



T. C.

ORDU ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI ÇAY TOHUMU YAĞLARININ KİMYASAL
KOMPOZİSYONU, ANTİOKSİDAN KAPASİTESİ VE YAĞ
KALİTESİNİN BELİRLENMESİ**

BURCU KAZANÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ORDU 2022

TEZ ONAY

Burcu KAZANÇ tarafından hazırlanan “**BAZI ÇAY TOHUMU YAĞLARININ KİMYASAL KOMPOZİSYONU, ANTİOKSİDAN KAPASİTESİ VE YAĞ KALİTESİNİN BELİRLENMESİ**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 10.01.2022 tarihinde yapılmış ve jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Sümeyye ŞAHİN

İkinci Danışman
Prof. Dr. Hasan TEMİZ
Gıda Mühendisliği, Ondokuz Mayıs
Üniversitesi

Jüri Üyeleri

İmza

Üye
Prof. Dr. Zekai TARAKÇI
Gıda Mühendisliği, Ordu Üniversitesi
Üye
Dr. Öğr. Üyesi Sümeyye ŞAHİN
Gıda Mühendisliği, Ordu Üniversitesi
Üye
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Remzi OTAĞ
Gıda Mühendisliği, Giresun Üniversitesi

.....
.....
.....

... / ... / 20... tarihinde enstitüye teslim edilen bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun ... / ... / 20... tarih ve / sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü
Dr. Öğr. Üyesi Mithat AKGÜN

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Burcu KAZANÇ

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

ÖZET

BAZI ÇAY TOHUMU YAĞLARININ KİMYASAL KOMPOZİSYONU, ANTIOKSİDAN KAPASİTESİ VE YAĞ KALİTESİNİN BELİRLENMESİ

BURCU KAZANÇ

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ, 66 SAYFA

(DANIŞMAN: DR. ÖĞR. ÜYESİ SÜMEYYE ŞAHİN)

(İKİNCİ DANIŞMAN: PROF. DR. HASAN TEMİZ)

Yapılan bu çalışmada, ülkemizin Doğu Karadeniz bölgesinde yetiştirilen çay bitkisinin tohumundan elde edilen yağın kimyasal kompozisyonu antioksidan kapasitesi ve yağ kalitesi araştırılmıştır. Bunun için Artvin ve Ordu illerinde Dönem I, Dönem II, Dönem III ve Dönem IV'te hasat edilen çay tohumlarının kurumadde miktarı, kül miktarı, protein miktarı, yağ miktarı, serbest yağ asitliği miktarı, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan kapasite ve yağ asiti kompozisyonları araştırılmıştır. Araştırmada yapılan analiz sonuçlarına göre en fazla yağ miktarı 33.55 ± 0.24 ile Dönem I'de Ordu ilinden hasat edilen çay tohumu numunelerinde, en fazla protein miktarı 15.72 ± 0.60 ile Dönem I'de Ordu ilinden hasat edilen çay tohumu numunelerinde, en fazla fenolik madde miktarı 0.69 ± 0.00 mmol GAE/L ile Dönem IV'te Artvin ilinden hasat edilen çay tohumu numunelerinde, en fazla antioksidan madde miktarı 0.19 ± 0.00 mmol TE/L ile Dönem III'te Ordu ilinden hasat edilen çay tohumu numunelerinde, en az serbest yağ asitliği miktarı 3.49 ± 0.02 ile Dönem III'te Ordu ilinden hasat edilen çay tohumu numunelerinde bulunmuştur. En fazla palmitik asit miktarı 36.88 ± 0.09 ile Dönem II'de Artvin ilinden hasat edilen çay tohumu numunelerinde, en fazla stearik asit miktarı 4.01 ± 0.24 ile Dönem IV'te Artvin ilinden hasat edilen çay tohumu numunelerinde, en fazla oleik asit miktarı 63.15 ± 0.74 ile Dönem III'te Ordu ilinden hasat edilen çay tohumu numunelerinde ve en fazla linoleik asit miktarı 17.96 ± 0.37 ile Dönem IV'te Artvin ilinden hasat edilen çay tohumu numunelerinde bulunmuştur. Elde edilen bulgular, çay bitkisinin yapraklarıyla içimlik kullanımının dışında tohumlarıyla yemeklik yağ eldesinde yerli hammadde olarak kullanım potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca yüksek oleik asit içeriği ile çay tohumu yağı, yağ asiti kompozisyonları açısından zeytinyağı ve fındık yağına benzerlik göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidant Kapasite, Çay Tohum Yağı, Fenolik Madde Miktarı, Yağ Asidi Kompozisyonu.

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE CHEMICAL COMPOSITION, ANTIOXIDANT CAPACITY AND QUALITY OF SOME TEA SEED OIL

BURCU KAZANÇ

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

FOOD ENGINEERING

MASTER THESIS, 66 PAGES

(SUPERVISOR: ASSIST. PROF. DR. SUMEYYE SAHIN)

(CO-SUPERVISOR: PROF. DR. HASAN TEMIZ)

In this study, the chemical composition, antioxidant capacity and quality of the oil obtained from the seed of the tea plant grown in the Eastern Black Sea region of our country were investigated. For this, the amounts of dry matter, ash, protein, fat, and free fatty acidity, total phenolic content, total antioxidant capacity and fatty acid compositions of tea seeds harvested in Artvin and Ordu provinces in the Period I, Period II, Period III and Period IV were analyzed. According to the results of the analysis, the highest amount of fat was $33.55\pm 0.24\%$ in the tea seeds harvested in Ordu province in the Period I, the highest protein amount was $15.72\pm 0.60\%$ in the tea seeds harvested in Ordu province in the Period I, the highest amount of phenolic substance was 0.69 ± 0.00 mmol GAE/ L in the tea seeds harvested in Artvin province in the Period IV, the highest amount of antioxidant substance was 0.19 ± 0.00 mmol TE/ L in the tea seeds harvested in Ordu province in the Period III, and the least amount of free fatty acidity was $3.49\pm 0.02\%$ in the tea seeds harvested in Ordu province in the Period III. In addition to these, the highest amount of palmitic acid was $36.88\pm 0.09\%$ in the tea seeds harvested in Artvin province in the Period II, the maximum amount of stearic acid is $4.01\pm 0.24\%$ in the tea seeds harvested in Artvin province in the Period IV, the highest amount of oleic acid was $63.15\pm 0.74\%$ in the tea seeds harvested in Ordu province in the Period III, and the highest amount of linoleic acid was $17.96\pm 0.37\%$ in the tea seeds harvested in Artvin province in the Period IV. The findings show that the tea plant has the potential to be used as a domestic raw material in the production of edible oil with its seeds, apart from its use for drinking with its leaves. In addition, with its high oleic acid content, tea seed oil is similar to olive oil and hazelnut oil in terms of fatty acid compositions

Keywords: Antioxidant Capacity, Fatty Acid Composition, Phenolic Content, Tea Seed Oil.

TEŞEKKÜR

Öncelikle lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca bana maddi ve manevi desteğini esirgemeyen, tezle ilgili çalışmalarında bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, tez çalışmamdaki örneklerin temin edilmesi sırasında yanımda olan danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Sümeyye ŞAHİN'e teşekkürlerimi sunarım.

Lisans ve yüksek lisans derslerimde bilgi ve birikimlerinden yararlandığımız Ordu Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Başkanı Sayın Prof. Dr. Zekai TARAKÇI'ya, bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım bölüm araştırma görevlileri Melike DEMİRKOL, Ömer Faruk ÇELİK, Emre TURAN, Mehmet Akif KARAGÖL ve Yusuf DURMUŞ'a; yüksek lisans öğrencilerinden tüm analizlerim sırasında yardımcı olan İlknur KAYA ve Melike İNAL'a; yine örneklerimin temin edilmesi seçilip ayıklanması sırasında yardımcı olan teyzelerim ve kuzenlerime; maddi manevi bütün imkanlarını sunarak en önemlisi bana olan inançları ve güvenleri ile bu günlere gelmemi sağlayan beni yetiştiren annem Hacer KAZANÇ ve abim Sultansüleyman KAZANÇ'a; her şeyi başarabileceğime çocukluğumdan beri inanmamı sağlayan her pes ettiğimde onun bana olan güveniyle ayağa kalktığım bugünlerin asıl mimarı merhum babam Halit KAZANÇ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİL LİSTESİ	VII
ÇİZELGE LİSTESİ	VIII
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	XI
EKLER LİSTESİ	XII
1.GİRİŞ	1
1.1 Çay Bitkisi, Çay Tohumu ve Çay Tohumu Yağı.....	2
1.1.1 Çay Bitkisi.....	2
1.1.2 Çay Tohumu.....	3
1.1.3 Çay Tohum Yağının Kullanım Alanları.....	9
1.1.4 Dünyada ve Türkiye’de Çay ve Çay Tohumu Yağı Üretimi	9
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	12
3. MATERYAL ve YÖNTEM	16
3.1 Materyal (Çay Tohumu Numunelerinin Temini).....	16
3.2 Yöntem	16
3.2.1 Kuru Madde Miktarı Tayini.....	16
3.2.2 Toplam Kül Tayini.....	16
3.2.3 Protein Tayini.....	17
3.2.4 Yağ Miktarı Tayini.....	17
3.2.5 Serbest Yağ Asitliği Tayini.....	18
3.2.6 Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi	19
3.2.7 Toplam Fenolik Madde Tayini.....	19
3.2.8 Yağ Asidi Kompozisyonun Belirlenmesi.....	20
3.2.9 İstatistiksel Analiz.....	21
4.BULGULAR ve TARTIŞMA	22
4.1 Kuru Madde Miktarı	22
4.2 Kül Miktarı.....	24
4.3 Protein Miktarı	28
4.4 Yağ Miktarı	31
4.5 Serbest Yağ Asitliği	34
4.6 Antioksidan Kapasite	37
4.7 Toplam Fenolik Madde Miktarı.....	40
4.8 Yağ Asiti Kompozisyonu.....	43
4.8.1 Palmitik Asit.....	43
4.8.2 Stearik Asit.....	46
4.8.3 Oleik Asit	49
4.8.4 Linoleik Asit.....	52

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	55
6. KAYNAKLAR	59
EKLER	63
ÖZGEÇMİŞ	66

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 Çay Bitkisi	2
Şekil 1.2 Çay Tohumu Oluşum Aşamaları	3
Şekil 1.3 Çay Tohumu	4
Şekil 4.1 Hasat ili ve hasat döneminin çay tohumu örneklerinin kuru madde miktarına etkisi.....	24
Şekil 4.2 Hasat ili ve hasat döneminin çay tohumu örneklerinin kül miktarına etkisi	27
Şekil 4.3 Hasat ili ve hasat döneminin çay tohumu örneklerinin protein miktarına etkisi	30
Şekil 4.4 Hasat ili ve hasat döneminin çay tohumu örneklerinin yağ miktarına etkisi	34
Şekil 4.5 Hasat ili ve hasat döneminin çay tohumu örneklerinin serbest yağ asitliği miktarına etkisi.....	37
Şekil 4.6 Hasat ili ve hasat döneminin çay tohumu örneklerinin antioksidan kapasitesine etkisi.....	39
Şekil 4.7 Hasat ili ve hasat döneminin çay tohumu örneklerinin toplam fenolik madde miktarına etkisi	42
Şekil 4.8 Hasat ili ve hasat döneminin çay tohumu yağı örneklerinin palmitik asit miktarına etkisi.....	45
Şekil 4.9 Hasat ili ve hasat döneminin çay tohumu yağı örneklerinin stearik asit miktarına etkisi.....	48
Şekil 4.10 Oleik asitin kimyasal yapısı.....	49
Şekil 4.11 Hasat ili ve hasat döneminin çay tohumu yağı örneklerinin cis-oleik asit miktarına etkisi.....	51
Şekil 4.12 Linoleik asitin kimyasal yapısı	52
Şekil 4.13 Hasat ili ve hasat döneminin çay tohumu yağı örneklerinin cis-linoleik asit miktarına etkisi.....	54

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1 Çay Tohumuna Ait Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikler	5
Çizelge 1.2 Çay Tohumunun Bazı Mineral Madde İçerikleri.....	5
Çizelge 1.3 Çay Tohum Yağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	6
Çizelge 1.4 Çay Tohumunun Küspe Bileşimi.....	7
Çizelge 1.5 2019-2020 Yılları Üretici ve Çaylık Alanlarının İllere Göre Dağılımı ..	10
Çizelge 3.1 Çay Tohumu Örneklerinin Toplandığı Dönem ve İller	16
Çizelge 4.1 Hasat dönemi ve hasat iline bağlı çay tohumlarına ait kuru madde miktarları (%).....	22
Çizelge 4.2 Farklı il ve farklı dönemlerde hasat edilen çay tohumu numunelerinin kuru madde miktarlarına uygulanan varyans analizi sonuçları.....	23
Çizelge 4.3 Çay tohumu kuru madde miktarlarının dönemlere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	23
Çizelge 4.4 Farklı illerden hasat edilen çay tohumu örneklerinin kuru madde miktarlarına uygulanan Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	24
Çizelge 4.5 Hasat zamanı ve hasat iline bağlı çay tohumlarına ait kül miktarları (%)	25
Çizelge 4.6 Çay tohumu örneklerindeki kül miktarları oranlarına ait varyans analizi sonuçları	26
Çizelge 4.7 Çay tohumu kül miktarlarının dönemlere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	26
Çizelge 4.8 Farklı illerde hasat edilen çay tohumu numunelerinin kül miktarları uygulanan Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları	27
Çizelge 4.9 Hasat zamanı ve hasat iline bağlı çay tohumlarına ait protein miktarları (%).....	29
Çizelge 4.10 Çay tohumu numunlerinde bulunan protein miktarlarına uygulanan varyans testi sonuçları	29
Çizelge 4.11 Çay tohumu protein miktarlarının dönemlere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	29
Çizelge 4.12 Farklı illerde hasat edilen çay tohumu numunelerinin protein miktarlarına uygulanan Tukey çoklu karşılaştırma analiz sonuçları.....	30
Çizelge 4.13 Hasat zamanı ve hasat iline bağlı çay tohumlarına ait yağ miktarları (%)	31
Çizelge 4.14 Farklı il ve dönemlerde hasat edilen çay tohumu numunelerinin yağ miktarlarına uygulanan varyans testi sonuçları.....	32
Çizelge 4.15 Çay tohumu yağ miktarlarının dönemlere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	33
Çizelge 4.16 Çay tohumu yağ miktarlarının illere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	33
Çizelge 4.17 Çay tohumu örneklerine ait serbest yağ asitliği miktarları (%).....	35
Çizelge 4.18 Çay tohumu örneklerindeki serbest yağ asitliği oranlarına ait varyans analizi sonuçları.....	35

Çizelge 4.19	Çay tohumu Serbest yağ asitliği miktarlarının dönemlere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları	36
Çizelge 4.20	Farklı illerden hasat edilen çay tohumundan elde edilen yağ miktarlarına uygulanan Tukey çoklu karşılaştırma analiz sonuçları.....	36
Çizelge 4.21	Çay Tohumu örneklerine ait antioksidan madde miktarları (%)	38
Çizelge 4.22	Çay tohumu örneklerindeki antioksidan madde miktarlarına ait varyans analizi sonuçları.....	38
Çizelge 4.23	Farklı dönemlerde toplanan çay tohumu numunelerinin antioksidan madde miktarlarına yapılan Tukey çoklu karşılaştırma analiz sonuçları	38
Çizelge 4.24	Çay tohumu antioksidan madde miktarlarının illere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları	39
Çizelge 4.25	Çay Tohumu örneklerine ait fenolik madde miktarları (%)	40
Çizelge 4.26	Çay tohumu örneklerindeki fenolik madde miktarlarına uygulanan varyans analizi sonuçları	41
Çizelge 4.27	Çay tohumu fenolik madde miktarlarının dönemlere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları	41
Çizelge 4.28	Çay tohumu fenolik madde miktarlarının illere göre Tukey çoklu karşılaştırma analiz sonuçları	42
Çizelge 4.29	Hasat zamanı ve hasat iline bağlı çay tohumlarına ait palmitik asit miktarları (%)	44
Çizelge 4.30	Çay tohumu örneklerindeki palmitik asit oranlarına ait varyans analizi sonuçları	44
Çizelge 4.31	Çay tohumu palmitik asit miktarlarının dönemlere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları	45
Çizelge 4.32	Çay tohumu palmitik asit miktarlarının illere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları	45
Çizelge 4.33	Hasat zamanı ve hasat iline bağlı çay tohumlarına ait stearik asit miktarları (%)	46
Çizelge 4.34	Çay tohumu örneklerindeki stearik asit oranlarına ait varyans analizi sonuçları	47
Çizelge 4.35	Çay tohumu stearik asit miktarlarının dönemlere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları	47
Çizelge 4.36	Çay tohumu stearik asit miktarlarının illere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları	48
Çizelge 4.37	Hasat zamanı ve hasat iline bağlı çay tohumlarına ait cis-oleik asit miktarları (%)	50
Çizelge 4.38	Çay tohumu örneklerindeki cis-oleik asit oranlarına ait varyans analizi sonuçları	50
Çizelge 4.39	Çay tohumu cis-oleik asit miktarlarının dönemlere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları	50
Çizelge 4.40	Çay tohumu cis-oleik asit miktarlarının illere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları	51
Çizelge 4.41	Hasat zamanı ve hasat iline bağlı çay tohumlarına ait cis-linoleik asit miktarları(%)	52

Çizelge 4.42 Çay tohumu örneklerindeki cis-linoleik asit oranlarına ait varyans analizi sonuçları.....	53
Çizelge 4.43 Çay tohumu cis-linoleik asit miktarlarının dönemlere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	53
Çizelge 4.44 Çay tohumu cis-linoleik asit miktarlarının illere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	54

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

AHÇT	: Artvin İlinde Hasat Edilen Çay Tohumları
OHÇT	: Ordu İlinde Hasat Edilen Çay Tohumları
DPPH	: 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil
C₄H₉OH	: Bütanol
H₂SO₄	: Sülfirik Asit
w/v	: Kütle/Hacin
g	: Gram
mL	: Mililitre
C	: Karbon
kg	: Kilogram
M	: Molar
NaOH	: Sodyum Hidroksit
meq	: Miliekivalent
GC	: Gaz Kromatografisi
HCl	: Hidroklorik asit
H₃BO₃	: Borik Asit
µl	: Mikrolitre
µm	: Mikrometre
nm	: Nanometre
%	: Yüzde
cm	: Santimetre
°C	: Santigrat

EKLER LİSTESİ

Sayfa

- EK-1:** Antioksidan kapasite miktarının öğrenilmesi için kullanılan örnek bir trolox eğrisi..... 64
- EK-2:** Toplam fenolik madde miktarlarının öğrenilmesi için kullanılan örnek bir gallik asit standart eğrisi. 64
- EK-3:** Çay tohumu örneklerinden bir yağ asiti kompozisyonu kromatogramı..... 65

1.GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızlı bir şekilde artması yiyecek ihtiyacının giderek artmasına sebep olmuştur. Buna bağlı olarak insan beslenmesinin ana unsurlarından olan yağ ihtiyacını karşılamak için de yeni yağlık hammadde kaynağı arayışı gündeme gelmiştir. Beslenme açısından yağlar bitkisel ve hayvansal kaynaklı olmak üzere iki şekilde karşılanmaktadır. Bitkisel üretimi artırmak hayvansal üretime göre daha kolay olduğundan, yemeklik yağ üretiminde, bitki tohumlarından elde edilen yağ miktarını hayvanlardan üretilen yağ miktarına göre artırmak daha kolaydır (Anonim, 2020c).

