

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SİYAH ÇAYLARDA SINIFLANDIRMANIN AROMA BİLEŞENLERİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

Yelda CAN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2018**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Yelda CAN tarafından hazırlanan "Siyah aylarda Sınıflandırmanın Aroma Bileşenleri Üzerine Etkisi" adlı tez çalışması 06.07.2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Ender Sinan POYRAZOĞLU



Jüri Üyeleri:

Başkan: Prof. Dr. Ertan ANLI
Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı



Üye : Prof. Dr. Ender Sinan POYRAZOĞLU
Siirt Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı



Üye : Doç. Dr. Nevzat KONAR
Siirt Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı




Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Atila YETİŞEMİYEN
Enstitü Müdürü

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

06.07.2018


Yelda CAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SİYAH ÇAYLARDA SINIFLANDIRMANIN AROMA BİLEŞENLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Yelda CAN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ender Sinan POYRAZOĞLU

Bu çalışmada, siyah çaylardaki sınıflandırmanın aroma bileşenleri üzerine etkisini araştırmak amacıyla farklı sınıf siyah çaylardaki aroma bileşenlerinin GC-MS tekniği ile bileşimi incelenmiş; araştırma sırasında elde edilen veriler, deneme desenine uygun olarak hazırlanan çizelgeler halinde SPSS 22.0 programında tek yönlü varyans analizine tabi tutulmuştur. Materyal olarak Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilen 7 farklı sınıf siyah çay kullanılmıştır. Çalışma 7 farklı sınıf çay, 1 pasaj, 3 tekrür olmak üzere (7x1x3) 28 örnek üzerinde yapılmıştır. GC-MS sistemine desorbsiyon ile aktarılacak olan çay örneklerindeki uçucu bileşenlerin hazırlanmasında HS-SPME analiz yöntemi kullanılmıştır. Analiz için kullanılacak fiber 200 °C'de 20 dakika süresince GC-MS enjeksiyon bloğunda şartlandırılmıştır. Katı faz mikro ekstraksiyonu (SPME) gerçekleştirmek için GC-MS de tutulan fiber örnek şişesinin üst kısmında tutulmuştur ve ekstraksiyon 80 °C'de 60 dakika sürdürülmüştür. Daha sonra fiber, enjeksiyon bloğunda 10 dakika tutularak fiberdeki uçucu bileşenler GC-MS sistemine desorbsiyon ile aktarılmıştır. GC-MS kullanılarak analiz edilen aroma bileşenlerinden 7 farklı sınıf siyah çayda majör bileşenler olarak β -iyonon (% 8.38-% 6.11), bilinmeyen10 (% 7.88-% 4.28), bilinmeyen1 (% 9.84-% 0), hegzadekan (% 6.57-% 3.51), tetradekan (% 5.15-% 3.49), 2-metil-bütanal (% 2.71-% 4.42), 2-pentil-furan (% 3.50-% 2.43), 6,10-dimetil-5,9-undekadien-2-on (% 3.23-% 2.43) tespit edilmiştir. Farklı sınıf siyah çay örnekleri arasında en yüksek β -iyonon (% 8.38), bilinmeyen1 (% 9.84) değerleri 4. Sınıf siyah çayda saptanmıştır. Siyah çayın aromatik ve kalite özelliğinin belirlemek için aroma bileşikleri iki grup altında toplanmaktadır. Grup I siyah çaya yavan, çimensi bir aroma verirken; grup II çaya hoş, beğenilen bir çiçeksi, meyvemsi aroma notu vermektedir. β -iyonon aroma bileşeni grup II de yer aldığından dolayı bu çalışmada kullanılan 7 farklı sınıf siyah çayın hepsinin çiçeksi ve meyvemsi bir aromaya sahip olduğu söylenebilir.

Temmuz 2018, 79 sayfa

Anahtar Kelimeler: Siyah çay, aroma bileşenleri, sınıflandırma, GC-MS, HS-SPME

ABSTRACT

Master Thesis

EFFECTS OF AROMA COMPOUNDS ON BLACK TEAS CLASSIFICATION

Yelda CAN

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ender Sinan POYRAZOĞLU

In this study, the composition of aroma components of different classes of black teas were investigated with the GC-MS technique with the aim of researching the effect of aroma components on classification of black teas. The data obtained in the research were prepared in tables according to the experimental pattern, analyzed with one-way analysis of variance using the SPSS 22.0 program. 7 different classes of black tea were obtained from the General Directorate of Tea Enterprises. The study used 7 different classes of tea with 1 passages, 3 repetitions (7x1x3) for 21 samples. The HS-SPME analysis method was used to prepare the volatile compounds in tea samples for transfer to the GC-MS system via desorption. The fiber used for analysis was conditioned on a GC-MS injection block for 20 minutes at 200 °C. The fiber was held in the upper portion of the sample vial and extraction lasted 60 minutes at 80 °C to complete solid phase micro extraction (SPME). Then, the fiber was held on the injection block for 10 minutes and volatile compounds on the fiber were transferred into the GC-MS system via desorption. The major composition of aroma components analyzed with GC-MS in 7 different classes of black tea were identified as beta-ionone (8.38 %-6.11 %), unknown 10 (7.88 %-4.28 %), unknown 1 (9.84 %-0 %), hexadecane (6.57 %-3.51 %), tetradecane (5.15 %-3.49 %), 2-methyl-butanol (2.71 %-4.42 %), 2-pentylfuran (3.50 %-2.43 %), 6,10-dimethyl-5,9-undecadien-2-one (3.23 %-2.43 %). Among the different black tea classes, the highest β -ionone (8.38 %), unknown 1 (9.84 %) values were identified in the 4th class black tea. Aroma compounds can be collected in two groups to determine the aromatic and quality characteristics of black tea. Group I black teas have a bland, grass aroma, while Group II teas have a pleasant, desirable flowery, fruity aroma note. As the β -ionone aroma compound is found in Group II, all 7 black teas used in this study may be said to have flowery and fruity aroma.

July 2018, 79 pages

Key Words: Black tea, aroma components, classification, GC-MS, HS-SPME

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmalarım boyunca yardımlarını esirgemeyen sayın danışmanım, değerli hocam Prof. Dr. Ender Sinan Poyrazoğlu'na (Siirt Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı) gösterdiği destek ve anlayış için teőekkürlerimi sunarım. Ayrıca tez sunum aşamama yardımcı olan değerli hocam Prof. Dr. Nevzat ARTIK'a (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakóltesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı) gösterdiği destek ve anlayış için teőekkürlerimi sunarım. Çalışmalarım süresince maddi-manevi destek veren, ilgilerini hiç eksik etmeyen ve her zaman yanımda olan aileme, Hüseyin DEMİRBAŐ'a, Fatma MERT'e, Gülay ÇOKSARI'ya, Yalçın GÜÇER'e, Dođukan KAHRAMAN'a ve yeğenim Melis METE'ye sonsuz teőekkürler.

Yelda CAN
Ankara, Temmuz 2018

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	
ETİK	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLERİ	3
2.1 Çay Bitkisi	3
2.2 Türkiye’ de ve Dünyada Çay Üretimi ve Tüketimi	4
2.3 Çay Tipleri	6
2.3.1 Siyah çay	8
2.3.1.1 Soldurma	8
2.3.1.2 Kıvrırma	9
2.3.1.3 Fermantasyon	11
2.3.1.4 Kurutma/derecelendirme	13
2.4 Çayın Bileşimi	14
2.4.1 Çayın genel bileşimi	14
2.4.2 Çayda bulunan çeşitli kimyasallar ve biyokimyasal maddeler	15
2.4.2.1 Karbonhidratlar	15
2.4.2.2 Azotlu bileşikler	15
2.4.2.3 Alkoloidler	16
2.4.2.4 Polifenoller	16
2.4.2.5 Enzimler	17
2.4.2.6 Vitaminler	17
2.4.2.7 Klorofil ve diğer pigmentler	17
2.4.2.8 Mineral maddeler	17
2.4.2.9 Uçucu maddeler	18
2.5 Siyah Çayın Kalite Kriterleri	20
2.6 Siyah Çayda Aroma Oluşumu	21
2.6.1 Siyah çayda oluşan uçucu bileşikler	23
2.7 Siyah Çayın Sınıflandırılması	23
2.7.1 P	26
2.7.2 Op	27
2.7.3 Bop	27
2.7.4 F ve pf	27
2.7.5 D ve pf	28
2.7.6 Dust	28
3. MATERYAL ve YÖNTEM	29
3.1 Materyal	29
3.2 Yöntem	29
3.2.1 HS-SPME analizi	29
3.2.2 GC-MS analizi	30

3.2.3 İstatistiksel analiz.....	32
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	33
4.1 Siyah Çay Örneklerinin GC-MS Analizi ile Belirlenen Aroma Bileşenleri.....	33
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	69
5.1 Değerlendirme.....	69
5.2 Öneriler.....	72
KAYNAKLAR.....	73
ÖZGEÇMİŞ.....	79



SİMGELER DİZİNİ

C ₃₀	Otuz karbonlu
C ₄	Dört karbonlu
C ₅	Beş karbonlu
C ₆	Altı karbonlu
C ₇	Yedi Karbonlu
C ₈	Sekiz karbonlu
DVB	Divinilbenzen
GC	Gaz kromatografisi (Gas chromatography)
HS	Tepe boşluğu (Headspace)
HSD	Dürüstçe anlamlı fark testi (Honestly significant difference)
MS	Kütle spektrofotometre (Mass spectrometry)
P	Significance
PDMS	Polidimetilsiloksan
PPO	Polifenol oksidaz
POD	Peroksidaz
SDE	Buharlı damıtma ekstraksiyonu (Simultaneous distillation and extraction)
SPME	Katı faz mikro-ekstraksiyon (Solid phase microextraction)
TF	Teaflavin
TR	Tearubijin

Kısaltmalar

FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization)
TGK	Türk Gıda Kodeksi
KPK	Kesme Parçalama Kıvrırma (Cut, Tear, Curl)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Çay Bitkisi	3
Şekil 2.1 Siyah çay üretimi	7
Şekil 2.2 Soldurma aşaması	8
Şekil 2.3 Kıvırma aşaması.....	9
Şekil 2.4 Fermantasyon aşaması	11
Şekil 2.5 Kurutma aşaması	13
Şekil 2.6 Tasnif elekleri	14
Şekil 3,1 Fiberin vial içerisinde bekletilmesi	30
Şekil 3.2 GCMS-QP2010 Ultra	30
Şekil 4.1 1 nolu siyah çay örneğine ait GC-MS kromatogramı	41
Şekil 4.2 2 nolu siyah çay örneğine ait GC-MS kromatogramı	41
Şekil 4.3 3 nolu siyah çay örneğine ait GC-MS kromatogramı	42
Şekil 4.4 4 nolu siyah çay örneğine ait GC-MS kromatogramı	42
Şekil 4.5 5 nolu siyah çay örneğine ait GC-MS kromatogramı	42
Şekil 4.6 6 nolu siyah çay örneğine ait GC-MS kromatogramı	43
Şekil 4.7 7 nolu siyah çay örneğine ait GC-MS kromatogramı	43

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Dünyada siyah çay üretimi ve ihracatı (bin ton) ile kişi başına yıllık tüketim miktarı (kg).....	5
Çizelge 2.2 İşlenmemiş çay yaprağının kimyasal bileşimi (kuru ağırlıkta, %)	20
Çizelge 2.3 Grup I ve grup II’de yer alan uçucu aroma bileşenleri.....	21
Çizelge 2.4 Çaylardaki bazı uçucu bileşenlerin algılanan aroması.....	21
Çizelge 2.5 Aroma Oluşumu.....	22
Çizelge 2.6 Ortodoks yöntemiyle işlenen siyah çayın sınıflandırılması.....	24
Çizelge 2.7 Çay-Kur tarafından işlenen siyah çayın sınıflandırılması	25
Çizelge 2.8 Pakkalarda kullanılan elek telleri ve açıklık oranları.....	26
Çizelge 2.9 KPK yöntemiyle işlenen siyah çayın sınıflandırılması.....	26
Çizelge 4.1 1 nolu siyah çay örneğinin aroma bileşenleri	33
Çizelge 4.2 2 nolu siyah çay örneğinin aroma bileşenleri	34
Çizelge 4.3 3 nolu siyah çay örneğinin aroma bileşenleri	35
Çizelge 4.4 4 nolu siyah çay örneğinin aroma bileşenleri	36
Çizelge 4.5 5 nolu siyah çay örneğinin aroma bileşenleri	37
Çizelge 4.6 6 nolu siyah çay örneğinin aroma bileşenleri	39
Çizelge 4.7 7 nolu siyah çay örneğinin aroma bileşenleri	40
Çizelge 4.8 7 farklı sınıf siyah çaylarda tespit edilen aroma bileşenlerinin isimleri ve alanları (%)	44
Çizelge 4.9 Bilinmeyen1 bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	47
Çizelge 4.10 Bilinmeyen2 bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	47
Çizelge 4.11 Bilinmeyen3 bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	48
Çizelge 4.12 2-Metil-propanal bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	48
Çizelge 4.13 3-Metil-butanal bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	48
Çizelge 4.14 2-Metil-butanal bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	49
Çizelge 4.15 2-Etil-furan bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	49
Çizelge 4.16 Bilinmeyen4 bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	50
Çizelge 4.17 2-Hekzenal bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	50
Çizelge 4.18 3-Hekzenal bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	50
Çizelge 4.19 Phenilmethanal (Benzaldehit) bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	51
Çizelge 4.20 1-Okten-3-ol bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	51
Çizelge 4.21 6-Metil-5-hepten-2-one bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	52
Çizelge 4.22 2-Pentil-furan bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	52
Çizelge 4.23 Isolimonen bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	52
Çizelge 4.24 2,4-Heptadienal bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	53
Çizelge 4.25 Limonen bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	53
Çizelge 4.26 3,5-Oktadien-2-one bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	53
Çizelge 4.27 Linalol bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	54
Çizelge 4.28 Nonanal bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	54
Çizelge 4.29 (R,S)-5-Etil-6-metil-3E-hepten-2-one bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	55
Çizelge 4.30 Dekanal bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	55
Çizelge 4.31 Beta-Siklositral bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	55

Çizelge 4.32 Geraniol bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	56
Çizelge 4.33 5-Metil-5-propil-nonan bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	56
Çizelge 4.34 Tridekan bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	57
Çizelge 4.35 2,9-Dimetil-undekan bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	57
Çizelge 4.36 3-Hekzenil-hekzoat bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	57
Çizelge 4.37 Tetradekan bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	58
Çizelge 4.38 Alfa-İyonon bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	58
Çizelge 4.39 Bilinmeyen5 bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	59
Çizelge 4.40 5,9-Undekadien-2-one, 6,10-dimetil (Geranilaseton) bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	59
Çizelge 4.41 3-Metil-5-propil-nonan bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	59
Çizelge 4.42 3-Hekzadekan bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	60
Çizelge 4.43 Beta-İyonon bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	60
Çizelge 4.44 Bilinmeyen6 bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	61
Çizelge 4.45 7,9-Dimetil-hekzadekan bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	61
Çizelge 4.46 Bilinmeyen9 bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	62
Çizelge 4.47 3-Metil-pentadekan bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	62
Çizelge 4.48 Bilinmeyen10 bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	62
Çizelge 4.49 Hekzadekan bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	63
Çizelge 4.50 Bilinmeyen11 bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	63
Çizelge 4.51 2,6,10-trimetil-Pentadekan (norpristane) bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	64
Çizelge 4.52 Sikloheksadekan bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	64
Çizelge 4.53 2-Metil-hekzadekan bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	64
Çizelge 4.54 Heptadekan bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	65
Çizelge 4.55 2,6,10,14-Tetrametil- pentadekan (Pristane) bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	65
Çizelge 4.56 8-Hekzil-Pentadekan bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	66
Çizelge 4.57 Oktadekan bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	66
Çizelge 4.58 Bilinmeyen12 bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	66
Çizelge 4.59 6,10,14-Trimetil-2-pentadekanon bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	67
Çizelge 4.60 Bilinmeyen13 bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	67
Çizelge 4.61 Bilinmeyen14 bileşenine ait Varyans Analiz Çizelgesi	68

1. GİRİŞ

Gıdaların çoğunun aroma özelliklerini farklı miktarlardaki kimyasal bileşenler oluşturmaktadır.

Gıdaların ve diğer doğal maddelerinin tipik kokusunu, tadını, aromasını oluşturan kimyasal maddeler hakkında birçok araştırma yapılmıştır. Gerçekte, aroma araştırmalarının hızını, modern enstrümantal teknikler etkilemiştir (Bayrak 2002).

Aroma araştırmalarından elde edilecek yararları aşağıda yer verilmiştir (Chang 1973).

- Gıda maddelerinde istenen aromanın daha iyi oluşması için, kimyasal yapıyı geliştirmek ve istenmeyen aroma maddelerinin oluşmaması için biyosentetik olayları bilmek.
- Doğada bulunan aroma maddesine eş değerde sentetik aroma maddeleri kullanarak tat, koku ve aroma oluşturmak.
- Gıdanın tat, koku, aroma maddelerinin yapısını bilerek gıda ürününün bu açıdan kontrolünü sağlamak.
- Koklama ve tatma olaylarındaki ana bilgileri bilmek ve istenilen aroma maddelerinden oluşan son ürünleri elde etmek.

Bir gıdanın lezzeti, onun kokusu (doğrudan burunla algılanan ve uçucu olan), tadı (dilinin değişik bölgeleri tarafından algılanan, uçucu olmayan) ve burun ile ağız boşluğunda hissedilen trigeminal (yakıcı, büzücü, serinlik, sıcaklık verici, uçucu ve uçucu olmayan ayrıca dokunma) duyularıdır. Özetle lezzet, insan ve gıda arasındaki bir tepkimedir. Aroma arttırıcılar gıdadaki mevcut tat ve/veya kokuyu arttırarak aromayı daha cazip hale getirmek, orijinal aromayı korumak ve düzeltmek, arttırmak amacıyla kullanılır (Boğa ve Binokay 2010).

Çay, hoş ve beğenilen bir aromaya sahip olması nedeniyle yaygın olarak tüketilmektedir (Bayrak 2000).

Çay bitkisi “Theaceae familyasının *Camellia* cinsine (*Camellia sinensis*, (L) O. Kuntze) ait olup, yaprak ve filizleri soldurma, kıvrırma, oksidasyon ve kurutma işlemlerinden sonra içim kaliteleri değişik siyah çay elde edilmektedir. Çayın aroması sadece içim niteliklerini etkilemez, aynı zamanda çayın fiyatında da etkilidir. Siyah çay aromasının çoğunluklu kısmını uçucu aroma bileşikleri oluşturmaktadır. Aroma bileşiklerinin siyah çayda yer alan oranları ile aromaya faydaları arasında doğrusal bir orantı bulunmamaktadır (Bayrak 2005).

Temel aşamalarında yapılacak bazı farklılıklar ile değişik niteliklerde çay ürünleri de üretilebilmektedir. Fakat Türkiye’de içimi en çok tercih edilen siyah çaydır. Siyah çay aromasına 470’den fazla bileşen tesir etmektedir (Schreier 1988).

Bu çalışma kapsamında siyah çaylardaki sınıflandırmanın aroma bileşenleri üzerine etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. Bu amaçla farklı sınıf siyah çaylardaki aroma bileşenleri bileşimi HS-SPME GC/MS tekniği ile incelenmiş ve belirlenen bileşim kendi içerisinde karşılaştırılıp, hangi sınıf siyah çayda hangi aroma bileşenlerinin majör bileşen oldukları belirlenmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 ay Bitkisi

Dünyada en fazla tercih edilen içeceklerden birisi olan (Mello vd. 2005, Vyas ve Kumar 2005, Zhu vd. 2006) ay bitkisi, dünyada yaklaşık 40 ülkede yetiştirilmektedir (Demir 2002). Üretimin büyük bir kısmı ise Çin, Sri Lanka, Endonezya, Japonya, Hindistan, Tayvan ve merkez Afrika ülkelerinde gerçekleşmektedir (Lin vd. 2003, Kuo vd. 2005). Ülkemizde ise Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, Gürcistan sınırından itibaren, batıda Fatsa'ya kadar devam eden bölge içerisinde yetiştirilmektedir (Kaçar 1992). ay bitkisi "Theaceae familyasının Camellia cinsine (*Camellia sinensis*, (L) O. Kuntze)" ait sürekli yeşil olan, çok yıllık bir bitkidir (Caffin vd. 2004). *Camellia sinensis*'in 2 varyetesi bulunmaktadır. Bunlardan birini büyük bölümünü Çin, Japonya ve Tayvan'da yetiştirilen "*Camellia sinensis varyete sinensis* (Çin ayı)" oluştururken, diğerini ise güney ve güneydoğu Asya'da yaygın olan "*Camellia sinensis varyete assamica* (Assam ayı)" oluşturmaktadır (Chan vd. 2007). Ülkemizde yetiştirilen ay Çin varyetesi olup bu çayların hibritleri de bulunmaktadır (Tüfekci ve Güner 1997).



Şekil 1.1 ay Bitkisi (tr.wikipedia.org/wiki/ay_(bitki) 2017)

Çay ağacı, 20-30 m uzunluğuna erişebilmektedir (Caffin vd. 2004). Normal şartlarda yüksekliği, senede 15-20 cm kadar artmaktadır. Fakat bu durumun, çay hasatını zorlaştırıp verimliliği düşürmesi sebebiyle bitki belirli sürelerde budanmaktadır (Ravichandran 2004). Çay bitkisi bol miktarda senelik yağış ve neme ihtiyaç duymaktadır. Bitki gelişimi ve yüksek randıman için en ideal hava sıcaklığı 18-30 °C, en ideal toprak sıcaklığı ise 20-25 °C'dir ve ideal büyümeyi gösterebilmesi pH'sı 5.0-5.6 olan az asitli topraklara ihtiyaç duymaktadır (Mehra ve Baker 2007). Çay çoğunlukla yüksek alanlarda yetiştirilmektedir. Hindistan, Sri Lanka ve Kenya'da 2000 m yüksekliklere kadar çay yetiştirilmektedir (Chan vd. 2007). Kalite bakımından önemli olan farklı maddelerin körpe yapraklarda ve tomurcukta fazla olarak birikmiş olması sebebiyle (Kaçar 1987) çay üretiminde, çay bitkisinin sürgün ucundan iki yaprak ve bir tomurcuğun (bu 2.5 yaprak diye isimlendirilmiştir) kullanılması arzu edilmektedir. Çay yaprakları ve tomurcuk, bitkinin gelişim sürecine göre tropik bölgelerde 1 ya da 2 haftalık periyotlarla hasat edilmektedir (Vyas ve Kumar 2005). Ülkemizde ise bu işlem 5-7 hafta aralıklarla gerçekleştirilmektedir. Hasadın el ile gerçekleştirilmesi kaliteli çay üretilmesine neden olurken, işçilik maliyetleri yüksek olduğu için bazı ülkelerde mekanik hasat ekonomik bir mecburiyet doğurmuştur (Ravichandran ve Parthiban 1998b, Chan vd. 2007). Ekvatora yakın bölgelerde sürgün oluşumu bütün sene sürdüğü halde ekvatorun 16° kuzey ve güneyi dışındaki bölgede kışın sürgün oluşumu azalmakta ve çay bitkisi kış dinlenmesi olarak adlandırılan bir süreç geçirmektedir. Bu süreçte bitki düşük sıcaklığa maruz kalırsa, bitkide reaktif oksijen türleri yükselmekte ve bu sebeple de bitkide oksidatif stres oluşmakta, bunun sonucunda da bitkide hücrel zararlar oluşmaktadır (Vyas ve Kumar 2005).

