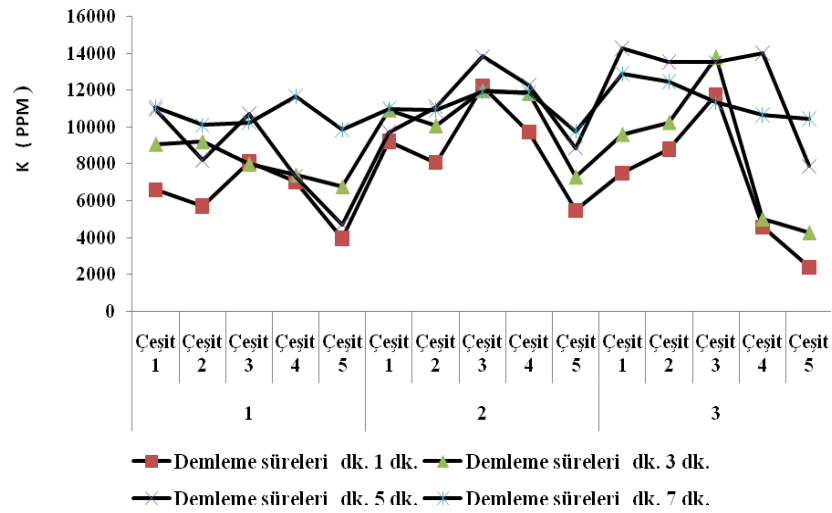
Kütük vd (1990) Türk ve yabancı çayların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri yönünden karşılaştırılması konulu çalışmasında potasyum miktarlarının Çaykur çaylarında deme geçen miktarlarını %51,2-91,2 aralığında bulunmuştur.

Zengin vd (2004) yaptığı çalışmadaki verilere göre; bitkilerden çaylara en düşük düzeyde Fe %3,28, en yüksek düzeyde ise K %53,58 geçişini saptamışlardır.

Kütük vd (1990) Türk ve yabancı çayların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri yönünden karşılaştırılması konulu çalışmasında özel sektör çaylarında deme geçen potasyum miktarlarını %61,7-79,0 ve yabancı kökenli çaylarda %59,8-89,5 olarak bulmuşlardır.

Gürses vd (1983) Türk çaylarında deme geçen K miktarlarının %14,1-31,0 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Kasrai *et al* (1977) İran biçimi demleme ile çaydaki potasyumun %95'inin deme geçtiğini saptamışlardır.



Şekil 4.47. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen K miktarları (ppm)

4.2.5.f. Magnezyum (Mg)

Magnezyum, protein sentezi sırasında enerji oluşumu ve enerjinin transferinde, kas kasılmasında rol alır ve çeşitleri enzimlerin kofatörü olarak önemlidir. Kas kasılmasında gevşeticidir. Magnezyum hücre içinde mitokondriyal membranın bütünlüğünü sağlamasında görev üstlenir. Hücre çekirdeğinde DNA'nın yapım ve stabilitesinde magnezyum iyonlarına gereksinim vardır (Duruk 2004).

Magnezyumun bir kısmı kalsiyum ve fosforla beraber iskeletin yapısında bulunur. Kas dokularında ve vücut sıvılarında da magnezyum bulunur. Vücutta besin öğelerinin kullanılması ile ilgili kimyasal reaksiyonların bazılarında katalizör işlevi görür. Yetişkin bir kimsenin günlük magnezyum ihtiyacı 0,3 g kadardır (Baysal 2002).

Üç hasat döneminde alınan yeşil çay çeşitlerinin farklı demleme sürelerinde elde edilen demlerin magnezyum miktarları Çizelge 4.141 ve Şekil 4.48'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.141. Deme geçen Mg miktarları (ppm)

| Hasat Dönemi | Çeşitler | Demleme süreleri | | | |
|--------------|----------|------------------|---------|---------|---------|
| | | 1 dak | 3 dak | 5 dak | 7 dak |
| 1 | Çeşit 1 | 307,85 | 417,88 | 542,83 | 580,50 |
| | Çeşit 2 | 317,80 | 450,55 | 440,83 | 577,53 |
| | Çeşit 3 | 435,13 | 384,85 | 655,68 | 843,40 |
| | Çeşit 4 | 407,68 | 390,68 | 385,85 | 818,75 |
| | Çeşit 5 | 309,38 | 463,58 | 340,35 | 783,25 |
| | Ortalama | 355,565 | 421,505 | 473,105 | 720,685 |
| 2 | Çeşit 1 | 384,75 | 409,75 | 480,50 | 607,00 |
| | Çeşit 2 | 490,00 | 458,50 | 617,75 | 671,75 |
| | Çeşit 3 | 850,50 | 635,75 | 831,25 | 786,50 |
| | Çeşit 4 | 581,50 | 467,00 | 741,25 | 626,25 |
| | Çeşit 5 | 353,25 | 503,50 | 566,50 | 631,75 |
| | Ortalama | 532,000 | 494,900 | 647,450 | 664,650 |
| 3 | Çeşit 1 | 172,50 | 229,25 | 237,53 | 335,90 |
| | Çeşit 2 | 181,55 | 221,95 | 264,43 | 484,30 |
| | Çeşit 3 | 398,65 | 309,35 | 665,45 | 476,40 |
| | Çeşit 4 | 162,28 | 269,23 | 245,40 | 427,48 |
| | Çeşit 5 | 91,23 | 142,43 | 140,40 | 541,95 |
| | Ortalama | 201,240 | 234,440 | 310,640 | 453,205 |

Yeşil çay çeşitlerinin deme geçen Mg miktarlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.142’de verilmiştir.