Yemeklik yağların kimyasal kompozisyonunun %98-99 trigliseridler ile %1-2 monogliseridler, digliseridler, serbest yağ asitleri, fosfatidler, steroller, yağ alkolleri, yağda çözünen vitaminler vb. yapılardan oluştuğu bildirilmektedir. Trigliseridler (triacilgliserol; TAG) de 3 tane yağ asidinin gliserol ile esterleşmesiyle oluşan yapılardır. Yağ asitleri çift bağ durumuna göre doymuş ve doymamış şeklinde iki sınıfa ayrılmıştır. Yapılarında karbon atomları arasında çift bağ içermeyen yağ asitleri doymuş yağ asitleri olup, bütirik (C4:0), palmitik (C16:0), stearik (C18:0) ve araşidik (C20:0) doymuş yağ asitlerindedir. Yapılarında çift bağ bulduran yağ asitleri doymamış yağ asitleri olup, doymamışlık derecesine göre bünyesinde bir adet çift bağ içeren yağ asitleri tekli doymamış, birden fazla çift bağ içeren yağ asitleri de çoklu doymamış yağ asitleri olarak sınıflandırılmaktadır. Tekli doymamış yağ asitlerinden 18 C'lu oleik asit (C18:1 Δ^9) ile çoklu doymamışlardan yine 18 C'lu linoleik (C18:2 $\Delta^{9,12}$) asit ile linolenik asit (C18:3 $\Delta^{9,12,15}$) en önemli bitkisel yağlarda bulunan doymamış yağ asitlerindedir (Başoğlu, 2014). İçeriğinde yüksek oranda oleik asit barındıran yağların diğer yağlara göre işlemede ve depolamada oksidasyon koşullarına daha dayanıklı olduğu bildirildiğinden, yüksek oleik asitli yağlara ilgi artmış, buna bağlı bazı uygulamalarla yüksek oleikli tohumlar geliştirilmiş ve bunlardan elde edilen yüksek oleikli ayçiçek ve yüksek oleikli kanola yağ çeşitlerinin stabilitesi hakkında araştırmalar yapılmıştır (Şahin, 2011).

Artan nüfusun yağ ihtiyacını karşılamak için yeni yağlık hammadde kaynağı arayışında olan ülkemiz için çay tohumu yeni bir alternatif olma potansiyeline sahiptir. Yıllık üç milyon tonu aşan üretimiyle dünyanın en popüler ikinci içeceği

olan çay bitkisinin tohumları Çin, Japonya gibi bazı ülkelerde kullanılmaktadır. Çin'de yıllık bir milyon tonun üzerinde çay tohumu üretilmektedir. Çay tohumları Theaceae (Çaygiller) familyasından diğer *Camellia* cinsleri gibi %30-32 oranında yüksek kaliteli bir yağ içermektedir (Wang ve ark., 2011). Ülkemizde çay yetiştiriciliği sadece içimlik amaçlı olup çay bitkisinin yaprakları kullanılmaktadır. Çay tohumlarının çok az bir kısmı yeni çay bahçeleri oluşturmak için kullanılmakta olup çoğunluğu değerlendirilemeyen atık niteliğindedir. Bu nedenle, atık niteliğindeki çay tohumlarının yemeklik yağ olarak ülkemizde kullanımı için kalite unsurlarının belirlenmesi bu tez çalışmasının amacını oluşturmaktadır. Bu amaçla farklı illerden farklı dönemlerde temin edilmiş çay tohumu numunelerinin kurumadde, kül, protein ve yağ miktarları ile serbest yağ asitliği, toplam fenolik madde içerikleri, antioksidan kapasiteleri ve yağ asiti kompozisyonları araştırılmıştır.

1.1 Çay Bitkisi, Çay Tohumu ve Çay Tohumu Yağı

1.1.1 Çay Bitkisi

Çay bitkisi, çiçekli bitkilerin kapalı tohumlarının alt kısmının iki çenekli sınıfının serbest taç yapraklı alt sınıfından *Parietales* takımının *Theaceae* familyasının *Camellia* cinsindedir. 1881 yılında botanikçi Ogust Kunntz, çayı *Camellia sinensis* şeklinde adlandırmıştır (Anonim, 2020). Çay (*Camellia sinensis*), çaygiller (Theaceae) familyasından gelir. Çay tomurcukları ve yaprakları (Şekil 1.1) içecek maddesi olarak kullanılan bir tarım bitkisidir (Anonim, 2020a). *Camellia* bitkisi asırlık ömre sahip, yaz ve kış aylarında yaprağını dökmeyen, genellikle 2 metrenin altında serbest bırakıldığında 9 metreye kadar uzayabilen ağaççıklardır. Ağaçlık arazilerde ve nemli topraklarda yetişirler.



Şekil 1.1 Çay Bitkisi

Güney ve Güneydoğu Asya anavatanı olduğu halde dünyada tropik ve subtropikal bölgelerde de yetişme alanı bulmuştur (Anonim, 2020a). Ülkemizde Artvin, Rize, Trabzon, Giresun, Ordu illerinde çay üretimi kesintili bir şekilde yapılmaktadır. Fakat gerekli sıcaklık ve nemi sağlarsa yıl boyu sürgün vermeye devam eder. Örneğin Sri Lanka, Cava, Güney Hindistan ve Kenya yıl boyu sürgün veren bölgelerdendir. Bizim ülkemiz gibi Kuzey doğu Çin ve Japonya'da Kuzey ve Kuzey doğu Hindistan'da Güney Afrika'nın bazı serin bölgelerinde, İran'ın Hazar denizi kıyı kesimlerinde ve Gürcistan'da kesintili sürgün oluşumu gözlenmektedir. Almaşık dizili, kısa saplı, derimsi yapılı, uzunca ve sivri uçlu, kenarları dişli yaprakları vardır. Çiçekleri pembemsi, beyaz, bazı türlerde sarı renkli ve hafif kokuludur (Anonim, 2020b).

1.1.2 Çay Tohumu



Şekil 1.2 Çay Tohumu Oluşum Aşamaları
(Anonim, 2021a)

Ülkemizde çay çiçeği tomurcukları ağustos ayında tamamen oluşmuş yaprakların altında kısa bir sapın ucunda büyümeye başlar. Ağustos ayının sonu ya da eylül ayının başında bu tomurcuklar büyüyerek beyaz çiçekler oluşur.

Şekil 1.2'de gösterildiği gibi tamamen gelişmiş bir çiçekte 5-7 adet taç yaprak ile 5-7 adet çanak yaprak vardır. Çiçekte bulunan dişi organ tek ve üç parçalı şekildedir. Erkek organ sayısı ise 5 veya daha fazla miktardadır. Taç yaprakların dökülmesiyle çiçek sapının ucunda meyvecikler oluşur. Meyvecikler ilkbaharın gelmesiyle irileşmeye başlar ve eylül ayında yeşil parlak bir renkte olur (Şekil 1.3).

Ekim ayında olgunlaşan meyveler parlak renklerini kaybederek kirli yeşil veya kırmızıya yakın bir renk alırlar. Meyvelere tamamen olgunlaştığında uçlarından çatlayarak tohumlar ortaya çıkar.



Şekil 1.3 Çay Tohumu

Meyvenin içinde genellikle üç adet tohum bulunur fakat bunun sayısı altıya kadar çıkabilir. Bazen de yumurtalıktaki parçaların dumura uğramasıyla tohum sayısı üçten daha az olur. Bazı hücrede iki tane yan yana bulunan tohumların birer tarafı basık ve düz haldedir. Meyveler olgunlaştıkça yeşil renkten kahverengi renge dönerler. Fındık iriliğinde ortalama 12 mm civarında çapa sahiptirler. Tohumlarda %20-30 arasında yağ bulur ve bu yağda saponin maddesi bulunur (Anonim, 2020). Tohumun kaliteli olması için olgunlaşması şarttır. Olgunlaşan meyveler kahverengi veya kırmızımsı renk alır. Olgunlaşmamış olan yeşil renkteki meyveler toplanmamalıdır. Bu nedenle çay tohumu tek bir defa değil hafta da birkaç kere kontrol edilerek olgun meyveler toplanılarak yapılmalıdır. Bazı tohumlar olgunlaşmış dalından dökülür onlarda yerden toplanır. Tohum eğer yerden nem çeker ise tohumlar çatlar ve çimlenme başlar.

Dalından ve yerden toplanan tohumlar serin bir yere kalınlığı 7-8 cm geçmeyecek şekilde serilir. Kılıflarından ayrılan tohumlar diğerlerinden ayrılır. Çünkü çok fazla kuruyan tohumlar bozular.

Erken olgunlaşan tohumlar geç olgunlaşanlara göre çok daha erken bozular. Bu yüzden erken olgunlaşan tohumları atmak daha doğrudur (Anonim, 2020)

Çay tohumu fiziksel görünüş olarak fındığa benzemektedir. Fakat fındığa göre daha yuvarlak, hafif ve ince kabukludur (Anonim, 2021g; Yazıcıoğlu ve ark., 1983). Çay bitkisi yaşlandıkça daha fazla tohum vermeye başlar. 1973-1974 ve 1998 yılında Türkiye’de toplanan çay tohumlarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1.1’te verilmiştir (Yazıcıoğlu ve ark., 1983; Özdemir ve ark., 2001).

Çizelge 1.1 Çay Tohumuna Ait Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikler

Özellik	173-1974 Çay Tohumları (Yazıcıoğlu ve ark., 1983)		1998 Çay Tohumları (Özdemir ve ark., 2001)
	Ortalama Bileşimi	Alt ve Üst Değerler	
1000 tane ağırlığı, g	740	730-760	666.9
Ortalama çap, mm	12.4	12.2-13.0	14.5
Tanede iç-kabuk oranı	69:31	69:37 – 70:30	66:34
% Nem içeriği	5.9	5.1 – 8.6	8.8
% Yağ İçeriği	23.2	18.0 – 25.1	29.4
% Protein	8.4	6.9 – 9.4	8.8
% Kül	2.4	2.2 – 3.3	3.5
% Ham lifler	26.9	26.6 – 27.8	-
% Azotsuz ekstrakt	39.1	20.7 – 32.6	-

Yağlı tohumlarda ekonomik değeri belirleyen kıstaslar tohumun bin tane ağırlığı, tanedeki iç-kabuk oranı, nem içeriği önemlidir. Nem oranının daha az olması kuru madde miktarının fazla olduğunu gösterir ve dolayısıyla % yağ miktarını etkiler. Nem miktarını depolama koşulları ve süresi etkiler. Yağlı tohumlarda bulunan protein miktarı tohum küspenin besleyici değeri açısından önemlidir. Tohumda bulunan kül miktarı ne kadar fazla ise o kadar çok mineral madde var demektir. Çay tohumunun bazı mineral madde içerikleri Çizelge 1.2’te verilmiştir (Özdemir ve ark., 2001).

Çizelge 1.2 Çay Tohumunun Bazı Mineral Madde İçerikleri (Özdemir ve ark., 2001)

Mineral Madde	Miktar(mg/kg)
Potasyum	1.10
Magnezyum	861.60
Kalsiyum	783.00
Mangan	51.53
Çinko	11.24
Demir	8.85
Bakır	6.60

Çay tohumunun yağı açısından bakıldığında mineral madde içeriği önemli değildir. Yağı alınmış tohumunun küspesi hayvan yemi olarak değerlendirilecekse mineral madde içeriği önemlidir. Çünkü potasyum vücutta kas hareketlerinde, sinir uyarılarının iletilmesinde ve hücre içindeki enzimlerin etkinliğinin artması için gereklidir (Gökalp ve ark., 1996). Potasyum sodyumla birlikte ozmatik basıncın ve pH'nın dengelenmesine etki eder. Yani potasyum hayatın devamı için gerekli bir mineral maddedir (Potter, 1986).

Magnezyum da potasyum gibi sinir sistemi ve kasların çalışmasında görevlidir. Bütün canlı hücreler için gerekli mineral maddedir. Magnezyum vücut sıvılarında bulunan asit baz dengesinin düzenlenmesine de yardımcı olur. Fındık, fıstık, badem gibi yağlı tohumlarda magnezyum miktarı yüksektir (Gökalp ve ark., 1996). Çizelge 1.2'te de görüldüğü gibi çay tohumu diğer yağlı tohumlar gibi magnezyumca zengindir (Özdemir ve ark., 2001). Kalsiyum kemik ve dişlerin yapısında bulunur yani vücutta en çok bulunan mineraldir. Adenozin trifosfat, pankreatik lipaz ve bazı proteolitik enzimlerin çalışmasını sağlayan mineral kalsiyumdur. Hücre zarı geçirgenliğini artıran kalsiyum besin emilimini kolaylaştırır (Rabinson ve ark., 1986). Çay tohumu da diğer yağlı tohumlar gibi kalsiyum bakımından zengindir (Özdemir ve ark., 2001). Çay bitkisinde diğer bitkilere göre yüksek miktarda mangan bulunmaktadır (Kaçar ve ark., 1979). Bununla birlikte çay tohumunun da mangan içeriği önemli derecede fazladır. Çay tohumunda protein ve nükleik asit metabolizmasında, hücre bölünmesinde ve normal büyümede rol oynayan çinkoyu bünyesinde bulundurur (Özdemir ve ark., 2001).

Çizelge 1.3 Çay Tohum Yağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (Özdemir ve ark., 2001)

Özellik	Değer
Kırılma İndisi	1.453
İyot Sayısı	88.000
Sabunlaşma Sayısı	165.000
Yağ Asitleri	Miktar(%)
Miristik	0.09
Palmitik	16.40
Stearik	1.69
Oleik	61.02
Linoleik	19.58
Araşhidik	0.24

Çay tohum yağının kırılma indisi 1.453 bulunmuştur. Diğer bitkisel yağların kırılma indisi değeri ile benzerlik gösterir. Çay tohum yağının iyot sayısı değeri 88 bulunup bu değer zeytin ve fındık yağı ile benzerlik göstermektedir. Aynı zaman bu değer gösteriyor ki çay tohum yağı kurumayan yağlar sınıfındadır. Yapılan çalışmada çay tohum yağının sabunlaşma sayısı 165 olarak belirlenmiştir (Özdemir ve ark., 2001).

Ülkemizde '*Camellia assamica x Camellia sinensis*' melezinden çay üretilmektedir ve bu melezin yağ oranları diğer cinslere göre daha azdır. *Camellia sasanqua* ve *Camellia japonica* türlerinde yağ oranı %60-65'lerdeyken '*Camellia sinensis x Camellia assamica*' melezindeki yağ oranı %25-30 aralığındadır (İlhan, 2007). Çay tohum yağının yağ asidi içeriğine bakıldığında doymuş yağ asitlerinden en fazla %16,40 miktarı ile palmitik asittir. Daha sonra sırası ile stearik asit (%1.96), araşhidik asit (%0.24), miristik asit (%0.09) gelmektedir. Doymamış yağ asitlerinden en fazla oleik asit (%61.02) ile linoleik asit (%19.58) içermektedir (Özdemir ve ark., 2001).

Çizelge 1.4 Çay Tohumunun Küspe Bileşimi (Yazıcıoğlu ve ark., 1983; Özdemir ve ark., 2001)

Madde	Değer (%)
Su	7.11
Yağ	1.0
Protein	18.2
Selüloz	7.1
Kül	3.1

Çay tohumu yağı alındıktan sonra kalan küspesi hayvan beslenmesinde kullanılabilir. Küspede bulunan protein miktarı hayvan yemi olarak kullanılabilmesini etkileyen baş etkendir. Çizelge 1.4'de çay tohumunun küspe bileşimi verilmiştir. Küspede bulunan %18.2 oranındaki protein miktarı da bunun için avantaj sağlarken %14 düzeyine ulaşan saponin miktarı bunu engellemektedir (Yazıcıoğlu ve ark., 1983; Özdemir ve ark., 2001).

Küspede bulunan ve küспенin hayvan yemi olarak kullanılmasını engelleyen glikozit yapısındaki saponin su ve alkol ile ekstrakte ederek uzaklaştırılabilir. Bu şekilde küspe hayvan yemi olarak kullanılabilir bu da ülke ekonomisine önemli katkı

sağlar (Ceylan, 1994). Ayrıca saponin önemli bir hammaddedir. Uzaklaştırılan saponin maddesi doğum kontrol haplarında kullanılmaktadır (Küçük ve ark., 1999). Köpürme özelliği sayesinde temizleyicilerde, tarım ilaçlarında, itfaiye arabalarındaki köpüklerin ve temizlik maddelerinde emülgatör olarak görev yapmaktadır. Fotoğraf filmlerinin üretilmesinde de saponinden yararlanılmaktadır. Uzaklaştırılan saponinde bu şekilde değerlendirilip ülke ekonomiyeye katkıda bulunulabilir (İlhan, 2007; Yazıoğlu, 1974).

Çay tohum yağı yağ asidi kompozisyonu yönünden zeytinyağına benzemektedir (Anonim, 2020f; Anonim 2021g). Fakat zeytinyağı hem çok pahalı hem de genel kullanım için kullanıldığında isteği karşılayacak kadar fazla üretimi yoktur. Bu üretim talebini yüksek doymamış ve düşük çoklu doymuş yağ asidi içeriğiyle kanola gidermektedir (Ruter, 2002). Çay tohum yağı da yağ asidi içeriği ile kanola ve zeytinyağına alternatif olarak düşünülmektedir (Yang ve ark., 2016). Çay tohum yağı yüksek antioksidan içeriğine sahiptir. Bu özelliğiyle kan basıncı ve düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) değerini azalttığı saptanmıştır (Haiyan ve ark., 2005).