2.2 Türkiye'de ve Dünyada Çay Üretimi ve Tüketimi

FAO istatistiklerine göre Dünya'da çay tarım alanları 2010 yılında 3.149.608 hektar, 2011 yılında 3.412.539 hektar, 2012 yılında 3.517.383 hektar, 2013 yılında ise 3.521.220 hektar, 2014 yılında ise 3.779.382 hektara ulaşmıştır (www.caykur.gov.tr 2018).

Aynı istatistiki rakamlar doğrultusunda Dünya'da çay üretimi ise 2010 yılında 4.606.606 ton iken (siyah çay, yeşil çay ve diğer çay çeşitleri), 2011 yılında 4.771.205 ton, 2012

yılında 5.034.967 ton, 2013 yılında rakam 5.361.523 ton ve 2014 yılında da 5.561.339 hektar olmuştur (www.caykur.gov.tr 2018).

Türkiye dünyada, çay tarım alanlarının genişliği bakımından 8 inci, kuru çay üretiminde 6 ncı, kuru çay tüketimi yönünden de 3.sırada yer almaktadır (çizelge 2.1) (www.caykur.gov.tr 2018).

Ülkemiz çok yüksek üretim ölçütlerine karşın, dünya çay ihracatında yetersiz paya sahip olmaktadır. Bu durum, ülkemizde dünya çay ticaretinde iki esas etken olan fiyat ve kalite bakımından sıkıntı yaşanmasından kaynaklanmaktadır. Çay ihracatı yapan üretici ülkelerin üretim maliyeti, ülkemiz kuru çay üretim maliyetinin aşağısındadır. Hammadde kaynağı durumundaki çay bahçelerinin iyileştirilmesi, hasatta kalite standardı, tarımsal teknik metotlarının uygulanması ve üretim teknolojisi gibi konulardaki yetersiz kalındığı için ülkemizde ürün randımanı düşüktür (Demir 2002).

Türkiye’de ilk yasal çay tarımı 1924 yılında Rize çevresinde başlatılmış ve aynı sene Çay Araştırma Enstitüsünün kurulduktan sonra 1947 yılında yeşil çay yaprağı işleyen ilk çay fabrikası Rize’de açılmıştır.

Çizelge 2.1 Dünyada kuru çay üretimi ve tüketim miktarı (bin ton) (www.caykur.gov.tr 2018)

Ülke	Üretim (2014 yılı)	Tüketim (2013 yılı)
Çin	2.111	1.614
Hindistan	1.207	1.001
Kenya	445	26
Sri Lanka	338	-
Vietnam	228	31
Türkiye	227	228
İran	119	83
Endonezya	154	64
Diğer Ülkeler Toplamı	731	632

Sektördeki gelişmeyle orantılı olarak daha verimli hizmet sunmak için 1971 yılında bir devlet kuruluşu olan ÇAY-KUR kurulmuş ve çay endüstrisi ve tarımı bu organizasyon ile devam ettirilmiştir. 1984 yılında ise çay sektöründeki devlet tekeli kaldırılarak, çay tarımı, işlenmesi ve pazarlamasına izin verilmiştir (Anonim 2004).

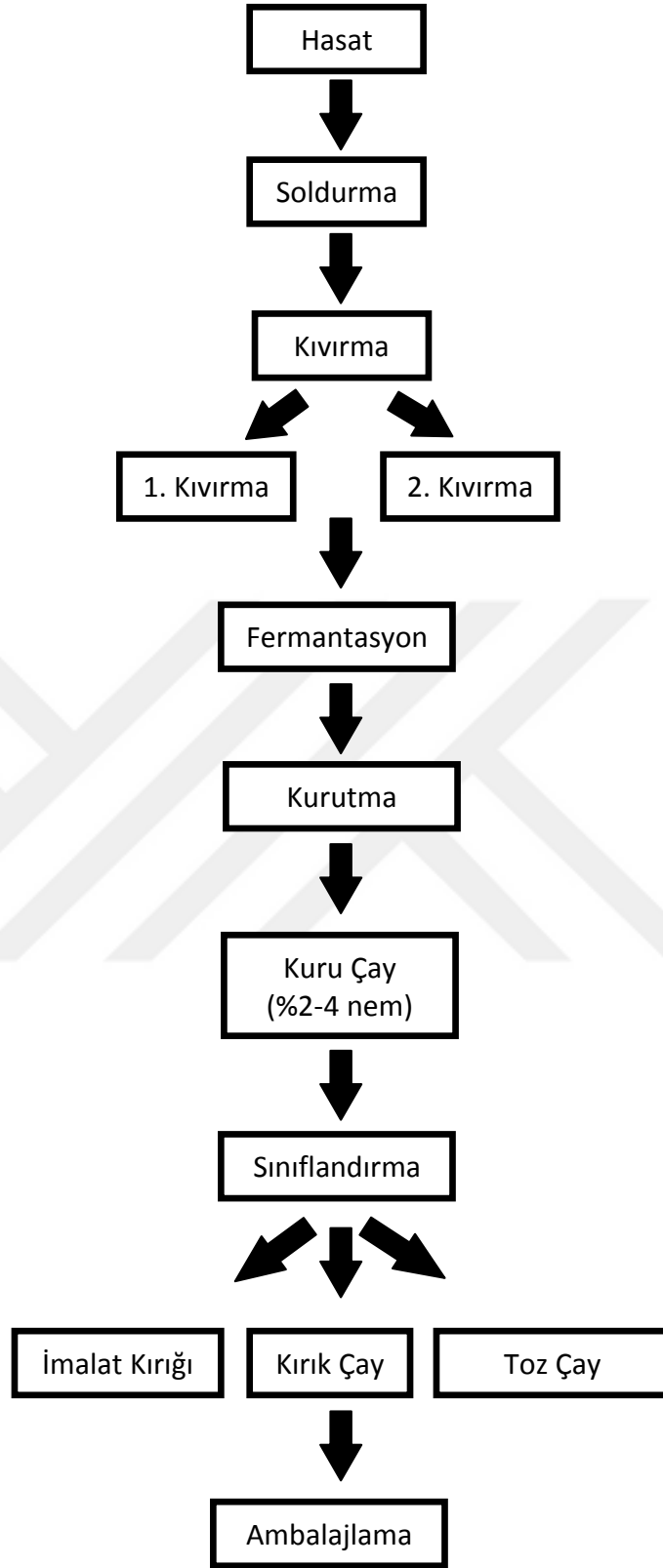
2.3 Çay Tipleri

Birçok türü olduğu halde çay tek bir bitkiden, *Camellia sinensis* bitki ailesinden elde edilmektedir. Genel olarak yaprakların fermantasyonu, ısıtılması ve kurutulması sonucu üretilmektedir. Aynı bitkiden değişik türlerde çay üretilmesinin nedeni çayın kurutulma metoduna ve süresine göre uğradığı oksidasyon işlemidir. Hazırlanma sürecinde farklı işlemlere uğrayan çayların yalnızca renklerinin değil bütün kimyasal bileşenlerinin de birbirinden değişik olması sebebiyle tat, koku, görünüm ve besin değerleri birbirine göre çeşitlilik göstermektedir. Yetiştirildiği bölge, iklim, toprak nitelikleri, yükseklik, güneş gibi birçok faktörden etkilenen çay bitkisi, tein, kafein, teofilin gibi antioksidanlar içeren doğal bir kaynaktır ve çok az miktarda karbonhidrat, protein ve yağ içermektedir. Çayda bulunan antioksidanlar, DNA yapısına zarar veren ve yaşlanmayı hızlandıran serbest radikalleri yok edip vücudu zararlı etkilerden korumaktadırlar (Kaçar 2010).

Ticari çaylar, üretim yöntemi bakımından çoğunlukla fermente olmayan yeşil çay, kısmen ya da yarı fermente oolong çay ve tamamen fermente siyah çay olmak üzere 3 ana gruptan oluşmaktadır. Bunlardan başka ticari ölçekte olmayan değişik çaylar da yer almaktadır (Fernández vd. 2003, Wheeler ve Wheeler 2004).

2.3.1 Siyah çay

Siyah çay, bilhassa Batı Avrupa, Amerika, Avustralya ve bazı Asya ülkelerinde içilmektedir (Wheeler ve Wheeler 2004). Siyah çay üretimi için genellikle polifenol içerikleri daha yoğun olan Assam türleri tercih edilmektedir (Astill vd. 2001). Üretim aşağıda ayrıntılı olarak yer aldığı üzere soldurma, kıvrırma, fermantasyon ve kurutma/derecelendirme olarak 4 değişik basamak neticesinde gerçekleştirilmektedir (Tomlins ve Mashingaidze 1997, Łuczaj ve Skrzydlewska 2005, Borah ve Bhuyan 2005, Muthumani ve Senthil-Kumar 2007a).



Şekil 2.2 Siyah çay üretimi (cayuretimprosesi.blogspot.com/2012/05/siyah-cayuretim-aks-semas.htm 2016)

2.3.1.1 Soldurma

Soldurma, taze çay yapraklarının nem içeriğinin azaltılması için yapılan işlemdir (şekil 2.2). Soldurma işleminin amacı yaprakları kıvrırma işlemine fiziksel olarak hazırlamaktır (Ghodake vd. 2006). Taze çay yaprakları hemen hemen % 75-83 neme sahipken, soldurulmuş çay yaprağı % 58-67 oranında su içermektedir (Kaçar 1987). Soldurma işlemi geleneksel olarak, yapraklarda hedeflenen nem seviyesine varılıncaya kadar ortam havasının ya da ısıtılmış havanın yaprakların arasından geçirilmesi ile yapılmaktadır (Tomlins ve Mashingaidze 1997). Bu işlem, taze yaprağın nem miktarına ve uygulama şartlarına (kullanılan havanın sıcaklığı, hızı, yaprak serme kalınlığı vb.) göre 1.5-6 saat devam etmektedir (Kaçar 1987).



Şekil 2.2 Soldurma aşaması (biriz.biz/cay/cayliteraturuindex.htm 2017)

Soldurulmuş çay yaprağında oluşan esas fiziksel değişim, yapraktaki hücre duvarlarının geçirgenliğinin çoğalmasdır (Kaçar 1987, Zhen 2002). Bu durum yapraktaki su kaybı ile alakalıdır ve yaprak hücresinin ayrı kısımlarında yer alan polifenoller ve polifenol oksidaz (PPO) enziminin, kıvrırma basamağında birbiriyle karışmasını sağlamaktadır (Muthumani ve Senthil-Kumar 2007a). Soldurma sırasında yaprakta fiziksel farklılıklardan başka kimyasal farklılıklar da oluşmaktadır (Ghodake vd. 2006). Soldurma sırasında oluşan biyokimyasal değişim aşağıda belirtilmiştir (Tomlins ve Mashingaidze 1997).

- Amino asitler, basit şekerler ve kafein miktarlarında çoğalma

- Karotenoid, klorofil ve lipid içeriklerinde düşme
- Kateşin miktarı ve polifenol oksidaz (PPO) aktivitesinde düşme

Soldurma esnasında yaprakların içerdiği nem miktarı ve bu esnada oluşan biyokimyasal değişimler siyah çayın kalitesine tesir etmektedir (Sud ve Baru 2000, Lopez vd. 2005, Ghodake vd. 2006). Örneğin, yeterli derecede soldurulmayan çaylar (% 67 ve daha fazla su içeren) ortodoks kıvırmada, bilhassa pres uygulandığı sırada dışarıya çok miktarda su bırakmaktadır. Çayın kalitesini meydana getiren ve suda çözünen kimyasal bileşenlerin bir bölümü bu su aracılığı ile yok olmaktadır ve çay yaprağı elastikiyet kazanamadığından kolayca kırılmaktadır (Özdemir ve Gökalp 1992). Bunun yanı sıra, karotenler, amino asitler, doymamış yağ asitleri ve terpen glikozidleri, siyah çayın önemli kalite parametrelerinden olan çay aromasından sorumlu bileşiklerin ön maddeleridir ve bu bileşiklerin soldurma esnasındaki değişimlerine göre çayın aroma bileşimi de değişim göstermektedir (Ravichandran 2002). Bundan dolayı, soldurma işleminin siyah çay üretiminin en hassas basamaklarından biri olduğu düşünülmektedir (Ghodake vd. 2006, Muthumani ve Senthil-Kumar 2007a).

2.3.1.2 Kıvırma



Şekil 2.3 Kıvırma aşaması (biriz.biz/cay/cayliteraturuindex.htm 2017)

Kıvırma sırasında çay yaprakları parçalandığı ve hücre yapıları da bozulduğu için türlü enzimler substratları (polifenoller) ile etkileşime girmektedir (Caffin vd. 2004). Kıvırma işlemi esas olarak 2 şekilde, ya geleneksel olarak ortodoks metodu ile ya da KPK (kesme, parçalama ve kıvırma) metodu ile gerçekleştirilmektedir (Peterson vd. 2004). Ortodoks metodu, dünyanın en büyük çay ihracatçısı olan Sri Lanka'da çok fazla

kullanılırken (Wijeratne 2004), KPK metodu genellikle Hindistan (Dharmadi 2004) ve Kenya (Wachira ve Ronno 2004)'da kullanılmaktadır. Ortodoks kıvrırma metodunda soldurulmuş çay yapraklarının kıvrılması, büyüklükleri ve düzenlemeleri birbirinden değişik fakat aynı ilkelere bağlı presli ve pressiz kıvrırma makinalarında gerçekleştirilmektedir. Sürekli bir sistem olan KPK metodunda ise soldurulmuş yapraklar, birbirinin tersi yönünde dönen iki yatay valsten oluşan KPK makinasında işlenirler. Dakikadaki devir adetleri birbirinden ayrı olan valslerin arasından yapraklar geçerken kesilir, parçalanır ve kıvrılırlar. KPK metotla siyah çay üretiminde çaylar soldurma işlemine tabi tutulduktan sonra kıvrırma işlemi yerine KPK makinalarından geçirilirken, Ortodoks metodunda kıvrırma işlemi uygulanmaktadır. KPK makinaları, ortodoks kıvrırma, rotervan (parçalayıcı) veya kendi içlerindeki kombinasyonlarla siyah çayın üretiminde kullanılmaktadır (Kaçar 1987).

Yaprak hücrelerinin vakuolü çevresinde yer alan ve yaprak içinde polifenoller ve enzimleri birbirinden ayıran ince membranların kıvrırma anında parçalanmasıyla (Bhattacharyya vd. 2007b) kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlar başlamaktadır (Caffin vd. 2004). Stoplazmik flavonoidlerin, kloroplast polifenol oksidaz (PPO) ve hücre duvarı peroksidaz (POD) ile temas etmesi nedeniyle çay yaprakları sarı, kırmızı kahverengi renge dönüşmektedirler (Baruah 2003). KPK metoduyla üretilen çayların flavonoid bilhassa da teaflavin (TF) ve tearubijin (TR) içerikleri ortodoks çaylara kıyasla daha çoktur (Peterson vd. 2004). Bu farklılığın nedeni KPK metodunda yaprakların ortodoks metoduna oranla daha fazla parçalanmasıdır (Astill vd. 2001). Öte yandan, ortodoks çayları KPK çaylarına göre daha iyi koku ve aroma içermektedir ve kalitesini daha iyi korumaktadır (Ravichandran ve Parthiban 2000). Bu durum karotenoit ve lipit gibi bileşiklerin parçalanma derecesine bağlıdır. Karotenoitlerin parçalanması KPK çaylarında ortodoks çaylarına oranla daha çoktur. Bu nedenle, KPK çayları aynı zamanda daha düşük A vitaminine sahiptir ve bundan dolayı tedavi edici etkinliği ve besin değeri düşmektedir (Ravichandran 2002). Siyah çayın aromasının oluşumunda, lipitlerin/yağ asitlerinin parçalanması, bu bileşiklerin arzu edilmeyen uçucu koku bileşiklerinin ön maddesi olduğu için oldukça önemlidir (Ravichandran ve Parthiban 2000). Kıvrılan yapraklarda sıcaklık yükselmesi enzim-substrat reaksiyonunu beklenmedik bir anda çoğaltmaktadır. Bu da siyah çayın kalitesini azaltmaktadır. Bu

sebeple çok yüksek sıcaklık artışlarından kaçınmak gerekmektedir. Çoğunlukla ideal sıcaklık 27-32 °C arasında değişmektedir (Kaçar 1987).

Siyah çay, ülkemizde ortodoks, KPK, Çay-Kur, rotervan ve bunların farklı kombinasyonlarından oluşturulan değişik metotlarla işlenmekle birlikte, Çay-Kur metodu olarak adlandırılan, pressiz ortodoks + rotervan + konik Ortodoks kombinasyonundan oluşan metot yaygın olarak kullanılmaktadır (Kaçar 1987, Özdemir vd. 1993, Tüfekci ve Güner 1997).

2.3.1.3 Fermantasyon

Kıvırma esnasında başlamış olan kateşinlerin oksidasyonunun ideal şartlarda sürmesi için yapraklar en ideal sıcaklık ve nemin oluşturulduğu ortamda fermantasyona tabi tutulmaktadır (Caffin vd. 2004). Fermantasyon işlemi, siyah çayın kalitesinin saptanmasında büyük rol oynamaktadır. Bu işlem esnasında çay yapraklarının rengi yeşilden bakır kırmızısı ya da siyah renge dönüşmektedir. Bunun yanı sıra karmaşık biyokimyasal reaksiyonlar zinciri neticesinde meydana gelen çok fazla uçucu koku bileşikleri sebebiyle yaprakların otsu kokusu çiçeğimsi kokuya dönüşmektedir (Bhattacharyya vd. 2007a, b).



Şekil 2.4 Fermantasyon aşaması (biriz.biz/cay/cayliteraturuindex.htm 2017)

Fermantasyon aşamasında polifenoller, PPO (polifenol oksidaz) ve POD (peroksidaz) ile enzimatik oksidasyona girmektedirler. Fermantasyonun başlangıcında PPO aktifken

ilerleyen zamanlarda POD daha aktiftir (Bhattacharyya vd. 2007a). Enzimatik oksidasyonun başlangıcında o-kinonlar meydana gelmekte ve meydana gelen o-kinonlar arasında bir takım reaksiyonların gerçekleşmesiyle TF'ler ve TR'ler oluşmaktadır (Łuczaj ve Skrzydlewska 2005, Muthumani ve Senthil-Kumar 2007b). Bunlar, çayın demine burukluk, parlaklık, renk ve ağızda bıraktığı tat veren bileşiklerdir (Sud ve Baru 2000). Siyah çay üretimi esnasında kateşinlerin neredeyse % 75'i oksidasyonun ve bir kısmı da polimerizasyonun yer aldığı enzimatik dönüşüme uğratılmaktadır (Łuczaj ve Skrzydlewska 2005).

Fermantasyon anında arzu edilen ürün özelliklerinin oluşumunda en büyük etkenleri süre, sıcaklık, pH, nisbi nem ve oksijen oluşturmaktadır (Muthumani and Senthil-Kumar 2007b). Örneğin fermantasyonun başında yeterli havalandırma uygulanmaması nedeniyle TF ve TR oluşumu azalmaktadır. Aynı şekilde yüksek sıcaklık uygulaması TF'nin meydana gelmesinde büyük miktarda azalmaya sebep olmaktadır (Bhattacharyya vd. 2007a). Çoğu çay fabrikasında fermantasyon odasında çay yapraklarının sıcaklığını istenilen seviyede sabitlemek ve yeterli oksijen sağlayabilmek amacıyla basınçla hava uygulaması yapılmaktadır. Eğer bu işlem gerçekleştirilmezse, yaprakların alt kısımlarına doğru sıcaklığı artmış ve yeterli oksijen alamamış kısımlar meydana gelebilmekte ve çayın özellikleri kötü yönde etkilenmektedir (Kaçar 1987). Fermantasyonun süresi bakımından ise yetersiz gerçekleştirilen fermantasyon, çay deminin yeşil renkli, çiğ tatta ve hafif olmasına neden olmakta iken, fazla fermantasyon ise çay deminin koyu ve fazla olmasına neden olmaktadır (Bhattacharyya vd. 2007a). Fermantasyonun ilk basamaklarında sürenin çoğaltılmasıyla bağlantılı olarak TF miktarları en üst düzeylere çıkarken bu basamaktan sonra sürenin daha çok uzaması TF miktarlarını azaltmaktadır (Muthumani and Senthil-Kumar 2007b). Yukarıda belirtilen sebeplerden kaynaklı, amaçlanan kalite özelliklerinin olduğu bir fermantasyonun başarılması için bütün bu etkenlerin düzenlenmesi ve bunun yanı sıra yaprağın kateşin bileşimi ve enzim aktivitesiyle ilgili yeterli bilgiye sahip olunması gerekmektedir (Bhattacharyya vd. 2007a).

Siyah çayın kalite özelliğini belirlemede kullanılan aroma bileşenleri iki grupta toplanmaktadır. Birinci grupta içerisindeki bileşikler esas olarak lipitlerin parçalanma ürünleridir ve çayda arzu edilmeyen yağimsı bir kokuya neden olmaktadır. İkinci grup

bileşikler ise çaya tatlı bir çiçeksi aroma vermekte ve başlıca terpenoitler, karotenoitler ve aminoasitlerin türevlerinden oluşmaktadır. İkinci grubun birinci gruba oranı aroma indeksi olarak kabul edilmekte (Ravichandran 2002) ve bu indeks fermantasyon esnasında kademeli olarak azalmaktadır (Caffin vd. 2004).