Gürses (1984) işlenmiş Türk çaylarının deme geçen magnezyum miktarlarını 213,00-313,00 ppm arasında bulmuştur. Deme geçen magnezyum miktarları çeşit, hasat dönemi ve demleme süresi bakımından önemli ($p<0,01$) düzeyde farklılık göstermiştir

Çizelge 4.142. Deme geçen Mg miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|----------------------|----|------------|----------|
| Hasat dönemi | 2 | 845362,221 | 2E+010** |
| Süre | 3 | 389061,628 | 8E+009** |
| Çeşitler | 4 | 178237,646 | 4E+009** |
| Hasat * Süre | 6 | 30539,357 | 6E+008** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 12901,310 | 3E+008** |
| Süre * Çeşit | 12 | 22982,206 | 5E+008** |
| Hasat * Süre * Çeşit | 24 | 12829,100 | 3E+008** |
| Hata | 60 | 5,00E-005 | |

(**) p<0,01 Düzeyinde çok önemli

Deme geçen magnezyum miktarları çeşit, hasat dönemi ve demleme süresi bakımından önemli (p<0,01) farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.142).

Çizelge 4.143. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen Mg ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Hasat dönemi | n | Mg ppm | |
|--------------|----|-----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 40 | 492,7225b | ±165,512 |
| 2 | 40 | 584,7550a | ±141,978 |
| 3 | 40 | 299,8880c | ± 151,550 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Duncan karşılaştırma testine göre üç hasat dönemindeki örneklere ait deme geçen magnezyum miktarları birbirinden farklı bulunmuştur (Çizelge 4.143). Buna göre, 2. hasat dönemi elde edilen çay örneklerin deme geçen magnezyum miktarları en yüksek, 3.hasat dönemi elde edilen çay örneklerin deme geçen magnezyum miktarları en düşük olmuştur.

Çizelge 4.144. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen Mg ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Süre (dak) | n | Mg | |
|------------|----|-----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 30 | 362,9417d | ±186,045 |
| 3 | 30 | 383,6217c | ±125,950 |
| 5 | 30 | 477,0717b | ±202,175 |
| 7 | 30 | 612,8523a | ±146,759 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Demleme süreleri deme geçen magnezyum miktarları bakımından önemli (p<0,01) farklılık göstermiştir (Çizelge 4.144). Demleme süresine bağlı olarak en yüksek magnezyum miktarı 7 dak lık demleme süresinde, en düşük 1 dak lık demleme süresinde elde edilmiştir. Demleme süresi azaldıkça deme geçen magnezyum miktarıda azalmıştır.

Zengin vd (2004) yapmış oldukları çalışmada 10 dakikalık demleme sonucunda deme geçen magnezyum miktarlarını siyah çaylarda 367,33 ppm, yeşil çaylarda ise 439,67 ppm olarak tespit etmişlerdir.

Fernandez *et al* (2002) yeşil çayın üç dakikalık demlemesiyle suya geçen magnezyum miktarlarını 9,0 mg/l, beş dakikalık demlenmesi ile magnezyum miktarlarını 15,0 mg/l olarak, siyah çayın üç dakikalık demlemesiyle suya geçen magnezyum miktarlarını 12,0 mg/l beş dakikalık demlenmesi ile Mg miktarlarını 3,0 mg/l olarak bildirmiştir.

Çizelge 4.145. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen Mg ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Çeşitler | n | Mg ppm | |
|----------|----|-----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 24 | 392,1917e | ±138,981 |
| Çeşit 2 | 24 | 431,4167c | ±152,757 |
| Çeşit 3 | 24 | 606,0808a | ±193,871 |
| Çeşit 4 | 24 | 460,2842b | ±194,586 |
| Çeşit 5 | 24 | 405,6358d | ±209,733 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Çay çeşitlerinde en yüksek magnezyum miktarı ortalama çeşit 3 yeşil çayında, en düşük çeşit 5 yeşil çayında tespit edilmiştir (Çizelge 4.145).

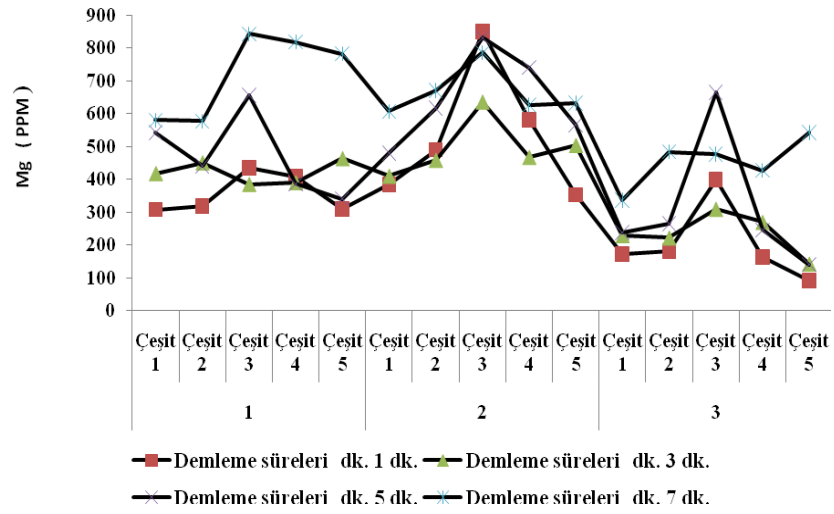
Shen and Chen (2008) yeşil, siyah, oolong çaylarda 10 dakikalık demleme süresinde deme geçen magnezyum miktarlarını yeşil çaylarda ortalama 121,7 µg/100ml, siyah çaylarda ortalama 136,9 µg/100ml, oolong çaylarda 277,6 µg/100ml olarak belirtmişlerdir.

Çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme süresine bağlı bulunan magnezyum miktarlarının % deme geçme oranları, 1.hasat dönemi çaylarda en fazla 7 dak lık sürede %68,65, 2. hasat dönemi çaylarda en fazla 7 dak lık sürede %50,02 oranında, 3. hasat dönemi çaylarda ise 7 dak lık sürede %30,14 oranında Mg deme geçmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada Mg miktarlarının % deme geçiş oranları ortalama %13,54-68,65 aralığında olup diğer çalışmalarla uyum içinde bulunmuştur.

Kütük vd (1991) Türk ve yabancı çayların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri yönünden karşılaştırılması konulu çalışmalarında magnezyum miktarlarının Çaykur çaylarında deme geçen miktarları %15,2-27,2 aralığında, özel sektör çaylarında deme geçen magnezyum miktarlarını %13,10-26,10 ve yabancı kökenli çaylarda % 23,10-33,40 olarak bulmuşlardır.

Gürses vd (1984) paketli Türk çaylarından deme geçen Mg miktarlarının %14,7-44,10 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Shen and Chen (2008) yeşil, siyah ve oolong çaylarda 10 dakikalık demleme süresinde % deme geçen magnezyum miktarlarını yeşil çaylarda ortalama %34,60, siyah çaylarda ortalama %50,60, oolong çaylarda %51,40 olarak belirtmişlerdir.



Şekil 4.48. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen Mg miktarları (ppm)

4.2.5.g. Fosfor (P)

Fosfor, kalsiyumdan sonra insan bedeninde en çok bulunan mineraldir. Kemik ve dişin yapımı dışında fosforun başlıca işlevleri nükleik asitlerin temel bileşenidir.

Üç hasat döneminde alınan yeşil çay çeşitlerinin farklı demleme sürelerinde elde edilen demlerin fosfor miktarları Çizelge 4.146 ve Şekil 4.49'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.146. Deme geçen P miktarları (ppm)

| Hasat Dönemi | Çeşitler | Demleme süreleri | | | |
|--------------|----------|------------------|---------|---------|---------|
| | | 1 dak | 3 dak | 5 dak | 7 dak |
| 1 | Çeşit 1 | 235,00 | 306,25 | 297,50 | 457,50 |
| | Çeşit 2 | 162,00 | 227,50 | 239,00 | 354,00 |
| | Çeşit 3 | 239,00 | 292,50 | 652,50 | 590,75 |
| | Çeşit 4 | 251,25 | 254,50 | 289,00 | 363,00 |
| | Çeşit 5 | 137,50 | 137,50 | 263,75 | 238,75 |
| | Ortalama | 224,450 | 243,650 | 348,350 | 400,800 |
| 2 | Çeşit 1 | 228,00 | 269,75 | 291,25 | 403,50 |
| | Çeşit 2 | 162,00 | 241,50 | 248,75 | 300,75 |
| | Çeşit 3 | 517,00 | 516,50 | 662,00 | 605,75 |
| | Çeşit 4 | 235,00 | 338,00 | 363,75 | 382,25 |
| | Çeşit 5 | 90,25 | 191,75 | 199,00 | 265,00 |
| | Ortalama | 246,450 | 311,500 | 352,950 | 391,450 |
| 3 | Çeşit 1 | 265,25 | 406,75 | 459,50 | 482,00 |
| | Çeşit 2 | 218,25 | 295,50 | 389,75 | 365,50 |
| | Çeşit 3 | 729,75 | 547,50 | 526,25 | 559,50 |
| | Çeşit 4 | 271,25 | 339,00 | 530,25 | 372,75 |
| | Çeşit 5 | 104,75 | 188,00 | 194,75 | 248,00 |
| | Ortalama | 317,850 | 355,350 | 420,100 | 405,550 |

Yeşil çay çeşitlerinin deme geçen P miktarlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.147'de verilmiştir.

Poyrazoğlu (1995) çay deminin bileşimine etkili bazı faktörler konulu çalışmasında deme geçen fosfor miktarlarını 26,07-123,40 ppm arasında bulmuştur. Kullanılan çay miktarı ve demleme süresi arttıkça deme geçen fosfor miktarının arttığını belirlemiştir.

Çizelge 4.147. Deme geçen P miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

| VK | SD | KO | F |
|----------------------|----|------------|----------------|
| Hasat dönemi | 2 | 86824,552 | 3464666,880 ** |
| Süre | 3 | 278591,325 | 1E+007** |
| Çeşitler | 4 | 276095,138 | 1E+007** |
| Hasat * Süre | 6 | 54067,520 | 2157522,759 ** |
| Hasat * Çeşit | 8 | 62492,374 | 2493710,043 ** |
| Süre * Çeşit | 12 | 50969,207 | 2033886,939 ** |
| Hasat * Süre * Çeşit | 24 | 61422,046 | 2450999,440 ** |
| Hata | 60 | 0,025 | |

(**) $p < 0,01$ Düzeyinde çok önemli

Deme geçen fosfor miktarları çeşit, hasat dönemi ve demleme süresi bakımından, önemli ($p < 0,01$) farklılık göstermiştir (Çizelge 4.147).

Çizelge 4.148. Farklı hasat dönemlerine ait deme geçen P ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Hasat dönemi | n | P ppm | |
|--------------|----|------------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 40 | 299,5168 c | ± 131,798 |
| 2 | 40 | 384,7675 a | ±288,074 |
| 3 | 40 | 374,7163 b | ±154,945 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,01$)

Duncan karşılaştırma testine göre üç hasat dönemindeki örneklere ait deme geçen fosfor miktarları birbirinden farklı bulunmuştur (Çizelge 4.148). Buna göre, 2.hasat dönemi elde edilen çay örneklerin deme geçen fosfor miktarları en yüksek, 1.hasat dönemi elde edilen çay örneklerin deme geçen fosfor miktarları en düşük olmuştur.