Çay tohum yağı ayçiçeği yağına ağırlıkça %5 ve %10 oranlarında katıldığında, oksidasyon kararlılığı iyileştirdiği saptanmıştır. Çay tohumunun yağ asidi kompozisyonuna bakıldığında çay tohum yağı yemeklik olarak kullanılabilmesi belirlenmiştir (İlhan, 2007; Sahari ve ark., 2004).

İran'a ait çay tohumlarından elde edilen çay tohumu yağlarına NaOH katalizörü eşliğinde değişik sıcaklık ve zaman dilimleri kullanılarak interesterifikasyonu yapılmıştır ve olması gereken şartlar belirlenmiştir. Bu şartlar altında yürütülen reaksiyon sonucunda elde edilen ürün margarin üretiminde kullanılmış ve duyuşsal, fiziksel ve kimyasal özellikler bakımından ticari olarak üretilen margarinlere benzediği saptanmıştır (Fatti-far ve ark., 2006).

İran kökenli çay tohumu farklı değişkenler (basınç, sıcaklık, zaman) ile süperkritik sıvı ekstraksiyonu yapılmış ve çay tohumu ekstraksiyon verimi açısından basıncın önemli bir değişken olduğu görülmüştür. Sonuçlar Soxhlet ekstraksiyon verimi ile karşılaştırmış ve süperkritik ekstraksiyon veriminin yaklaşık yarısı olduğu sonucuna varılmıştır. Süperkritik ekstraksiyonu metodu ile kazanılan çay tohum yağında çözücü kullanılmadığından herhangi bir çözücü kalıntısının kalmaması yani

güvenli olması ve tek adımlı bir sistem olması, Soxhlete göre ucuz olması bu sistemi cazip kılmıştır (Rajaei ve ark., 2005).

1.1.3 Çay Tohum Yağının Kullanım Alanları

Çay tohum yağı yemeklik yağ dışında kozmetik, sabun, margarin, yapışkan, boyalarda kullanılmaktadır. Birçok kremde (gece-gündüz kremlerinde, kırışıklık karşıtı kremlerde, saç kremlerinde, güneş kreminde), anti güneş preparatlarında, makyaj ürünü olarak (allık, ruj ve makyaj temizleme ürünlerinde) kullanılmaktadır (Ruter, 2002).

Çay tohum yağı tekstil sanayisinde de kullanılır. Pamuk tohumu, susam ve mısır yağları gibi kuruyup okside olmaması avantaj sağlamaktadır. -18 dereceye kadar sıvı akışkan halde kalırlar (James, 1983).

Çay tohumu toz haline getirilerek havuz temizleme ajanı olarak kullanılır. Zehirli metal kalıntısı bırakmadığı için avantajlıdır. Ayrıca çay tohum tozu yüksek protein içeriği sayesinde organik gübre şeklinde kullanılabilir. Tarlalarda ekilmiş ekinlere gelen yer solucanlarını öldürmek için tarım ilacı olarak kullanılırlar. Çay tohum tozu makinelerde oluşan pası yok ettiği için kimya endüstrisinde bu özelliği ile kullanılır. Çay tohum tozunda bulunan saponin karideslerin kabuklarını çıkarmayı hızlandırdığı için karides balıkçıları bu amaçla kullanır (İslamoğlu, 2006).

1.1.4 Dünyada ve Türkiye’de Çay ve Çay Tohumu Yağı Üretimi

2019 yılına ait FAO verilerine göre dünya çay üretimi toplam 6 milyon 497 bin ton olarak gerçekleşmiştir. Dünya çay üretiminin yaklaşık %43’ü Çin’den karşılanmakta olup, 261 tonluk çay üretimiyle Türkiye üretimde %4’lük bir paya sahiptir. Çin, Türkiye’den yaklaşık 38 kat daha fazla çay ekim alanına sahip iken, Türkiye’nin çay verimi Çin’den 3.5 kat daha fazladır. Türkiye’de, 2019 yılı itibariyle, çay tarımının yapıldığı alan 84880 hektar olup, 2019 yılı çay üretimi 261000 tondur (FAO, 2021).

Türkiye’de yaş çay üretimi sadece 5 ilde yapılmaktadır. 2019-2020 yılı ÇAYKUR verilerine göre toplam 2019 yılında dikili çaylık alan 785.693 dekar iken 2020 yılında dikili çaylık alan 786.813 dekadır. 2019 yılında çaylık alanların %67.63’ü Rize, %19.12’si Trabzon, %11.56’sı Artvin ve %2.09’u Giresun-Ordu’da

bulunmaktadır. 2020 yılında çaylık alanların %67.11'i Rize, %19.16'sı Trabzon, %11.64'ü Artvin ve %2.09'u Giresun-Ordu'da bulunmaktadır (Anonim, 2021h).

Çizelge 1.5 2019-2020 Yılları Üretici ve Çaylık Alanlarının İllere Göre Dağılımı (Anonim,2021h)

İLLER	2019				2020			
	Çaylık Alanı		Üretici		Çaylık Alanı		Üretici	
	Dekar	%	Adet	%	Dekar	%	Adet	%
RİZE	527.715	67.23	126.531	63.38	527.999	67.11	127.049	63.26
TRABZON	150.237	19.12	46.816	23.45	150.782	19.16	47.306	23.55
ARTVİN	91.343	11.56	19.171	9.60	91.560	11.64	19.272	9.60
GİRESUN- ORDU	16.398	2.09	7.127	3.57	16.472	2.09	7.218	3.59
TOPLAM	785.693	100	199.645	100	786.813	100	200.845	100

Çin'de, çok uzun zamandır çay tohum yağı yemeklik yağ olarak kullanılmaktadır. Hunan'da yemeklik yağın %50'sini çay tohum yağı oluşturmaktadır. Japonya' da Çin gibi uzun zamandır çay tohum yağını değerlendirmektedir. Japonya'da kullanılan çay tohum yağı *Camellia Japonica* (*Thea Japonica*) cinsinden karşılamaaktadır. Bu yağa "Tsubaki" adını vermişlerdir. Türkiye ise çay bitkisi içimlik olarak kullanılmaktadır (Yazıcıoğlu, T., 1974). Diğer ülkelerde çay arazileri içimlik ve yağlık olarak ayrılmıştır. Ülkemizdeki çay tohumlarının çay ekiminde kullanılması dışında ekonomik olarak hiçbir getirisi yoktur. Türkiye'de de çay bahçelerini ikiye ayırmak uygundur. Bunun nedeni rakım olarak yüksek yerlerde bulunan çay arazilerinde içimlik çay olarak verim az iken tohum verimi daha fazladır. Buna dayanarak yüksek kesimlerdeki arazileri tohumluk yani yağlık, rakımı düşük yerlerdeki arazileri de içimlik olarak ayırmak mantıklıdır (As, 2007).

Daha önce yapılan bir çalışmada bir dönümden 50-250 kg tohum alınabileceğini belirtmiştir (Yazıcıoğlu, 1974). Başka bir çalışma da ise bir dekarda 30-40 kg tohum alınabileceğini belirtmiştir. (Yazıcıoğlu ve ark., 1983). Bu bilgilere bakılarak dekarda 30 kg tohum olduğu düşünülürse 2019 yılında yaklaşık 25500 ton tohum elde edilebileceği hesaplanır. Ülkemizde, çay bitkisi '*Camellia sinensis x Camellia assamica*' melezidir ve bu çay bitkisinde yetişen çay tohumlarının yağ miktarı az olup %25-30 aralığında değişmektedir. *Camellia japonica* ve *Camellia sasanqua* türlerinde yağ miktarı %60-65'e varmaktadır (Yazıcıoğlu, 1974).

Genellikle tohum yağı üretmek için kullanılan geleneksel yöntemler çözücü ekstraksiyonu (petrol eteri, petrol benzeni, hekzan) ve mekanik preslemedir. Ancak çözücü ekstraksiyonu çevre ve güvenlik sorunlarına sebep olur. Mekanik presleme bu sorunları ortadan kaldırır fakat düşük verim alınmasına yol açar. Süperkritik karbondioksit ekstraksiyonu toksik yanıcı olmaması ucuz olması ve yağ veriminin yüksek olması sebebiyle bu yöntem son yıllarda ilgi görmeye başlamıştır (Wang ve ark., 2011).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ülkemizde çay üretiminde '*Camellia sinensis x Camellia assamica*' melezi kullanılmakta olup, yağ içerikleri %25–30 aralığında değişmekte ve içimlik kuru çay üretmek için yetiştirilmektedir. Diğer ülkelerde ise yüksek yağ içeriğine (%60-65) sahip *Camellia japonica*, *Camellia sasanqua* ve *Camellia oleifera* çay türleri yağlık amaçlı yetiştirilmektedir (İlhan, 2007). Japonya ve Çin'de yağlık ve içimlik kuru çay üretimi için kullanılacak bahçeler ayrı ayrı ekilmektedir. Ülkemizde çay bitkisi taban araziye göre yüksek kesimlerde daha fazla çay tohumu verdiğinden, yüksek kesimlerdeki çay bahçeleri yağlık, taban arazilerdeki çay bahçeleri de içimlik olarak ayrılmaktadır (As, 2007). Daha önceki çalışmalarda çay tohumu veriminin dekarda 30-250 kg arasında değiştiği ve alınan tohum miktarının çay yaprak verimini etkilemediği bildirilmiştir (Yazıcıoğlu, 1974; Yazıcıoğlu ve ark., 1983).

Çay yağı yemeklik olarak en yaygın Çin'de kullanılmakta olup Çin'de yaşayan insanların 7/1 yemeklik yağ olarak çay tohumu yağını tükettiği; hatta Hunan eyaletinde halkın %50'sinin pişirmelik yağ olarak çay tohum yağını tercih ettiği bildirilmiştir (İlhan, 2007).

Sahari ve ark., (2004) tarafından yapılan çalışmada çay tohum yağının kimyasal içeriği araştırılmış ve bazı karakteristik özellikleri zeytinyağı ve ayçiçek yağları ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada çay tohum yağının iyot sayısının zeytin yağıninkine benzer ve ayçiçek yağıninkinden düşük olduğu; sabunlaşma sayısının ise diğer yağlara benzer olduğu bulunmuştur. Çay tohum yağının yağ asiti kompozisyonuna bakıldığında ise genel olarak zeytin yağıninkine benzer olduğu; tekli doymamış yağ asiti olan oleik asit içeriğinin %56, çoklu doymamış yağ asitlerinden ω -6 olan linoleik asit içeriğinin %22 ve ω -3 olan linolenik asit içeriğinin ise %0.3 olduğu tespit edilmiştir. Çay tohum yağı ayçiçek yağına ilave edildiğinde (%5), ayçiçek yağının oksidasyon stabilitesini arttırdığı bildirilmiştir.

Haiyan ve ark., (2007) çalışmalarında avakado, kabak, soya, susam ve çay tohum yağlarının yağ asiti kompozisyonunu, toplam fenolik içeriğini, fenolik bileşenlerini ve uçucu bileşenlerini karşılaştırmışlardır. Yüksek tekli doymamış yağ asiti (oleik asit) ve düşük çoklu doymamış yağ asiti içeriği ile çay yağının diğer yağlara göre daha iyi bir yağ asiti görüntüsüne sahip olduğunu bildirmişlerdir.

İlhan (2007) çalışmasında, Karadeniz Bölgesinden toplanan çay tohumlarının yağ oranlarını 2005 yılı hasatında %32.3; 2006 yılı hasatında ise %35.1 olarak tespit etmiştir. 2005 yılı hasatında oleik asit içeriğini %59.04, linoleik asit içeriğini %21.95 ve linolenik asit içeriğini de %0.25; 2006 yılı hasatında ise oleik asit içeriğini %61.26, linoleik asit içeriğini %20.00 ve linolenik asit içeriğini de %0.35 olarak bulmuştur.

Fatti-far ve ark., (2006) tarafından çay tohum yağından margarin eldesi üzerine bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada İran'da yetişen çay bitkisinin tohum yağları, NaOH katalizörlüğünde farklı sıcaklık ve sürelerde interesterifikasyonla margarine dönüştürülmüş ve elde edilen bu ürünün ticari olarak üretilen margarinlere benzer olduğu tespit edilmiştir (Fatti-far ve ark., 2006).

Çay tohumu kabuğunun kimyasal bileşenleri ve biyoaktif özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada *Camellia oleifera Abel*'in meyve kabuğunda suda çözünür bir polisakarit tespit edilmiştir. HPLC analizinde bu polisakaritin, ramnoz, fruktoz, arabinoz, mannoz, galaktoz ile glukozdan oluştuğu, yapılan in vitro testlerde de antitümör ve antioksidan etki gösterdiği bulunmuştur (Jin, 2012).

Zhang ve ark., (2013) tarafından çay (*Camellia oleifera Abel*) tohum kabuğu ekstraktlarının antioksidan ve antiradikal aktiviteleri, toplam fenolik ve ekstrakte edilebilir yoğunlaşmış tanen miktarı ve fenolik bileşenleri araştırılmıştır. Çalışmada çay tohumu kabuklarının yüksek fenolik içeriğine(gallik asit eşdeğeri, GAE>144 mg/g), yüksek ekstrakte edilebilir yoğunlaşmış tanen içeriğine(ETC>96 mg/g), yüksek antioksidan kapasitesine(askorbik asit eşdeğeri, AAE>5.5 mg/g) ve yüksek antiradikal aktivitesine(IC₅₀<2.1 mg/ml) sahip olduğu; baskın fenolik bileşenin gallik asit olduğu ve bu özellikleri ile çay tohumu kabuğunun doğal antioksidan kaynağı olarak kullanım potansiyeline sahip olduğu bildirilmiştir.

Cheng ve ark., (2014) tarafından yapılan bir çalışmada ketoprofen gibi nonsteroid iltihap önleyici ve ağrı kesici ilaçların sebep olduğu (ilaç yan etkisi) gastrointestinal mukoza oksidatif hasarını çay tohum yağının önlediği, anti-ülser etkili olduğu ortaya konmuştur.

Lin ve ark., (2011) çay (*Camellia oleifera Abel*) tohum yağından biyodizel üretip, elde ettikleri bu biyodizelin ticari biyodizelle karşılaştırıldığında daha yüksek

yanma ısı ve parlama noktasına, daha düşük kinematik viskozite, su içeriği ve karbon kalıntısına sahip olduğunu; daha düşük peroksit ve asitlik değeri ile daha yüksek oksidatif stabiliteye sahip olduğunu bulmuştur.

Li ve ark., (2014) yağı alınmış çay (*Camellia oleifera Abel*) tohumundan üç ana bileşen (saponin, protein ve polisakkarit) izole etmişler ve bunların antioksidan ve antitümör etkilerini karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında proteinin en yüksek antioksidan etki gösterirken, polisakkaritin en yüksek antitümör etkiye sahip olduğunu bulmuşlardır.

Çay tohumundan yağ alındıktan sonra geriye kalan küspeden saponinin uzaklaştırıldığı ve hayvan yemi olarak kullanıldığı, elde edilen saponinin de emülgatör olarak pestisitlerde, köpürtücü ajan olarak yangın söndürücülerde ve detarjanlarda kullanıldığı bildirilmiştir (Yazıcıoğlu, 1974; Yazıcıoğlu ve ark., 1977; Ruter, 2002).

Lee ve ark., (2007) yaptıkları *in vivo* deneylerde çay tohum yağının CCl₄ kaynaklı oksidatif hasara karşı karaciğeri koruduğunu ve bu etkinin de çay tohum yağının antioksidan ve serbest radikalleri süpürücü etkisinden kaynaklanmış olabileceğini bildirmişlerdir.

Lee ve ark., (2006) beş farklı çözücüyle (metanol, etanol, aseton, etil asetik ve asetonitril) ekstrakte ettikleri çay tohumu yağlarının antioksidan kapasitelerini ve biyoaktif etkiye sahip bileşenlerini araştırdıkları çalışmalarında metanolla ekstrakte edilmiş çay tohum yağının en yüksek antioksidan etkiye sahip olduğunu bulmuşlardır. Yaptıkları HPLC-DAD analizinde metanollü çay yağı ekstraktında antioksidan etkiye katkısı olan iki pik tespit etmişler, bunlardan birini sesamin diğerini de tamamen yeni bir bileşik olan 2,5-bis-benzo [1, 3] dioksol-5-il-tetrahidro-furo [3,4- d] [1, 3] dioksin olarak EI-MS, IR, ¹H NMR, ve ¹³C NMR teknikleri ile tanımlamışlardır. Tespit edilen her iki bileşiğinde kırmızı kan hücrelerinde H₂O₂ aracılı reaktif oksijeni azaltarak yüksek antioksidant etki gösterdikleri bildirilmiştir.

Çiftçi (2014) yüksek lisans çalışmasında, çay tohumunda bulunan saponin maddesinin gökkuşağı alabalıklar (*Oncorhynchus mykiss*) üzerindeki antimikrobiyal etkileri agar difüzyon yöntemiyle incelenilmiştir. Çay tohumunda bulunan saponin maddesinin antimikrobiyal etkisi *Yersinia ruckeri*, *Pseudomonas putida*, *P. luteola*,

Aeromonas hydrophila ve *Listonella anguillarum* (*Vibrio anguillarum*) bakterileri üzerinde deneme yapılmıştır. Çay tohumu saponini sıvılaştırılmış ve katı şekilde balık yemine katılmış ve antimikrobiyal olarak incelenen bakteriler arasından *Vibrio anguillarum* bakterisi için zon oluşturduğu gözlemlenmiştir. Katı halde verilen çay tohumu tozuna göre sıvılaştırılarak verilen çay tohumu balıkların hayatta kalma oranında daha fazla etili olduğu gözlemlenmiştir. Bu tez çalışması ile denizde kafes sisteminde yetiştirilen alabalıkların çay tohumu ile beslendiklerinde *Vibrio anguillarum* enfeksiyonlarına karşı olumlu etkilediği ve hayatta kalma oranının arttığı tespit edilmiştir.