2.3.1.4 Kurutma/derecelendirme

Fazla enzim etkinliği çay kalitesini kötü yönde değiştirmektedir (Nas ve Öksüz 1987). Bundan kaynaklı, fermente olmuş çay yapraklarının enzim aktivitesini durdurmak ve nem içeriğini çayın bozulmadan depolanacağı düzeye indirmek amacıyla, kurutma, çoğunlukla akışkan yatak kurutucu ile gerçekleştirilmektedir (Caffin vd. 2004). Kurutma işleminin bağlı olduğu başlıca etkenler kullanılan havanın sıcaklığı, hava miktarı, süre ve kurutma bölmesindeki havanın kurutma kapasitesidir. Kurutma işlemi bir takım biyokimyasal değişikliklere neden olmaktadır. Bu sırada uçucu bileşiklerin bir kısmı kaybolmaktadır (Bhattacharyya vd. 2007a). Bu sebeple, kurutma sırasında çayın nemi azalmakta ve ayrıca tadı, rengi ve aroması da olumlu yönde etkilenmektedir (Caffin vd. 2004).



Şekil 2.5 Kurutma aşaması (biriz.biz/cay/cayliteraturuindex.htm 2017)



Şekil 2.6 Tasnif elekleri (biriz.biz/cay/cayliteraturuindex.htm 2017)

Kurutulmuş çay, ideal partikül ebatı ve biçimine göre derecelendirilmektedir. Bundan dolayı mekanik olarak hareket eden delik genişlikleri farklı elekler kullanılmakta ve eleklerin delik genişlikleri temel alınarak derecelendirme yapılmaktadır (Tokuşoğlu 2001).

2.4 Çayın Bileşimi

2.4.1 Çayın genel bileşimi

İşlem görmemiş çay yaprağının kimyasal içeriği varyete çeşitlilikleri, çevresel faktörler, toplama standardı ve üretim metotları gibi etkenlere göre farklılık göstermektedir (Kuroda ve Hara 1999). Fakat genellikle taze çay yaprağının neredeyse % 80'ini su oluşturmaktadır. Kuru ağırlıktaki kimyasal bileşimi çizelge 2.2'de belirtilmiştir. Çayın bileşenleri arasında en yüksek önemi fenolik maddeler ve aralarında kafeinin de bulunduğu alkaloidler oluşturmaktadırlar. Bunun yanı sıra, çayda en çok olan amino asit, yalnızca çay bitkisinde var olan ve toplam amino asitlerin % 50'sini meydana getiren teanindir (Yao vd. 2006a).

2.4.2 Çayda bulunan çeşitli kimyasal ve biyokimyasal maddeler

2.4.2.1 Karbonhidratlar

Çay bitkisi diğer bitkiler gibi basit şekerlerden kompleks polisakkaritler, selüloz ve ham selüloz dahil bütün şekerleri ihtiva etmektedirler. Çay yaprakları serbest glikoz, früktoz, sakaroz, iki oligosakkarit ve glikozit bileşenleri olarak da glikoz, ramnoz, galaktoz ve arabinoz içermektedirler. Üretim esnasında siyah çayda sakaroz seviyesi düşmekte, glikoz ve früktoz gibi monosakkaritlerin miktarı yükselmektedir. Glikoz veya früktoz çözeltileri yüksek ısıya maruz kalırsa karamel aroması oluşmaktadır. Kurutma esnasında da aynı şekilde bir koku hissedilmektedir. Bu sebepten dolayı basit karbonhidratların çayın aromasını iyi açıdan etkilediği varsayılmaktadır.

Çay yaprağı yaşlandıkça lignin, hemiselüloz miktarı artmaktadır. Bunlar çay suyuna geçmedikleri için olumsuz etki yapmasalar dahi lif oluşturdukları ve randımanı kötü etkilediği için kuru çaydan ayrılmaları gerekmektedir (<http://www.gidabilimi.com/tr/forum/43-makaleler/4792-siyah-cay-uretimi> 2017).

Pektik maddeler, çay yapraklarının işlenmesi esnasında oluşan sıvı kısmın kıvamına ve siyah çayın tat kazanmasına iyi açıdan katkı sağlamaktadırlar. Soldurma süresinin uzunluğunun ve derecesinin pektik madde üzerine bir etkisi olmadığı halde farklı çay bitkisi türlerinde pektik madde miktarları da değişkenlik göstermektedir (Kaçar 2010).

2.4.2.2 Azotlu bileşikler

Proteinler bitkilerde en fazla azot içeren bileşiklerdir. Çay yaprakları % 4,5 civarında azot içermektedirler. Bu oran % 2,5'un altına indiği zaman yüksek düzeyde azot noksanlığı oluşmaktadır. Proteinler, çay bitkisinin yapı taşıdır. Çay bitkisi yüksek düzeyde proteine sahipse, işleme esnasında protein ile polifenoller arasında gerçekleşen reaksiyon sonucunda suda çözünmeyen bileşikler meydana gelmektedirler (biriz.biz/cay/cayliteraturuindex.htm 2017).

2.4.2.3 Alkaloitler

Çayın çok tüketilen bir içecek olmasının başka bir sebebi de sahip olduğu alkaloitli maddelerdir. Kafein, teobromin ve teofilin pürin alkaloitli madde çeşitlerindedir (Kaçar 2010).

Kafein: Saf olarak ($C_8H_{10}N_4O_2$) ay yapraklarında yer alıp, tadı acı, kristal yapıda olan bir maddedir. Yapradıın yaşı ile ters orantılı olarak miktarı giderek dūřmekte iken soldurma sırasında kafein miktarı artmaktadır. ay kafein içermesi nedeniyle insanlarda yorgunluk giderici ve canlılık vericidir. Bir bardak çayın kafein miktarı eřit miktardaki kahvenin içeriğinden hemen hemen % 50 daha dūřüktür. Kuru ay ise % 1-5 oranında kafeine sahiptir.

Normal şekilde demleme yapıldığı zaman çayda yer alan kafeinin neredeyse % 80'i deme geçmektedir. Yani 5-6 bardak çay içen kimse ortalama 300 mg kafein tüketiyor anlamına gelmektedir (Kaçar 2010).

2.4.2.4 Polifenoller

Polifenoller, ayın işlenmesi esnasında bir dizi kimyasal değişimlere uğrayarak çayın tipik özellik kazanmasında esas görevi üstlenmektedirler. ay bitkisinde gallik asit ve kateşinin eşitleri şeklinde yer almaktadırlar. Tanenler gallik asitin en iyi bilinen çeşidi olduğu için çayın sahip olduğu polifenollerin fazla bir kısmı uzun müddet tanenler olarak sınıflandırılmıştır. Çayın sahip olduğu polifenollerin hiçbiri tanen özelliği taşımadığı için yanlış olarak yapılan bu sınıflandırma son senelerde etkinliğini yitirmiştir. Yapradıın yaşı arttııka oranları azalmaktadırlar. Bu sebepten çay üretiminde genç çay yaprakları ile tomurcuk kullanılmaktadır. Kırpe ay yaprağı ve tomurcuğun sahip olduğu polifenolik bileşikler şunlardır (Kaçar 2010) :

Flavoneller (Önceleri Kateşinler olarak adlandırılmışlardır): Siyah ayın işlenmesi esnasında polifenol oksidaz enzimi ile oksitlenerek siyah çaya renk ve daha birçok özellik kazandırmaktadır.

Flavoneller ve Flavonol Glikozitler: ay bitkisinde düşük seviyede yer alırlar. Siyah ay üretim esnasında miktarları giderek azalmaktadırlar. Siyah ayda yeşil çay yaprağına oranla % 15-25 daha eksik bulunmaktadırlar.

2.4.2.5 Enzimler

Çayda polifenol oksidaz enzimi, peroksidaz enzimi, 5-Dehidroşikimat redüktaz enzimi, fenil alanin amonyak liyaz enzimi, peptidaz enzimi, lösin-a-kettoglutarat transaminaz enzimi, klorofilaz enzimi, pektin metil esteraz enzimi, alkol dehidrogenaz enzimi yer almaktadır (<http://www.gidabilimi.com/tr/forum/43-makaleler/4792-siyah-cay-uretimi> 2010).

2.4.2.6 Vitaminler

Çayın fizyolojik etkinliğini, önemli miktarda çay bitkisinde ve çayda yer alan vitaminler sağlamaktadırlar. Çayda vitamin C, vitamin B1 (tiamin), vitamin B2 (riboflavin), vitamin PP (nikotinik asit), pantotenik asit yer almaktadır (Kaçar 2010).

2.4.2.7 Klorofil ve diğer pigmentler

ay bitkisi karoten, ksantofil ve klorofile sahiptir. ay bitkisi, ilkbaharda yaz aylarına oranla daha fazla klorofil içermektedir. Yaşlı yaprakların klorofil miktarları körpe yapraklarına göre fazladır. İşleme esnasında pigmentler büyük miktarda azalmaktadır. Siyah ay çok miktarda klorofil içerirse çayın rengi yeşil ve tadı otsu olmaktadır. Karoten ve neoksantin miktarı soldurma sırasında düşmekte, lutein ve violeksantin seviyeleri yükselmektedir (Kaçar 2010).

2.4.2.8 Mineral maddeler

Mineral maddeler çay bitkisinin büyümesindeki gibi bitkide fizyolojik, kimyasal ve biyokimyasal fonksiyonların gerçekleşmesinde de büyük bir etkiye sahiptirler. ay bitkisinde yer alan mineral maddelerin bazıları az bazıları da çok az çözünmektedirler. ay fosfor, potasyum, magnezyum, demir, mangan, çinko, bor, bakır, klor, alüminyum

minerallere sahiptir (<http://www.gidabilimi.com/tr/forum/43-makaleler/4792-siyah-cay-uretimi> 2017).

2.4.2.9 Uçucu maddeler

Tat ve koku (aroma) çayın özelliğini saptayan faktörler arasında bulunmaktadır. Çayın kokusu üzerinde esansiyel yağlar esas faktör sayılmaktadırlar. Çayın kokusu sadece bir maddenin tesiri ile değil birçok faktörün altında meydana çıkmaktadır. Farklı kökenli çaylar değişik kokulara sahip olmalarına rağmen uçucu madde oranları birbirine çok yakındır (Kaçar 2010).

Çayın aroması incelendiğinde, çay aromasını meydana getiren bileşenlerin daha çok körpe yapraklarda yer aldığı ve bitki tarafından biyosentezinin yapılmasının ardından farklılaşmadığı ya da imalat sırasında lipitler, amino asitler, karotenoitler gibi substratlardan enzimatik veya enzimatik olmayan reaksiyonlarla ikincil ürün olarak meydana geldikleri tespit edilmiştir. Çayın aromasını oluşturan 600'den daha çok uçucu aroma bileşeni belirlenmiştir (Kaçar 2010).

Bu bileşenler, hidrokarbonlar, alkoller, ketonlar, aldehitler, laktonlar, fenolik bileşenler, asitler, esterler, nitrojenli ve sülfürlü bileşenler ve farklı oksijenli bileşenler biçimde sınıflandırılabilirler (Kaçar 2010).

Siyah Çay Aromaları

1. Hidrokarbonlar: Az miktarda belirlenen alifatik ve aromatik hidrokarbonlar, çoğunlukla yüksek duyum eşiği değeri sebebiyle daha önemsiz olarak kabul edilmektedirler. Bilhassa aromatik hidrokarbonların meydana gelmesinde karotenoitlerin termal parçalanmasının rolü olduğu belirtilmektedir (Çalıkoğlu ve Bayrak 2006).

2. Esterler: Çoğunlukla düşük derişimli olmaları sebebiyle duyum eşik değerine ulaşmaz. Bundan dolayı bu uçucular aromanın tamamına direkt katılmayabilirler (Schreier 1988).

3. Karboniller: Karboniller, kalitatif ve kantitatif olarak siyah çay uçucu bileşenleri arasında özeldirler. Toplam aromanın % 50'sinden çoğunu oluşturmaktadırlar. Bunlar genellikle çay işleminin değişik basamakları süresince meydana gelen ikincil uçucu bileşenlerdir (Bokuchava, Skobeleva 1982).

4. Alkoller: Siyah çay üretiminin değişik basamaklarında alkoller nicel olarak büyük miktarlarda oluşturmaktadırlar. C6'ya kadar alifatik alkoller çoğunlukla uygun aldehitlerden meydana gelirler. Alkoller içinde, monoterpen alkollerin büyük öneme sahip olduğu düşünülmektedir. Taze yapraklar az miktarda içermektedirler (Çalikoğlu ve Bayrak 2006).

5. Fenoller: Siyah çayda fenolik bileşiklerin bir kısmı doğal biyosentez ürünleri olarak oluşturmaktadırlar. Ancak farklı fenolik uçucular, bilhassa fenolik asit türevleri kurutma işlemi sırasında meydana gelmektedirler (Schreier 1988).

6. Furanlar: Furanlar, kahve, ekmek ve et ürünleri gibi ısı işlem görmüş gıdalarda yer almaktadırlar. Furfural, 5-metilfurfural ve furfural alkol siyah çayın sahip olduğu bu bileşik sınıfının temel ürünleridir (Çalikoğlu ve Bayrak 2006).

7. Piridinler ve Pirazinler: Kurutma sırasında şekerler ve aminoasitler arasında interaksiyonun sonucu olarak siyah çayın temel bileşiklerinden pirazinler, piridinler meydana gelmektedirler (Kaçar 1992).

8. Uçucu Asitler: Toplam siyah çay uçucularının % 10-30'u kadardır. Genellikle, doğal veya ikincil yolla meydana gelmektedirler. Alifatik yağ asitleri; yağ asiti biyosentezi ya da β -oksidasyonunun doğal ürünleri ve aldehitlerin oksidasyonu sonucunda meydana gelen ikincil ürünler ya da lipitlerin termal veya enzimatik parçalanması sonucunda meydana çıkan ikincil ürünlerdir (Çalikoğlu ve Bayrak 2006).

Çayın çiçeksi aroması geraniol, linalool ve bunların oksitleri gibi alkoloit bileşenlerinden kaynaklanmaktadır. Taze çay sürgünlerinde bu bileşenlerin çoğunluğu glikozitler olarak yer almakta iken, sadece küçük bir bölümü serbest halde bulunmaktadır (Kaçar 2010).

Çayın kalitesi, görünüşü, rengi ve daha çok da lezzeti ile saptanmaktadır. Çayın lezzetini tat ve aroması meydana getirmektedir. Burukluk, sertlik, dolgunluk gibi özellikler uçucu olmayan bileşenlerce meydana gelirken, taze, çiçeksi, çimensi kokular ise uçucu bileşenler tarafından meydana getirilmektedirler. Bu bileşenler doğrudan sürgünün yapısında yer alabildiği gibi üretim sırasında da farklı kimyasal reaksiyonlar sonucu oluşmaktadırlar (Kaçar 2010).

Çizelge 2.2 İşlenmemiş çay yaprağının kimyasal bileşimi (kuru ağırlıkta, %) (Zhen 2002)

Bileşik	Miktar
Polifenol	23-39
Kafein	3-4
Amino asit	2-4
Karbonhidrat	3-5
Organik asit	0.5-2
Saponin	0.04-0.07
Pigment	0.5-1.3
Vitamin	0.6-1.0
Mineral madde	3.5-7
Selüloz	6-8
Lignin	4-6
Polisakkarit	4-10
Lipit	2-4
Uçucu bileşik	0.01-0.02

2.5 Siyah Çayın Kalite Kriterleri

Aroma bileşiklerinin siyah çaydaki yoğunlukları ile aromaya sağladığı faydalar arasında daima doğru orantılı bir alaka yoktur. Siyah çayın kalite özelliğini saptamak amacıyla aroma bileşikleri iki gruba ayrılmıştır. Grup I siyah çaya istenmeyen yavan, çimensi bir tat verirken, grup II çaya hoş, beğenilen bir çiçeksi ve meyvemsi aroma kazandırmaktadır.

Bu gruplardan grup II'nin grup I'e oranı 'lezzet indeksi' olarak adlandırılmaktadır ve siyah çayın lezzetinin bir göstergesi olarak sınıflandırmasında kalitatif ölçü olarak kullanılır (Çalikoğlu ve Bayrak 2006).

Çizelge 2.3 Grup I ve Grup II’de yer alan uçucu aroma bileşenleri (Özdemir 1995)

Grup I	Grup II
1-penten-3-ol	cis-linalol oksit
pentanol	trans- linalol oksit
hekzanal	benzaldehit
heptanal	linalol
n-hekzanol	α -cedrene
nonanal	β -siklositral
cis-2-pentenol	α -terpineol
cis-3-hekzenol	metilsalisilat
trans-2-hekzenol	geraniol
trans-2-hekzenal	β -iyonon
cis-3-hekzenal	5,6-epoksi- β -iyonon
2,4-heptadienal	Nerolidol n-nonanoik asit

Çizelge 2.4 Çaydaki bazı uçucu bileşenlerin algılanan aroması (Çalikoğlu ve Bayrak 2006)

Bileşen adı	Algılanan aroma
Trans-2-hekzenal	Kuvvetli yeşil otsu
n-bütiraldehit	Acımsı tereyağ
Cis-3-hekzenol	Otsu
1-okten-3-ol	Bir çeşit uyarıcı
Linalol	İnci Çiçeği
Metil salisilat	Keklik Üzümü yağı
Geraniol	Gülsü
Metilsalisilat	Çiçeksi
Geraniol	Meyvemsi, gülsü

2.6 Siyah Çayda Aroma Oluşumu

Aroma oluşumun genel yolları çizelge 2.5’de verilmiştir. Burada belirtilen tüm prosesler siyah çayın işlenmesi esnasında oluşmaktadır.

Çizelge 2.5. Aroma oluşumunda genel yollar (Gürses 1982)

Mekanizma	İlke	Örnek
1.Enzimatik		
Zedelenmiş dokuda	Bitki dokusunda uçucuların biyosentetik oluşumu	Meyve esterleri; terpenler
İşleme sırasında (zedelenmiş dokuda, ikincil ürünler)	Hücrenin zedelendikten sonra uçucu olmayan ön maddelerden uçucuların biyosentetik oluşumu	Lipoksigenaz-hidroperoksit liyaz: yağlardan C ₆ ve C ₉ uçucuları
2. Enzimatik Olmayan		
Maillard reaksiyonu	Aminoasit ve şekerler arasındaki kimyasal reaksiyonlar	Isıl işlem görmüş kahve, malt, çay
Strecker parçalanması	α , β -dikarbonil bileşikleri ve şekerler arasındaki kimyasal reaksiyonlar	
Termal bozulma	Örneğin, fenolik asitler	Kahve, malt

Çayın sahip olduğu önemli uçuculardan olan trans-2-hekzenal, çay yapraklarında bir esansiyel yağ asidi olan linoleik asidin lipoksigenaz enzimiyle oksidasyona uğrayarak parçalanması sonucu meydana gelmektedir. Aynı şekilde oleik ve palmitoleik asitten sırasıyla n-nonanal, n-nonanol, n-heptanal ve n-heptanol (Kaçar 1992) meydana gelirken, linoleik asitten 1-okten-3-one ve 1-oktan-3-ol, linolenik asitten de 1-penten-3-one, 1-penten-3-ol, cis-3-penten-1-ol ve cis-3-penten-1-one izomeraz ve oksidoredüktaz etkisiyle meydana gelmektedir (Özdemir 1992).

Oksidasyon sürecinde polifenol oksidaz enzimi ve flavanoller yükseltgenirken bilhassa aminoasitlerin, karotenoitlerin ve doymamış yağ asitlerinin de yükseltgenmesiyle aroma bileşenleri ve bilhassa oksidasyon sürecinde çay yaprağın içeriğindeki karotenoitlerin yükseltgenmesiyle iyonon ve terpenoit karboniller oluşmaktadır (Fernando ve Roberts 1984).

2.6.1 Siyah çayda oluşan uçucu bileşikler

Çay, lipitlerden meydana gelen ikincil aroma bileşikleri olarak da düşünülen ketonları, özellikle 2 ve 3 metil ketonları içermektedir. Lipit hidrolizinden sonra gerçekleşen yağ asitlerinin termal parçalanmasının, yağ asitlerinin β -oksidasyon işlemiyle aynı olduğu düşünülebilir. β -keto asitlerin dekarboksilasyonu metil ketonların oluşumuna neden olmaktadır (Hazarika vd. 1984).

Siyah çay uçucuları arasında yer alan bir dizi keton, karotenoitlerden meydana gelmiş olabilir. Siyah çayın oksidasyonu süresince keton yapısındaki uçucuların yükselişle karotenoit konsantrasyonundaki düşüş karotenoitlerin aroma ön maddeleri arasında önemli bir yere sahip olduğunu göstermektedir. β -iyonon çeşitleri karotenoit parçalanma ürünlerinin büyük bir kısmıdır (Çalıköğlü ve Bayrak 2009).

Monoterpen alkoller tıpkı glikozitler gibi çok fazla bulunmakta, enzimatik ve kimyasal hidroliz yoluyla oluşmaktadır (Takeo 1981). Bunun yanı sıra monoterpen alkollerin glikozitleri üzümde ve tropik meyvelerde potansiyel aroma ön maddesi olarak bildirilmiştir (Çalıköğlü ve Bayrak 2009).

Soldurma ve oksidasyon işlemlerinde bileşenlerin büyük bir kısmı artmakta, kurutmada ise azalmaktadır. Fakat geraniol, benzil alkol, propiyonik ve n-kaproik asit gibi bileşenlerin bazıları kurutmada yükselmektedir. Bu sonuçlar incelendiğinde aromatik maddelerden bazılarının çay üretimi süresince önemli değişiklikler gösterdiği anlaşılmaktadır (Çalıköğlü ve Bayrak 2009).