Çizelge 4.149. Farklı demleme sürelerine ait deme geçen P ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Süre (dak) | n | P ppm | |
|------------|----|-----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| 1 | 30 | 256,5190d | ±161,503 |
| 3 | 30 | 303,5050c | ±112,878 |
| 5 | 30 | 373,8050b | ±154,140 |
| 7 | 30 | 478,1717a | ±286,066 |

*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0,01$)

Demleme süreleri deme geçen fosfor miktarları bakımından önemli ($p<0,01$) farklılık göstermiştir (Çizelge 4.149). Demleme süresine bağlı olarak en yüksek fosfor miktarı 7 dak lık demleme süresinde, en düşük fosfor miktarı 1 dak lık demleme süresinde elde edilmiştir. Demleme süresi azaldıkça deme geçen fosfor miktarıda azalmıştır.

Zengin vd (2004) 10 dakikalık demleme sonucunda deme geçen fosfor miktarlarını siyah çaylarda 1250,20 ppm, yeşil çaylarda ise 1941,60 ppm olarak tespit etmişler.

Çizelge 4.150. Farklı yeşil çay çeşitlerinin deme geçen P ortalamalarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları

| Çeşitler | n | P ppm | |
|----------|----|-----------|----------------|
| | | Ortalama | Standart Sapma |
| Çeşit 1 | 24 | 341,8983b | ±91,370 |
| Çeşit 2 | 24 | 267,0879e | ±73,390 |
| Çeşit 3 | 24 | 536,6296a | ±139,431 |
| Çeşit 4 | 24 | 332,5050c | ±79,681 |
| Çeşit 5 | 24 | 286,8800d | ±361,726 |

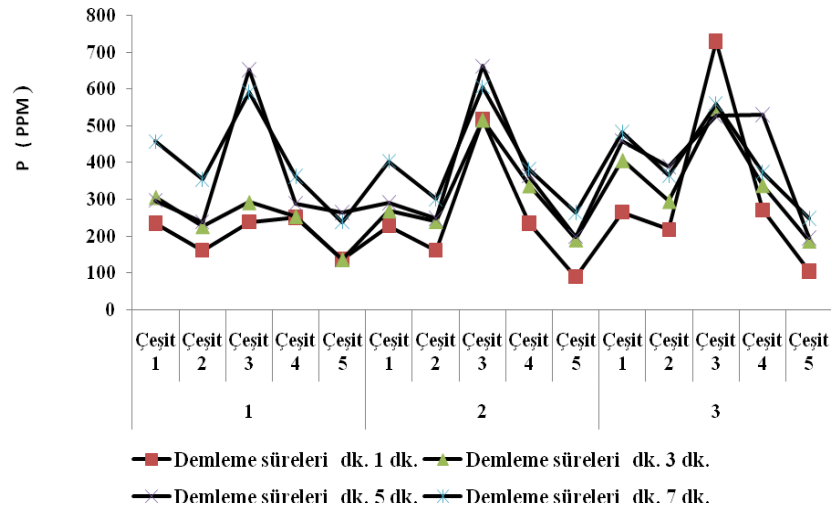
*Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0,01$)

Çay çeşitlerinde en yüksek fosfor miktarı ortalama çeşit 3 yeşil çayında, en düşük çeşit 2 yeşil çayında tespit edilmiştir (Çizelge 4.150).

Çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme süresine bağlı bulunan fosfor miktarlarının % deme geçme oranları, 3. hasat dönemi çaylarda en fazla 7 dak lık sürede

%25,92 oranında, 1. hasat dönemi çaylarda en fazla 7 dak lık sürede %21,98 oranında, 2.hasat dönemi çaylarda ise 7 dak lık sürede %21,15 oranında P deme geçmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada P miktarlarının % deme geçiş oranları ortalama %13,54-68,65 aralığında olup diğer çalışmalarla uyum içinde bulunmuştur.

Kütük vd (1991) Türk ve yabancı çayların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri yönünden karşılaştırılması konulu çalışmasında fosfor miktarlarının Çaykur çaylarında deme geçen miktarlarını %14,3-28,1 aralığında bulunmuştur. Aynı çalışmada özel sektör çaylarında deme geçen fosfor miktarlarını %12,40-28,70 ve yabancı kökenli çaylarda %11,40-23,70 olarak bulmuşlardır.



Şekil 4.49. Yeşil çay çeşitlerinin hasat dönemlerine ve demleme sürelerine ait deme geçen P miktarları (ppm)

5. SONUÇ

Tüketici açısından yeşil çay içeceğinin kalite düzeyinin belirlenmesi önemlidir. Günümüzde önemli ölçüde tüketildiği düşünülen yeşil çayın bileşiminin objektif olarak saptanması önem taşımaktadır. Bu amaçla Türkiye’de piyasaya sunulan insan sağlığına önemli etkileri olduğu bilinen yeşil çayların başlıca kalite parametreleri incelenmiş ve farklı sürelerde demlemeler ile elde edilen çayların mineral madde içerikleri, deme geçen çözünebilen madde miktarları, süreye bağlı olarak % geçiş oranları ve optimum demleme süresi tespit edilmiştir. Elde edilen verilerden aşağıdaki genel sonuçlar çıkarılmıştır.

Çayların ekstrakt, polifenol, kateşin ve kafein miktarları üzerine hasat dönemlerinin etkisi önemli ($p < 0,01$) bulunmuştur. Kalite değerleri en fazla I.hasatta imal edilen yeşil çaylarda bulunmuştur. Bunu sırası ile II. hasat ve III. hasatta imal edilen çaylar takip etmiştir. Hasat edilen çay yapraklarının yapısında bulunan bileşenler hasat dönemlerine göre değişim göstermektedir. Bu durum farklı mevsimlerde bitkinin gelişme oranının farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Yeşil çay çeşitleri arasında fenolik madde miktarları çeşit 5 yeşil çayında yüksek bulunmuştur. Çalışmada yeşil çayların mineral madde miktarları da belirlenmiştir. Mineral madde miktarları yapraktaki durumuna göre hasat zamanları arasında farklılık göstermiştir. Cu, K, Mg, Ca miktarları III. hasat döneminde yüksek bulunmuş, Zn, P miktarları II hasat döneminde daha yüksek bulunmuştur. Fe I. hasat dönemi çaylarda daha yüksek bulunmuştur.