Yeşil çay (*Camellia sinensis*) yapraklarının kateşinler ve kafein gibi aktif maddeler içerdiği ve yaygın olarak faydalı malzemeler olduğu bilinmektedir. Hasegawa ve ark., (2011) tarafından yapılan çalışmada yeşil çay tohumları ile yeşil çay yapraklarının bileşenleri karşılaştırılmıştır. Tohumlarda kafein bulunurken, kateşinler (Genellikle yeşil çay yapraklarından elde edilir.) gözlenmemiştir. Daha sonra yeşil çay tohumlarının hekzan ekstraktlarının ve metanol ekstraktlarının bileşenleri araştırılmıştır. Heksan ekstraktlarının, linoleik gliseride (%20) ek olarak yüksek miktarlarda oleik gliserid (%79.9) içerdiğini bulmuşlardır. Bu gliseridlerin yapılarını NMR spektroskopisi ve bir yağ asidi ve gliserolden sentezle doğrulamışlardır (Hasegawa ve ark., 2011).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal (Çay Tohumu Numunelerinin Temini)

Çalışmada kullanılan *Camellia Sinensis* tohumu numuneleri, Artvin (Hopa ilçesi Selimiye mahallesi) ve Ordu (Gülyalı ilçesi Kestane mahallesi) illerinde farklı aylar ve yıllarda temin edilmiştir. Çizelge 3.1’de çay tohumu örneklerinin toplandığı dönem ve iller verilmiştir. Artvin ve Ordu illerinde toplanan çay tohumları doğal ortamda kurutulup öğütüldükten sonra -18°C de muhafaza edilmiştir. Artvin ilinde hasad edilen çay tohum örnekleri AHÇT; Ordu ilinde hasat edilen çay tohum örnekleri de OHÇT diye kodlanmıştır.

Çizelge 3.1 Çay Tohumu Örneklerinin Toplandığı Dönem ve İller

DÖNEM	ORDU	ARTVİN
Dönem I	Ekim 2018	Ekim 2018
Dönem II	Kasım 2018	Kasım 2018
Dönem III	Ekim 2019	Ekim 2019
Dönem IV	Kasım 2019	Kasım 2019

3.2 Yöntem

3.2.1 Kuru Madde Miktarı Tayini

Öğütülmüş çay tohumu örneklerinde kuru madde analizi yapmak için petri kapları 1 saat etüvde bekletilip soğuması için desikatöre alınıp soğuduğunda daraları kaydedilmiştir. Daha sonra petri kaplarına hassas terazide beşer gram çay tohumu örnekleri tartılmıştır. Sabit tartıma gelene kadar 103±2°C’de etüvde tutulmuştur. Sabit tartıma gelince desikatöre alınıp soğuduktan sonra hassas terazide tartılmıştır. Oluşan ağırlık farkı hesaplanıp kuru madde miktarı hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2010).

$$\% \text{ Kuru Madde (g/100g)} = ((M_2 - M_1) / M_0) \times 100$$

M₀: Örnek Miktarı (g)

M₁: Petrinin Darası (g)

M₂: Petrinin Son Tartımı (g)

3.2.2 Toplam Kül Tayini

Kül tayini yapılacak krozelerin 1 gün boyunca 800°C yakılıp temizlenmiştir. Yakılan krozeler soğuması için desikatörde bekletilmiştir. Soğuyan krozelerin darası alınıp her örnekten 3’er gram tartıp kül fırınına koyulmuştur. Kül fırını ilk önce 100

°C de çalıştırılmıştır. Daha sonra birer saat ara ile sıcaklık yükseltilmiştir. 100°C’ den sonra 200°C, 300°C, 400°C ve 550°C şeklinde sıcaklıklar yükseltilmiştir. 550°C’de örnekler beyazlaşınca kadar (yaklaşık 24 saat) bekletilmiştir. Örnekler beyazladığında krozel desikatöre alınıp soğutulmuştur. Daha sonra hassas terazide son tartım yapılmıştır (Kaçar ve İnal, 2008).

$$\% \text{ K\u00fcl (g/100g)} = ((M_2 - M_1) / M_0) \times 100$$

M₀: \u00d6rnek Miktarı (g)

M₁: Krozenin Darası (g)

M₂: Krozenin Son Tartımı (g)

3.2.3 Protein Tayini

\u00c7ay tohumu \u00f6rneklerinde bulunan protein miktarlarının tayini i\u00e7in Kjeldahl y\u00f6ntemi kullanılmıştır. İlk olarak daha \u00f6nce ya\u011f\u0131 alınm\u0131\u015f \u00c7ay tohumu k\u00fcspesinden 0.5 g Kjeldahl t\u00fcp\u00fcn\u00fcn i\u00e7ine tartılmıştır ve \u00fczerine kataliz\u00f6r bir tablet konulmu\u015ftur. Daha sonra \u00fczerine 12 ml s\u00fclf\u00fcr\u00fck asit (H₂SO₄) ilave edilmi\u015ftir. Bundan sonraki a\u015famada kjendahl t\u00fcpleri i\u00e7indeki organik maddeleri okside etmek i\u00e7in t\u00fcpler protein tayin cihazında bulunan yakma \u00fcnitesine konulmu\u015f, 150°C’de 5 dakika, 300°C’de 40 dakika, 420 °C’de 90 dakika \u015feklinde kademeli olarak sıcaklık art\u0131\u015f\u0131 yapılm\u0131\u015ftir. \u0130\u015lem sonunsa t\u00fcpler yakma \u00fcnitesinden alınm\u0131\u015f ve i\u00e7eri\u011finin berrak mavi-ye\u015fil renge d\u00f6n\u00fc\u015ft\u00fc\u011f\u00fc g\u00f6zlenmi\u015ftir. T\u00fcplerin oda sıcaklı\u011f\u0131 derecesine kadar so\u011fuması beklenmi\u015f ve so\u011fudu\u011funda distilasyon yapılm\u0131\u015ftir. Distilasyon yap\u0131l\u0131rken 30 ml %4’l\u00fck borik asit (w/v), 50 mL %35’lik NaOH (w/v), 50 ml distile su kullanılmıştır. Bu i\u015lem ortalama iki bu\u00e7uk dakika s\u00fcrm\u00fc\u015f ve borik asitte (H₃BO₃) toplanan destilat metilen kırmızısı-bromkresol kar\u0131\u015fik indikat\u00f6r\u00fc kullanılarak 0.1 N Hidroklorik Asit (HCl) ile titre edilmi\u015f ve i\u00e7erikteki toplam azot miktar\u0131 bulunmu\u015ftur (James, 1995).

$$\% \text{ Protein} = (0.0028 \times V \times 100 \times 6.25) / M$$

V: Deney numunesi i\u00e7in kullanılan 0.1 N HCl \u00e7\u00f6zeltisinin hacmi (ml)

M: Deney numunesi a\u011frlı\u011f\u0131 (g)

3.2.4 Ya\u011f Miktarı Tayini

Ya\u011f tayini soxhalet ekstrasyon metodu ile yapılacaktır. Daha \u00f6nce \u00f6\u011f\u00fct\u00fclen tohumlar ya\u011f tayini yapılmadan \u00f6nce 103\u00b12°C’de bir 1-2 saat kurutulmu\u015ftur. Kuruyan \u00f6\u011f\u00fct\u00fclm\u00fc\u015f tohumlardan filtre ka\u011f\u0131dına 5 g \u00f6rnek tartılmıştır ve kartu\u015flara

yerleştirilmiştir. Her bir örnek için yaklaşık 100 ml n-Hekzan Soxhalet beherine konulacaktır. Soxhalet cihazının sıcaklığı 120-130°C'ye, Immersion aşaması 30 dakikaya, Washing aşaması 150 dakikaya, Recovery aşaması 45 dakikaya ayarlanmıştır (Daha önce yapılan denemelerde en iyi sonuca bu şekilde varılmıştır.). Ekstraksiyon işleminden sonra beherlerde toplanan yağın içerisinde n-Hekzan bulunmaması için beherler 103±2°C'ye ayarlanmış etüvde yaklaşık bir saat bekletilmiş daha sonra soğuması için etüve alınmıştır. Soğuyan örnekler hassas terazide tartılıp % de yağ hesaplanmıştır (James, 1995).

$$\% \text{ Yağ (g/100g)} = ((M_2 - M_1) / M_0) \times 100$$

M₀: Kurutulmuş numune ağırlığı (g)

M₁: Boş beher ağırlığı (g)

M₂: Ekstraksiyon sonrası beher ağırlığı (g)

3.2.5 Serbest Yağ Asitliği Tayini

AOCS Ca 5a-40 metoduna göre tespit edilmiştir. 1 gram yağda bulunan serbest yağ asitlerini nötrleştirmek için gerekli olan NaOH (sodyum hidroksit)'in mg cinsinden ağırlığının hesaplanmış ve sonuç oleik asit cinsinden bulunmuştur. 1:1 şeklinde oranlanmış saf alkol (etil alkol) / dietil eter karıştırılmıştır. Bu karışımdan erlene 100 ml koyulmuştur. Üzerine %1'lik etil alkol ile hazırlanmış fenolftalein indikatörü 1-2 damla damlatılmıştır. Daha sonra nötrleştirmek için 0.1 N NaOH çözeltisi ile pembe renk elde edilene kadar titre edilmiştir. Çay tohum yağından 2 g tartılmıştır ve daha önce hazırlanan nötr karışım yağın üzerine ilave edilmiştir. Elde edilen karışımın tekrardan nötr olması için 0.1 N NaOH çözeltisi ile pembe renk oluşana kadar tekrar titre edilmiştir. Harcanan NaOH miktarı kaydedilmiş ve % oleik asit cinsinden serbest yağ asitleri miktarı bulunmuştur (Anonim, 1990).

$$\% \text{ Serbest Yağ Asitleri} : (0.1 \times V \times 282) / (10 \times m)$$

V: Titrasyonda harcanan NaOH çözeltisinin hacmi (ml)

m: Analizde kullanılan çay tohum yağının ağırlığı (g)

1:1 Oranında Saf Alkol/Dietileter Hazırlama: 1000 mL saf alkol (%95'lik etil alkol) ile 1000 mL dietileter karıştırılmıştır.

Fenolftalein İndikatörü (%1'lik) Hazırlama: 1 g fenolftalein intikatörü tartılıp 10 mL'e destile su ile tamamlanmıştır.

3.2.6 Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi

1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) radikali ile trolox eşdeğeri (TE) olarak antioksidatif kapasite belirlenmiştir. Bütanol ile hazırlanan DPPH çözeltisi spektrofotometrede 515 nm'de okutulmuş ve absorbans değeri 0,700 (0.7±0.2) bulunmuştur. Hazırlanan DPPH çözeltisinden 1500 µl pipetle çekilip mikroküvet içerisine koyulmuştur. Üzerine 40 µl yağ numunesi eklenmiş ve oda sıcaklığında yarım saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon bittiğinde absorbanslar bütanole karşı 515 nm'de okunmuştur. Aşağıda belirtilen şekilde hazırlanan trolox çözeltisinden farklı miktarlarda alınarak üzeri bütanolle tamamlanmıştır (Örneğin hazırlanmış trolox çözeltisinden 50 µl alınıp üzerine 950 µl bütanol eklenmiştir.). Farklı konsantrasyonlarda trolox hazırlanmıştır. Bu konsantrasyonlar spektrofotometrede okutulup bunlara karşılık gelen absorbans değerleri yazılarak trolox standart eğri çizilmiştir. Çizilen standart eğriden bulunan denklem kullanılarak çay tohum yağı örneklerine ait absorbans değerlerine karşılık gelen konsantrasyonlar hesaplanmıştır (Şahin, 2011).

Ek-1'de örnek bir trolox standart eğrisi gösterilmiştir.

DPPH Hazırlama: 0.0118 g DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) tartılıp bütanol (C₄H₉OH) ile 50 ml'ye tamamlanmıştır.

Trolox Hazırlama: 0,0126 g Trolox tartılıp bütanol (C₄H₉OH) ile 10 ml'ye tamamlanmıştır.

Ek 1'de örnek bir trolox standart eğrisi gösterilmiştir.

3.2.7 Toplam Fenolik Madde Tayini

Folin-ciocalteau reaktifi ile gallik aside eş değeri (GAE) olarak toplam fenolik madde tayini belirlenmiştir. Mikroküvete ilk önce 1300 µl destile su üzerine, 20 µl çay tohum ekstraktı üzerine, 50 µl folin-ciocalteau ayracı eklenmiş ve iki dakika sonra 150 µl doymuş Na₂CO₃ ilave edilmiştir. Mikroküvetler parafinle kapatıldıktan sonra çalkalanmıştır. Daha sonra bir saat karanlık ortamda bekletilmiştir. Toplam fenolik madde miktarını öğrenmek için 765 nm'de spektrofotometrede absorbans değerleri okunmuştur. Gallik asit standardına göre fenolik madde miktarı hesaplanmıştır. Gallik asit standardı oluşturmak için farklı konsantrasyonlarda gallik asit hazırlanmış ve absorbansları okutulup gallik asit

standart eğrisi çizilmiştir. Bu standart eğrisinden elde edilen denklem kullanılarak örneklere ait absorbansa denk düşen konsantrasyonlar hesaplanmıştır (Singleton and Rossi, 1965).

Ek 2’de örnek bir gallik asit standart eğrisi gösterilmiştir.

Çay tohum ekstraktı hazırlama: İki farklı ekstrakt hazırlanmıştır. Birincisi yağı alınmış küspe erlenlere 2.5 g tartılmış ve 50 ml’ye tamamlanmıştır. 45 dakika boyunca manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. İkincisi öğütülmüş çay tohumundan erlenlere 2.5 g tartılmış ve 50 ml’ye tamamlanmıştır. 45 dakika boyunca manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Karıştırma işlemi bitince ekstraktlar süzme filtre kağıdından süzülmüştür.

Sodyum Karbonat (Na₂CO₃) Hazırlama: Hassas terazide 20 g Na₂CO₃ tartılmış ve 100 ml’ye saf su ile tamamlanmıştır.

Gallik Asit Hazırlama: Hassas terazide 0.1 g gallik asit tartılıp 50 ml’ye saf su ile tamamlanmıştır.

3.2.8 Yağ Asidi Kompozisyonun Belirlenmesi

Çay tohumu yağ numunesi FAME DGF c-VI11d metodu kullanılarak bazik şartlarda esterleştirilmiş ve yağ asidi kompozisyonunu yağ asitlerinin metil esterleri biçiminde türevlendirilerek kromatografik şekilde tayin edilmiştir. 60 mg yağ örneğine 4 ml hekzan eklenip çözdürülerek esterleşmenin oluşması için %25’lik 1 ml potasyum metilat çözeltisi ile muamele edilmiştir. Sonra %25’lik 0.5 ml sülfürik asit çözeltisi eklenerek nötralizasyon elde edilmiştir. Üstteki kısım alınıp buna 1 g sodyum hidrojen sülfat eklenip çalkalanarak filtre kağıdından geçirilmiş ve sonra 10 ml’ye hekzanla tamamlanarak türevlendirme işlemi tamamlanmıştır. Daha sonra -18 °C’de 24 saat bekletilip 1 µl Gaz Kromatografisi cihazına (GC; Shimadzu 2010) bağlı bir TR-CN100 (100 m × 0.25 mm, 0.20 µm) kolonuna enjeksiyon edilmiştir. Alev İyonizasyon Dedektörünün (FID) kullanıldığı Gaz Kromatografisinde taşıyıcı gaz olarak kullanılan azotun akışı 30 ml/dk şeklinde ayarlanmıştır. Kolonun sıcaklığı, 140°C’den 240°C dereceye gelene kadar beş dakika bekletilip sonra 1 dakikada 4 derece artırılarak yükseltilmiş ve bu sıcaklıkta 15 dakika kalması sağlanmıştır. Enjeksiyon portu ve dedektörün sıcaklığı 250 °C, split oranı 100 olarak

ayarlanmıştır. Piklerin tanımlanmasında FAME (Restek) standardından yararlanılmış ve böylece yağ asitlerinin yüzde miktarları bulunmuştur (DGF, 1998).

Ek 3'te çay tohumu yağ numunelerine ait örnek bir yağ asiti kompozisyonu kromatogramı verilmiştir.

3.2.9 İstatistiksel Analiz

ay tohumu yağı numuneleri üzerine yapılan bu tez çalışmasında istatistiksel analizler için SPSS programı kullanılmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda elde edilen veriler arasındaki farkların belirlenmesi için çift yönlü varyans analizi (ANOVA) ile Tukey oklu karşılaştırma testi yapılmıştır.

4.BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 Kuru Madde Miktarı

Çizelge 4.1’de farklı dönemlerde ve farklı illerden hasat edilen çay tohumu numunelerinde bulunan kuru madde miktarı verilmiştir. Çizelge 4.1 incelendiğinde Artvin ilinde hasat edilen çay tohumları içinde en fazla kurumadde miktarına %95.21±0.28 ile Dönem II ve %94.79±0.29 ile Dönem I sahip olurken, en az kuru madde miktarına %91.56±0.05 ile Dönem IV ve %91.66±0.39 ile Dönem III sahip olmuştur. Ordu ilinde en fazla kuru madde miktarına %95.04±0.09 ile Dönem I ve %94.81±0.01 ile Dönem II sahip olurken, en az kuru madde miktarına %90.09±0.10 ile Dönem IV sahip olmuştur. İki bölge arasında en fazla kuru madde miktarı %95.21±0.28 ile Dönem I’de Artvin ilinde görülürken, en az kuru madde miktarı Ordu ilinde %90.09±0.10 ile Dönem IV’de görülmüştür.

Özdemir ve ark., (2001) çay tohumunun bazı fiziksel özellikleri ve kimyasal bileşimini belirlemek için Çay Araştırma Enstitüsü deneme bahçelerinden Ekim 1998’de topladıkları çay tohumu numunelerinde kuru madde miktarlarını % 91.17 olarak tespit etmişlerdir. Özdemir ve ark., (2001)’in bulduğu bu değer, bu çalışmada tespit edilen 2019 yılı (Dönem III ve Dönem IV) hasadı çay tohumlarının kuru madde miktarlarına benzer, 2018 yılı (Dönem I ve Dönem II) hasadı çay tohumlarınınkinden ise biraz düşük olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.1 Hasat dönemi ve hasat iline bağlı çay tohumlarına ait kuru madde miktarları (%)

Hasat Zamanı	Hasat İli	
	AHÇT	OHÇT
Dönem I	94.79±0.29 ^B	95.04±0.09 ^C
Dönem II	95.21±0.28 ^B	94.81±0.01 ^C
Dönem III	91.66±0.39 ^A	91.47±0.03 ^B
Dönem IV	91.56±0.05 ^A	90.09±0.10 ^A

Kuru madde miktarı ortalaması ± Kuru madde miktarı standart hatası. Aynı sütunda olup değişik üst büyük harflerle verilen sonuçlar birbirlerinden istatistiksel ($p<0.05$) olarak farklıdır.