2.7 Siyah Çayın Sınıflandırılması

Çayların sınıflandırılması dünya genelinde standardize edilmemiştir ve sınıflar orjin açısından değişkenlik gösterebilmektedir. Çayın hasatı ve üretilmesi yaprağın son büyüklüğünü ve dolayısıyla çay sınıfını etkilemektedir. Siyah çaylar partikül yapılarına göre sınıflandırılmaktadır. Öncelikle iki temel kategoriye ayrılmaktadır; yaprak (unbroken) ve kırık (broken) çaylar olarak. Küçük partiküller şeklinde olması, daha az alan işgal etmesi, daha sert ve koyu dem vermeleri gibi sebeplerden dolayı çay

ticaretinin % 95'ini kırık çaylar kapsamaktadır. Çayların sınıflandırılması kaliteleri değil onların partikül büyüklükleri anlamına gelmektedir (Kaçar 2010).

Çizelge 2.6 Ortodoks yöntemle işlenen siyah çayın sınıflandırılması (www.noga.com.tr/CAY-ISLEME-TEKNOLOJISI,DP-16.htm 2016)

Türkçe	İngilizce	Tanımlanması
Yaprak çay	Flowery Pekoe (FP)	Çiçekli kıvrım çay
Yaprak çay	Fine Tippy Golden Flowery Orange Pekoe (FTGFOP)	İnce taneli, uçlu, sarı, çiçekli, az altınbaşı kıvrım çay
Yaprak çay	Tippy Golden Flowery Orange Pekoe (TGfOP)	Uçlu , sarı, çiçekli , az altınbaşı kalın kıvrım çay
Yaprak çay	Tippy Golden Flowery Orange Pekoe 1(TGFOP 1)	Uçlu , sarı, çiçekli , az altınbaşı kalın kıvrım çay
Yaprak çay	Golden Flowery Orange Pekoe (GFOP)	Sarı, çiçekli, az altınbaşı kalın kıvrım çay
Yaprak çay	Flowery Orange Pekoe (FOP)	Çiçekli, az altınbaşı kalın kıvrım çay
Yaprak çay	Orange Pekoe (OP)	Az altınbaşı kalın kıvrım çay
Kırık çay	Broken Orange Pekoe 1 (BOP1)	İnce altınbaşı kıvrım çay
Kırık çay	Golden Flowery Broken Orange Pekoe (GFBOP)	Sarı, çiçekli, ince altınbaşı kıvrımlı çay
Kırık çay	Broken Pekoe Souchang (BPS)	Kalın, kaba kıvrımlı çay
Kırık çay	Golden Broken Orange Pekoe (GBOP)	Sarı, ince altınbaşı kıvrımlı çay
Kırık çay	Flowery Broken Orange Pekoe (FBOP)	Çiçekli, ince altınbaşı kıvrım çay
Kırık çay	Broken Orange Pekoe (BOP)	İnce altınbaşı kıvrım çay
Çok ince kırık çay	Golden Orange Fanning (GOF)	Sarı, çok ince altınbaşı kırık çay
Çok ince kırık çay	Flowery Orange Fanning (FOF)	Çiçekli, çok ince altınbaşı kırık çay
Çok ince kırık çay	Flowery Orange Pekoe Fanning (FOPF)	Çiçekli, çok ince altınbaşı, kıvrımlı kırık çay
Toz çay	Ortodoks Pekoe Dust (OPD)	Ortodoks kıvrım toz çay
Toz çay	Ortodoks Churamoni Dust (OCD)	Ortodoks curamoni toz çay
Toz çay	Broken Orange Pekoe Dust (BOPD)	İnce altınbaşı kıvrım toz çay
Toz çay	Broken Orange Pekoe Fine Dust (BOPFD)	İnce altınbaşı kıvrım ince taneli toz çay
Toz çay	Fine Dust (FD)	İnce taneli toz çay

Ülkemizde gerçekleştirilen derecelendirme sistemine göre, kurutma fırınından çıkan çaylar bir seri lif alıcısı ile çöp, lif ve benzeri materyallerinden ayrılmakta ve 5 mm delik genişliğine sahip olan Midilton eleğinden geçirilmektedir. Elekten geçen bölüm

çay eleklerine (pakka), eleğin üzerinde kalan bölüm ise kırıcıya aktarılır. Çay eleği, delik genişlikleri üstten alta doğru küçülen ve üst üste yerleştirilmiş 5 elekten meydana gelmektedir. Üstten alta doğru elek genişlikleri 8 (2.057 mm), 10 (1.676 mm), 12 (1.405 mm), 20 (0.776 mm), 30 mesh'dir. Bu sistemle ilk aşamada çay eleğinden geçirilen siyah çay 1, 2, 3 ve 7a numara ile ifade edilen 4 sınıfa ayrılmaktadır (<http://www.megep.meb.gov.tr> 2016). Bunlardan 1, 2 ve 3 numaralı çaylar “imalat kırığı çay” olarak isimlendirilmiştir. Bunlar kurutmadan çıkıp kırma işlemine tabi tutulmadan tasnife gelerek elenen çaylardır. Elek üzerinde kalan çaylar kırıcıdan geçirildikten sonra tekrardan elek sistemlerinden geçirilmektedir. Bu çaylar ise 4, 5, 6 ve 7b numara olarak ifade edilmektedir. Bunlardan 4, 5 ve 6 numaralı çaylara “kırık (kırıcıdan geçen) çaylar” olarak isimlendirilmiştir (Özdemir vd. 1999). İmalat kırığı ve kırıcıdan geçen çayların çay eleğinin altında kalan bölümü olan ve 7a ve 7b olarak sınıflandırılan çaylar ise “toz çay” olarak isimlendirilmektedir (Özdemir vd. 1999) Söz konusu 7 sınıf çayın özgün isimleri ile bunların Türkçe karşılıkları çizelge 2.7’de gösterilmektedir.

Çizelge 2.7 Çay-Kur tarafından işlenen siyah çayın sınıflandırılması (Kaçar 1987,1992)

Numara	Türkçe	İngilizce	Tanımlanması
1	İmalat kırığı	Orange Fannings (OF)	Çok ince altınbaşlı imalat kırığı çay
2	İmalat kırığı	Broken Orange Pekoe 1 (BOP1)	İnce altınbaşlı kıvrım çay
3	İmalat kırığı	Orange Pekoe (OP)	Az altınbaşlı kalın kıvrım çay
4	Kırıcıdan geçen	Fanning (F)	Çok ince kırık çay
5	Kırıcıdan geçen	Broken Orange Pekoe 2 (BOP2)	İnce kıvrımlı kırık çay
6	Kırıcıdan geçen	Broken Pekoe (BP)	Kalın kıvrımlı kırık çay
7	Toz	Dust (D)	Toz çay

Üst kademedden alt kademeye geçip ondan daha da altına geçemeyecek büyüklükte olan çayların eleğin kafasındaki ayrı ayrı oluklardan bölünmüş bandın farklı farklı bölümlerine dökülmesiyle farklı farklı haznelere gönderilmektedir (Özdemir vd. 1999)

Çizelge 2.8 Pakkalarda kullanılan elek telleri ve açıklık oranları (Özdemir vd. 1999)

Elek Tel No	25.4 mm deki Delik Sayısı	Tel Açıklığı (mm)	Açıklık toleransı (-+ mm)	Nom. Tel Çapı (mm)
8	8	2.36	0.025	0.75
10	9	2.00	0.023	0.75
12	10	1.70	0.020	0.75
20	20	0.85	0.0127	0.45
30	28	0.60	0.0101	0.30

Çizelge 2.9 KPK yöntemiyle işlenen siyah çayın sınıflandırılması (www.noga.com.tr/CAY-ISLEME-TEKNOLOJISI,DP-16.htm 2016)

Türkçe	İngilizce	Tanımlanması
Kırık çay	Broken Pekoe (BP)	Kalın kıvrımlı kırık çay
Kırık çay	Broken Orange Pekoe (BOP)	İnce kıvrımlı kırık çay
Kırık çay	Broken Pekoe Souchang (BPS)	Kalın, kaba kıvrımlı kırık çay
Çok ince kırık çay	Orange Fanning (OF)	Çok ince altınbaşı imalat kırığı çay
Çok ince kırık çay	Pekoe Fannings (PF)	Çok ince kıvrımlı imalat kırığı çay
Çok ince kırık çay	Pekoe Fannings 1 (PF1)	Çok ince kıvrımlı imalat kırığı çay
Toz çay	Pekoe Dust (PD)	Kıvrımlı toz çay
Toz çay	Pekoe Dust 1(PD 1)	Kıvrımlı toz çay
Toz çay	Churamoni Dust (CD)	Curamoni toz çay
Toz çay	Dust (D)	Toz çay
Toz çay	Dust 1(D1)	Toz çay
Toz çay	Red Dust (RD)	Kırmızı toz çay
Toz çay	Fine Dust (FD)	İnce taneli toz çay

2.7.1 P

Pekoe (P), çay fidanının ikinci yaprağından üretilen, bütün yaprak, siyah çaydır. “Pekoe” Çince’de “beyaz saç” demektir ve körpe çay yapraklarının arka yüzeyinin altındaki beyaz renk nedeniyle erken çaylara uygulanan bir terimdir. Flowery Pekoe (FP) uzunluğuna yuvarlatılmış, bütün yaprak, siyah çaydır (Keegel 1968).

2.7.2 Op

Orange Pekoe (OP) yaprak uzunluğu 8-15 milimetre olan, siyah, FOP'den daha az uç içeren bir bütün yaprak çaydır ve fırınlamadan sonra eleme yapılması nedeniyle belirli bir elek aralığından geçmez. OP'nin portakalla ya da portakal tadıyla alakası bulunmamaktadır. Yapraklar ebatları aynıdır ve uzunluğuna yuvarlanmıştır. Flowery Orange Pekoe (FOP), kaliteyi arttıran birden fazla uca sahip, bütün yaprak veya kırık yaprak, Ortodoks, siyah çaydır. Tippy Golden Flowery Orange Pekoe (TGFOP) çayda üst sınıftır. Hasat anında üst iki yaprak ve tomurcuk elle toplanmaktadır. Tomurcuk tamamen açmamış, olgunlaşmamış yaprak ucudur. Yavaş büyüme dönemleri süresince hasat edildiğinde, bu körpe tomurcukların altın sarısı bir ucu (tomurcuk) oluşmakta ve çaylar Flowery (çiçekli) sınıfına dahil olmaktadır. Bu sarı uçlar çok olduğu zaman Tippy ve Golden terimleri de eklenir. Bazen benzer çaylar içinde daha yüksek kaliteye sahip olanları tanımlamak için harflerin sonuna 1 veya 2 rakamları eklenmektedir. Benzer şekilde, TGFOP'den önce F harfi gelirse Finer (ince taneli) sınıfı, SF gelirse de Super Finer (süper ince taneli) sınıfı ifade etmektedir. Böylece SFTGFOP1'in süper ince taneli, uçlu (tippy), sarı (golden), çiçekli OP "1" O tip çayın en üstünü anlamına gelmektedir (biriz.biz/cay/cayliteraturuindex.htm 2017).

2.7.3 Bop

Broken Orange Pekoe (BOP) olarak adlandırılan uçsuz, kırık yapraklar içeren sınıftır. Tippy, Golden ve Flowery terimleri bu tür çay için de söylenebilmektedir. Örneğin TGBOP uçlu, sarı, kırık yapraklı OP anlamına gelmektedir. BOP1 ise OP'den küçük yapraklı, BOP'den büyük yapraklı ara sınıf çay olarak tanımlanmaktadır. Bu terim hem Ortodoks hem de KPK çayları için kullanılmaktadır (Keegel 1968).

2.7.4 F ve pf

BOP'den daha küçük yapraklı çay sınıfı PF olarak ifade edilmektedir. KPK yöntemiyle üretildiğinde Pekoe Fannig, Ortodoks yöntemiyle üretildiğinde ise Fanning (F) olarak adlandırılır. Yüksek kalite çaylardan elemeye ayrılmış, 1-1.5 milimetre uzunluğundaki küçük toz parçacıklarıdır. Fanning terimi Ortodoks ve KPK çaylarında kullanılmaktadır.

Ortodoks çaylarına sınıftaki uç miktarını tanımlamak için Broken Orange Pekoe Fanning (BFOP) ve Golden Orange Pekoe Fanning (GOPF) terimleri eklenmektedir (biriz.biz/cay/cayliteraturuindex.htm 2017) .

2.7.5 D ve PD

Çabuk demlenmesi nedeniyle tat ve koyuluğunu poşet maddesinden çabuk geçirebildiği için normalde poşet çaylarda tercih edilen, Ortodoks ve de KPK çay yapraklarının en ufak parça boyutudur. İzin verilen en düşük sınıf çay PD (Pekoe Dust-Pekoe tozu) olarak bilinmektedir. PF’de olduğu gibi KPK yöntemiyle üretildiğinde PD, Ortodoks yöntemiyle üretildiğinde (Dust) D olarak isimlendirilmektedir. Literatürde bu büyüklük “Elemeden sonra kalan en küçük kırık parça” olarak tanımlanmaktadır ve ara sıra da “süprüntü” olarak anılmaktadır (Keegel 1968).

2.7.6 Dust

Bu sınıflandırma terimleri çoğunlukla Hindistan, Sri Lanka, Java, Sumatra, Afrika, bazı Çin çayları ve bazı diğer siyah çaylar için ifade edilmektedir. Bu sınıflandırma nedeniyle bütün yaprak çaylar daha yüksek fiyatlı ve göze daha cazip gelmektedir. Buna karşın kırık parçalar ise üstün tat ve aromaya sahip olabildiği gibi küçük parçalar daha çabuk demlenmekte ve daha hızlı tat bırakmaktadırlar (biriz.biz/cay/cayliteraturuindex.htm 2017).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

Araştırmada materyal olarak Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilen ve işlenen siyah çayın Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü tarafından partikül büyüklüklerine göre sınıflandırıldığı 7 nevi siyah çay kullanılmıştır. Ülkemizde çok yaygın olarak kullanılan Midilton ve Pakka elek sistemiyle 7 farklı sınıf (çizelge 2.7) oluşturacak şekilde partikül büyüklüğü ve kaliteye göre gruplara ayrılmıştır.

Çay-Kur tarafından işlenen çaylara uygulanan derecelendirme sistemine göre, kurutma fırınından çıkan çaylar bir seri lif alıcısı ile çöp, lif ve benzeri materyallerinden ayrılmakta ve 5 mm delik genişliğine sahip olan Midilton eleğinden geçirilmektedir.

Çalışma 7 farklı sınıf çay, 1 pasaj ve 3 tekerrür olmak üzere (7x1x3) toplam 21 örnek üzerinde yapılmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 HS-SPME analizi

Çaylardan 1 g örnek 5 mL'lik örnek şişesine (headspace vialleri) tartılıp üzerine 2.5 mL saf su ilave edilmiş ve örnek şişesinin ağzı kendi kapağı ile kapatılmıştır. Örnek şişesi karıştırıcıda 2 saniye karıştırılmıştır. Analiz için kullanılacak fiber 200 °C'de 20 dakika süresince GC-MS enjeksiyon bloğunda şartlandırılmıştır. Daha sonra katı faz mikro ekstraksiyonu (SPME) gerçekleştirmek için GC-MS de tutulan fiber (65 µm polydimethylsiloxane/divinylbenzene (PDMS/DVB) (Supelco) (Bellefonte, PA, USA) örnek şişesinin üst kısmında tutulmuştur ve ekstraksiyon 80 °C'de 60 dakika sürdürülmüştür. Bu şekilde numune şişesinin tepe boşluğundaki uçucu bileşenler adsorpsiyon ile yakalanmıştır. Daha sonra fiber, enjeksiyon bloğunda 10 dakika tutularak fiberdeki uçucu bileşenler GC-MS sistemine desorbsiyon ile aktarılmıştır.



Şekil 3.1 Fiberin vial içinde bekletilmesi (80 °C’de 60 dakika)

3.2.2 GC-MS analizi

Aroma bileşenlerinin analizinde GC-MS-QP2010 Ultra kullanılmıştır. Analizlerde mass selective dedektör ve RTx-5MS (% 5 difenil / % 95 dimetil polisiloksan fazı ile kaplanmış; 30 m uzunluğunda, 0.25 mm iç çapında, 0.25 µm film kalınlığında) eritilmiş silis kılcal kolon kullanılmıştır. Gaz kromatografisinin kolon fırın başlangıç sıcaklığı 40°C olup, bu sıcaklıkta 3 dakika tutulmuş, daha sonra sıcaklık 4°C/dakikalık artış ile 250 °C’ye çıkartılmıştır. Toplam akış ise 14.0 mL/dakikadır.



Şekil 3.2 GC-MS-QP2010 Ultra

GC-MS-QP2010 Ultra teknik özellikler

- İyonizasyon voltajı; 10-200 Ev
- Tarama hızı en az 12.500 amu/saniye
- Kütle Aralığı; m/z 1.6-1050 amu
- Pirolizer Cihazı 1600C - 8000C

GC-MS çalışma koşulları aşağıda verilmiştir.

Gaz kromatografi	:Shimadzu; Shimadzu Scientific Instruments 7102 Riverwood Drive, Columbia, U.S.A.
Dedektör	: Kütle spektrometresi (0.84 kV)
Kütle spektrometresi	: QP2010 Ultra
Kolon	: RTx-5MS (% 5 difenil / % 95 dimetil polisiloksan fazı ile kaplanmış; 30 m uzunluğunda, 0.25 mm iç çapında, 0.25 µm film kalınlığında) eritilmiş silis kılcal kolon
Fiber	:SPME fiber assembly 65 µm polydimethylsiloxane/divinylbenzene, Fused silica 24 Ga, Manual Holder (Red)
Taşıyıcı gaz	: He
Taşıyıcı gaz akış hızı	: 1 mL/dakika
Enjeksiyon modu	: Split (Bölünmeli)
Bölünme oranı	: 10/1
İyonlaşma enerjisi	: 70 V
İyon kaynağı sıcaklığı	: 200 °C
Enjektör sıcaklığı	: 250 °C
Kolon sıcaklığı	: 40 °C
Başlangıç tepe basıncı	: 49.7 kPa
Enjeksiyon hacmi	: 1 µL
Fırın sıcaklık programı	: Oran Sıcaklık Bekleme süresi (dakika)
	-- 40 °C 3.0
	4.0 250 °C 5.0 (Analiz süresi:60.5 dak.)

MS Çalışma Koşulları

İyonizasyon modu	:	EI (Elektron İmpact)
MS kaynak sıcaklığı	:	200 °C
Elektron enerjisi	:	70 eV
İyon kaynak sıcaklığı	:	200 °C
Ara yüz sıcaklığı	:	250 °C
Kazanım modu	:	Scan
Tarama aralığı	:	35 – 450 m/z

GC-MS analizleri yapılan bileşenlerin tanımlanmasında Wiley ve NIST kütüphanelerinden yararlanılmıştır. C7-C30 Alkan Standardı kullanılarak alıkonma zamanı hesaplaması yapılmıştır.

3.2.3 İstatistiksel analiz

Araştırma sırasında elde edilen veriler, deneme desenine uygun olarak hazırlanan çizelgeler halinde SPSS 22.0 programında tek yönlü varyans analizine tabi tutulmuştur. Her bir aroma bileşeninin örnekler arasındaki farklılığının tespiti ise Tukey ve Duncan HSD Post-Hoc çoklu karşılaştırma testi kullanılarak yapılmıştır. Significance<0.05 olan değerler istatistikî açıdan önemli bulunmuştur.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Siyah Çay Örneklerinin GC-MS Analizi ile Belirlenen Aroma Bileşenleri

Çizelge 4.1 1 nolu siyah çay örneğinin aroma bileşenleri

RI	Bileşen	1.Tekerrür Alan (%)	2.Tekerrür Alan (%)	3.Tekerrür Alan (%)	Ortalama± Standart Sapma
664	Bilinmeyen1	3.12	3.81	3.48	3.47±0.35
675	Bilinmeyen3	0.56	0.68	0.64	0.63±0.06
680	2-Metil-propanal	1.46	1.64	1.57	1.56±0.09
703	3-Metil-bütanal	2.09	2.49	2.31	2.30±0.20
707	2-Metil-bütanal	4.24	4.59	4.43	4.42±0.18
723	2-Etil-furan	2.53	2.50	2.53	2.52±0.02
795	Bilinmeyen4	3.42	3.88	3.67	3.66±0.23
847	2-Hekzenal	1.20	1.36	1.30	1.29±0.08
958	Benzaldehit	0.58	0.64	0.63	0.62±0.03
987	6-Metil-5-hepten-2-on	0.74	0.82	0.80	0.79±0.04
991	2-Pentil-furan	3.34	3.64	3.51	3.50±0.15
1001	Isolimonen	0.62	0.68	0.67	0.66±0.03
1028	Limonen	0.50	0.55	0.54	0.53±0.03
1072	3,5-Oktadien-2-on	1.08	1.28	1.20	1.19±0.10
1100	Linalol	0.87	1.14	1.02	1.01±0.14
1105	Nonanal	1.59	1.86	1.74	1.73±0.14
1148	5-Etil-6-metil-3E-hepten-2-on	0.63	0.78	0.72	0.71±0.08
1206	Dekanal	0.80	0.94	0.89	0.88±0.07
1224	β-Siklositral	0.90	1.19	1.06	1.05±0.15
1257	Geraniol	1.13	1.45	1.31	1.30±0.16
1280	5-Metil-5-propil-nonan	0.60	0.63	0.63	0.62±0.02
1300	Tridekan	0.53	0.57	0.57	0.56±0.02
1327	2,9-Dimetil-undekan	1.15	0.99	1.09	1.08±0.08
1400	Tetradekan	4.18	4.05	4.13	4.12±0.07
1433	α-İyonon	1.84	2.20	2.04	2.03±0.18
1449	Bilinmeyen5	0.94	0.86	0.92	0.91±0.04
1456	6,10-Dimetil-5,9-undekadien-2-on	2.69	3.29	3.01	3.00±0.30
1463	3-Metil-5-propil-nonan	1.29	1.13	1.23	1.22±0.08
1491	β-İyonon	5.40	6.81	6.12	6.11±0.71
1496	Bilinmeyen6	1.53	1.40	1.48	1.47±0.07
1542	7,9-Dimetil-hekzadekan	0.96	0.73	0.86	0.85±0.12
1571	3-Metil-pentadekan	0.72	0.53	0.64	0.63±0.10
1591	Bilinmeyen10	7.58	8.16	7.89	7.88±0.29
1600	Hekzadekan	5.22	2.27	3.76	3.75±1.48
1657	Siklohekzadekan	1.04	0.35	0.71	0.70±0.35
1700	Heptadekan	2.83	1.03	1.95	1.94±0.90
1706	2,6,10,14-Tetrametil-pentadekan	1.74	0.87	1.32	1.31±0.44
1754	8-Hekzil-pentadekan	0.79	0.45	0.64	0.63±0.17
1800	Oktadekan	1.41	1.55	1.50	1.49±0.07
1809	Bilinmeyen12	0.82	0.77	0.81	0.80±0.03
1848	6,10,14-Trimetil-2-pentadekanon	0.70	1.10	0.92	0.91±0.20
1874	Bilinmeyen14	0.64	0.52	0.60	0.59±0.06
1962	Hekzadekanoik asit	0.54	0.93	0.75	0.74±0.20

GC-MS ile yapılan analizlerde 1 nolu siyah çaylarda sırasıyla % 7.88±0.29 oranında Bilinmeyen10, % 6.11±0.71 oranında β -İyonon, % 4.42±0.18 oranında 2-Metil-bütanal, % 4.12±0.07 oranında Tetradekan saptanmıştır. NIST ve WİLEY kütüphanelerinde tanımlanamayan ancak çayın bileşiminde bulunan aromatik bileşenler “bilinmeyen” olarak isimlendirilmiştir. Ayrıca 1 nolu siyah çayda toplamda 129 adet pik çıkmış fakat bu çalışmada alan % 0.5’in üstündekiler isimlendirilmiştir.