Çay yaprağının niteliği deme geçen madde üzerinde önemli etki yapar. Polifenol, kafein kateşin miktarları yüksek olan genç yaprak ile tomurcuk oranı yüksek olan kuru çayların demi üstün niteliklidir.

Demleme süresi attıkça deme geçen madde miktarının arttığı gözlenmiştir. Yeşil çayların 5 ve 7 dakikalık demleme sürelerinde deme daha çok çözünebilen madde geçtiği tespit edilmiştir. Çay çeşitleri arasında deme geçme miktarı ince partiküllü

aylarda daha fazla olmuştur. Kalın kıvrımlı çaylarda süre daha uzun tutulduğunda çözünmenin daha fazla olacağı kanaatine varılmıştır.

Yüzde deme geçiş oranı açısından 1.3.5 ve 7 dakikalık demleme sürelerinde 7 dakikalık demlemede maksimum geçiş sağlanmıştır. Kısa süreli demlemelerde daha az geçiş sağlanmıştır.

Mineral madde bakımından 1.3.5 ve 7 dakikalık demleme süresince yeşil çaylarda deme geçme miktarı 5 ve 7 dakikalık demleme süresinde daha fazla olduğu görülmüştür. Yüzde deme geçiş oranı açısından 5 ve 7 dakikalık demlemelerde maksimum Potasyum ve magnezyumum geçiş yaptığı gözlenmiştir. Çalışmamıza konu olan yeşil çay çeşitlerin den faydalanmak için demleme süresinin 5 ve 7 dak arasında olması tavsiye edilebilir.

KAYNAKLAR

- Adiloğlu, A., Adiloğlu, S., 2006. An Investigation on Nutritional Status of Tea (*Camellia sinensis L.*) Grown in Eastern Black Sea Region of Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9(3), 365-370.
- Ahmad, N., Mukhtar, H., 1999 Green Tea Polyphenols and Cancer; Biologic Mechanisms and Practical İmpleications, *Nutr Rev.* 57, 78-83.
- Altan, A., 2008. Özel Gıdalar teknolojisi, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitapları, Yayın no: A-55, 251s. Adana.
- Anonim, 2010a. www.Japan tea Explorer's association. 2003
- Anonim, 2010b. www.caykur.gov.tr
- Anonim, 2011b. <http://www.mdidea.com>
- Anonim, 1990. Kuru Madde Tayini. TS 1561.TSE, Ankara.
- Anonim, 2003. Çay- Su Ekstraktı Tayini. TS ISO 9768.TSE, Ankara.
- Anonim, 2005a. Content of total polyphenols in tea Colorimetric method using Folin Ciocalteu reagent.ISO14502-1.
- Anonim, 2005b. Content of Catechins in Green Tea –Method Using High Performance Liguid Chomatodrophy. ISO 14502-2.
- Anonim, 2009. Yeşil çay. TS 12691.TSE, Ankara.
- Anonim, 2011a. www.bitkisel-tedavi.com/yesilcay.htm
- Arslan, N., Toğrul,H.,1995.Türk Çaylarında Kalite Parametreleri ve Mineral Maddelerin Farklı Demleme Koşullarında Deme Geçen Miktarları. *Gıda Dergisi*, 20 (3), 179-185.
- Asrof, W.and A.A.Mion (2008). Lovels of Selected Heavy Metals in Black Tea vareties Consumed in Saudi Arabia. *Bull.EnvIRON. Toxicol* 81: 101-104.
- Astill, C., Birch M., Dacombe C., Humphery, P.G., Martin, P.T., 2001. Factors Affecting The Caffeine and Polphenol Contents of Black and Green Tea İnfusions. *J.Food Chem.* 49,5340-5347.
- Başgel, S., Erdemoğlu, S.B., 2005. Determination of Mineral and Trace Elements in Some Medicinal Herbs and Their İnfusions Consumed in Turkey, *Science Direct*.
- Baysal, A., 2002. Genel Beslenme. Hatipoğlu Yay., Ankara.
- Baysal, A., 2009. Beslenme. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyabetik Bölümü, 560, Ankara.
- Baytop, T., 1999. Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi; Geçmişte ve Bugün, İlaveli İkinci Baskı. Nobel Kitab evi, İstanbul.
- Bedir, N., 2010. Açık ve Paket Çaylarda Bulunan Ağır Metallerin ICP-OES ile Analizleri. Yüksek Lisans, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Chen, C.N., Liang, C.M., Lai, J.R., Tsai, Y.J., Tsay, J.S., Lin, J.K., 2003. Capillary Electrophoretic Determination of Theanine, Caffeine and Catechins in Fresh Tea Leaves and Oolong Tea and Their Effects on Ratneurosphere Adhesion and Migration. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 7495-7503.
- Chen, Z.Y., Zhu, Q.Y., Tsong, D., Huang, Y., 2001. Degradation of Green Tea Catechins in Tea Drinks. *J. Agric. Food Chem.*, 49, 477-482.
- Chou, C., Lin. L., Chung, K.,1999. Antimicrobial Activity of Tea as Affectetd by the