Farklı dönem ve farklı illerden hasat edilen çay tohumu numunelerinin kuru madde miktarlarına uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Varyasyon analiz sonucunda hasat dönemi, hasat ili ve hasat dönemi x hasat ili kaynakları kuru madde miktarları $p<0.05$ önemli derecede etkide bulunmuştur. Hasat dönemi olarak incelendiğinde en yüksek kuru madde miktarı %95.21 ile Dönem

II’de hasat edilen çay tohumlarında olurken, en düşük kurumade miktarı %90.09 ile Dönem IV’te hasat edilen çay tohumlarında olmuştur.

Çizelge 4.2 Farklı il ve farklı dönemlerde hasat edilen çay tohumu numunelerinin kuru madde miktarlarına uygulanan varyans analizi sonuçları

Varyasyon Katsayısı	SD	KO	F	P
Tohum Hasat Dönemi	3	19.324	439.743	0.003*
Tohum Hasat İli	1	0.816	18.576	0.001*
Hasat Dönemi x Hasat İli	3	0.529	12.037	0.002*
Hata	8	0.044	-----	
Toplam	16			

*İstatistiksel olarak ($p < 0.05$) önemlidir.

Çay tohumunun farklı dönemlerde hasat edilen çay tohumu örneklerinin kuru madde miktarlarına yapılan Tukey çoklu karşılaştırma analiz sonuçları Çizelge 4.3’te verilmiştir. Çizelge 4.3 incelendiğinde Dönem II’de toplanan çay tohumunda bulunan kuru madde miktarının en yüksek olduğu görülmektedir. Dönem I ve Dönem II’nin istatistiksel olarak birbirinden farklı olmadığı görülmüştür. Dönem I- Dönem II, Dönem III ve Dönem IV toplanan örneklerin kuru madde miktarları istatistiksel olarak farklı olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.3 Çay tohumu kuru madde miktarlarının dönemlere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Dönem	n	Kurumadde Oranı (%)
Dönem I	6	94.92±0.22 ^c
Dönem II	6	95.01±0.28 ^c
Dönem III	6	91.56±0.25 ^b
Dönem IV	6	90.82±0.84 ^a

Farklı harfler, hasat dönemler arasındaki farklılığı göstermektedir ($p < 0.05$).

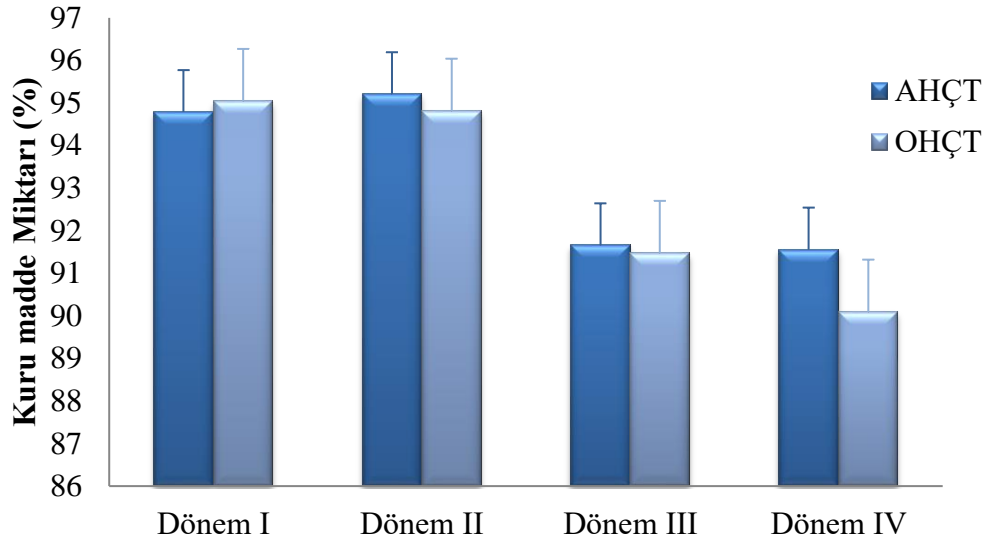
Çizelge 4.4’de farklı illerden hasat edilen çay tohumu örneklerinin kuru madde miktarlarına uygulanan Tukey çoklu karşılaştırma analiz sonuçları verilmiştir. Çizelge 4.4 incelendiğinde Artvin ilinden hasat edilen çay tohumlarının kuru madde miktarları ile Ordu ilinden hasat edilen çay tohumlarının kuru madde miktarları arasında istatistiksel olarak önemli anlamda farklılık görülmemiştir.

Çizelge 4.4 Farklı illerden hasat edilen çay tohumu örneklerinin kuru madde miktarlarına uygulanan Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İl	n	Kurumadde Oranı (%)
AHÇT	12	93.30±1.83 ^a
OHÇT	12	92.85±2.27 ^a

Farklı harfler, iller arasındaki farklılığı göstermektedir(p<0.05).

Şekil 4.1’de çay tohumu numunelerinin kuru madde miktarına ilişkin, tohum hasat ili x tohum hasat dönemi interaksiyon grafiği sunulmuştur. Yapılan varyans analiz neticesinde hasat ili x hasat dönemi interaksiyonu çay tohumu numunelerinin kuru madde miktarları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.



Şekil 4.1 Hasat ili ve hasat döneminin çay tohumu örneklerinin kuru madde miktarına etkisi

Hasat dönemi olarak incelendiğinde en yüksek kuru madde miktarı Artvin ili için Dönem II’de görülürken Ordu ilinde Dönem I’de olduğu görülmektedir. Şekil 4.1 incelendiğinde Ordu ilinde Dönem I’den itibaren kuru madde miktarı sürekli azalış gösterirken Artvin ilinde Dönem I’den Dönem II’ye kadar artış daha sonra Dönem III’ten itibaren sürekli azalış göstermiştir. En düşük kuru madde miktarı Dönem IV’te Ordu ilinde görülmüştür.

4.2 Kül Miktarı

Çay tohumu örneklerinin kül miktarları hasat ili ve hasat dönemi farkına göre değişimi Çizelge 4.5’de izlenmektedir. Çizelge incelendiğinde istatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemli seviyede farklılıklar bulunmuştur. Çay tohumu örnekleri

içerisinde en yüksek kül miktarı 3.63 ± 0.02 ile Ordu ilinde Dönem III'de hasat edilen çay tohumunda tespit edilmiştir. Çay tohumu örnekleri içerisinde en düşük kül miktarı 2.36 ± 0.00 ile Artvin ilinde Dönem IV'te hasat edilen çay tohumlarında tespit edilmiştir. Çizelge 4.5'de hasat illeri incelendiğinde 2.36 ± 0.00 ile Artvin ilinde Dönem IV'te en düşük kül miktarı gözlenirken, en yüksek kül miktarı 3.41 ± 0.08 ile Dönem I'de hasat edilen çay tohumlarında gözlemlenmiştir. Ordu ilinde ise en yüksek kül miktarı 3.63 ± 0.02 ile Dönem III'de gözlemlenirken en düşük kül miktarı 3.05 ± 0.00 ile Dönem II'de hasat edilen çay tohumlarında gözlemlenmiştir.

Özdemir ve ark., (2001)'nin yaptıkları çalışmada buldukları kül miktarı (%3.1) ile bu çalışmadan elde edilen veriler kıyaslandığında; Artvin ilinden hasat edilen tohumlarda Dönem III ve Dönem IV'e ait numunelerin kül miktarlarından daha yüksek, Dönem II'ye benzer, Dönem I'den ise daha düşük olduğu; Ordu ilinden hasat edilen tohumlardan sadece Dönem II'ye yakın diğerlerinden ise küçük olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.5 Hasat zamanı ve hasat iline bağlı çay tohumlarına ait kül miktarları (%)

Hasat Dönemi	Hasat İli	
	AHÇT	OHÇT
Dönem I	3.41 ± 0.08^C	3.45 ± 0.09^{BC}
Dönem II	3.00 ± 0.00^B	3.05 ± 0.00^A
Dönem III	2.85 ± 0.01^B	3.63 ± 0.02^C
Dönem IV	2.36 ± 0.00^A	3.36 ± 0.01^B

Kül miktarı ortalaması \pm Kül miktarı standart hatası. Aynı sütunda olup değişik üst büyük harflerle verilen sonuçlar birbirlerinden istatistiksel ($p < 0.05$) olarak farklıdır.

Çizelge 4.6'da farklı il ve farklı dönemlerde hasat edilen çay tohumu numunelerine uygulanan varyans testi sonuçları sunulmuştur. Yapılan varyans testi neticesinde varyans kaynaklarından tohum hasat dönemi, tohum hasat ili ve tohum hasat ili x tohum hasat dönemi kül miktarları $p < 0.05$ düzeyinde önemli etkisi olmuştur.

Çizelge 4.6 Çay tohumu örneklerindeki kül miktarları oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Katsayısı	SD	KO	F	P
Tohum Hasat Dönemi	3	0.250	115.725	0.001*
Tohum Hasat İli	1	0.871	403.656	0.001*
Hasat Dönemi x Hasat İli	3	0.242	112.312	0.001*
Hata	8	0.002	-----	
Toplam	16			

*İstatistiksel olarak ($p<0.05$) önemlidir.

Farklı hasat dönemlerine ait çay tohumu numunelerinin kül miktarlarına uygulanan Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Çizelge 4.7 incelendiğinde farklı dönemlerde hasat edilen çay tohumlarına hasat edilen dönemin istatistiksel anlamda önemli bir etkisi olduğu görülmektedir. Dönem IV hasat edilen çay tohumu örneklerine bakıldığında en düşük kül miktarına sahipken, Dönem I’de toplanan çay tohumu örneklerinin en fazla kül miktarına sahip olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre bakıldığında Dönem I ve Dönem III, Dönem II ve Dönem IV göre kül miktarında bir üstünlük olduğu görülmektedir. Yani ekim ayında hasat edilen çay tohumlarının kül miktarları kasım ayında hasat edilen çay tohumu miktarlarına göre daha fazladır.

Çizelge 4.7 Çay tohumu kül miktarlarının dönemlere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Dönem	n	Kül Oranı (%)
Dönem I	6	3.43±0.07 ^d
Dönem II	6	3.02±0.03 ^b
Dönem III	6	3.24±0.45 ^c
Dönem IV	6	2.86±0.57 ^a

*Dönemler arasındaki farklılıklar farklı harflerle gösterilmiştir($p<0.05$).

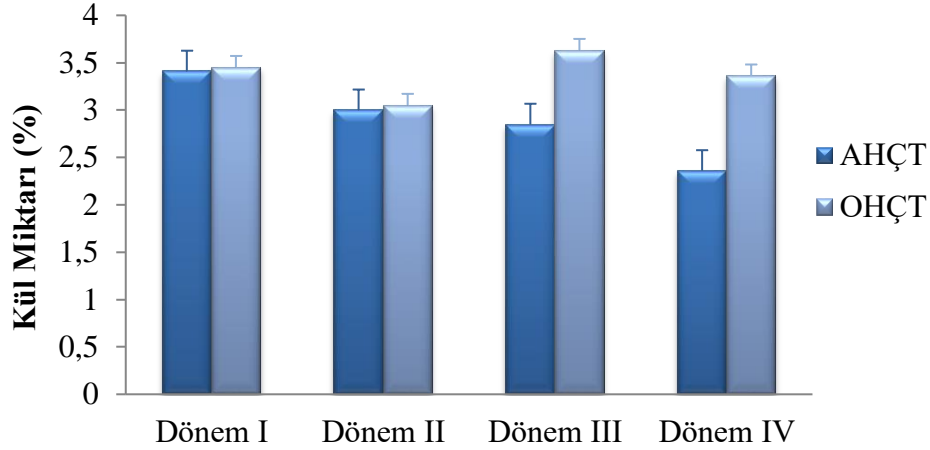
Farklı illerden hasat edilen çay tohumu örneklerine ait yapılan Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.8’de sunulmuştur. Çizelgeye bakıldığında Artvin ilinde hasat edilen çay tohumu örneklerine ait kül miktarı %2.90±0.40 ile Ordu ilinde hasat edilen çay tohumu örneklerine ait kül miktarı %3.37±0.22 ile daha düşük bulunmuştur. İki ilde bulunan kül miktarları karşılaştırıldığında istatistiksel anlamda $p<0.05$ önemli bir fark bulunmuştur.

Çizelge 4.8 Farklı illerde hasat edilen çay tohumu numunelerinin kül miktarları uygulanan Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İl	N	Kül Miktarı (%)
AHÇT	12	2.90±0.40 ^a
OHÇT	12	3.37±0.22 ^b

*İller arasındaki farklılıklar farklı harflerle gösterilmiştir(p<0.05).

Şekil 4.2’de çay tohumu numunelerinin kül miktarlarına ilişkin, tohum hasat ili x tohum hasat dönemi interaksiyon grafiği sunulmuştur. Varyans analiz neticesinde tohum hasat ili x tohum hasat dönemi interaksiyonu çay tohumu numunelerinde bulunan kül miktarı bakımından istatistiksel olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur.



Şekil 4.2 Hasat ili ve hasat döneminin çay tohumu örneklerinin kül miktarına etkisi

Hasat edildiği iller bazında bakıldığında Ordu ilinde hasat edilen çay tohumu örneklerinde bulunan kül miktarları her hasat döneminde Artvin ilinde hasat edilen çay tohumu örneklerinde bulunan kül miktarından daha fazla bulunmuştur. Artvin ilinde hasat edilen çay tohumu örneklerinin kül miktarları Dönem I’den Dönem IV kadar sürekli azalarak seyretmiştir. Ordu ilinde hasat edilen çay tohumu örneklerine ait kül miktarları incelendiğinde Dönem I ve Dönem III’ün, Dönem II ve Dönem IV’e göre daha fazla olduğu görülmektedir. Bu sonuca bakılarak ekim aylarının kasım aylarına göre kül miktarı açısından verimli olduğu görülmektedir.

4.3 Protein Miktarı

Çay tohumu örneklerinin farklı iller ve hasat dönemlere göre protein miktarları Çizelge 4.9’da verilmiştir. Çizelge incelendiğinde hasat edilen çay tohumu örneklerinde en fazla protein miktarı sayısal olarak 15.72 ± 0.60 ile Dönem I’de Ordu ilinde görülürken en düşük protein miktarı 11.72 ± 0.76 ile Dönem I’de Artvin ilinde görülmüştür. Artvin ili için en yüksek protein miktarı 15.25 ± 0.71 ile Dönem III’te hasat edilen çay tohumlarında görülmüştür. Ordu ilinde hasat edilen çay tohumu örneklerinde en düşük protein miktarı 12.03 ± 0.31 ile Dönem IV’te hasat edilen çay tohumlarında görülmüştür.

Daha önce yapılan çalışmalarda protein miktarları; Yazıcıoğlu’nun 1974’de yaptığı çalışmada çay tohumu örneklerindeki protein miktarı %8.4, 1983’de Yazıcıoğlu ve Karaali’nin yaptığı çalışmada %8.8, Özdemir ve ark., (2001)’nin yaptığı çalışmada %8.7 bulunmuştur. Bu tez çalışmasından elde edilen verilerle kıyaslandığında, bu sonuçların daha küçük olduğu görülmektedir. Araştırmacıların protein miktarını daha az bulmalarının nedeni, analiz için çay tohumu örneklerini direkt olarak kullanmaları olabilir. Bu tez çalışmasında ise çay tohumu örneklerinin yağı alındıktan sonra kalan küspede protein analizi gerçekleştirildiğinden protein miktarları daha yüksek bulunmuş olabilir. Nitekim yapılan bir çalışmada, çay tohumu küspesinin protein miktarı bu tez çalışmasına benzer (%18.2) bulunmuştur (Yazıcıoğlu ve Karali, 1983).

Çoğu bitkisel üründe, bitkinin hasat zamanı ve bitkinin yetiştirildiği ortamın ürünün kimyasal bileşimini etkilediği bilinmektedir. Çay tohumunun kimyasal bileşiminin ekolojik koşullara bağlı değişimiyle ilgili literatürde çalışmaya rastlanılmazken, son zamanlarda yapılan çalışmada farklı koşullarda yetiştirilmiş fındıkların farklı zamanlarda hasadına bağlı bileşiminin özellikle protein ve yağ içeriğinin değiştiği bildirilmiştir (Selim, 2019). Benzer şekilde bu çalışmada da çay tohumunun protein içeriğinin hasat zamanı ve bitkinin yetiştirildiği ortama bağlı değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.9 Hasat zamanı ve hasat iline bağlı çay tohumlarına ait protein miktarları (%)

Hasat Dönemi	Hasat İli	
	AHÇT	OHÇT
Dönem I	11.72±0.76 ^A	15.72±0.60 ^B
Dönem II	12.69±0.31 ^A	15.10±0.21 ^B
Dönem III	15.25±0.71 ^B	13.33±0.01 ^A
Dönem IV	12.14±0.01 ^A	12.03±0.31 ^A

Protein miktarı ortalaması ± Protein miktarı standart hatası. Aynı sütunda olup değişik üst büyük harflerle verilen sonuçlar birbirlerinden istatistiksel ($p<0.05$) olarak farklıdır.

Çizelge 4.10'da farklı il ve farklı dönemlerde hasat edilen çay tohumu numunelerinin protein miktarlarına uygulanan varyans testi sonuçları sunulmuştur. Yapılan varyans testi neticesinde tohum hasat dönemi, tohum hasat ili ve hasat dönemi x hasat ili kaynakları protein miktarlarına istatistiksel olarak önemli etkiye bulunmuştur.

Çizelge 4.10 Çay tohumu numunlerinde bulunan protein miktarlarına uygulanan varyans testi sonuçları

Varyasyon Katsayısı	SD	KO	F	P
Tohum Hasat Dönemi	3	30.404	133.835	0.000*
Tohum Hasat İli	1	33.640	148.080	0.000*
Hasat Dönemi x Hasat İli	3	14.171	62.379	0.000*
Hata	8	0.227	-----	
Toplam	16			

*İstatistiksel olarak ($p<0.05$) önemlidir.