Çizelge 4.2 2 nolu siyah çay örneğinin aroma bileşenleri

RI	Bileşen	1.Tekerrür Alan (%)	2.Tekerrür Alan (%)	3.Tekerrür Alan (%)	Ortalama± Standart Sapma
664	Bilinmeyen1	3.03	9.32	6.16	6.17±3.15
675	Bilinmeyen3	0.98	0.21	0.58	0.59±0.39
680	2-Metil-propanal	1.78	0.30	1.03	1.04±0.74
703	3-Metil-bütanal	2.55	2.68	2.60	2.61±0.07
707	2-Metil-bütanal	4.60	4.11	4.34	4.35±0.25
723	2-Etil-furan	2.97	2.22	2.58	2.59±0.38
795	Bilinmeyen4	4.73	3.69	4.20	4.21±0.52
847	2-Hekzenal	2.39	2.59	2.48	2.49±0.10
852	3-Hekzenal	0.58	0.60	0.58	0.59±0.01
958	Benzaldehit	0.69	0.61	0.64	0.65±0.04
979	1-Okten-3-ol	0.56	0.24	0.39	0.40±0.16
987	6-Metil-5-hepten-2-on	1.09	0.92	0.99	1.00±0.09
991	2-Pentil-furan	3.81	2.88	3.33	3.34±0.47
1001	Isolimonen	0.79	0.49	0.63	0.64±0.15
1010	2,4-Heptadienal	0.68	0.67	0.66	0.67±0.01
1028	Limonen	0.71	0.60	0.64	0.65±0.06
1072	3,5-Oktadien-2-on	1.66	1.47	1.55	1.56±0.10
1100	Linalol	1.39	1.15	1.26	1.27±0.12
1105	Nonanal	2.21	2.07	2.13	2.14±0.07
1148	5-Etil-6-metil-3E-hepten-2-on	0.97	0.77	0.86	0.87±0.10
1206	Dekanal	1.13	0.99	1.05	1.06±0.07
1224	β -Siklositral	1.38	1.14	1.25	1.26±0.12
1257	Geraniol	1.61	1.47	1.53	1.54±0.07
1280	5-Metil-5-propil-nonan	1.05	0.63	0.83	0.84±0.21
1300	Tridekan	0.67	0.56	0.60	0.61±0.06
1327	2,9-Dimetil-undekan	1.42	1.22	1.31	1.32±0.10
1388	3-Hekzenil-hekzoat	0.78	0.74	0.75	0.76±0.02
1400	Tetradekan	5.05	4.72	4.87	4.88±0.17
1433	α -İyonon	2.31	2.32	2.30	2.31±0.01
1449	Bilinmeyen5	1.04	1.01	1.01	1.02±0.02
1456	6,10-Dimetil-5,9-undekadien-2-on	3.30	3.17	3.22	3.23±0.07
1463	3-Metil-5-propil-nonan	1.42	1.40	1.40	1.41±0.01
1491	β -İyonon	6.65	6.97	6.80	6.81±0.16
1496	Bilinmeyen6	1.95	1.87	1.90	1.91±0.04
1542	7,9-Dimetil-hekzadekan	1.05	1.06	1.04	1.05±0.01
1553	Bilinmeyen9	0.53	0.57	0.54	0.55±0.02
1571	3-Metil-pentadekan	0.50	0.60	0.54	0.55±0.05
1591	Bilinmeyen10	6.18	7.18	6.67	6.68±0.50
1600	Hekzadekan	1.90	1.88	1.88	1.89±0.01

Çizelge 4.2 (devam)

1706	2,6,10,14-Tetrametil-pentadekan	0.52	0.65	0.57	0.58±0.07
1800	Oktadekan	0.48	0.84	0.65	0.66±0.18
1848	6,10,14-Trimetil-2-pentadekanon	0.45	0.64	0.53	0.54±0.10

GC-MS ile yapılan analizlerde 2 nolu siyah çaylarda sırasıyla % 6.81±0.16 oranında β -İyonon, % 6.68±0.50 oranında Bilinmeyen10, % 6.17±3.15 oranında Bilinmeyen1, % 4.88±0.17 oranında Tetradekan saptanmıştır. NIST ve WİLEY kütüphanelerinde tanımlanamayan ancak çayın bileşiminde bulunan aromatik bileşenler “bilinmeyen” olarak isimlendirilmiştir. Ayrıca 2 nolu siyah çayda toplamda 120 adet pik çıkmış fakat bu çalışmada alan % 0.5’in üstündekiler isimlendirilmiştir.

Çizelge 4.3 3 nolu siyah çay örneğinin aroma bileşenleri

RI	Bileşen	1.Tekerrür Alan %	2.Tekerrür Alan %	3.Tekerrür Alan %	Ortalama± Standart Sapma
670	Bilinmeyen1	1.59	5.83	3.70	3.71±2.12
678	Bilinmeyen2	0.30	1.00	0.64	0.65±0.35
680	Bilinmeyen3	0.32	0.71	0.50	0.51±0.20
685	2-Metil-propanal	0.67	1.66	1.15	1.16±0.50
709	3-Metil-bütanal	2.33	1.97	2.14	2.15±0.18
712	2-Metil-bütanal	3.42	4.26	3.83	3.84±0.42
729	2-Etil-furan	2.15	2.07	2.10	2.11±0.04
799	Bilinmeyen4	2.14	1.60	1.86	1.87±0.27
851	2-Hekzenal	1.41	0.94	1.16	1.17±0.24
980	1-Okten-3-ol	0.72	0.36	0.53	0.54±0.18
988	6-Metil-5-hepten-2-on	0.70	0.68	0.68	0.69±0.01
992	2-Pentil-furan	2.37	2.56	2.45	2.46±0.10
1028	Limonen	0.60	0.53	0.55	0.56±0.04
1072	3,5-Oktadien-2-on	1.13	1.09	1.10	1.11±0.02
1100	Linalol	0.96	0.97	0.95	0.96±0.01
1105	Nonanal	1.31	1.10	1.19	1.20±0.11
1148	5-Etil-6-metil-3E-hepten-2-on	0.63	0.63	0.62	0.63±0.01
1206	Dekanal	0.77	0.64	0.69	0.70±0.07
1224	β -Siklositral	0.93	0.89	0.90	0.91±0.02
1257	Geraniol	1.56	1.50	1.52	1.53±0.03
1327	2,9-Dimetil-undekan	0.58	0.78	0.67	0.68±0.10
1383	3-Hekzenil-hekzoat	0.72	0.70	0.70	0.71±0.01
1400	Tetradekan	5.15	5.15	5.14	5.15±0.01
1432	α -İyonon	2.15	2.04	2.08	2.09±0.06
1449	Bilinmeyen5	0.92	0.93	0.91	0.92±0.01
1456	6,10-Dimetil-5,9-undekadien-2-on	3.18	3.05	3.10	3.11±0.07
1462	3-Metil-5-propil-nonan	1.66	1.72	1.68	1.69±0.03
1491	β -İyonon	6.97	6.51	6.73	6.74±0.23
1496	Bilinmeyen6	3.15	3.13	3.13	3.14±0.01
1525	Bilinmeyen7	0.62	0.41	0.50	0.51±0.11
1531	Bilinmeyen8	1.09	0.95	1.01	1.02±0.07

Çizelge 4.3 (devam)

RI	Bileşen	1.Tekerrür Alan %	2.Tekerrür Alan %	3.Tekerrür Alan %	Ortalama± Standart Sapma
1541	7,9-Dimetil-hekzadekan	2.37	2.31	2.33	2.34±0.03
1553	Bilinmeyen9	1.13	1.13	1.12	1.13±0.01
1571	3-Metil-pentadekan	0.98	0.86	0.91	0.92±0.06
1591	Bilinmeyen10	5.34	4.71	5.01	5.02±0.32
1600	Hekzadekan	6.22	5.27	5.73	5.74±0.48
1636	Bilinmeyen11	1.33	0.57	0.94	0.95±0.38
1648	2,6,10-Trimetil-pentadekan	0.94	0.86	0.89	0.90±0.04
1657	Siklohekzadekan	1.32	1.06	1.18	1.19±0.13
1664	2-Metil-hekzadekan	0.86	0.71	0.77	0.78±0.08
1699	Heptadekan	1.23	1.48	1.34	1.35±0.13
1705	2,6,10,14-Tetrametil-pentadekan	1.03	1.34	1.17	1.18±0.16
1754	8-Hekzil-pentadekan	0.84	0.77	0.79	0.80±0.04
1800	Oktadekan	0.56	0.52	0.53	0.54±0.02
1848	6,10,14-Trimetil-2-pentadekanon	0.54	0.61	0.56	0.57±0.04

GC-MS ile yapılan analizlerde 3 nolu siyah çaylarda sırasıyla % 6.74±0.23 oranında β-İyonon, % 5.74±0.48 oranında Hekzadekan, % 5.15±0.01 oranında Tetradekan, % 5.02±0,32 oranında Bilinmeyen10 saptanmıştır. NIST ve WİLEY kütüphanelerinde tanımlanamayan ancak çayın bileşiminde bulunan aromatik bileşenler “bilinmeyen” olarak isimlendirilmiştir. Ayrıca 3 nolu siyah çayda toplamda 127 adet pik çıkmış fakat bu çalışmada alan % 0.5’in üstündekiler isimlendirilmiştir.

Çizelge 4.4 4 nolu siyah çay örneğinin aroma bileşenleri

RI	Bileşen	1.Tekerrür Alan %	2.Tekerrür Alan %	3.Tekerrür Alan %	Ortalama± Standart Sapma
671	Bilinmeyen1	10.37	9.30	9.85	9.84±0.54
687	2-metil-Propanal	0.56	0.53	0.56	0.55±0.02
710	3-Metil-bütanal	1.88	1.78	1.85	1.84±0.05
714	2-Metil-bütanal	3.73	3.13	3.45	3.44±0.30
730	2-Etil-furan	2.10	1.92	2.03	2.02±0.09
800	Bilinmeyen4	2.90	2.35	2.64	2.63±0.28
851	2-Hekzenal	1.91	1.48	1.71	1.70±0.22
856	3-Hekzenal	0.60	0.58	0.61	0.60±0.01
960	Benzaldehit	0.55	0.50	0.54	0.53±0.03
981	1-Okten-3-ol	0.68	0.47	0.59	0.58±0.11
989	6-Metil-5-hepten-2-on	0.62	0.59	0.62	0.61±0.02
992	2-pentil-furan	2.79	3.07	2.95	2.94±0.14
1001	Isolimonen	0.49	0.57	0.55	0.54±0.04
1073	3,5-Oktadien-2-on	1.40	1.23	1.33	1.32±0.09
1101	Linalol	1.03	1.00	1.03	1.02±0.02
1105	Nonanal	1.75	1.58	1.68	1.67±0.09

Çizelge 4.4 (devam)

RI	Bileşen	1.Tekerrür Alan %	2.Tekerrür Alan %	3.Tekerrür Alan %	Ortalama± Standart Sapma
1148	5-Etil-6-metil-3E-hepten-2-on	0.68	0.76	0.74	0.73±0.04
1207	Dekanal	0.87	0.74	0.82	0.81±0.07
1224	β-Siklositral	1.09	1.08	1.10	1.09±0.01
1257	Geraniol	1.32	1.26	1.31	1.30±0.03
1327	2,9-dimetil-undekan	0.85	0.39	0.64	0.63±0.23
1383	3-Hekzenil-hekzoat	0.88	0.92	0.92	0.91±0.02
1400	Tetradekan	4.38	3.53	3.97	3.96±0.43
1433	α-İyonon	2.57	2.60	2.60	2.59±0.02
1449	Bilinmeyen5	0.66	0.57	0.63	0.62±0.05
1456	6,10-dimetil-5,9-undekadien-2-on	2.92	2.86	2.91	2.90±0.03
1463	3-metil-5-propil-nonan	1.32	1.28	1.32	1.31±0.02
1492	β-İyonon	8.69	8.06	8.39	8.38±0.32
1496	Bilinmeyen6	2.57	2.33	2.47	2.46±0.12
1542	7,9-dimetil-hekzadekan	1.46	1.57	1.53	1.52±0.06
1553	Bilinmeyen9	0.73	0.83	0.80	0.79±0.05
1571	3-Metil-pentadekan	0.68	0.78	0.75	0.74±0.05
1591	Bilinmeyen10	5.70	5.55	5.64	5.63±0.08
1600	Hekzadekan	3.02	4.17	3.61	3.60±0.58
1630	Bilinmeyen11	0.49	0.69	0.61	0.60±0.10
1649	2,6,10-Trimetil-pentadekan	0.42	0.69	0.57	0.56±0.14
1700	Heptadekan	0.79	1.58	1.20	1.19±0.40
1706	2,6,10,14-Tetrametil-pentadekan	0.65	1.39	1.04	1.03±0.37
1800	Oktadekan	0.32	1.07	0.71	0.70±0.38
1848	6,10,14-Trimetil-2-pentadekanon	1.69	2.48	2.10	2.09±0.40

GC-MS ile yapılan analizlerde 4 nolu siyah çaylarda sırasıyla % 9.84±0.54 oranında Bilinmeyen1, % 8.38±0.32 oranında β-İyonon, % 5.63±0.08 oranında Bilinmeyen10, % 3.96±0.43 oranında Tetradekan saptanmıştır. NIST ve WİLEY kütüphanelerinde tanımlanamayan ancak çayın bileşiminde bulunan aromatik bileşenler “bilinmeyen” olarak isimlendirilmiştir. Ayrıca 4 nolu siyah çayda toplamda 119 adet pik çıkmış fakat bu çalışmada alan % 0.5’in üstündekiler isimlendirilmiştir.

Çizelge 4.5 5 nolu siyah çay örneğinin aroma bileşenleri

RI	Bileşen	1.Tekerrür Alan %	2.Tekerrür Alan %	3.Tekerrür Alan %	Ortalama± Standart Sapma
669	Bilinmeyen1	1.43	5.49	3.45	3.46±2.03
685	Bilinmeyen3	0.50	0.59	0.53	0.54±0.05
687	2-Metil-propanal	1.14	1.10	1.11	1.12±0.02
708	3-Metil-bütanal	1.36	1.29	1.31	1.32±0.04
712	2-Metil-bütanal	2.94	2.49	2.70	2.71±0.23
728	2-Etil-furan	1.56	1.29	1.41	1.42±0.14

Çizelge 4.5 (devam)

RI	Bileşen	1.Tekerrür Alan %	2.Tekerrür Alan %	3.Tekerrür Alan %	Ortalama± Standart Sapma
799	Bilinmeyen4	3.53	3.18	3.34	3.35±0.18
850	2-Hekzenal	1.64	2.00	1.81	1.82±0.18
989	6-Metil-5-hepten-2-one	0.66	0.66	0.65	0.66±0.01
992	2-Pentil-furan	3.02	3.01	3.00	3.01±0.01
1011	2,4-Heptadienal	0.54	0.59	0.55	0.56±0.03
1029	Limonen	0.55	0.55	0.54	0.55±0.01
1073	3,5-Oktadien-2-on	1.41	1.23	1.31	1.32±0.09
1101	Linalol	1.07	0.99	1.02	1.03±0.04
1105	Nonanal	1.66	1.67	1.65	1.66±0.01
1148	5-Etil-6-metil-3E-hepten-2-on	0.75	0.77	0.75	0.76±0.01
1207	Dekanal	0.91	0.96	0.92	0.93±0.03
1224	β-Siklositral	1.08	0.96	1.01	1.02±0.06
1257	Geraniol	1.37	1.19	1.27	1.28±0.09
1300	Tridekan	0.60	0.46	0.52	0.53±0.07
1327	2,9-Dimetil-undekan	1.20	0.75	0.96	0.97±0.23
1383	3-Hekzenil-hekzoat	0.94	1.06	0.99	1.00±0.06
1400	Tetradekan	4.73	4.42	4.56	4.57±0.16
1433	α-İyonon	2.37	2.27	2.31	2.32±0.05
1449	Bilinmeyen5	0.89	0.82	0.84	0.85±0.04
1456	6,10-Dimetil-5,9-undekadien-2-on	2.86	2.76	2.80	2.81±0.05
1463	3-Metil-5-propil-nonan	1.53	1.40	1.45	1.46±0.07
1480	3-Hekzadeken	0.24	1.02	0.62	0.63±0.39
1491	β-İyonon	7.55	7.20	7.36	7.37±0.18
1496	Bilinmeyen6	3.14	2.81	2.96	2.97±0.17
1542	7,9-Dimetil-hekzadekan	2.15	2.14	2.13	2.14±0.01
1553	Bilinmeyen9	0.96	1.01	0.97	0.98±0.03
1571	3-Metil-pentadekan	0.88	0.94	0.90	0.91±0.03
1591	Bilinmeyen10	6.97	5.31	6.13	6.14±0.83
1600	Hekzadekan	4.01	5.36	4.67	4.68±0.68
1649	2,6,10-Trimetil-pentadekan	0.79	0.80	0.78	0.79±0.01
1657	Siklohekzadekan	1.12	1.18	1.14	1.15±0.03
1664	2-Metil-hekzadekan	0.76	0.81	0.77	0.78±0.03
1700	Heptadekan	1.43	1.10	1.25	1.26±0.17
1706	2,6,10,14-Tetrametil-pentadekan	1.69	1.62	1.64	1.65±0.04
1754	8-Hekzil-pentadekan	0.99	1.01	0.99	1.00±0.01
1800	Oktadekan	0.82	0.57	0.68	0.69±0.13
1809	Bilinmeyen12	0.68	0.56	0.61	0.62±0.06
1847	6,10,14-Trimetil-2-pentadekanon	0.81	0.67	0.73	0.74±0.07

GC-MS ile yapılan analizlerde 5 nolu siyah çaylarda sırasıyla % 7.37±0.18 oranında β-İyonon, % 6.14±0.83 oranında Bilinmeyen10, % 4.68±0.68 oranında Hekzadekan, % 4.57±0.16 oranında Tetradekan saptanmıştır. NIST ve WİLEY kütüphanelerinde tanımlanamayan ancak çayın bileşiminde bulunan aromatik bileşenler “bilinmeyen” olarak isimlendirilmiştir. Ayrıca 5 nolu siyah çayda toplamda 128 adet pik çıkmış fakat bu çalışmada alan % 0.5’in üstündekiler isimlendirilmiştir.