- Degree of Fermentation and Manufacturing Season. *International Journal of Food Microbiology*, 48,125-130.
- Chu, D.C., Juneja, L.R., 1997. General Chemical Composition of Green Tea in : *Chemistry and Applications of Green tea*. 13-22. CRC Press, LLC. USA.
- Comp.Anal.17,675-685.
- Çopur, Ö.U., 2000. İçecek Bilgisi, MEB Ticaret ve Turizm Öğretim Okulları Ders Kitabı, 61, Ankara.
- De Mejia, E.G, Raminez-Mares, M.V., Puangpraphant, S., 2009. Bioactive Components of Tea: Cancer, İnflammation and Behavior. *Brain, Behavior and Immunity*. 23, 721-731.ABD.
- Duruk, Ç.M., 2004. Kalsiyum, Magnezyum ve Vitamin E ile Zenginleştirilmiş Ekmek. *Dünya Gıda*,50-51.
- Fernandez, P.L., Poblas, F., Martín, M.J., Gonzalez, A.G. 2002. Multi-Element Analysis of tea Beverages By İnductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectromery, *Food Chemistry*, 76, 483-489.
- Füsunoğlu, M., Besler, T., 2008. Çay ve Sağlık İlişkisi. *Klasmat Matbaacılık*, 7-8 s, Ankara.
- Gökalp, H.Y., Nas, S., Özdemir, F., 1991. Birinci Sürgün Dönemi Çaylardan Orthodoks Metotla Üretilen Farklı Sınıf Siyah Çayların Bazı Kimyasal Kalitatif Özellikleri. *Türk Standartları Enstitüsü*. Ankara
- Gürses, Ö.L., 1987. Türk Çaylarının Bileşimine Sağlık Yönünden Bakış.Uluslararası Çay Simpozyumu, Rize.
- Gürses, Ö.L., Artık, N., 1982. Çaylarımızda ve Demlemede Demir, Bakır, Kurşun, Civa Miktarları ve Deme Geçme oranları Üzerine araştırmalar. *Gıda* 7 (5), 215-222.
- Gürses, Ö.L., Artık, N., 1983. Çaylarımızda ve Demlemede Sodyum, Potasyum, Calsiyum Miktarı ve Deme Geçme Oranları Üzerine Araştırmalar. *Gıda Dergisi*, Yıl 8, sayı 2.
- Gürses, Ö.L., Artık, N., 1985. Türk çaylarında Kafein ve Tanen Miktarı Üzerine Araştırmalar. *Gıda*.10 (1), 19-24.
- Güzel-Seydim, Z.B., Seydim, A.C., Green A.K., 2009. Determination of the Effects of Temperature on Antioxidant activities of Black and Green Tea Samples.
- Han, W.-Y., Shi, Y.-Z., Ma, L.-F., Ruan, J.-Y, 2005. Arsenic, Cadmium, Chromium, Cobalt, and Copper in Different Types of Chinese Tea. *Bull. Environ. Contom. Toxial*, 75:272-277.
- Hasler, C.M., 2000. Plants as Medicine: The Role Phytochemicals in Optimal Health. İn *Phytochemicals and Phytopharmaceuticals*, Edited by F. Shahidi and C.T.Hopp.1-12. Champaign, İllinois: AOAC Press.
- Horuz, A., Korkmaz, A. 2006. Farklı Sürgün Dönemlerinde Hasat Edilen Çayın Verimi, Azot İçeriği ve Mineral Madde Kompozisyonu. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 21(1), 49-54.
- İlgaz, A.Ş., Sarımehmet, M., Kalcıoğlu, Z., 2005-2004 Yılı Sürgün Dönemine Ait Çaykur Yeşil Çay Nevilerinin Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi ve yabancı Ülkelerde Üretilen Yeşil Çaylarla Mukayesesi. *Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü Atatürk Çay ve bahçe Kültürleri araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*, Rize.
- Kacar, B., 1987. Çayın Biyokimyası ve İşleme Teknolojisi. *Çaykur Yayını*, 329, Ankara.
- Kacar, B., 2010. Çay Bitkisi Biyokimyası Gübrelenmesi İşleme Teknolojisi. *Nobel Yayınları*, 355, Ankara.

- Kacar, B., Przemec, E., Özgümüş, A., Turan, C., Katkat, A., Kayıkçıoğlu, I., 1979. Türkiyede Çay Tarımı Yapılan Toprakların ve Çay Bitkisinin Mikroelement Gereksinimleri Üzerine Bir Araştırma. TÜBİTAK, Tarım ve Ormanlık Araştırma Grubu, Ankara.
- Kacar, B., 1984. Çayın Gübrelenmesi. Çaykur Yayını, 356, Ankara.
- Kacar, B., 1991. Çay Analizleri. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, 331, Ankara.
- Kaptan, A.B., 1968. Rize çaylarının Terkip ve Keyfiyeti ile Bunların Üzerinde İşlemenin Tesirine Ait Araştırma. Tarım Bakanlığı Ziraat İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları, 176, Ankara.
- Karori, S.M., Wachira, F.N., Wanyoko, K., Ngura., R.M., 2007. Antioxidant Capacity of Different Types of Tea Products. African Journal of Biotechnology 6 (19), 2287-2296.
- Kasai, M., Shoushtarian, M.j., Bozorgzadeh, M.H., 1977. Determination of Trace Element in Tea Leaves by Neutron Activation Analysis. Journal of Radioanalytical Chemistry, 41, 73-79.
- Kuan J., Hardter R., 2001. Productivity and Quality Response of Tea to Balanced Nutrien Management, Examples from China Tea Gardens. China.
- Kütük, A.C., Taban, S., Kacar, B., 1991. Türk ve Yabancı Çayların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Yönünden Karşılaştırılması. Doğa- Tr.J.of.Agriculture and Forestry 15, 328-351.
- Lasheen, Y.F., Awwad, N.S., El-kholafawy, A., Abdel-Rassoul, A.A., 2008. Annual Effective Dose and Concentration levels of Heavy Metals in Different Types of Tea in Egypt. International Journal of Physical Sciences, 3(5), 112-119.
- Liebert, M., Licht, U., Böhm, V., Bitsch, R., 1999. Antioxidant Properties and Total Phenolics Content of Green and Black Tea Under Different Brewing Conditions.2. Lens Unters Forsch A.208, 217-220.
- Liebert, M., Licht, U., Böhm, V., Bitsch, R., 1999. Antioxidant Properties and Total Phenolics Content of Green and Black tea Under Different Brewing Conditions.2.Lens Unters Forsch A. 208, 217-220.
- Lin, J.K., Lin, C.L., Liang, Y.C., Lin-Sheiau, S.Y., Juan, I.M., 1998. Surve of Catechins, Gallic Acid, and Methylxanthines in Green, Oolong, Puerh, and Black Teas. J.Agric Food Chem. 46, 3635,42.
- Lin, Y. S., Tsai, Y.J., J.S and Lin, J.K., 2003. Factors Affecting the Levels of Tea Polyphenols and Caffeine in Tea Leaves. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51, 1864-1873.
- Marcos, A., Fisher, A., G.Ree and S.J. Hill, 1996. Preliminary study using trace element concentrations and a chamometrics approach to determine the geological origin of tea. J.Agric.Atom.Spect. 113, 521-525.
- Michie, N.D. and E.V. Dixon, 1977. Distribution of Lead and Other Metals in Tea Leaves, Dustand Liguor. J.Sci.Fd.Agric, 28, 215-224.
- Nakane, H., Ono, K., 1990. Differential İnhibitory Effects of Some Catechin Derivatives On the Activites of Human İmmunodeficiency Virus Reverse Transcriptase and Cellular Deoxyribonucleic and Ribonucleic Acid Oolymerases, Biochemistry, 29;284-5.
- Nishitani, E., Sagesaka, Y.M., 2004. Simultaneous Determination of Catechins, Caffeine and other Phenolic Compounds in Tea Using New HPLC Method. J.Food