Çizelge 4.11'de farklı dönemlerde hasat edilmiş çay tohumu örneklerine uygulanan Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Çizelge incelendiğinde en düşük protein miktarı $12.09±0.08$ ile Dönem IV'te hasat edilen çay tohumu örneklerinde saptanmıştır. En yüksek protein miktarı $14.29±1.18$ ile Dönem III'te hasat edilen çay tohumu örneklerinde saptanmıştır.

Çizelge 4.11 Çay tohumu protein miktarlarının dönemlere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Dönem	n	Protein Oranı (%)
Dönem I	4	13.72±2.37 ^d
Dönem II	4	13.89±1.40 ^b
Dönem III	4	14.29±1.18 ^c
Dönem IV	4	12.09±0.08 ^a

*Farklı dönemler arasındaki farklılıklar farklı harflerle gösterilmektedir. ($p<0.05$).

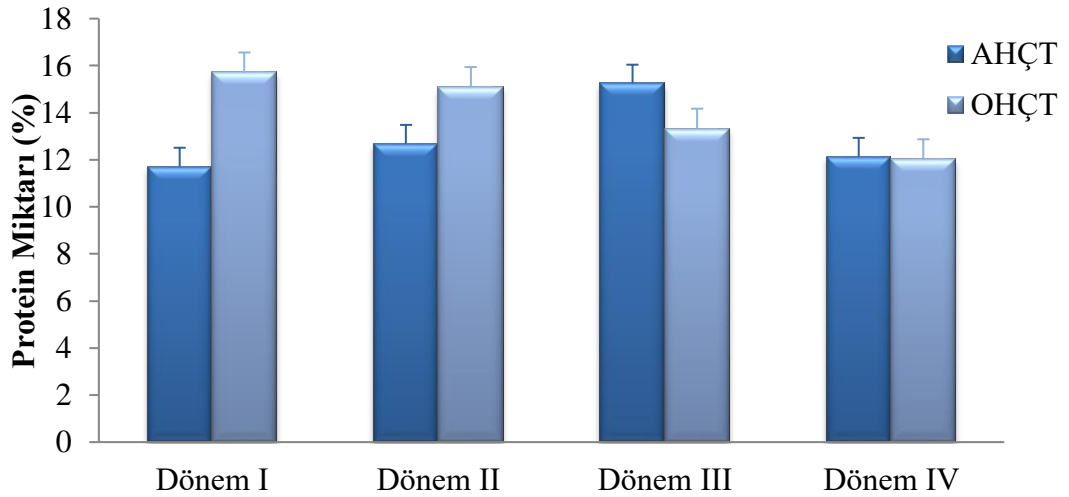
Çizelge 4.12’de farklı illerde hasat edilen çay tohumu örneklerinin protein miktarlarına ait Tukey çoklu karşılaştırma analiz sonucu sunulmuştur. Çizelge incelendiğinde Artvin ilinde hasat edilen çay tohumu örneklerinde bulunan protein miktarı (12.95 ± 1.58) Ordu ilinde hasat edilen çay tohumu örneklerine (14.04 ± 1.58) göre daha düşük protein miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.12 Farklı illerde hasat edilen çay tohumu numunelerinin protein miktarlarına uygulanan Tukey çoklu karşılaştırma analiz sonuçları

İl	n	Protein Oranı (%)
AHÇT	8	12.95 ± 1.58^a
OHÇT	8	14.04 ± 1.58^b

*Farklı iller arasındaki farklılıklar farklı harflerle gösterilmektedir ($p < 0.05$).

Çay tohumu örneklerinin protein değerlerine ait, tohum hasat ili x tohum hasat dönemi interaksiyon grafiği Şekil 4.3’te verilmiştir. Varyasyon analizi sonucunda hasat ili, hasat dönemi ve hasat ili x hasat dönemi istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur.



Şekil 4.3 Hasat ili ve hasat döneminin çay tohumu örneklerinin protein miktarına etkisi

Şekil 4.3 incelendiğinde Artvin ilinde hasat edilen çay tohumu örneklerinde bulunan protein miktarı Dönem III’e kadar artış seyrederken Dönem IV’te bir düşüş gözlenmiştir. Ayrıca Dönem I ve Dönem III’ün protein miktarı, Dönem II ve Dönem IV’e göre daha fazladır. Buna bakılarak Artvin ilinde ekim ayında hasat edilen çay tohumlarında bulunan protein miktarının daha fazla olduğu sonucuna varılır. Ordu

ilinde ise Dönem I'den Dönem IV'e kadar protein miktarı sürekli azalmıştır. Ordu ilinde dönemler karşılaştırıldığında ekim ayında hasat edilen çay tohumu örneklerinin kasım ayında hasat edilen çay tohumu örneklerine göre protein oranı daha fazla olduğu saptanmıştır.

4.4 Yağ Miktarı

Çay tohum örneğinin yağ miktarının hasat ili ve hasat dönemine göre farklılıkları Çizelge 4.13'te verilmiştir. Çizelge 4.13 incelendiğinde; yapılan analiz sonucunda en fazla yağ miktarı %33.55±0.24 ile Dönem I'de hasat edilen çay tohumu örneklerinde bulunurken, en düşük yağ miktarı %19.22±0.14 ile Dönem IV döneminde hasat edilen çay tohumu örneklerinde bulunmuştur. Dönem I ve Dönem II için iki il karşılaştırıldığında yağ miktarlarının benzer olduğu görülmektedir. Dönem II ve Dönem IV'ün yağ miktarları Artvin ilinde Ordu iline göre çok daha fazla olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.13 Hasat zamanı ve hasat iline bağlı çay tohumlarına ait yağ miktarları (%)

Hasat Dönemi	Hasat İli	
	AHÇT	OHÇT
Dönem I	33.37±0.23 ^D	33.55±0.24 ^D
Dönem II	29.04±0.13 ^B	29.70±0.30 ^C
Dönem III	32.34±0.23 ^C	28.07±0.02 ^B
Dönem IV	26.26±0.05 ^A	19.22±0.14 ^A

Yağ miktarı ortalaması ± Yağ miktarı standart hatası. Aynı sütunda olup değişik üst büyük harflerle verilen sonuçlar birbirlerinden istatistiksel ($p<0.05$) olarak farklıdır.

Bu değerler; İlhan'nın 2007 yılında yaptığı çalışmada 2005 yılında hasat ettiği çay tohumlarına ait yağ miktarını %32.3 bulmuşken, 2006 yılında hasat ettiği çay tohumlarına ait yağ miktarını %35.1 bulmuştur. Yazıcıoğlu'nun 1974 yılında yaptığı çalışmada yağ miktarını %23.2 bulmuştur. Yazıcıoğlu ve arkadaşlarının 2001 yılında yaptığı çalışmada 1998 yılda hasat edilen çay tohumu örneklerinin yağ miktarlarını %29.4 bulmuştur. Daha önceki yapılan çalışmalarda bizim ülkemizde üretilen çay bitkisi cinsinin (*Camelliasinensis x Camelliaassamica*) yağ miktarının %25-30 aralığında olduğu bulunmuştur.

Çay tohumu numunelerinin yağ miktarlarına ilişkin varyans testi sonucu Çizelge 4.14'te sunulmuştur. Yapılan varyasyon testi netcesinde tohum hasat

dönemi, tohum hasat ili ve hasat dönemi x hasat ili kaynakları yağ miktarlarına istatistiksel anlamda önemli derecede etkide bulunmuştur.

Çizelge 4.14 Farklı il ve dönemlerde hasat edilen çay tohumu numunelerinin yağ miktarlarına uygulanan varyans testi sonuçları

Varyasyon Katsayısı	SD	KO	F	P
Tohum Hasat Dönemi	3	80.868	2131.642	0.000*
Tohum Hasat İli	1	27.481	724.389	0.000*
Hasat Dönemi x Hasat İli	3	13.606	358.657	0.000*
Hata	8	0.038	-----	
Toplam	16			

*İstatistiksel olarak ($p < 0.05$) önemlidir.

Çay tohumu numunelerinin yağ miktarlarına ilişkin varyans testi sonucu Çizelge 4.14'te sunulmuştur. Yapılan varyasyon testi netcesinde tohum hasat dönemi, tohum hasat ili ve hasat dönemi x hasat ili kaynakları yağ miktarlarına istatistiksel anlamda önemli derecede etkide bulunmuştur.

Çizelge 4.15'te farklı dönemlerde hasat edilen çay tohumu numunelerinin yağ miktarlarına yapılan Tukey çoklu karşılaştırma analiz sonuçları verilmiştir. Çizelge 4.15 incelendiğinde en yüksek yağ miktarının 33.46 ± 0.22 ile Dönem I'de olduğu görülmektedir. Dönem I'den sonra en yüksek yağ miktarı 30.21 ± 2.47 ile Dönem III'te hasat edilen çay tohumlarında bulunmuştur. Dönem I ve Dönem III'te hasat edilen çay tohumu örneklerine ait yağ miktarlarının yüksek olması göstermiştir ki ekim ayı yağ elde etme açısından daha elverişlidir. En düşük yağ miktarı ise Dönem IV'te hasat edilen çay tohumlarında rastlanmıştır. Şengül'ün (2019) yaptığı yüksek lisans çalışmasında fındıkta bulunan yağ miktarının hasat zamanı ilerledikçe yağ miktarının değiştiğini tespit etmiştir. Diğer yemeklik bitkiler gibi zeytinlerde bulunan yağ miktarının hasat zamanı ilerledikçe arttığı bildirilmiştir (Başoğlu, 2014). Çizelge 4.15 incelendiğinde ise hasat zamanının yağ miktarını etkilediği ve hasat zamanı ilerledikçe yağ miktarının düştüğü görülmüştür. Bu sonuçta göstermiştir ki zeytinlerde bulunan yağ miktarı hasat zamanının ilerlemesi (geç hasat) ile birlikte artış gösterirken çay tohumlarında bulunan yağ miktarının hasat zamanı ilerledikçe azalmaktadır.

Çizelge 4.15 Çay tohumu yağ miktarlarının dönemlere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Dönem	n	Yağ Oranı (%)
Dönem I	8	33.46±0.22 ^d
Dönem II	8	29.37±0.42 ^b
Dönem III	8	30.21±2.47 ^c
Dönem IV	8	22.74±4.06 ^a

*Farklı dönemlerde arasındaki farklılıklar farklı harflerle gösterilmiştir(p<0.05).

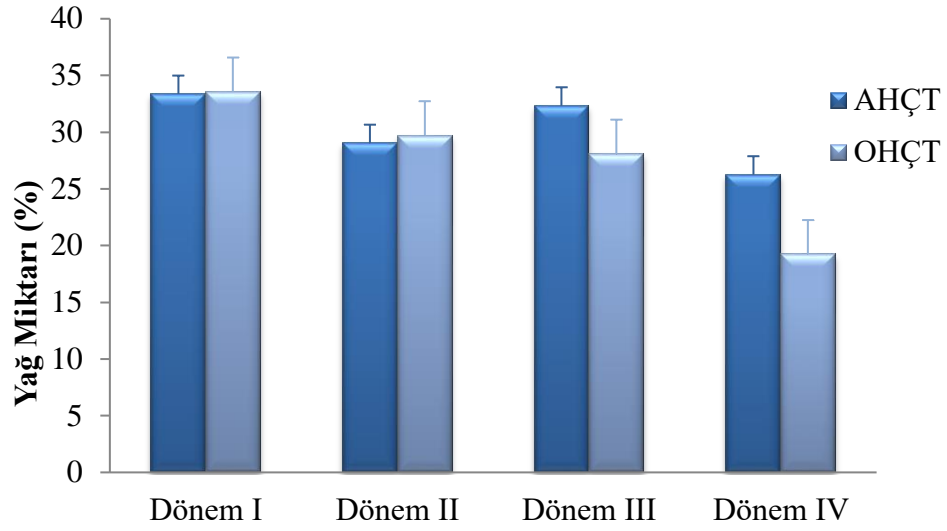
Çizelge 4.16’da farklı illerde toplanmış çay tohumlarında bulunan yağ miktarlarına yapılan Tukey çoklu karşılaştırma analiz sonuçları Çizelge 4.16’da sunulmuştur. Çizelge incelendiğinde Artvin ilinde hasat edilen çay tohumu örneklerinde bulunan yağ miktarı (30.25±3.00) Ordu ilinde hasat edilen çay tohumu örneklerinde bulunan yağ miktarından (27.63±5.61) daha yüksek çıkmıştır ve bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.16 Çay tohumu yağ miktarlarının illere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İl	N	Yağ Oranı (%)
AHÇT	16	30.25±3.00 ^b
OHÇT	16	27.63±5.61 ^a

Farklı iller arasındaki farklılık farklı harflerle gösterilmektedir(p<0.05).

Şekil 4.4’te çay tohumu numunelerinin yağ miktarlarına ilişkin, hasat dönemi x hasat ili interaksyon grafiği verilmiştir. Çay tohumu örneklerinin yağ miktarlarına uygulanan varyans testi sonucunda tohum hasat dönemi x tohum hasat ili interaksyonu istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur.



Şekil 4.4 Hasat ili ve hasat döneminin çay tohumu örneklerinin yağ miktarına etkisi

Ordu ilinde hasat edilen çay tohumlarından en yüksek yağ miktarı Dönem I’de toplanan tohumlarda bulunmuştur. Bu dönemden sonra son döneme kadar yağ miktarı doğrusal şekilde azalmıştır. Artvin ilinde de en yüksek yağ miktarına Dönem I’de toplanan çay tohumunda rastlanırken, bu ilde doğrusal bir şekilde artış veya azalış görülmemiştir. Dönem I’den Dönem II’e kadar azalış, Dönem III’te tekrar bir artış görülmüş Dönem IV’te yeniden azalmıştır.

4.5 Serbest Yağ Asitliği

Çay tohumlarından elde edilen yağlarda bulunan serbest yağ asitliği değişimi farklı iller ve farklı dönemlere Çizelge 4.17’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde en yüksek serbest yağ asitliğine 9.75 ± 0.09 ile Dönem IV’te toplanan çay tohumlarından elde edilen yağlarda rastlanırken, en düşük serbest yağ asitliğine 3.49 ± 0.02 ile Dönem III’te toplanan çay tohumlarından elde edilen yağlarda rastlanmıştır. Hasat ili bazında bakıldığında Ordu ilinde hasat edilen çay tohumu numunelerinden elde edilen yağlarda en yüksek serbest yağ asitliğine 8.40 ± 0.06 ile Dönem I’de, en düşük serbest yağ asitliğine 3.49 ± 0.02 ile Dönem III’te hasat edilen çay tohumu numunelerinden elde edilen yağlarda bulunmuştur. Artvin ili incelendiğinde en yüksek serbest yağ asitliği 9.75 ± 0.09 ile Dönem IV’te toplanan çay tohumlarından elde edilen yağlarda bulunurken, diğer dönemlerde hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağların serbest yağ asitliği benzer bulunmuştur.

Çizelge 4.17 Çay tohumu örneklerine ait serbest yağ asitliği miktarları (%)

Hasat Dönemi	Hasat İli	
	AHÇT	OHÇT
Dönem I	4.68±0.12 ^A	8.40±0.06 ^D
Dönem II	4.78±0.06 ^A	5.48±0.02 ^B
Dönem III	4.90±0.03 ^A	3.49±0.02 ^A
Dönem IV	9.75±0.09 ^B	6.65±0.03 ^C

Serbest yağ asitliği ortalaması ± Serbest yağ asitliği standart hatası. Aynı sütunda olup değişik üst büyük harflerle verilen sonuçlar birbirlerinden istatistiksel ($p<0.05$) olarak farklıdır.

Çay tohumu örneklerinden elde edilen yağların serbest yağ asitliği miktarına uygulanan varyasyon testi sonuçları Çizelge 4.18’de sunulmuştur. Yapılan varyasyon testi sonucu tohum hasat dönemi ve hasat ili x hasat dönemi kaynakları serbest yağ miktarına istatistiksel anlamda önemli etki etmiştir.

Çizelge 4.18 Çay tohumu örneklerindeki serbest yağ asitliği oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Katsayısı	SD	KO	F	P
Tohum Hasat Dönemi	3	12.204	2623.902	0.001*
Tohum Hasat İli	1	0.002	0.502	0.499
Hasat Dönemi x Hasat İli	3	8.631	1855.651	0.001*
Hata	8	0.005	-----	
Toplam	16			

*İstatistiksel olarak ($p<0.05$) önemlidir.

Çizelge 4.19’da farklı hasat dönemlerinde toplanan çay tohumlarından elde edilen yağlarda bulunan serbest yağ asitliği miktarlarına yapılan çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Çizelge incelendiğinde Dönem III’te hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlarda bulunan serbest yağ asitliğinin en düşük olduğu görülürken, en yüksek serbest yağ asitliğinin Dönem IV’te hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlara ait olduğu görülmüştür. Bu sonuçlardan dönemsel olarak doğrusal bir periyot olmadığı görülmüştür. İlk hasat döneminden Dönem II’ye kadar bir düşüş gözlenirken Dönem III’te düşüş devam etmiş ve Dönem IV’te tekrar yükselmiştir. Hasat dönemleri arasındaki bu fark istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.19 Çay tohumu Serbest yağ asitliği miktarlarının dönemlere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Dönem	n	Serbest yağ asitliği Oranı (%)
Dönem I	6	6.54±2.14 ^c
Dönem II	6	5.13±0.40 ^b
Dönem III	6	4.20±0.81 ^a
Dönem IV	6	8.20±1.78 ^d

*Farklı dönemler arasındaki farklılıklar farklı harflerle gösterilmiştir(p<0.05).

Çizelge 4.20’de farklı hasat illerinden toplanan çay tohumu örneklerinden elde edilen yağlara dair serbest yağ asidi miktarlarına yapılan Tukey çoklu karşılaştırma analiz sonuçları sunulmuştur. Çizelge 4.20 incelendiğinde çay tohumlarının farklı iller hasat edilmesi serbest yağ asiti miktarına istatistiksel anlamda önemli etkide bulunmamıştır.