Çizelge 4.6 6 nolu siyah çay örneğinin aroma bileşenleri

RI	Bileşen	1.Tekerrür Alan %	2.Tekerrür Alan %	3.Tekerrür Alan %	Ortalama± Standart Sapma
663	Bilinmeyen1	6.99	2.51	4.74	4.75±2.24
669	Bilinmeyen3	0.80	0.65	0.71	0.72±0.08
671	2-Metil-propanal	1.74	1.46	1.59	1.60±0.14
702	3-Metil-bütanal	2.52	1.86	2.18	2.19±0.33
706	2-Metil-bütanal	4.56	3.38	3.96	3.97±0.59
722	2-Etil-furan	2.28	2.35	2.30	2.31±0.04
794	Bilinmeyen4	3.50	3.22	3.35	3.36±0.14
847	2-Hekzenal	2.13	1.82	1.96	1.97±0.16
852	3-Hekzenal	0.57	0.48	0.51	0.52±0.05
987	6-Metil-5-hepten-2-on	0.78	0.54	0.65	0.66±0.12
990	2-Pentil-furan	3.72	2.54	3.12	3.13±0.59
1001	Isolimonen	0.70	0.46	0.57	0.58±0.12
1071	3,5-Oktadien-2-on	1.65	1.27	1.45	1.46±0.19
1100	Linalol	1.44	1.10	1.26	1.27±0.17
1104	Nonanal	1.99	1.61	1.79	1.80±0.19
1148	5-Etil-6-metil-3E-hepten-2-on	0.91	0.67	0.78	0.79±0.12
1206	Dekanal	1.05	0.87	0.95	0.96±0.09
1223	β-Siklositral	1.17	0.97	1.06	1.07±0.10
1256	Geraniol	1.65	1.21	1.42	1.43±0.22
1300	Tridekan	0.52	0.52	0.51	0.52±0.01
1327	2,9-Dimetil-undekan	0.88	0.86	0.86	0.87±0.01
1400	Tetradekan	4.58	5.01	4.78	4.79±0.22
1432	α-Iyonon	2.37	2.06	2.20	2.21±0.16
1449	Bilinmeyen5	0.72	0.68	0.69	0.70±0.02
1455	6,10-dimetil-5,9-undekadien-2-on	2.60	2.30	2.44	2.45±0.15
1462	3-Metil-5-propil-nonan	1.36	1.62	1.48	1.49±0.13
1480	3-Hekzadekan	1.00	1.38	1.18	1.19±0.19
1491	β-Iyonon	7.45	6.49	6.96	6.97±0.48
1496	Bilinmeyen6	2.40	3.80	3.09	3.10±0.70
1541	7,9-Dimetil-hekzadekan	1.39	2.71	2.04	2.05±0.66
1553	Bilinmeyen9	0.68	1.12	0.89	0.90±0.22
1571	3-Metil-pentadekan	0.48	0.94	0.70	0.71±0.23
1590	Bilinmeyen10	4.26	4.31	4.27	4.28±0.03
1599	Hekzadekan	2.25	4.78	3.50	3.51±1.27
1636	Bilinmeyen11	1.17	2.03	1.59	1.60±0.43
1648	2,6,10-Trimetil-pentadekan	0.34	0.78	0.55	0.56±0.22
1657	Siklohekzadekan	0.52	1.02	0.76	0.77±0.25
1664	2-Metil-hekzadekan	0.28	0.81	0.53	0.54±0.27
1699	Heptadekan	0.67	1.21	0.93	0.94±0.27
1705	2,6,10,14-Tetrametil-pentadekan	0.65	1.61	1.12	1.13±0.48
1754	8-Hekzil-pentadekan	0.27	0.93	0.59	0.60±0.33
1847	6,10,14-Trimetil-2-pentadekanon	0.94	0.78	0.85	0.86±0.08
1863	Bilinmeyen13	1.14	0.25	0.68	0.69±0.45

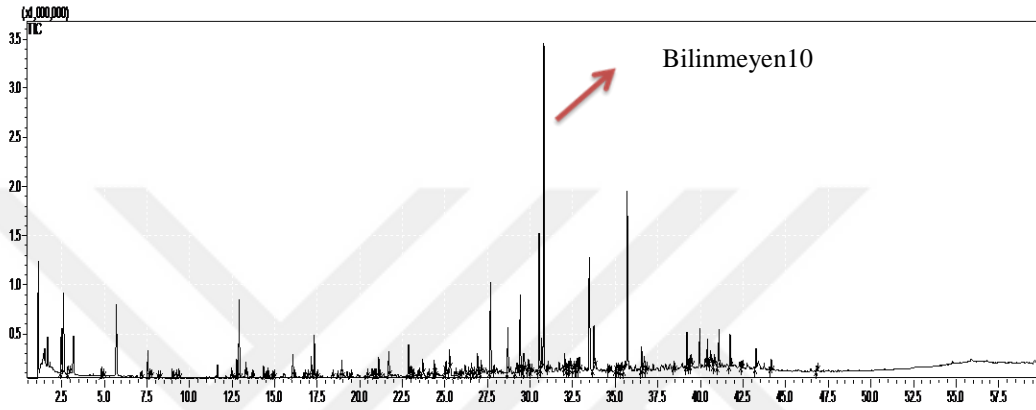
GC-MS ile yapılan analizlerde 6 nolu siyah çaylarda sırasıyla % 6.97±0.48 oranında β-iyonon, % 4.79±0.22 Tetradekan oranında, % 4.75±2.24 oranında Bilinmeyen1, % 4.28±0.03 oranında Bilinmeyen10 saptanmıştır. NIST ve WILEY kütüphanelerinde

tanımlanamayan ancak çayın bileşiminde bulunan aromatik bileşenler “bilinmeyen” olarak isimlendirilmiştir. Ayrıca 6 nolu siyah çayda toplamda 122 adet pik çıkmış fakat bu çalışmada alan % 0.5’in üstündekiler isimlendirilmiştir.

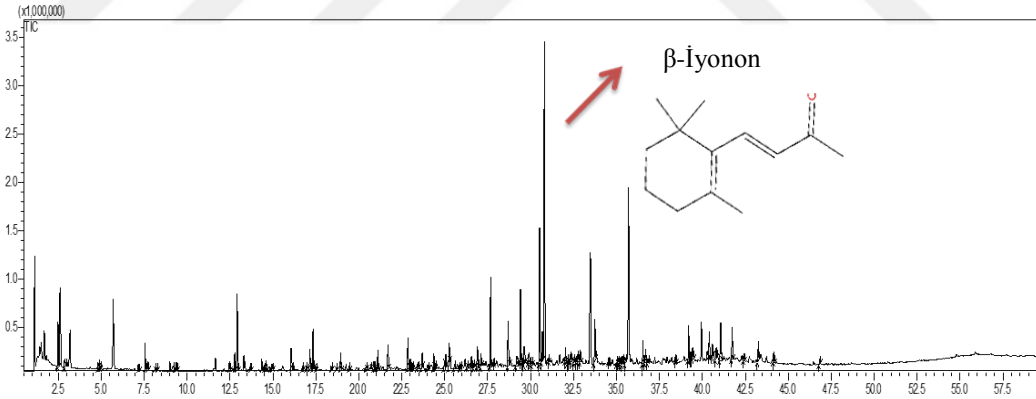
Çizelge 4.7 7 nolu siyah çay örneğinin aroma bileşenleri

RI	Bileşen	1.Tekerrür Alan %	2.Tekerrür Alan %	3.Tekerrür Alan %	Ortalama± Standart Sapma
673	Bilinmeyen3	1.57	4.24	2.89	2.90±1.34
712	3-Metil-bütanal	1.69	1.40	1.53	1.54±0.15
716	2-Metil-bütanal	3.19	2.94	3.05	3.06±0.13
732	2-Etil-furan	2.24	2.01	2.11	2.12±0.12
801	Bilinmeyen4	1.98	1.72	1.84	1.85±0.13
852	2-Hekzenal	1.38	1.10	1.23	1.24±0.14
992	2-Pentil-furan	2.40	2.47	2.42	2.43±0.04
1073	3,5-Oktadien-2-on	0.92	0.93	0.91	0.92±0.01
1101	Linalol	0.73	0.77	0.74	0.75±0.02
1105	Nonanal	1.25	1.25	1.24	1.25±0.01
1207	Dekanal	0.70	0.69	0.68	0.69±0.01
1224	β-Siklositral	0.85	0.92	0.87	0.88±0.04
1257	Geraniol	1.10	1.09	1.08	1.09±0.01
1400	Tetradekan	3.32	3.66	3.48	3.49±0.17
1433	α-Iyonon	2.15	2.45	2.29	2.30±0.15
1449	Bilinmeyen5	0.54	0.61	0.56	0.57±0.04
1456	6,10-dimetil-5,9-undekadien-2-on	2.30	2.57	2.42	2.43±0.14
1463	3-Metil-5-propil-nonan	1.21	1.46	1.32	1.33±0.13
1480	3-Hekzadekan	0.99	1.01	0.99	1.00±0.01
1492	β-Iyonon	7.13	7.73	7.42	7.43±0.30
1496	Bilinmeyen6	2.05	2.37	2.20	2.21±0.16
1542	7,9-Dimetil-hekzadekan	1.56	1.75	1.64	1.65±0.10
1553	Bilinmeyen9	1.32	1.53	1.41	1.42±0.11
1571	3-Metil-pentadekan	0.97	1.07	1.01	1.02±0.05
1591	Bilinmeyen10	5.47	6.10	5.77	5.78±0.32
1600	Hekzadekan	6.73	6.42	6.56	6.57±0.16
1636	Bilinmeyen11	1.71	1.41	1.55	1.56±0.15
1649	2,6,10-Trimetil-pentadekan	1.10	1.02	1.05	1.06±0.04
1657	Siklohekzadekan	1.46	1.30	1.37	1.38±0.08
1664	2-Metil-hekzadekan	0.74	0.64	0.68	0.69±0.05
1700	Heptadekan	3.42	2.71	3.05	3.06±0.36
1706	2,6,10,14-Tetrametil-pentadekan	2.60	2.25	2.41	2.42±0.18
1754	8-Hexil-pentadekan	1.26	1.01	1.12	1.13±0.13
1800	Oktadekan	1.59	1.06	1.31	1.32±0.27
1810	Bilinmeyen12	1.55	1.09	1.31	1.32±0.23
1848	6,10,14-Trimetil-2-pentadekanon	2.44	2.39	2.40	2.41±0.03
1863	Bilinmeyen13	0.99	0.64	0.80	0.81±0.18
1874	Bilinmeyen14	1.17	0.60	0.87	0.88±0.29
2116	Bilinmeyen15	1.14	1.09	1.10	1.11±0.03

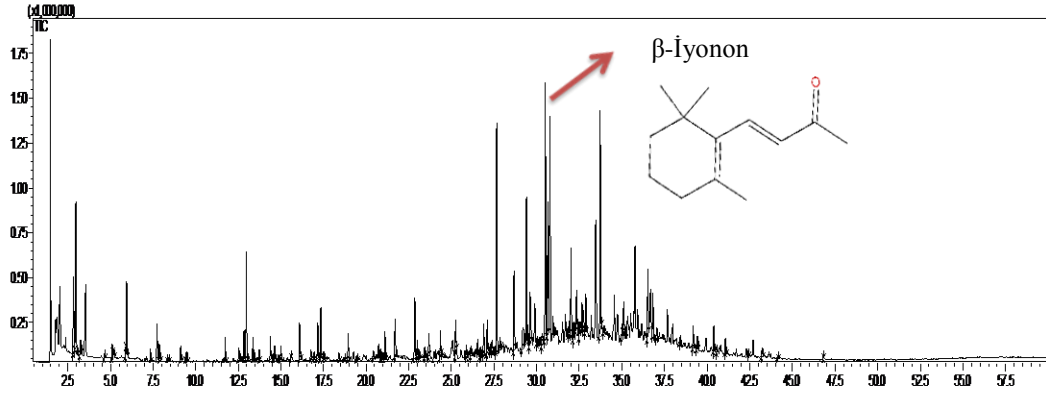
GC-MS ile yapılan analizlerde 7 nolu siyah çaylarda sırasıyla % 7.43±0.30 oranında β -İyonon, % 6.57±0.16 oranında Hekzadekan, % 5.78±0.32 oranında Bilinmeyen10, % 3.49±0.17 oranında Tetradekan saptanmıştır. NIST ve WİLEY kütüphanelerinde tanımlanamayan ancak çayın bileşiminde bulunan aromatik bileşenler “bilinmeyen” olarak isimlendirilmiştir. Ayrıca 7 nolu siyah çayda toplamda 125 adet pik çıkmış fakat bu çalışmada alan % 0.5’in üstündekiler isimlendirilmiştir.



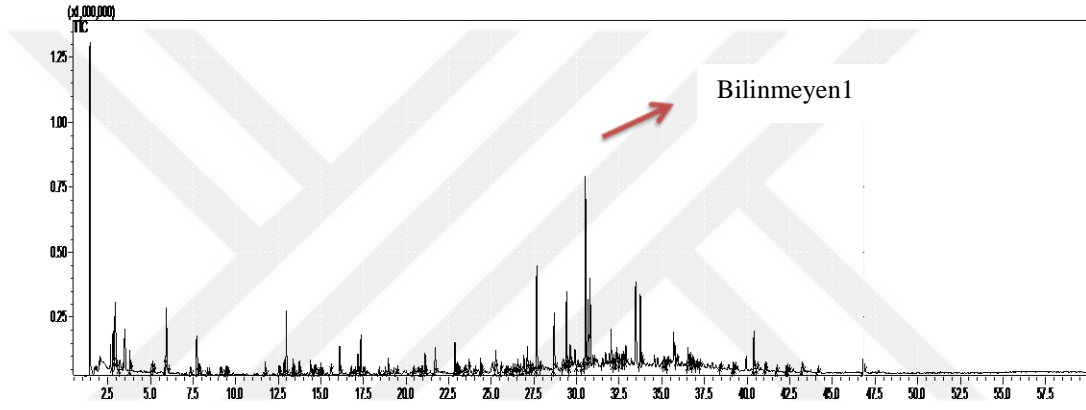
Şekil 4.1 1 nolu siyah çay örneğine ait GC-MS kromatogramı



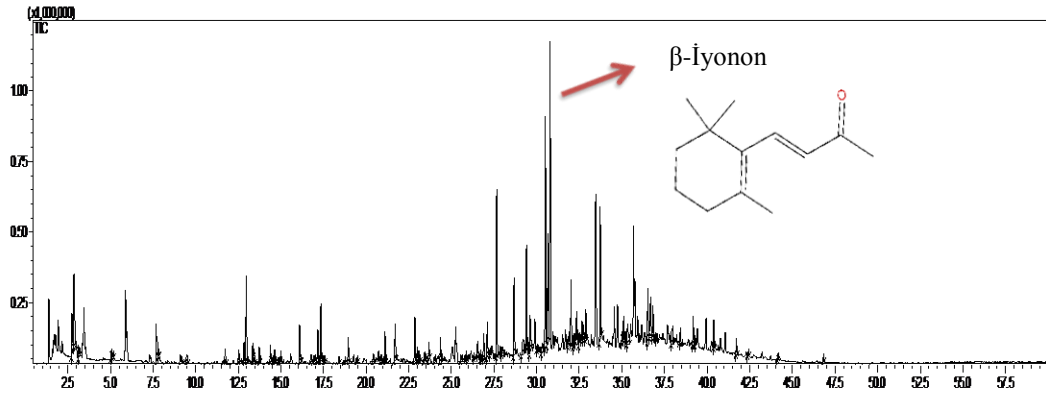
Şekil 4.2 2 nolu siyah çay örneğine ait GC-MS kromatogramı



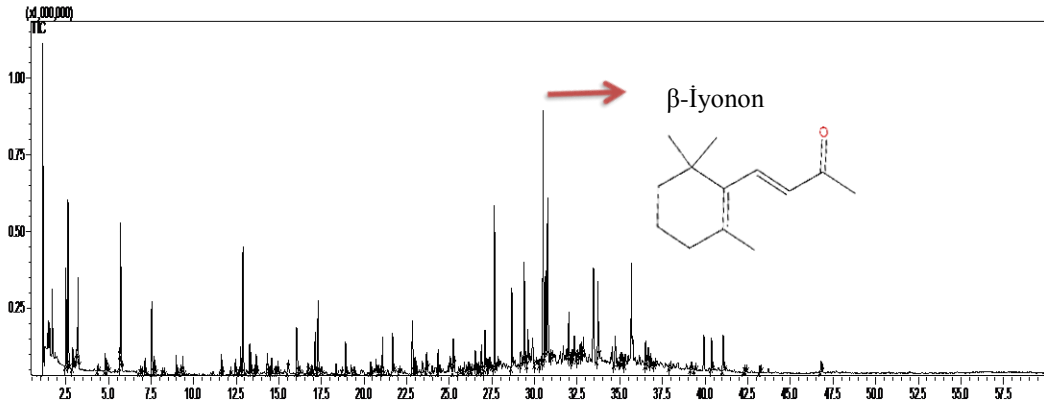
Şekil 4.3 3 nolu siyah çay örneğine ait GC-MS kromatogramı



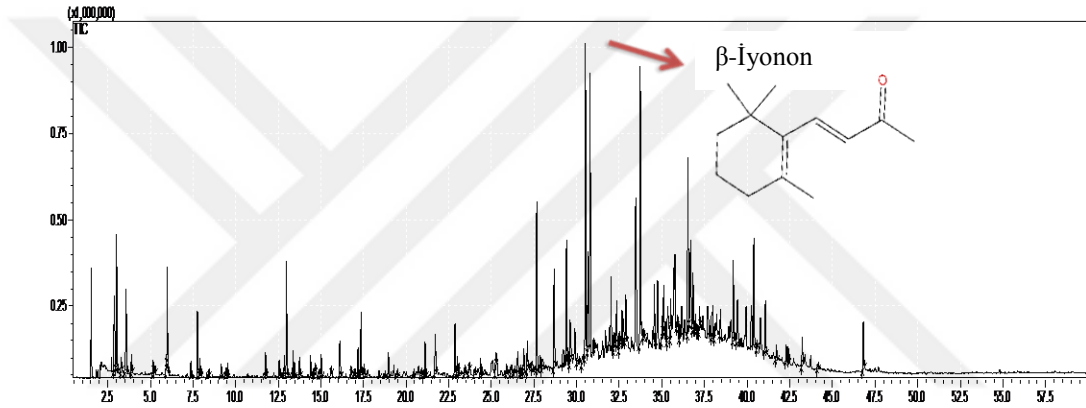
Şekil 4.4 4 nolu siyah çay örneğine ait GC-MS kromatogramı



Şekil 4.5 5 nolu siyah çay örneğine ait GC-MS kromatogramı



Şekil 4.6 6 nolu siyah çay örneğine ait GC-MS kromatogramı



Şekil 4.7 7 nolu siyah çay örneğine ait GC-MS kromatogramı

Elde edilen sonuçlara göre; 7 farklı sınıf siyah çayda bulunan majör bileşenler β -İyonon (% 8.38-% 6.11), Bilinmeyen10 (% 7.88-% 4.28), Bilinmeyen1 (% 9.84-% 0.00), Hekzadekan (% 6.57-% 3.51), Tetradekan (% 5.15-% 3.49), 2- Metil-bütanal (% 4.42-% 2.71)'dır.

Farklı sınıf siyah çay örnekleri arasında en yüksek β -İyonon (% 8.38) ve en yüksek Bilinmeyen1 (% 9.84) değerleri; 4. Sınıf siyah çayda; en yüksek 2-Metil-bütanal (% 4.42) ile en yüksek Bilinmeyen10 (% 7.88) değerleri; 1. Sınıf siyah çayda saptanırken; en yüksek Tetradekan (% 5.15) değeri; 3. Sınıf siyah çayda saptanmıştır.

Çizelge 4.8 7 farklı sınıf siyah çaylarda tespit edilen aroma bileşenlerinin isimleri ve alanları (%)

RI	Bileşen	ALAN (%)							STANDART HATA
		1	2	3	4	5	6	7	
664	Bilinmeyen1	3.47 ^b	6.17 ^{ab}	3.71 ^b	9.84 ^a	3.46 ^b	4.75 ^{ab}	0.00 ^c	1,14
673	Bilinmeyen2	0.00	0.40	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0,10
675	Bilinmeyen3	0.63 ^b	0.59 ^b	0.51 ^b	0.00 ^c	0.54 ^b	0.72 ^b	2.90 ^a	0,35
680	2-Metil-propanal	1.56 ^{ab}	1.04 ^{ab}	1.16 ^{ab}	0.55 ^b	1.12 ^{ab}	1.60 ^a	0.00 ^c	0,21
703	3-Metil-bütanal	2.30 ^{ab}	2.61 ^a	2.15 ^{ab}	1.84 ^{bc}	1.32 ^d	2.19 ^{ab}	1.54 ^{cd}	0,17
707	2-Metil-bütanal	4.42 ^a	4.35 ^{ab}	3.84 ^{abc}	3.44 ^{bcd}	2.71 ^d	3.97 ^{abc}	3.06 ^{cd}	0,24
723	2-Etil-furan	2.52 ^{ab}	2.59 ^a	2.11 ^{bc}	2.02 ^c	1.42 ^d	2.31 ^{bc}	2.12 ^{bc}	0,15
795	Bilinmeyen4	3.66 ^{ab}	4.21 ^a	1.87 ^{de}	2.63 ^{cd}	3.35 ^{bc}	3.36 ^{bc}	1.85 ^e	0,34
850	2-Hekzenal	1.29 ^{cd}	2.49 ^a	1.17 ^d	1.70 ^{bc}	1.82 ^b	1.97 ^b	1.24 ^d	0,18
852	3-Hekzenal	0.00 ^c	0.59 ^a	0.00 ^c	0.60 ^a	0.00 ^c	0.52 ^b	0.00 ^c	0,11
958	Benzaldehit	0.62 ^a	0.65 ^a	0.00 ^c	0.53 ^b	0.00 ^c	0.00 ^c	0.00 ^c	0,12
981	1-Okten-3-ol	0.00 ^b	0.40 ^a	0.54 ^a	0.58 ^a	0.00 ^b	0.00 ^b	0.00 ^b	0,10
987	6-Metil-5-hepten-2-on	0.79 ^b	1.00 ^a	0.69 ^{bc}	0.61 ^c	0.66 ^{bc}	0.66 ^{bc}	0.00 ^d	0,12
991	2-Pentil-furan	3.50 ^a	3.34 ^a	2.46 ^b	2.94 ^{ab}	3.01 ^{ab}	3.13 ^{ab}	2.43 ^b	0,15
1001	Isolimonen	0.66 ^a	0.64 ^a	0.00 ^b	0.54 ^a	0.00 ^b	0.58 ^a	0.00 ^b	0,12
1010	2,4-Heptadienal	0.00 ^c	0.67 ^a	0.00 ^c	0.49 ^b	0.56 ^{ab}	0.00 ^c	0.00 ^c	0,12
1028	Limonen	0.53 ^b	0.65 ^a	0.56 ^{ab}	0.48 ^b	0.55 ^{ab}	0.00 ^c	0.00 ^c	0,10
1072	3,5-Oktadien-2-on	1.19 ^{bcd}	1.56 ^a	1.11 ^{cd}	1.32 ^{abc}	1.32 ^{abc}	1.46 ^{ab}	0.92 ^d	0,08
1100	Linalol	1.01 ^{ab}	1.27 ^a	0.96 ^{bc}	1.02 ^{ab}	1.03 ^{ab}	1.27 ^a	0.75 ^c	0,07
1105	Nonanal	1.73 ^b	2.14 ^a	1.20 ^c	1.67 ^b	1.66 ^b	1.80 ^b	1.25 ^c	0,12
1148	5-Etil-6-metil-3E-hepten-2-on	0.71 ^{ab}	0.87 ^a	0.63 ^b	0.73 ^{ab}	0.76 ^{ab}	0.79 ^{ab}	0.00 ^c	0,11
1206	Dekanal	0.88 ^b	1.06 ^a	0.70 ^c	0.81 ^{bc}	0.93 ^{ab}	0.96 ^{ab}	0.69 ^c	0,05
1224	β-Siklositral	1.05 ^{ab}	1.26 ^a	0.91 ^b	1.09 ^{ab}	1.02 ^b	1.07 ^{ab}	0.88 ^b	0,05
1257	Geraniol	1.30 ^{ab}	1.54 ^a	1.53 ^a	1.30 ^{ab}	1.28 ^{ab}	1.43 ^a	1.09 ^b	0,06
1280	5-Metil-5-propil-nonan	0.62	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0,14
1300	Tridekan	0.56 ^a	0.61 ^a	0.00 ^b	0.42 ^a	0.53 ^a	0.52 ^a	0.00 ^b	0,10
1327	2,9-Dimetil-undekan	1.08 ^{ab}	1.32 ^a	0.68 ^{bc}	0.63 ^c	0.97 ^{abc}	0.87 ^{bc}	0.00 ^d	0,16

Çizelge 4.8 (devam)