- Öksüz, M., 1987. Ülkemizdeki Klon Çayların Verimi ve Mamul Çay Kalite Özelliklerinin Tespiti. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, 184, Rize.
- Özdemir, F., Karkacier, M., 1997. Bazı Siyah ve Yeşil Çayların Kimyasal Bileşimi ve Ekstraksiyon Verimi. Standard, 86-91.
- Özdemir, F., Topuz, A., Erbaş, M., 1999. Mineral Contents of Different Classes of Black Tea Produced by Orthodox and Caykur Methods, Tr.J.Agriculture and Forestry, 23(4), 809-815.
- Özdemir, F., 1997. Siyah Çay Dem ve Posanın Duyusal Özellikleri ve Bunlar Üzerinde Etkili Faktörler. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10, 368-373.
- Özdemir, F., Şahin, H., 2006. Yeşil Çayın Sağlık Üzerine Etkisi. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu.
- Özdemir, F., Şahin, H., Akdoğan, A., Dinçer, C., Topuz, A., 2008. Türk Siyah Çayının Fenolik Madde Kompozisyonu Üzerine Rakım, Sürgün ve Çay Sınıfının Etkisi. Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum.
- Özdemir, Y., 1992. Türk çaylarının Kimyasal Bileşiminin İncelenmesinde Spektrofotometrik ve Kromatografik Yöntemlerin Yeri. Doktora Tezi İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Poyrazoğlu, E.S., 1995. Çay Deminin Bileşimine Etkili Bazı Faktörler Üzerine Araştırma. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Poyrazoğlu, E.S., 1990. İşlenmiş Türk Çaylarının Kaliteleri Üzerine Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Reto, M., Figueria, M.E., Filipe, H.M., Almeida, C.M.M., 2007. Chemical Composition of Green Tea (*Camellia sinensis*) Infusions Commercialized in Portugal. Plant Foods Hum Nutr, 62, 139-144.
- Riemersma, R.A., Rice-Evans, C.A., Tyrrell, R.M., Clifford, M.N., Lean, M.E., 2001. Tea Flavonoids and Cardiovascular Health. QJM, 94, 277-82.
- Robertson, A., 1983. Effects of Catechin Concentration on the Formation of Black Tea Polyphenols During In Vitro Oxidation. Phytochemistry, 22(4), 897-903.
- Safari, Y., Sadrzadeh, S.V., 2004. Green Tea Metabite EGCG Protects Membranes Against Oxidative Damage In Vitro. Life Sci. 74, 1513-8.
- Saldamlı, İ., 1998. Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 527, Ankara.
- Saravanan, M., Maria John, K.M., Raj Kumar, R., Pius, P.K., Sasikumar, R., 2005. Genetic Diversity of UPASI Tea Clones (*Camellia sinensis* (L.) O.Kuntze) on the Basis of Total Catechins and Their Fractions. Phytochemistry, 66, 561-565.
- Sarıca, S., Karataş, U., Diktaş, M., 2008. Çay (*Camellia sinensis*) İçeriği, metabolizma ve Sağlık Üzerine Etkileri, Antioksidan Aktivitesi ve Etlik Piliç Karma Yemlerinde Kullanımı. Ziraat Fakültesi Dergisi, 25 (2), 79-85.
- Seenivasan, S., Manikondan, N., Muraleedharan, N.N., Selvasunndaram, R., 2008. Heavy Metal Content of Black Teas From South India, Food Control, 19, 746-749.
- Shao, W., Powell, C., Clifford, M.N., 1995. The Analysis by HPLC of Green Black and Puerh Teas Produced in Yunnan. J.Sci.Food Agric. 69, 535-540.
- Sharma, V., Gulati, A., Ravindronath, S.D., 2005. Hill Area Tea Science Division. Food Chemistry, 93, 141-148.
- Shen, F.M., Chen, H.W., 2008. Element Composition of Tea Leaves and Tea Infusions and its Impact on Health. Bull Environ Contam Toxicol, 80, 300-304.
- Sivapalan, K., 1982. Storage of Black Tea. Tea Ouort. 51 (4), 185-189.