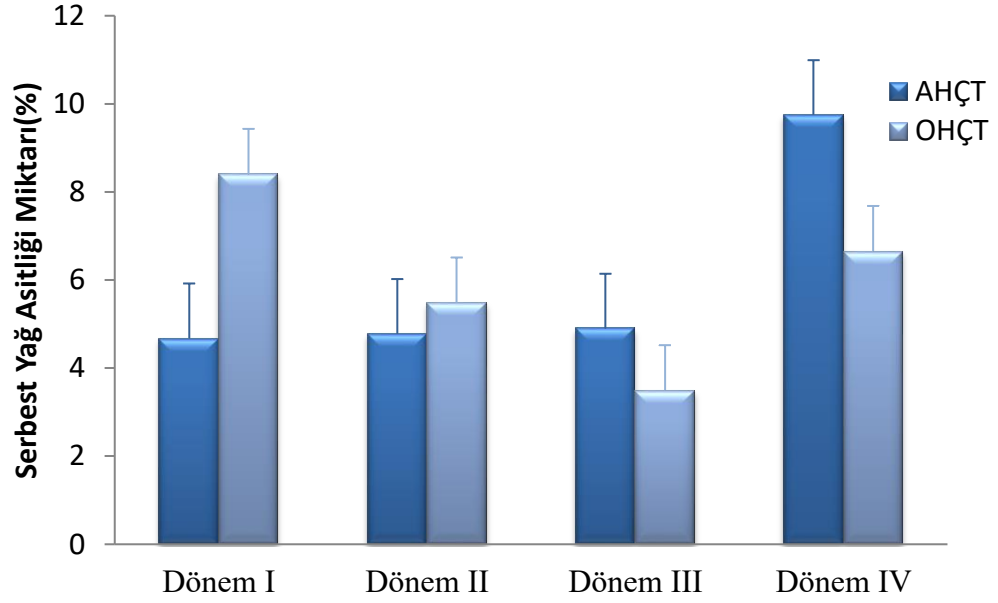
Çizelge 4.20 Farklı illerden hasat edilen çay tohumundan elde edilen yağ miktarlarına uygulanan Tukey çoklu karşılaştırma analiz sonuçları

İl	n	Serbest Yağ Asitliği Oranı (%)
AHÇT	12	6.03±2,15 ^a
OHÇT	12	6.00±1,78 ^a

*Farklı iller arasındaki farklılıklar farklı harflerle gösterilmiştir(p<0.05).

Şekil 4.5’te farklı il ve dönemlerde toplanan çay tohumu örneklerinden elde edilen yağlara dair serbest yağ asitliği interaksiyon grafiği verilmiştir. Varyasyon analizi kaynaklarından hasat ili x hasat dönemi interaksiyonu çay tohumu örneklerinin serbest yağ asidi miktarı istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur.

Şekil 4.5 incelendiğinde Artvin ilinde toplanan çay tohumlarında bulunan serbest yağ asitliği miktarları ilk dönemden son döneme kadar doğrusal bir şekilde artmıştır. Ordu ilinden toplanan çay tohumlarında bulunan yağ asitliği miktarları ise ilk dönemden Dönem I’e kadar azalmış, Dönem IV ‘te tekrar artmıştır.



Şekil 4.5 Hasat ili ve hasat döneminin çay tohumu örneklerinin serbest yağ asitliği miktarına etkisi

4.6 Antioksidan Kapasite

Antioksidanlar serbest radikalleri pasif hale getirme ve tekli oksijeni bağlama gibi özellikleri vardır ve oksidasyonu engellemeye yarayan maddelerdir (Demirci, 2014).

Farklı il ve farklı dönemlerde hasat edilen çay tohumlarının antioksidan kapasiteleri Çizelge 4.21’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde en yüksek antioksidan kapasiteye $0,19\pm 0,00$ mmol TE/L ile Dönem III’te hasat edilen çay tohumlarında rastlanmıştır, en düşük antioksidan kapasiteye ise $0,07\pm 0,00$ mmol TE/L ile Dönem II’de hasat edilen çay tohumlarında rastlanmıştır. İl bazında incelendiğinde; Artvin ilinde en yüksek antioksidan kapasite $0,16\pm 0,00$ mmol TE/L ile Dönem I’de en yüksekken, en düşük antioksidan kapasite $0,08\pm 0,00$ mmol TE/L ile Dönem IV’tedir. Ordu ilinde en yüksek kapasite $0,19\pm 0,00$ mmol TE/L ile Dönem III’te hasat edilen çay tohumlarındayken, en düşük antioksidan kapasite $0,07\pm 0,00$ mmol TE/L ile Dönem IV’tedir. Çizelge 4.21 dönem olarak incelendiğinde antioksidan kapasite miktarı ekim aylarında kasım aylarına göre daha verimli olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.21 Çay Tohumu örneklerine ait antioksidan madde miktarları (%)

Hasat Dönemi	Hasat İli	
	AHÇT	OHÇT
Dönem I	0.16±0.00 ^D	0.08±0.00 ^B
Dönem II	0.10±0.00 ^B	0.07±0.00 ^A
Dönem III	0.12±0.00 ^C	0.19±0.00 ^D
Dönem IV	0.08±0.00 ^A	0.13±0.02 ^C

Antioksidan madde miktarının ortalaması ± Antiosidan madde miktarının standart hatası. Aynı sütunda olup değişik üst büyük harflerle verilen sonuçlar birbirlerinden istatistiksel ($p<0.05$) olarak farklıdır.

Çizelge 4.22’de farklı il ve dönemlerde hasat edilen çay tohumlarının antioksidan madde miktarlarına uygulanan varyans testi sonuçları verilmiştir. Yapılan varyasyon analizi neticesinde tohum hasat dönemi, tohum hasat ili ve tohum hasat dönemi x tohum hasat ili kaynakları istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.22 Çay tohumu örneklerindeki antioksidan madde miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Katsayısı	SD	KO	F	P
Tohum Hasat Dönemi	3	0.006	1559.682	0.001*
Tohum Hasat İli	1	0.000	85.045	0.001*
Hasat Dönemi x Hasat İli	3	0.007	1908.655	0.001*
Hata	16	0.0000037	-----	
Toplam	24			

*İstatistiksel olarak ($p<0.05$) önemlidir.

Çizelge 4.23’te farklı dönemlerde toplanan çay tohumlarının antioksidan kapasitelerine yapılan Tukey çoklu karşılaştırma analizi verilmiştir. Çizelge 4.23 inelendiğinden en fazla antioksidan kapasitenin 0.15±0.03 mmol TE/L ile Dönem III’de hasat edilen çay tohumlarında bulunduğu sonucuna varılırken, en düşük antioksidan kapasitenin 0.08±0.01 mmol TE/L ile Dönem II’de hasat edilen çay tohumlarında bulunduğu sonucuna varılmıştır. Dönemler arasında doğrusal bir sıralama bulunmazken tüm dönemler istatistiksel anlamda birbirinden farklıdır.

Çizelge 4.23 Farklı dönemlerde toplanan çay tohumu numunelerinin antioksidan madde miktarlarına yapılan Tukey çoklu karşılaştırma analiz sonuçları

Dönem	n	Antioksidan Kapasite (%)
Dönem I	6	0.12±0.04 ^c
Dönem II	6	0.08±0.01 ^a
Dönem III	6	0.15±0.03 ^d
Dönem IV	6	0.10±0.02 ^b

*Farklı dönemler arasındaki farklılıklar farklı harflerle gösterilmiştir($p<0.05$).

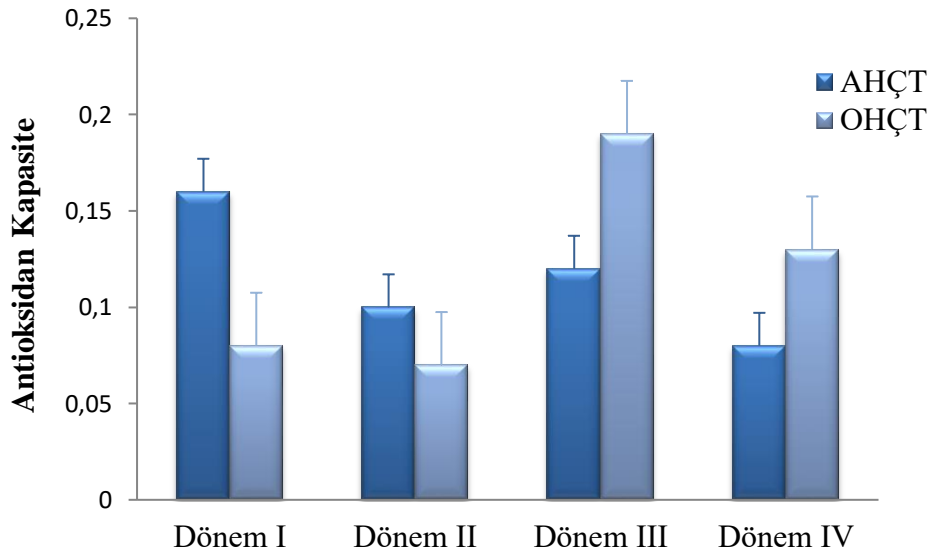
Farklı illerden toplanan çay tohumlarının antioksidan miktarlarına yapılan Tukey çoklu karşılaştırma analiz sonuçları Çizelge 4.24'te sunulmuştur. Çizelgedeki sonuçlara göre farklı illerin antioksidan kapasitelerinin istatistiksel anlamda benzer olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.24 Çay tohumu antioksidan madde miktarlarının illere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İl	n	Antioksidan Kapasite (%)
AHÇT	12	0.11±0.03 ^a
OHÇT	12	0.12±0.04 ^a

Farklı iller arasındaki farklılıklar farklı harflerle gösterilmiştir(p<0.05).

Şekil 4.6'da çay tohumu örneklerine ait antioksidan kapasitelerinin hasat ili x hasat dönemi interaksiyon grafiği verilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda varyans kaynaklarından hasat ili x hasat dönemi interaksiyonu çay tohumu örneklerinin antioksidan kapasiteleri açısından istatistiksel anlamda (p<0.05) önemli bulunmuştur.



Şekil 4.6 Hasat ili ve hasat döneminin çay tohumu örneklerinin antioksidan kapasitesine etkisi

Şekil 4.6 incelendiğinde iki farklı il içinde Dönem I'den Dönem II'ye geçerken çay tohumu örneklerinde bulunan antioksidan kapasiteler düşmüş, Dönem II'den sonra Dönem III'te tekrar yükselip Dönem IV'te tekrar düşüş görülmektedir.

Bunun neticesinde ulaştığımız sonuç ekim aylarının antioksidan kapasite için daha verimli olduğudur. Artvin ili için Dönem I daha yüksek antioksidan kapasite içerirken, Ordu ili için Dönem III daha yüksek antioksidan kapasite içermektedir. Buda gösteriyor ki hasat tarihi ekim ayından kasım ayına ilerledikçe antioksidan kapasitede bir düşüş olmaktadır.

4.7 Toplam Fenolik Madde Miktarı

Fenolik madde, bitkisel kökenli olduğu için bitkilerde doğal olarak bulunarak gıdalara buruk-acımsı tat vermenin yanısıra esmerleşme benzeri renk değişikliklerine sebep olan çeşitli kimyasal bileşikler olarak tanımlanmaktadır (Tayar ve Çıbık, 2011). Bu maddelerin asitlik seviyeleri yüksektir ve meyve ve sebzelerin karakteristik özelliklerine etki ederler.

Farklı zaman ve dönemlerde hasat edilen çay tohumlarına ait fenolik madde miktarları Çizelge 4.25'te verilmiştir. Çizelge incelendiğinde en yüksek fenolik madde miktarı 0.69 ± 0.00 mmol GAE/L ile Dönem IV'te hasat edilen çay tohumlarında bulunmaktadır. En düşük fenolik madde miktarı ise 0.44 ± 0.00 mmol GAE/L ile Dönem I'de hasat edilen çay tohumlarında bulunmaktadır. İl bazında düşünüldüğünde Artvin ilinde en yüksek fenolik madde miktarı 0.69 ± 0.00 mmol GAE/L ile Dönem IV'te hasat edilen çay tohumlarında bulunurken, en az fenolik madde miktarı 0.55 ± 0.00 mmol GAE/L ile Dönem II'de hasat edilen çay tohumlarında bulunmuştur. Artvin ilinde en yüksek fenolik madde 0.66 ± 0.00 mmol GAE/L ile Dönem III'te hasat edilen çay tohumlarında bulunurken, en az fenolik madde miktarına 0.44 ± 0.00 mmol GAE/L ile Dönem I'de hasat edilen çay tohumlarında bulunmuştur. İki ilde de 0.66 ± 0.00 mmol GAE/L ile Dönem III'te fenolik madde miktarı eşit çıkmıştır.

Çizelge 4.25 Çay Tohumu örneklerine ait fenolik madde miktarları (%)

Hasat Dönemi	Hasat İli	
	AHÇT	OHÇT
Dönem I	0.59 ± 0.00^B	0.44 ± 0.00^A
Dönem II	0.55 ± 0.00^A	0.60 ± 0.00^C
Dönem III	0.66 ± 0.00^C	0.66 ± 0.00^D
Dönem IV	0.69 ± 0.00^D	0.58 ± 0.00^B

Toplam fenolik madde miktarının ortalaması \pm Toplam fenolik madde miktarının standart hatası. Aynı sütunda olup değişik üst büyük harflerle verilen sonuçlar birbirlerinden istatistiksel ($p < 0.05$) olarak farklıdır.

Farklı il ve zamanlarda hasat edilen çay tohumu örneklerine ait fenolik madde miktarlarına yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25'te verilmiştir. Varyasyon analizi sonucunda varyasyon kaynaklarından tohum hasat dönemi, tohum hasat ili ve hasat dönemi x hasat ili toplam fenolik madde miktarına istatistiksel anlamda ($p<0.05$) önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.26 Çay tohumu örneklerindeki fenolik madde miktarlarına uygulanan varyans analizi sonuçları

Varyasyon Katsayısı	SD	KO	F	P
Tohum Hasat Dönemi	3	80.868	2131.642	0.001*
Tohum Hasat İli	1	0.013	14336.000	0.001*
Hasat Dönemi x Hasat İli	3	0.015	17244.286	0.001*
Hata	16	0.00000087	-----	
Toplam	24			

*İstatistiksel olarak ($p<0.05$) önemlidir.

Çizelge 4.26'da farklı hasat dönemlerinde toplanan çay tohumlarının toplam fenolik madde miktarlarına yapılan Tukey çoklu karşılaştırma analiz sonucu sunulmuştur. Çizelge 4.26 incelendiğinde en yüksek fenolik madde miktarı 0.66 ± 0.00 mmol GAE/L ile Dönem III'te hasat edilen çay tohumlarında bulunurken, en düşük toplam fenolik madde miktarı 0.52 ± 0.09 mmol GAE/L ile Dönem I'de hasat edilen çay tohumlarında bulunmuştur. İlk dönemden Dönem III'e kadar fenolik madde miktarı sürekli olarak artış göstermiştir ve Dönem IV'te bir düşüş olmuştur. Bu düşüş istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Dönem III ve Dönem IV'te hasat edilen çay tohumlarında bulunan toplam fenolik madde miktarı bezer çıkmıştır ve istatistiksel anlamda önemli değildir.

Çizelge 4.27 Çay tohumu fenolik madde miktarlarının dönemlere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Dönem	N	Fenolik Madde Oranı (%)
Dönem I	6	0.52 ± 0.09^a
Dönem II	6	0.58 ± 0.02^b
Dönem III	6	0.66 ± 0.00^c
Dönem IV	6	0.63 ± 0.06^c

*Farklı dönemler arasındaki farklar farklı harflerle gösterilmiştir ($p<0.05$).

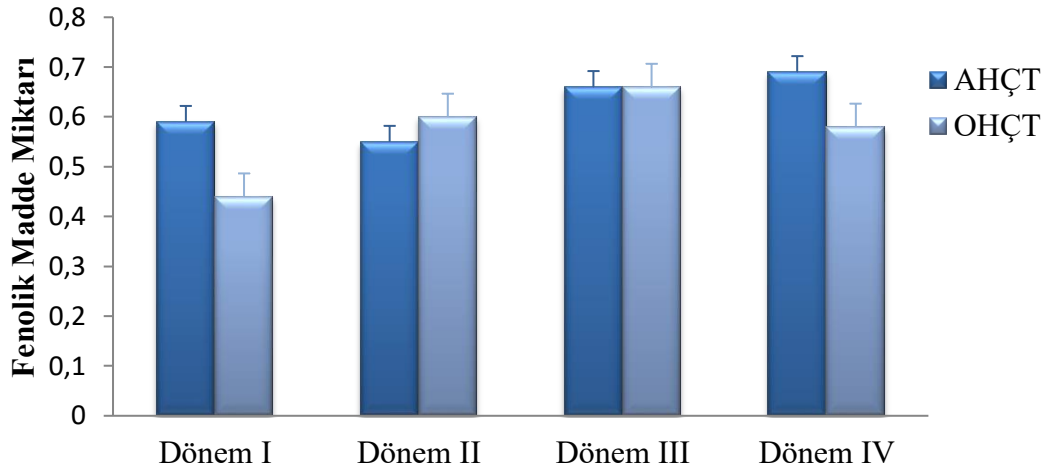
Farklı illerde toplanan çay tohumu örneklerinde bulunan toplam fenolik madde miktarlarına yapılan Tukey çoklu karşılaştırma testi sonucu Çizelge 4.27’de sunulmuştur. Çizelge incelendiğinde Artvin ilinde toplanan çay tohumu numunelerinde bulunan toplam fenolik madde miktarı Ordu ilinde toplanan çay tohumu numunelerinde bulunan toplam fenolik madde miktarından daha fazla olduğu görülmektedir. Ancak bu fark istatistiksel anlamda önemli değildir ($p>0.05$).

Çizelge 4.28 Çay tohumu fenolik madde miktarlarının İllere göre Tukey çoklu karşılaştırma analiz sonuçları

İl	n	Fenolik Madde Oranı (%)
AHÇT	12	0.62±0.05 ^a
OHÇT	12	0.57±0.08 ^a

Farklı harfler, dönemler arasındaki farklılığı göstermektedir ($p<0.05$).

Farklı illerden ve farklı dönemlerde toplanan çay tohumu örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarına dair hasat dönemi x hasat ili interaksiyon grafiği Şekil 4.7’de sunulmuştur. Varyasyon analizi neticesinde hasat dönemi x hasat ili interaksiyonu varyasyon kaynağı olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.