RI	Bileşen	ALAN (%)							STANDART HATA
		1	2	3	4	5	6	7	
1388	3-Hexenil-hekzoat	0.00 ^d	0.76 ^c	0.71 ^c	0.91 ^b	1.00 ^a	0.00 ^d	0.00 ^d	0,17
1400	Tetradekan	4.12 ^{bc}	4.88 ^a	5.15 ^a	3.96 ^{cd}	4.57 ^{ab}	4.79 ^a	3.49 ^d	0,22
1433	α-İyonon	2.03 ^b	2.31 ^{ab}	2.09 ^b	2.59 ^a	2.32 ^{ab}	2.21 ^b	2.30 ^{ab}	0,07
1449	Bilinmeyen5	0.91	1.02 ^a	0.92 ^b	0.62 ^{cd}	0.85 ^b	0.70 ^c	0.57 ^d	0,06
1456	6,10-dimetil-5,9-undekadien-2-on	3.00 ^{ab}	3.23 ^a	3.11 ^{ab}	2.90 ^{ab}	2.81 ^{bc}	2.45 ^c	2.43 ^c	0,12
1463	3-Metil-5-propil-nonan	1.22 ^b	1.41 ^{bc}	1.69 ^a	1.31 ^{bc}	1.46 ^{ab}	1.49 ^{ab}	1.33 ^{bc}	0,06
1480	3-Hekzadeken	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63	1.19	1.00	0,20
1491	β-İyonon	6.11 ^c	6.81 ^{bc}	6.74 ^{bc}	8.38 ^a	7.37 ^{ab}	6.97 ^{bc}	7.43 ^{ab}	0,27
1496	Bilinmeyen6	1.47 ^d	1.91 ^{cd}	3.14 ^a	2.46 ^{abc}	2.97 ^{ab}	3.10 ^a	2.21 ^{bcd}	0,24
1525	Bilinmeyen7	0.00	0.00	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0,07
1531	Bilinmeyen8	0.00	0.00	1.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0,15
1542	7,9-Dimetil-hekzadekan	0.85 ^d	1.05 ^{cd}	2.34 ^a	1.52 ^{bcd}	2.14 ^{ab}	2.05 ^{ab}	1.65 ^{abc}	0,21
1553	Bilinmeyen9	0.00 ^e	0.55 ^d	1.13 ^b	0.79 ^{cd}	0.98 ^{bc}	0.90 ^{bc}	1.42 ^a	0,17
1571	3-Metil-pentadekan	0.63 ^{bc}	0.55 ^c	0.92 ^{ab}	0.74 ^{abc}	0.91 ^{ab}	0.71 ^{bc}	1.02 ^a	0,06
1591	Bilinmeyen10	7.88 ^a	6.68 ^b	5.02 ^{cd}	5.63 ^{bc}	6.14 ^{bc}	4.28 ^d	5.78 ^{bc}	0,44
1600	Hekzadekan	3.75 ^{bc}	1.89 ^c	5.74 ^{ab}	3.60 ^{bc}	4.68 ^{ab}	3.51 ^{bc}	6.57 ^a	0,59
1636	Bilinmeyen11	0.00 ^c	0.00 ^c	0.95 ^{ab}	0.60 ^b	0.00 ^c	1.60 ^a	1.56 ^a	0,27
1648	2,6,10-Trimetil- pentadekan	0.00 ^c	0.00 ^c	0.90 ^a	0.56 ^b	0.79 ^{ab}	0.56 ^b	1.06 ^a	0,16
1657	Siklohekzadekan	0.70 ^{cd}	0.00 ^e	1.19 ^{ab}	0.48 ^{de}	1.15 ^{abc}	0.77 ^{bcd}	1.38 ^a	0,18
1664	2-Metil-hekzadekan	0.00 ^b	0.00 ^b	0.78 ^a	0.43 ^a	0.78 ^a	0.54 ^a	0.69 ^a	0,13
1700	Heptadekan	1.94 ^{ab}	0.00 ^c	1.35 ^b	1.19 ^b	1.26 ^b	0.94 ^b	3.06 ^a	0,35
1706	2,6,10,14-Tetrametil- pentadekan	1.31 ^{bc}	0.58 ^c	1.18 ^{bc}	1.03 ^{bc}	1.65 ^{sb}	1.13 ^{bc}	2.42 ^a	0,22
1754	8-Hekzil-pentadekan	0.63 ^b	0.00 ^c	0.80 ^{ab}	0.00 ^c	1.00 ^{ab}	0.60 ^b	1.13 ^a	0,17
1800	Oktadekan	1.49 ^a	0.66 ^b	0.54 ^b	0.70 ^b	0.69 ^b	0.00 ^c	1.32 ^a	0,19
1809	Bilinmeyen12	0.80 ^b	0.00 ^c	0.00 ^c	0.00 ^c	0.62 ^b	0.00 ^c	1.32 ^a	0,20
1848	6,10,14-Trimetil-2-pentadekanon	0.91 ^b	0.54 ^b	0.57 ^b	2.09 ^a	0.74 ^b	0.86 ^b	2.41 ^a	0,29
1863	Bilinmeyen13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.69	0.81	0,14

Çizelge 4.8 (devam)

		ALAN (%)							STANDART HATA
RI	Bileşen	1	2	3	4	5	6	7	
1874	Bilinmeyen14	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.88	0,14
1962	Hekzadekanoik asit	0.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0,12
2116	Bilinmeyen15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.11	0,16

Her yatay kolondaki her farklı harf istatistiksel olarak fark olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.9 Bilinmeyen1 bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	92.796	5	18.559	4.643	*.014
Hata	47.964	12	3.997		
Toplam	140.760	17			

*P<0.05 seviyesinde önemli

ANOVA analizi ile gruplar arasında farkın olup olmadığı test edilmiştir. Eğer anova analizinde P Değeri 0.05'ten küçükse H0 hipotezi reddedilecektir. Yani gruplar arasında farklılığın olduğu söylenebilecektir. Hangi gruplar arasında farklılık olduğunu tespit etmek içinse Tukey ve Duncan HSD Post-Hoc Testlerinden yararlanılmıştır. Çizelge 4.9'a baktığımızda Tukey'e göre 1., 3. ve 5. çay örnekleriyle 2., 4. ve 6. çay örnekleri "Bilinmeyen1" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "Bilinmeyen1" maddesi 4.çay örneğinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.10 Bilinmeyen2 bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	.094	1	.094	1.008	.372
Hata	.372	4	.093		
Toplam	.466	5			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

P Değeri 0.05 ten büyük olduğu için 2. ve 3. çay örneklerinin "Bilinmeyen2" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.11 Bilinmeyen3 bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	13.336	5	2.667	8.040	*.002
Hata	3.981	12	.332		
Toplam	17.317	17			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Çizelge 4.11'de Tukey'e göre 1., 2., 3., 5., ve 6.çay örnekleriyle 7. çay örneği arasında "Bilinmeyen3" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "Bilinmeyen3" maddesi 7.çay örneğinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.12 2-Metil-propanal bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	2.210	5	.442	3.249	*.044
Hata	1.633	12	.136		
Toplam	3.843	17			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Çizelge 4.12'de Tukey'e göre 4. ve 6. çay örnekleri arasında "2-Metil-Propanal" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "2-Metil-Propanal" maddesi 1., 2., 3., 5. ve 6. çay örneklerinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.13 3-Metil-bütanal bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
	3.650	6	.608	21.003	*.000
Elek Çeşitleri	.405	14	.029		
	4.055	20			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Çizelge 4.13'de Tukey'e göre 2. çay örneği ile 4., 5. ve 7. çay örnekleri arasında "3-Metil-bütanal" maddesini bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "3-Metil-bütanal" maddesi 2. çay örneğinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.14 2-Metil-bütanal bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	7.463	6	1.244	11.379	*.000
Hata	1.530	14	.109		
Toplam	8.993	20			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 1. ve 2. çay örnekleriyle 4., 5. ve 7. çay örnekleri arasında "2-Metil-bütanal" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "2-Metil-bütanal" maddesi 1. ve 2. çay örneklerinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.15 2-Etil-furan bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	2.728	6	.455	17.865	*.000
Hata	.356	14	.025		
Toplam	3.085	20			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 1. ve 2. çay örneği ile 5. çay örneği ile arasında "2-Etil-furan" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "2-Etil-furan" maddesi 2. çay örneğinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.16 Bilinmeyen4 bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	14.662	6	2.444	32.443	*.000
Hata	1.055	14	.075		
Toplam	15.717	20			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 1. ve 2. çay örneği ile 3., 4., 5., 6. ve 7. çay örnekleri ile arasında "Bilinmeyen4" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "Bilinmeyen4" maddesi 1. ve 2. çay örneklerinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.17 2-Hekzenal bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynaklar	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	4.092	6	.682	24.744	*.000
Hata	.386	14	.028		
Toplam	4.478	20			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 2. çay örneği ile 1., 3. ve 7. çay örnekleri ile arasında "2-Hekzenal" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "2-Hekzenal" maddesinin 2. çay örneğinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.18 (E)-3-Hekzenal bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	.010	2	.005	7.565	*.023
Hata	.004	6	.001		
Toplam	.015	8			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 6. çay örneği ile 2. ve 4. çay örnekleri ile arasında "(E)-3-Hekzenal" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "3-Hekzenal" maddesi 2. ve 4. çay örneklerinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.19 Benzaldehit bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	.022	2	.011	11.940	*.008
Hata	.006	6	.001		
Toplam	.028	8			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 4. çay örneği ile 1. ve 2. çay örnekleri ile arasında "Benzaldehit" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. " Benzaldehit" maddesi 1. ve 2. çay örneklerinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.20 1-Okten-3-ol bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	.055	2	.028	1.238	.355
Hata	.134	6	.022		
Toplam	.189	8			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Burada P değeri 0.05'ten büyük olduğundan " 1-Okten-3-ol" maddesini içermesi bakımından çaylar arasında elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.21 6-Metil-5-hepten-2-on bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	.309	5	.062	17.398	*.000
Hata	.043	12	.004		
Toplam	.352	17			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 2. çay örneği ile diğer çay örnekleri ile arasında "6-Metil-5-hepten-2-on" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir."6-Metil-5-hepten-2-on" maddesi 2. çay örneğinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.22 2-Pentil-furan bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	2.980	6	.497	5.749	*.003
Hata	1.209	14	.086		
Toplam	4.189	20			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 1. ve 2. çay örnekleri ile 3. ve 7. çay örnekleri ile arasında "2-Pentil-furan" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "2-Pentil-furan" maddesi 1. ve 2. çay örneklerinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.23 Isolimonen bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	.027	3	.009	1.007	.438
Hata	.072	8	.009		
Toplam	.100	11			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Burada P değeri 0.05'ten büyük olduğundan " Isolimonen" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin istatistiki açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.24 2,4-Heptadienal bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyans Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	.051	2	.026	9.422	*.014
Hata	.016	6	.003		
Toplam	.067	8			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 2. ve 4. çay örnekleri arasında "2,4-Heptadienal" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "2,4-Heptadienal" maddesi 2. çay örneğinde en yüksek bileşiktir.

Çizelge 4.25 Limonen bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyans Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	.048	4	.012	6.280	*.009
Hata	.019	10	.002		
Toplam	.066	14			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 2. çay örneği ile 1. ve 4. çay örnekleri arasında "Limonen" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "Limonen" maddesi 2. çay örneğinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.26 3,5-Oktadien-2-on bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyans Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
	.839	6	.140	14.602	*.000
Elek Çeşitleri	.134	14	.010		
	.973	20			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 2. çay örneği ile 1., 3. ve 7. çay örnekleri arasında "3,5-Oktadien-2-on" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "3,5-Oktadien-2-on" maddesi 2. Çay örneğinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.27 Linalol bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	.590	6	.098	11.522	*.000
Hata	.119	14	.009		
Toplam	.709	20			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 2. ve 6. çay örneği ile 3. ve 7. çay örnekleri arasında "Linalol" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "Linalol" maddesi 2. ve 6. çay örneklerinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.28 Nonanal bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	1.886	6	.314	29.898	*.000
Hata	.147	14	.011		
Toplam	2.033	20			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 2. Çay örneği ile 3. ve 7. çay örnekleri arasında "Nonanal" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "Nonanal" maddesi 2. çay örneğinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.29 5-Etil-6-metil-3E-hepten-2-on bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	.097	5	.019	4.048	*.022
Hata	.057	12	.005		
Toplam	.154	17			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 2. çay örneği ile 3. çay örneği arasında "5-Etil-6-metil-3E-hepten-2-on" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistikî açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "5-Etil-6-metil-3E-hepten-2-on" maddesi 2. çay örneğinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.30 Dekanal bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	.331	6	.055	15.367	*.000
Hata	.050	14	.004		
Toplam	.381	20			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 2. çay örneği ile 3., 4. ve 7. arasında "Dekanal" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistikî açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "Dekanal" maddesi 2. çay örneğinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.31 β -Siklositral bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	.282	6	.047	7.036	*.001
Hata	.094	14	.007		
Toplam	.376	20			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 2. çay örneği ile 3. ve 7. arasında " β -siklositral" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. " β -siklositral" maddesi 2. çay örneğinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.32 Geraniol bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	.452	6	.075	6.305	*.002
Hata	.167	14	.012		
Toplam	.619	20			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 2., 3. ve 6. çay örneği ile 5. ve 7. arasında "Geraniol" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "Geraniol" maddesi 2., 3. ve 6. çay örneklerinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.33 5-Metil-5-propil-nonan bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	.143	4	.036	178.417	.056
Hata	.000	1	.000		
Toplam	.143	5			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Burada Tukey istatistiksel analizi hesaplanamamıştır. Ancak gruplar arasında fark yoktur denilebilmektedir. Elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.34 Tridekan bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	.058	4	.014	2.724	.091
Hata	.053	10	.005		
Toplam	.111	14			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Burada P değeri 0.05'ten büyük olduğundan " Tridekan" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin istatistiki açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.35 2,9-Dimetil-undekan bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	.997	5	.199	9.139	*.001
Hata	.262	12	.022		
Toplam	1.259	17			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Yukarıdaki çizelgeye baktığımızda Tukey'e göre 1. ve 2. çay örneği ile 3., 4. ve 6. çay örneği arasında "2,9-Dimetil-undekan" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "2,9-Dimetil-undekan" maddesi 2. ve 4. çay örneklerinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.36 3-Hexenil-hekzoat bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	.161	3	.054	45.380	*.000
Hata	.009	8	.001		
Toplam	.171	11			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 2. ve 3. çay örneği ile 5. çay örneği arasında "3-Hexenil-hekzoat" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "3-Hexenil-hekzoat" maddesi 5. çay örneğinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.37 Tetradekan bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	6.215	6	1.036	22.876	*.000
Hata	.634	14	.045		
Toplam	6.849	20			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 3. çay örneği ile 7. çay örneği arasında "Tetradekan" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "Tetradekan" maddesi 3. çay örneğinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.38 α -İyonon bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	.605	6	.101	8.621	*.000
Hata	.164	14	.012		
Toplam	.769	20			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 1., 2. ve 3. çay örneği ile 4. çay örneği arasında " α -İyonon " maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. " α -İyonon " maddesi 4. çay örneğinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.39 Bilinmeyen5 bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	1.334	5	.267	24.133	*.000
Hata	.133	12	.011		
Toplam	1.467	17			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 2. ve 4. çay örneği ile 7. çay örneği arasında "Bilinmeyen5" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "Bilinmeyen5" maddesi 7. çay örneğinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.40 6,10-dimetil-5,9-undekadien-2-on bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	1.729	6	.288	14.607	*.000
Hata	.276	14	.020		
Toplam	2.006	20			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 6. ve 7. çay örneği ile 1., 2. ve 3. çay örneği arasında "6,10-dimetil-5,9-undekadien-2-on " maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "6,10-dimetil-5,9-undekadien-2-on " maddesi 1., 2. ve 3. çay örneklerinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.41 3-Metil-5-propil-nonan bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	.418	6	.070	10.186	*.000
Hata	.096	14	.007		
Toplam	.514	20			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 1. çay örneği ile 3. ve 6. çay örneği arasında "3-Metil-5-propil-nonan" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "3-Metil-5-propil-nonan" maddesinin 3. ve 6. çay örneklerinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.42 3-Hekzadeken bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	.487	2	.243	3.757	.088
Hata	.389	6	.065		
Toplam	.875	8			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Burada P değeri 0.05'ten büyük olduğundan " Hekzadeken" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin istatistiki açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.43 β -İyonon bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	9.098	6	1.516	10.428	*.000
Hata	2.036	14	.145		
Toplam	11.133	20			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 1. çay örneği ile 4. çay örneği arasında " β -İyonon" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. " β -İyonon" maddesi 4. çay örneğinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.44 Bilinmeyen6 bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	7.421	6	1.237	15.145	*.000
Hata	1.143	14	.082		
Toplam	8.564	20			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 1. ve 2. çay örneği ile 3., 5. ve 6. çay örneği arasında "Bilinmeyen6" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "Bilinmeyen6" maddesinin 3., 5. ve 6. çay örneklerinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Bilinmeyen7 bileşeni sadece 3 nolu çay örneğinde gözlemlenmiştir.

Bilinmeyen8 bileşeni sadece 3 nolu çay örneğinde gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.45 7,9-Dimetil-hekzadekan bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	5.657	6	.943	14.046	*.000
Hata	.940	14	.067		
Toplam	6.596	20			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 1. çay örneği ile 3. çay örneği arasında "7,9-Dimetil-hekzadekan" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "7,9-Dimetil-hekzadekan" maddesi 3. çay örneğinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.46 Bilinmeyen9 bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	1.334	5	.267	24.133	*.000
Hata	.133	12	.011		
Toplam	1.467	17			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 2. ve 4. çay örneği ile 7. çay örneği arasında "Bilinmeyen9" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "Bilinmeyen9" maddesi 7. çay örneğinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.47 3-Metil-pentadekan bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	.525	6	.087	7.890	*.001
Hata	.155	14	.011		
Toplam	.680	20			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 1. ve 2. çay örneği ile 3. ve 7. çay örneği arasında "3-Metil-pentadekan" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "3-Metil-pentadekan" maddesi 3. ve 7. çay örneklerinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.48 Bilinmeyen10 bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	24.153	6	4.026	23.046	*.000
Hata	2.445	14	.175		
Toplam	26.599	20			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 1. çay örneği ile 6. çay örneği arasında "Bilinmeyen10" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "Bilinmeyen10" maddesi 1. çay örneğinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.49 Hekzadekan bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	43.778	6	7.296	10.566	*.000
Hata	9.668	14	.691		
Toplam	53.447	20			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 2. ve 6. çay örneği ile 3. ve 7. çay örneği arasında " Hekzadekan " maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. " Hekzadekan " maddesi 3. ve 7. çay örneklerinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.50 Bilinmeyen11 bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	2.130	3	.710	7.891	*.009
Hata	.720	8	.090		
Toplam	2.850	11			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 6. çay örneği ile 4. çay örneği arasında "Bilinmeyen 11" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "Bilinmeyen 11" maddesi 6. çay örneğinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.51 2,6,10-Trimetil- pentadekan bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	.565	4	.141	10.068	*.002
Hata	.140	10	.014		
Toplam	.705	14			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 4. ve 6.. çay örneği ile 3. ve 7. çay örneği arasında "2,6,10-Trimetil-pentadekan " maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "2,6,10-Trimetil- pentadekan " maddesi 3. ve 7. çay örneklerinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.52 Sikloheksadekan bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	4.072	6	.679	22.299	*.000
Hata	.426	14	.030		
Toplam	4.499	20			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 2. ve 4. çay örneği ile 3. ve 7. çay örneği arasında " Sikloheksadekan " maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "Sikloheksadekan " maddesi 3. ve 7. çay örneklerinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.53 2-Metil-heksadekan bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	.291	4	.073	3.958	*.035
Hata	.184	10	.018		
Toplam	.474	14			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Duncan'a göre 4. çay örneği ile 3. ve 5. çay örneği arasında "2-Metil-hekzadekan" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "2-Metil-hekzadekan" maddesi 3. ve 5. çay örneklerinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.54 Heptadekan bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	9.085	5	1.817	8.996	*.001
Hata	2.424	12	.202		
Toplam	11.508	17			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 6. çay örneği ile 1. ve 7. çay örneği arasında "Heptadekan" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "Heptadekan" maddesi 1. ve 7. çay örneklerinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.55 2,6,10,14-Tetrametil-pentadekan bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	6.028	6	1.005	11.299	*.000
Hata	1.245	14	.089		
Toplam	7.272	20			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 2. çay örneği ile 5. ve 7. çay örneği arasında "2,6,10,14-Tetrametil-pentadekan" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "2,6,10,14-Tetrametil-pentadekan" maddesi 5. ve 7. çay örneklerinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.56 8-Hekzil-pentadekan bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	.643	4	.161	5.077	*.017
Hata	.317	10	.032		
Toplam	.960	14			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 2. çay örneği ile 5. ve 7. çay örneği arasında "8-Hekzil-pentadekan" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "8-Hekzil-pentadekan" maddesi 5. ve 7. çay örneklerinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.57 Oktadekan bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	2.388	5	.478	11.123	*.000
Hata	.515	12	.043		
Toplam	2.903	17			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 1. ve 7. çay örneği ile 2. çay örneği arasında "Oktadekan" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "Oktadekan" maddesinin 1. ve 7. çay örneklerinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.58 Bilinmeyen12 bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	.791	2	.395	21.732	*.002
Hata	.109	6	.018		
Toplam	.900	8			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 1. ve 5. çay örneği ile 7. çay örneği arasında "Bilinmeyen12" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "Bilinmeyen12" maddesi 7. çay örneğinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.59 6,10,14-Trimetil-2-pentadekanon bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	10.486	6	1.748	57.705	*.000
Hata	.424	14	.030		
Toplam	10.910	20			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Tukey'e göre 2. çay örneği ile 7. çay örneği arasında "6,10,14-Trimetil-2-pentadekanon" maddesini içermesi bakımından elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. "6,10,14-Trimetil-2-pentadekanon" maddesi 7. çay örneğinde en yüksek uçucu bileşiktir.