- Stagge, G.V., 1974. Chemical Changes Occuring During the Starage of Black Tea. *J.Sci.Food Agric*, 25, 1015-1034.
- Stewart, A.J., Mullen, W., Crozier, A., 2005. On-Line High -Performance Liguid Chromatography Analysis of the Antioxidant Activity of Phenolic Compounds in Green and Black Tea. *Molecular Nutrition and Food Research*, 49, 52-60.
- Street, R., J.Szolova, O.Drobek and L.Mladlova., 2006. The Status of Micronutrients (Cu, Fe, Mn, Zn) in Tea and Tea İnfusions in Selected Samples İmpoted to The Czech Republic.Czech, *J. Food Sci*, 24:62-71.
- Taban, S., Okay, Y., Kunter, B., 2001. Klon ve Tohumdan Üretilen Çay Bitkisinin Genç ve Yaşlı Yapraklarının Ekstrakt, Polifenol, Kül ve Bazı Mineral Madde İçerikleri, *Gıda Dergisi*, 26(1), 49-53.
- Taban, S., Okay, Y., Kunter, B., 2000. Değişik Dönem ve Dozlarda Uygulanan Toprak Gübresinin Çay Bitkisi Yaprığının Kalite ve Mineral Madde İçerikleri Üzerine Etkisi.*Tarım Bilimleri Dergisi*, 6(1), 58-62.
- Tekeli, T.S., 1976. Çay Yetiştirme-İşleme-Pazarlama. Dönüm Yayınları, 244, Ankara.
- Tokuşoğlu, Ö., 2001. Siyah Çayların Başlıca Fenolik Bileşenleri (Flavanoller, Flavonoller, Tanninler) ve Aroma Özellikleri Üzerine Araştırmalar.Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimlei Enstitüsü, İzmir.
- Trevisanato, S.I., Young-In Kim, M., D., 2000. Tea and Health. *Nutrition Reviews*, s 8:1-10. Vinson, J.A., Dabbagh, Y.A., 1998. Tea Phenols.
- Türkmen, N., 2007. Farklı Sınıf Çaylarda Kıvrırma Proseslerinin ve Değişik Hasat Dönemlerinin Çayın Fenolik Madde ve Alkoloid Bileşimine Etkisi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Vatan, Ö., Hasdemir, İ.M., İnci, İ., Bilgi, M., Aydın, A., 2000. Kafeinin Su ve Etil Asetat / Kloroform Karışımı arasındaki Dağılma Katsayılarının Ortam Asitliğine Bağlı Olarak Değişimi.DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi. 2 (3), 1-6.
- Werkhoven, J., 1978. Tea Processing, FAO Agricultural Services Bulletin, Rome.
- Wetherilt, H., Gürcan, T., Löker, M., Özay, G., 1991. Türk Çaylarının Nesnel Kalite Parametrelerine Göre Değerlendirilmesi. *Gıda*, 16(3), 209-216.
- Wong, H., Helliwell, K., You, X., 2000. Isocratic Elution Systm for the Determination of Catechins, Caffeine and Gallic acid in Green Tea Using HPLC .*Food Chemistry*, 68, 115-125.
- Yanagimoto, K., Ochi, H., Lee, K.G., Shibamoto, T., 2003. Antioxidative Activities of Volatile Extracts from Geen Tea, Oolong Tea, and Black Tea. *J. Agric Food Chem.*, 51, 7396-401.
- Yao, S.G., Ahn, C.W., Lee, Y.W., Lee, T.G., Park, Y.H., Kim, S.B., 1995. Antioxidative Effect of Tea Extracts From Green Tea, Oolong Tea and Black Tea.*Han'guk Yonyang Siklyong Hakhoecchi*, 24, 299-304.
- Yao, L.H., Jiang, Y.M., Caffin, N., D' Arcy, B., Datta, N., Liu, X., Singanusong, R., Xu, Y., 2005. Phenolic Compounds İn Tea from Ausralion Supermarkets. *Food Chemistry*, 96(4), 614-620.
- Yıldız, N., Bircan H., 1991. Uygulamalı İstatistik Atatürk Üniversitesi Ziraat fakültesi Yayını No: 308, Erzurum.
- Yoshida, Y., Kiso, M. and Goto, T., 1999. Efficiency of the Extraction of Catechins from Green tea. *Food Chemistry*, 67, 429-433.
- Zengin, M., Gezgin, S., Özcan, M., Çetin, Ü. 2004. Bitkisel Çay olarak Kullanılan Bitki

aylarının mineral madde İçeriklerinin Belirlenmesi.T.C. Selçuk Üniversitesi
Bilimsel araştırma projeleri. Zf 2003-129, Konya.
Zhen, Y., 2002. Tea: Bioactivity and Theraputic Potential. Taylor and Francis. 257 p, 11
New Fetter Lane, London.

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Trabzon'da doğdu. İlköğrenimi Trabzon Yavuz Selim İlkokulu'nda, orta öğrenimi Trabzon Kanuni Orta Okulu'nda, lise öğrenimini Trabzon Lisesi'nde tamamladı. 1999 yılında başladığı Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ndeki lisans eğitimini 2003 yılında tamamladı. 2004-2008 yıllarında özel sektörde üretim ve kalite birimlerinde çalıştıktan sonra 2008 yılında Çaykur Atatürk Çay ve Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne atandı. 2009 yılında başladığı Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimini 'Yeşil Çayın Fenolik ve Mineral Madde İçerikleri Üzerine Üretim Yöntemi, Hasat Dönemi ve Demleme Süresinin Etkisi' isimli tez çalışmasını sunarak 2011 yılında tamamlamıştır.

.