Çizelge 4.60 Bilinmeyen13 bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	.022	1	.022	.194	.682
Hata	.445	4	.111		
Toplam	.467	5			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Burada Tukey istatistiksel analizi hesaplanamamıştır. Ancak gruplar arasında fark yoktur denilebilmektedir. Elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.61 Bilinmeyen14 bileşenine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	SD	KO	F	P
Elek Çeşitleri	.129	1	.129	3.124	.152
Hata	.165	4	.041		
Toplam	.294	5			

*(P<0.05) seviyesinde önemli

Burada Tukey istatistiksel analizi hesaplanamamıştır. Ancak gruplar arasında fark yoktur denilebilmektedir. Elek çeşitlerinin etkisinin istatistiki açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Hekzadekanoik asit bileşeni sadece 1. çay örneğinde tespit edilmiştir.

Bilinmeyen15 bileşeni sadece 7. çay örneğinde tespit edilmiştir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1. Değerlendirme

Elde edilen verilere göre:

1. sınıf siyah çayda toplamda 129 adet pik çıkmış fakat bu çalışmada alan % 0.5'in üstündekiler isimlendirildiği için 43 adet uçucu bileşik tespit edilmiştir.
2. sınıf siyah çayda toplamda 120 adet pik çıkmış fakat bu çalışmada alan % 0.5'in üstündekiler isimlendirildiği için 42 adet uçucu bileşik tespit edilmiştir.
3. sınıf siyah çayda toplamda 127 adet pik çıkmış fakat bu çalışmada alan % 0.5'in üstündekiler isimlendirildiği için 45 adet uçucu bileşik tespit edilmiştir.
4. sınıf siyah çayda toplamda 119 adet pik çıkmış fakat bu çalışmada alan % 0.5'in üstündekiler isimlendirildiği için 40 adet uçucu bileşik tespit edilmiştir.
5. sınıf siyah çayda toplamda 128 adet pik çıkmış fakat bu çalışmada alan % 0.5'in üstündekiler isimlendirildiği için 44 adet uçucu bileşik tespit edilmiştir.
6. sınıf siyah çayda toplamda 122 adet pik çıkmış fakat bu çalışmada alan % 0.5'in üstündekiler isimlendirildiği için 43 adet uçucu bileşik tespit edilmiştir.
7. sınıf siyah çayda toplamda 125 adet pik çıkmış fakat bu çalışmada alan % 0.5'in üstündekiler isimlendirildiği için 39 adet uçucu bileşik tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre; 7 farklı sınıf siyah çayda bulunan majör bileşenler β -İyonon (% 6.11-% 8.38), Bilinmeyen10 (% 4.28-% 7.88), Bilinmeyen1 (% 0-% 9.84), Hekzadekan (% 1.89-% 6.57), Tetradekan (% 3.49-% 5.15), 2-Metil-bütanal (% 2.71-% 4.42)'dir.

Siyah ayın aromatik ve kalite özelliğinin belirlemek için aroma bileşikleri iki grup altında toplanmaktadır. Grup I siyah çaya istenmeyen yavan, çimensi bir tat verirken, grup II aya hoş, beğenilen bir çiçeksi ve meyvemsi aroma kazandırmaktadır. β -İyonon

aroma bileşeni grup II de yer aldığından dolayı bu çalışmada kullanılan 7 farklı sınıf siyah çayın hepsinin çiçeksi ve meyvemsi bir aromaya sahip olduğu söylenebilir.

Bayrak ve Çiğdem (2003), Ortodoks yöntemiyle üretilen Selimiye ve Çayeli fabrikalarından temin edilen siyah çaylardaki aroma bileşiklerini Buharlı damıtma ekstraksiyonu (SDE) yöntemiyle belirlemeye yönelik bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Yapılan analizlerinde Ortodoks yöntemiyle üretilen Selimiye ve Çayeli fabrikalarından temin edilen siyah çaylarda toplam 45'er adet aroma bileşeni tespit edilmiştir. Selimiye fabrikası çaylarında trans-2-Hekzenal (% 6.90-% 0.08), α -İyonon (% 6.34-% 0.27), Benzoik asit (% 32.40-% 3.69), trans- β -İyonon (% 1.51-% 0.06) tespit ettikleri bileşenlerden bazılarıdır. Çayeli fabrikası çaylarında ise trans-2-Hekzenal (% 14.75-% 0.15), cis-3-Hekzen-1-ol (% 5.33-% 0.04), trans- β -İyonon (% 1.90-% 0.14) tespit ettikleri bileşenlerden bazılarıdır. Tespit edilen bileşiklerden bizim çalışmalarımızla uyuşan aroma bileşikleri olduğu gibi uyuşmayanların da mevcut olduğu saptanmıştır. 2-Hekzenal (% 6.90-% 0.08), α -İyonon (% 6.34-% 0.27), β -İyonon (% 1.51-% 0.06) bizim çalışmamızda da saptanırken, benzoik asit tespit edilmemiştir. Bu durumun bizim çalışmamızda çıkan piklerin alan % 0.5 in üzerindeki isimlendirildiğinden, farklı sürgün dönemlerindeki çay örneklerinin çalışmalarda kullanılmış olabileceğinden veya aroma bileşiklerinin farklı yöntemlerle tespit edilmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Karadeniz (2011), HS-GC-MS ile yapılan analizlerinde Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü'nün Rize'deki Selimiye, Ortapazar, Derepazarı ve Zihni Derin fabrikalarından temin edilen, 3 sürgün döneminde, 7 farklı sınıf siyah çay örneklerinde 76 adet aroma bileşiği tanımlanarak miktar tayini yapılmıştır. Bütün fabrikalar, rakım ve sürgün dönemleri ve farklı sınıf çaylarda miktar olarak en yüksek bulunan uçucu aroma bileşikleri asetaldehit, dimetil sülfid, 2-metilpropanal, 2-metilbütanal, 3-metilbütanal'dır. Bütün aroma bileşikleri için rakım, fabrikalar, sürgün dönemleri ve çay sınıfları arasında saptanan değişimler istatistiksel olarak değerlendirilerek, bu faktörlerin aroma bileşikleri üzerinde önemli etkenleri olduğu saptanmıştır. Ayrıca elde edilen kromatogramlarla örnekten elde edilen kromatogramlar karşılaştırılarak alıkonma zamanlarına göre bileşikler tanımlanmıştır ve tanımlanamayan bileşiklere sonuç çizelgelerinde yer verilmemiştir. Çalışmada tespit edilen aroma bileşiklerinden 2-

metilfuran, 2-hekzanal, tridekan bileşenleri çay sınıfları arasında fark bulunamayan bileşenlerden bazılarıdır. Test edilen çayların ana bileşenlerinde bizim bulgularımızla paralellik olmakla birlikte bazı farklılıkların da olduğu görülmektedir. 2-metilpropanal, 2-metilbütanal, 3-metilbütanal bizim analizlerimizde de belirlenmişken; asetaldehit, dimetil sülfid, 2-metilfuran belirlenememiştir. Ayrıca bizim çalışmamızda 2-hekzanal, tridekan bileşenleri çay sınıfları arasında fark olduğu tespit edilmişken, bu çalışmada bu bileşenler için çay sınıfları arasında fark bulunamamıştır. Bu durumun aroma bileşiklerinin farklı yöntemlerle tespit edilmesinden; farklı mevsimlerde ve farklı rakımlarda hasat yapılmasından; hasat yapılan zamanlar arasındaki yağış farkından ve bizim çalışmamızda çıkan piklerin alan % 0.5 in üzerindeki tanımlanan ve tanımlanamayan bütün bileşenler isimlendirilirken, bu çalışmada tanımlanamayan bileşenlerin sonuçlar çizelgelerinde gösterilmemesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Farklı sınıf siyah çay örnekleri arasında en yüksek β -İyonon (% 8.38) ve Bilinmeyen1 (% 9.84) değerleri 4. Sınıf siyah çayda bulunurken; en yüksek 2-Metil-bütanal (% 4.42) ile en yüksek Bilinmeyen10 (% 7.88) değerleri; 1. Sınıf siyah çayda saptanmıştır. En yüksek Tetradekan (% 5.15) değeri ise 3. Sınıf siyah çayda tespit edilmiştir.

4. Sınıf siyah çay Çay-Kur tarafından işlenen siyah çayın sınıflandırılmasına göre “kırıktan geçen çok ince kırık çay (fanning)” olarak isimlendirilmiştir. 4. Sınıf siyah çay 5 mm delik genişliğindeki midilton eleği ile 8 ve 10 numaralı pakka eleklerinin üzerinde kalan çayların mekanik olarak kırılıp, tekrar çay eleğinden geçirilip 12 numaralı pakka eleğinin üzerinde kalıp ambalajlanan çaydır.

Örnekler arasındaki farklılıkların işleme makineleri ile temas süresi farkına bağlı olarak oluştuğu düşünülmektedir. Ayrıca farklılıkların örneklerin içerdiği genç yaprak ve sürgünler ile daha yaşlı ve kart yaprak farkından ileri geldiği düşünülmektedir. Aynı zamanda olgunluk düzeyinin ve hasat yapılan zamanlar arasındaki yağış farkının ve bitki metabolizmasını etkileyen diğer iklimsel ve çevresel faktörlerin (sıcaklık, nispi nem vb.) farklılığa etkili olduğu, ayrıca farklılıkların enzim çeşitlerine ve aktivitesine bağlı olarak oluştuğu düşünülmektedir.

5.2 Öneriler

Gerçekleştirilen çalışma sonucunda, araştırmanın ilk aşamasında hedeflenen çıktılara ulaşılmıştır. Ancak yürütülen çalışmalar neticesinde elde ettiğimiz sonuçlar bize aşağıda belirtilen konularda yeni araştırma çalışmalarının gerçekleştirilmesi gerekliliğinin bulunduğu da düşündürmektedir. Bu çalışmalar;

- ❖ 7 farklı sınıf siyah çayın alkoller, aldehitler, asitler, hidrokarbonlar, ketonlar, laktonlar ve fenolik maddeler üzerine etkisinin araştırılması üzerine çalışmalar yapılması,
- ❖ Alkoller, aldehitler, asitler, hidrokarbonlar, ketonlar, laktonlar ve fenolik maddelerin 7 farklı sınıf siyah çayın tadı üzerine etkisinin araştırılması üzerine çalışmaların yapılması konuları gerçekleştirilmek üzere önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Web Sitesi: [tr.wikipedia.org/wiki/ay_\(bitki\)](http://tr.wikipedia.org/wiki/ay_(bitki)), Erişim Tarihi:06.01.2017.

Web Sitesi: <http://www.megep.meb.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 15.11.2016

Web Sitesi: <http://www.gidabilimi.com/tr/forum/43-makaleler/4792-siyah-cay-uretimi>,
Erişim Tarihi:10.02.2017

Web Sitesi: cayuretimprosesi.blogspot.com/2012/05/siyah-cayuretim-aks-semas.htm,
Erişim Tarihi:15.11.2016.

Web Sitesi: www.noga.com.tr/CAY-ISLEME-TEKNOLOJISI,DP-16.htm, Erişim
Tarihi:20.12.2016.

Web Sitesi: www.caykur.gov.tr, Erişim Tarihi:10.05.2018.

Web Sitesi: biriz.biz/cay/cayliteraturuindex.htm, Erişim Tarihi:26.02.2017.

Anonim. 2004. Turkish black tea. Business Highlights, 2, 1-7.

Astill, C., Birch, M.R., Dacombe, C., Humphrey, P.G. and Martin, P.T. 2001. Factors affecting the caffeine and polyphenol contents of black and green tea infusions. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49, 5340-5347.

Baruah, A.M. 2003. Fermentation characteristics of some Assamica clones and process optimization of black tea manufacturing. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51, 6575-6588.

Bayrak, A. 2000. Duyularımız ve fonksiyonları . Standart Dergisi, Yıl 39, Sayı 465, 78-84.

Bayrak, A. 2002. Gıda aromaları ders notları. Ankara Ü. Gıda Müh. Böl. (yayınlanmamış).

Bayrak, A. 2005. Gıda aromaları ders notları. Ankara Ü. Gıda Müh. Böl. (yayınlanmamış).

Bhattacharyya, N., Seth, S., Tudu, B., Tamuly, P., Jana, A., Ghosh, D., Bandyopadhyay, R., Bhuyan, M. and Sabhapandit, S. 2007a. Detection of optimum fermentation time for black tea manufacturing using electronic nose. Sensors and Actuators B: Chemical, 122, 627-634.

- Bhattacharyya, N., Seth, S., Tudu, B., Tamuly, P., Jana, A., Ghosh, D., Bandyopadhyay, R., Bhuyan, M. and Sabhapandit, S. 2007b. Monitoring of black tea fermentation process using electronic nose. *Journal of Food Engineering*, 80, 1146-1156.
- Boğa, A. ve Binokay, S. 2010. Gıda Katkı Maddeleri ve Sağlığımıza Etkileri. *ARŞIV*; 19: 141.
- Bokuchava, MA. ve Skobeleva, NI. 1969. Çay ve çay islemenin kimya ve biyokimyası (Çeviri, Gürses, Ö.L. 1982. Çay Kurumu Yayını).
- Borah, S. and Bhuyan, M. 2005. A computer based system for matching colours during the monitoring of tea fermentation. *International Journal of Food Science and Technology*, 40, 675-682.
- Caffin, N., D'Arcy, B., Yao, L. and Rintoul, G. 2004. Developing an index of quality for Australian tea. RIRDC Publication No. 04/033, Project No. UQ-88A, Publication of Rural Industries Research and Development Corporation, 192 pp., Australia.
- Chan, E.W.C., Lim, Y.Y. and Chew, Y.L. 2007. Antioxidant activity of *Camelliasinensis* leaves and tea from a lowland plantation in Malaysia. *Food Chemistry*, 102, 1214-1222.
- Chang, S.S. 1973. Overcoming problems in flavor component identification. *Food Technol.* 27, (4), 27-39.
- Çalıkoğlu, E. ve Bayrak, A., 2006. Siyah çay aroması. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs 2006, 387-390, Bolu.
- Çalıkoğlu, E.ve Bayrak, A., 2009. Çay işleme sırasında aroma maddelerindeki değişim. *GIDA* (2009) 34 (2): 115-119.
- Demir, A. 2002. Çay. *Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü -Bakış*, 1, 1-4.
- Dharmadi, A. 2004. Contributions of research and it's impact on tea production in Indonesia. *International Conference on O-CHA(tea) Culture and Science*, 55-58.
- Fernández, P.L., López, A., Pablos, F., González, A.G. and Martín, M.J. 2003. The use of catechins and purine alkaloids as descriptors for the differentiation of tea beverages. *Microchimica Acta*, 142, 79-84.
- Fernando, V. ve Roberts, G.R. 1984. The effect of process parameters on seasonal development of flavour in black tea. *J Sci Food Agric*, 35: 71-76.

- Ghodake, H.M., Goswami, T.K. and Chakraverty, A. 2006. Mathematical modelling of withering characteristics of tea leaves. *Drying Technology*, 24, 159-164.
- Gürses, Ö.L. 1982. Çay ve çay işleminin biyokimyası. Çay Kurumu, 110s.
- Hazarika, M., Mahanta, P.K., Takeo, T. 1984. Studies on some volatile flavour constituents in Orthodox black teas of various clones and flushes in North-east India. *J.Sci. Food Agric*, 35: 1201-1207.
- Kaçar, B. 1987. Çayın Biyokimyası ve İşleme Teknolojisi. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Çay-Kur Yayını No:6, 329 s., Ankara.
- Kaçar, B. 1992. Yapraktan bardağa. T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları No:23, 441 s., Ankara.
- Kaçar, B. 2010. Çay Bitkisi, Biyokimyası, Gübrelenmesi, İşleme Teknolojisi. Nobel Yayın No: 1549, Fen Bilimleri: 107, Nobel Bilim ve Araştırma Merkezi Yayın No: 64, 1. Basım, 355 sayfa.
- Karadeniz, B. 2011. Sürgün dönemine, rakıma ve çay sınıfına bağlı olarak siyah çayın aroma bileşenlerinin belirlenmesi ve pervaporasyon işlemi ile ayrılması.
- Keegel, E.L. 1968. Seylan'da Çay İmalatı. Çev: M. Kinez, Tarım Bakanlığı Ziraat İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları C-117, Akın Matbaası, Ankara.
- Kuo, K., Weng, M., Chiang, C., Tsaj, Y., Lin-Shiau, S. and Lin, J. 2005. Comparative studies on the hypolipidemic and growth suppressive effects of oolong, black, pu-erh, and green tea leaves in rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53, 480-489.
- Kuroda, Y. and Hora, Y. 1999. Antimutagenic and anticarcinogenic activity of tea polyphenols. *Mutation Research*, 436, 69-97.
- Lin, Y.S., Tsai, Y.J., Tsay, 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.
- Lopez, S.J., Thomas, J., Pius, P.K., Kumar, R.R. and Muraleedharan, N. 2005. A reliable technique to identify superior quality clones from tea germplasm. *Food Chemistry*, 91, 771-778.
- Łuczaj, W. and Skrzydlewska, E. 2005. Antioxidative properties of black tea. *Preventive Medicine*, 40, 910-918.

- Mehra, A. and Baker, C.L. 2007. Leaching and bioavailability of aluminium copper and manganese from tea (*Camellia sinensis*). *Food Chemistry*, 100, 1456-1463.
- Mello, L.D., Alves, A.A., Macedo, D.V. and Kubota, L.T. 2005. Peroxidase-based biosensor as a tool for a fast evaluation of antioxidant capacity of tea. *Food Chemistry*, 92, 515-519.
- Muthumani, T. and Senthil-Kumar, R.S. 2007a. Studies on freeze-withering in black tea manufacturing. *Food Chemistry*, 101, 103-106.
- Muthumani, T. and Senthil-Kumar, R.S. 2007b. Influence of fermentation time on the development of compounds responsible for quality in black tea. *Food Chemistry*, 101, 98-102.
- Nas, S. ve Öksüz, M. 1987. Siyah çayda kalite. *Gıda*, 3, 157-162.
- Özdemir, F. ve Gökalp, H.Y. 1992. Siyah çay imalatında kıvrırma teknolojisi ve dikkat edilecek hususlar. *Gıda*, 17, 73-79.
- Özdemir, F. 1992. Farklı kıvrırma metotlarının üç sürgün dönemi çayın siyah çaya işlenmesinde uygulanma etkinliği ve üretilen siyah çayların bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri (Doktora Tezi), Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Özdemir, F., Nas, S. ve Gökalp, H.Y. 1993. Siyah çay imalatında farklı kıvrırma metotlarının üç sürgün dönemi çayın işlenmesi üzerindeki etkinliği ve üretilen siyah çayların bazı karakteristik özellikleri. *Standart*, Nisan, 46-50.
- Özdemir F. 1995. Siyah çayda uçucu aroma bileşikleri ve önemi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8: 230-237.
- Özdemir, F., Topuz, A. ve Erbaş, M. 1999. Ortodoks ve Çaykur yöntemleri ile üretilen farklı sınıf siyah çayların mineral içerikleri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23, 809-815.
- Peterson, J., Dwyer, J., Jacques, P., Rand, W., Prior, R. and Chui, K. 2004. Tea variety and brewing techniques influence flavonoid content of black tea. *Journal of Food Composition and Analysis*, 17, 397-405.
- Ravichandran, R. 2002. Carotenoid composition, distribution and degradation to flavour volatiles during black tea manufacture and the effect of carotenoid supplementation on tea quality and aroma. *Food Chem*, 78:23-28.

- Ravichandran, R. 2004. The impact of pruning and time from pruning on quality and aroma constituents of black tea. *Food Chemistry*, 84, 7-11.
- Ravichandran, R., Parthiban, R. 1998. The impact of processing techniques on tea volatiles. *Food Chem*, 62(3): 347-353.
- Ravichandran, R., Parthiban, R. 2000. Lipid occurrence, distribution and degradation to flavour volatiles during tea processing. *Food Chem*, 68:7-13.
- Schreier, P. 1988. *Modern methods of plant analysis. New series, Vol.8; p.296, Springer, Berlin.*
- Sud, R.G. and Baru, A. 2000. Seasonal variations in theaflavins, thearubigins, total colour and brightness of Kangra orthodox tea (*Camellia sinensis* (L.) O Kuntze) in Himachal Pradesh. *J Sci Food Agric*, 80: 1291-1299.
- Takeo, T. 1981. Production of linalool and geraniol by hydrolytic breakdown of bound forms in disrupted tea shoots. *Phytochem*, 20; 2145-2146.
- Tokuşoğlu, Ö. 2001. Siyah çayların başlıca fenolik bileşenleri (flavanoller, flavonoller, tanninler) ve aroma özellikleri üzerine araştırmalar. Doktora tezi, Ege Üniversitesi , Bornova, İzmir.
- Tomlins, K.I. and Mashingaidze, A. 1997. Influence of withering, including leaf handling, on the manufacturing and quality of black teas-a review. *Food Chemistry*, 60, 573-580.
- Tüfekci, M. ve Güner, S. 1997. The determination of optimum fermentation time in Turkish black tea manufacture. *Food Chemistry*, 60, 53-56.
- Vyas, D. and Kumar, S. 2005. Tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) clone with lower period of winter dormancy exhibits lesser cellular damage in response to low temperature. *Plant Physiology and Biochemistry*, 43, 383-388.
- Wachira, F.N. and Ronno, W. 2004. Current research on tea in Kenya. *International Conference on O-CHA(tea) Culture and Science*, 59-65, November 4-6, Shizuoka, Japan.
- Wheeler, D.S. and Wheeler, W.J. 2004. The medicinal chemistry of tea. *Drug Development Research*, 61, 45-65.
- Wijeratne, M.A. 2004. Tea industry in Sri Lanka. *International Conference on OCHA(tea) Culture and Science*, 51-54, November 4-6, Shizuoka, Japan.

Yao, L., Liu, X., Jiang, Y., Caffin, N., D'Arcy, B., Singanusong, R., Datta, N. and Xu, Y. 2006a. Compositional analysis of teas from Australian supermarkets. *Food Chemistry*, 94, 115-122.

Zhen, Y. 2002. *Tea: bioactivity and therapeutic potential*. Taylor and Francis. 257 pp., 11 New Fetter Lane, London.

Zhu, Y., Huang, H. and Tu, Y. 2006. A review of recent studies in China on the possible beneficial effects of tea. *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 333-340.



ÖZGEÇMİŞ

Adı, Soyadı : Yelda CAN

Doğum Yeri : Giresun

Doğum Tarihi : 27.09.1987

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Giresun Süper Lisesi (Haziran 2005)

Lisans : Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Gıda Mühendisliği Bölümü (Temmuz 2010)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (Temmuz 2018)