Şekil 4.7 Hasat ili ve hasat döneminin çay tohumu örneklerinin toplam fenolik madde miktarına etkisi

Şekil 4.7 hasat ili olarak incelendiğinde Dönem III’te toplanan çay tohumlarında bulunan fenolik madde miktarının eşit olduğu görülmektedir. Dönem I’de Artvin ilinden toplanan çay tohumlarında bulunan fenolik madde miktarı Ordu ilinden fazla olduğu görülmektedir. Dönem II’de ise Ordu ilinde toplanan çay

tohumlarında bulunan fenolik madde miktarı Artvin ilinden daha fazladır. Dönem IV'e bakıldığında yine Dönem I gibi bir durum vardır, yani Artvin ilinde toplanan çay tohumlarının fenolik madde miktarı Ordu ilinden daha fazladır. Hem dönem hem de il olarak incelendiğinde en yüksek fenolik madde miktarı Ordu ilinde Dönem IV'te, en düşük fenolik madde miktarı Artvin ilinde Dönem I'dedir.

4.8 Yağ Asiti Kompozisyonu

Çay tohumunda bulunan yağın yağ asiti kompozisyonu incelendiğinde en fazla miktarda bulunan doymamış yağ asiti cis-oleik asit (%61.02) olduğu görülmüştür. Daha sonra en fazla miktarda bulunan doymamış yağ asiti cis-linoleik asit (%19.58) olduğu saptanmıştır. Doymuş yağ asitlerinden en fazla miktarda bulunan yağ asiti sırasıyla palmitik asit (%16.40) ve stearik asittir (%1.69). Doymuş yağ asitlerinden araşhidik asit (%0.24) ve miristik asitin (%0.09) düşük miktarlarda bulunduğu görülmüştür (Özdemir ve ark., 2001). Bu analizde çay tohum yağının farklı dönemler ve farklı illere bağlı olarak yağ asiti kompozisyonlarındaki değişimler araştırılmıştır. Çay tohumu yağındaki yağ asiti kompozisyonlarından en fazla bulunan cis-oleik asit, cis-linoleik asit, palmitik asit ve stearik asit irdelenmiştir.

4.8.1 Palmitik Asit

Farklı hasat zamanı ve farklı illerden toplanan çay tohumlarında bulunan % palmitik asit miktarı Çizelge 4.29'da verilmiştir. Çizelge 4.29 incelendiğinde palmitik asit miktarının en fazla 36.88 ± 0.09 ile Dönem II'de Artvin ilinde olduğu görülmektedir. Ordu ilinde en fazla miktarda palmitik asitin bulunduğu dönem 29.29 ± 1.66 ile Dönem IV'tedir. Palmitik asitin en düşük olduğu dönem ise 18.32 ± 0.19 ile Artvin ilinde Dönem IV'te hasat edilen çay tohumlarında görülmüştür. Ordu ilinde en düşük palmitik asit miktarı ise 19.79 ± 0.85 ile Dönem II'de görülmüştür.

Daha önce Özdemir ve ark., (2001)'nin yaptıkları çalışmada 1998'de hasat edilen tohumların palmitik asit miktarını %16.40 bulmuştur. Hamilton ve Bhati (1987) yaptıkları çalışmada palmitik asit miktarını %16.20 bulmuştur. İki çalışmadaki sonuçlar birbirine yakın seviyedeysen bu tez çalışmasında bulunan sonuçlar iki çalışmadaki sonuçlardan yüksek çıkmıştır.

Çizelge 4.29 Hasat zamanı ve hasat iline bağlı çay tohumlarına ait palmitik asit miktarları (%)

Hasat Zamanı	Hasat İli	
	AHÇT	OHÇT
Dönem I	26.19±0.31 ^C	28.79±0.20 ^B
Dönem II	36.88±0.09 ^D	19.79±0.85 ^A
Dönem III	23.94±0.15 ^B	21.25±1.05 ^A
Dönem IV	18.32±0.19 ^A	29.29±1.66 ^B

Palmitik asit miktarının ortalaması ± Palmitik asit miktarının standart hatası. Aynı sütunda olup değişik üst büyük harflerle verilen sonuçlar birbirlerinden istatistiksel ($p<0.05$) olarak farklıdır.

Bu çalışma da tüm dönemlerde ve iki farklı ilde bulunan palmitik asit miktarları iki çalışmadan daha fazla Çizelge 4.30 da farklı il ve farklı hasat dönemlerinde toplanan çay tohumu yağlarının palmitik asit miktarlarına uygulanan varyans analiz sonucu verilmiştir. Çizelge 4.30 incelendiğinde varyasyon kaynaklarından; tohum hasat dönemi, tohum hasat ili ve tohum hasat dönemi x tohum hasat ili istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.30 Çay tohumu örneklerindeki palmitik asit oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Katsayısı	SD	KO	F	P
Tohum Hasat Dönemi	3	46.568	77.031	0.001*
Tohum Hasat İli	1	14.496	23.978	0.001*
Hasat Dönemi x Hasat İli	3	208.390	344.707	0.001*
Hata	8	0.605	-----	
Toplam	16			

*İstatistiksel olarak ($p<0.05$) önemlidir.

Farklı hasat dönemlerde hasat edilen çay tohumu yağlarının palmitik asit miktarlarına uygulanan çoklu tukey karşılaştırma testi Çizelge 4.31’de verilmiştir. Çizelge 4.31 incelendiğinde en yüksek miktarda palmitik asit değeri %28.33±8.56 ile Dönem II’de olduğu, en düşük palmitik değerinin ise %22.60±1.47 ile Dönem III’te olduğu görülmekle birlikte palmitik asit miktarı açısından Dönem II ile Dönem I; Dönem II ile de Dönem IV arasında istatistiksel bir fark gözlemlenmemiştir.

Çizelge 4.31 Çay tohumu palmitik asit miktarlarının dönemlere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Dönem	N	Palmitik Asit (%)
Dönem I	6	27.49±1.31 ^b
Dönem II	6	28.33±8.56 ^b
Dönem III	6	22.60±1.47 ^a
Dönem IV	6	23.81±5.56 ^a

*Farklı dönemler arasındaki farklılıklar farklı harflerle gösterilmiştir(p<0.05).

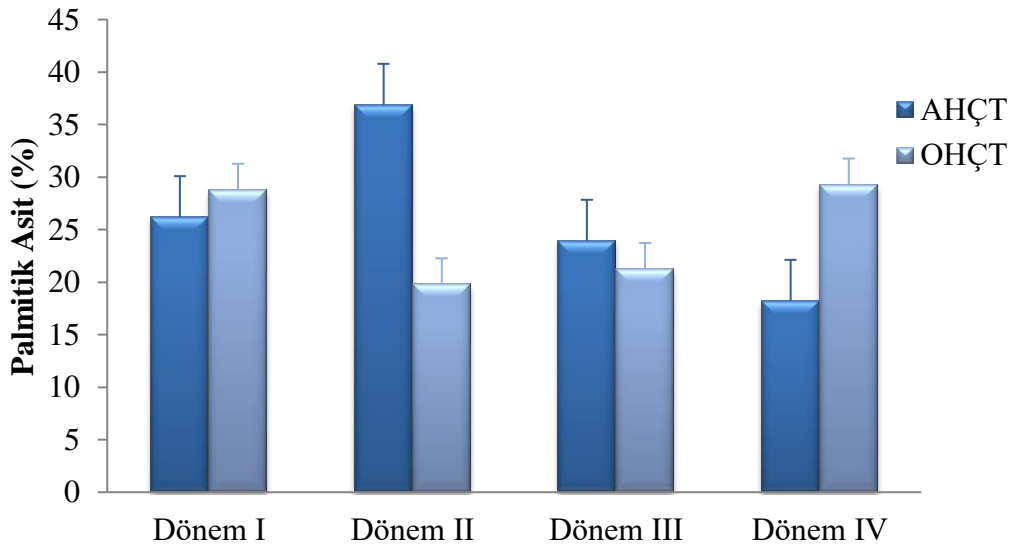
Farklı illerde hasat edilen çay tohum yağlarının palmitik asit miktarlarına uygulanan çoklu tukey karşılaştırma testi Çizelge 4.31’de verilmiştir. Çizelge 4.31 incelendiğinde Artvin ilinde hasat edilen çay tohumlarının yağında palmitik asit miktarı Ordu iline göre daha fazla çıkmıştır.

Çizelge 4.32 Çay tohumu palmitik asit miktarlarının illere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İl	N	Palmitik Asit (%)
AHÇT	12	26.34±4.38 ^a
OHÇT	12	24.78±6.73 ^b

*Farklı iller arasındaki farklılık farklı harflerle gösterilmiştir(p<0.05).

Farklı hasat dönemi ve farklı hasat ilinde hasat edilen çay tohumu yağlarının palmitik asit miktarlarına ait tohum hasat dönemi x tohum hasat ili interaksiyon grafiği Şekil 4.8’de verilmiştir. Çay tohum yağlarının palmitik asit miktarlarına uygulanan varyans analiz sonucunda tohum hasat dönemi x tohum hasat ili istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.



Şekil 4.8 Hasat ili ve hasat döneminin çay tohumu yağı örneklerinin palmitik asit miktarına etkisi

Şekil 4.8 incelendiğinde Artvin ilinde hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlardan en fazla palmitik asit miktarı Dönem II’de , en az palmitik asit miktarı Dönem IV’te hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlarda bulunmuştur. Ordu ilinde hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlardan en fazla palmitik asit miktarı Dönem IV’te, en az palmitik asit miktarı Dönem II’de hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlarda bulunmuştur. Bu sonuca göre palmitik asit miktarı Ordu ilinde en yüksek olduğunda Artvin ilinde en düşük, Artvin ilinde palmitik asit miktarı en yüksek iken Ordu ilinde en düşük olduğu görülmektedir.

4.8.2 Stearik Asit

Farklı tohum hasat dönemi ve tohum hasat illerinde hasat edilen çay tohumu örneklerinden elde edilen yağlarda bulunan % stearik asit miktarı Çizelge 4.33’te verilmiştir. Çizelge 4.33 incelendiğinde en fazla stearik asit miktarı 4.01 ± 0.24 ile Dönem IV’te Artvin ilinde hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlarda görülürken, en düşük stearik miktarı ise 2.18 ± 0.04 ile Dönem III’te Ordu ilinde hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlarda görülmüştür. Artvin ilinde hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlarda bulunan stearik miktarı en düşük 2.55 ± 0.12 ile Dönem II’dedir.

Özdemir ve ark., (2001) çay tohumunun bazı fiziksel özellikleri ve kimyasal bileşimini belirlemek için Çay Araştırma Enstitüsü deneme bahçelerinden Ekim 1998’de topladıkları çay tohumu numunelerinde bulunan stearik asit miktarları %1.69 bulurken, Hamilton ve Bhati (1987) %1.30 bulmuştur. Bu çalışmadaki farklı il ve farklı dönemlerde hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlarda bulunan stearik asit miktarı diğer çalışmalardaki sonuçlardan daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.33 Hasat zamanı ve hasat iline bağlı çay tohumlarına ait stearik asit miktarları (%)

Hasat Zamanı	Hasat İli	
	AHÇT	OHÇT
Dönem I	2.94 ± 0.05^A	2.80 ± 0.22^B
Dönem II	2.55 ± 0.12^A	2.94 ± 0.05^B
Dönem III	2.80 ± 0.22^A	2.18 ± 0.04^A
Dönem IV	4.01 ± 0.24^B	2.75 ± 0.08^B

Stearik asit miktarının ortalaması \pm Stearik asit miktarının standart hatası. Aynı sütunda olup değişik üst büyük harflerle verilen sonuçlar birbirlerinden istatistiksel ($p < 0.05$) olarak farklıdır.

Farklı il ve farklı dönemlerde hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağların stearik asit miktarlarına uygulanan varyans analiz sonucu Çizelge 4.34’de verilmiştir. Çizelge 4.34 incelendiğinde varyasyon kaynaklarından tohum hasat dönemi, tohum hasat ili ve tohum hasat dönem x tohum hasat ili istatistiksel anlamda ($p<0.05$) önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.34 Çay tohumu örneklerindeki stearik asit oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Katsayısı	SD	KO	F	P
Tohum Hasat Dönemi	3	0.832	34.906	0.001*
Tohum Hasat İli	1	0.996	41.812	0.001*
Hasat Dönemi x Hasat İli	3	0.740	31.038	0.001*
Hata	8	0.024	-----	
Toplam	16			

*İstatistiksel olarak ($p<0.05$) önemlidir.

Çizelge 4.35’te farklı dönemlerde hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlarda bulunan stearik asit miktarlarına uygulanan Tukey çoklu karşılaştırma analiz sonuçları verilmiştir. Çizelge 4.35 incelendiğinde en yüksek stearik asit miktarı 3.38 ± 0.64 ile Dönem VI’de hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlarda bulunurken, en düşük stearik asit miktarı 2.49 ± 0.33 ile Dönem III’de hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlarda bulunmuştur.

Çizelge 4.35 Çay tohumu stearik asit miktarlarının dönemlere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Dönem	N	Stearik Asit (%)
Dönem I	6	2.87 ± 0.14^b
Dönem II	6	2.74 ± 0.20^{ab}
Dönem III	6	2.49 ± 0.33^a
Dönem IV	6	3.38 ± 0.64^c

Farklı harfler, dönemler arasındaki farklılığı göstermektedir($p<0.05$).

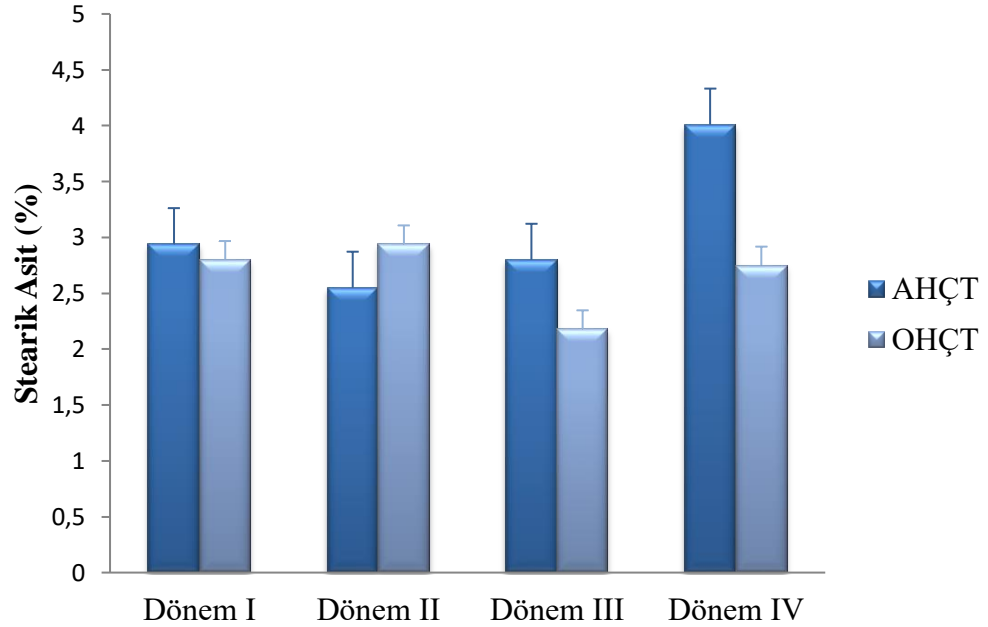
Çizelge 4.37’de farklı illerden hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlarda bulunan stearik miktarlarına uygulanan Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Çizelge 4.37 incelendiğinde Artvin ilinde hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlarda bulunan stearik miktarı Ordu ilinde hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlarda bulunan stearik asit miktarından daha fazla olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.36 Çay tohumu stearik asit miktarlarının illere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İl	n	Stearik Asit (%)
AHÇT	12	3.07±0.57 ^b
OHÇT	12	2.67±0.30 ^a

Farklı harfler, iller arasındaki farklılığı göstermektedir(p<0.05).

Şekil 4.9’da farklı illerde ve farklı dönemlerde hasat edilen çay tohumu yağlarının stearik asit miktarlarının tohum hasat dönemi x tohum hasat ili interaksiyon grafiği verilmiştir. Varyans analizi sonucunda tohum hasat dönemi x tohum hasat ili istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur.

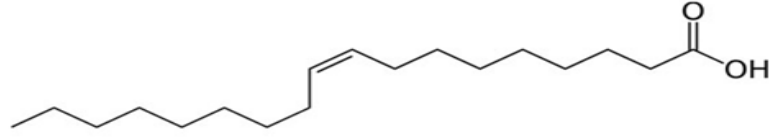


Şekil 4.9 Hasat ili ve hasat döneminin çay tohumu yağı örneklerinin stearik asit miktarına etkisi

Şekil 4.9 incelendiğinde Artvin ili için çay tohum yağında bulunan en yüksek stearik asit miktarı Dönem IV’te hasat edilen tohum yağlarında bulunurken, en düşük stearik asit miktarı Dönem II’de hasat edilen çay tohum yağlarında bulunmuştur. Ordu ili için en yüksek çay tohum yağında bulunan stearik asit miktarı Dönem II’de hasat edilen çay tohum yağlarında bulunurken, en düşük stearik asit miktarı Dönem III’te hasat edilen çay tohum yağlarında bulunmuştur. Ordu ilinde hasat edilen çay tohum yağlarında bulunan stearik asit miktarı kasım ayları ekim aylarından daha yüksektir.

4.8.3 Oleik Asit

Yapılan çalışmada ve daha önce yapılan çalışmalarda çay tohum yağında en fazla bulunan yağ asitinin oleik asit olduğu saptanmıştır. Oleik asitin kimyasal yapısı Şekil 4.10'da verilmiştir. Oleik Asit 18 C'lu tekli doymamış ω -9 yağ asitidir ve kimyasal formülü $C_{18}H_{34}O_2$ 'dir (Anonim, 2021b). Oleik asit (Şekil 4.10) insan beslenmesinde önemlidir ve LDL-kolesterol, toplam kolesterol ve glisemik indeksi düşürmeye yardımcı olur (Wang ve ark., 2011).



Şekil 4.10 Oleik asitin kimyasal yapısı (Anonim, 2021c)

Farklı dönem ve farklı illerden hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlarda bulunan cis-oleik asit miktarları Çizelge 4.37'de verilmiştir. Çizelge 4.37 incelendiğinde hasat edilen çay tohumu örneklerinden elde edilen yağlarda bulunan cis-oleik asit miktarı en fazla 63.15 ± 0.74 ile Ordu ilinde Dönem III'te gözlemlenirken, en düşük cis-oleik asit miktarı 48.84 ± 1.57 ile Artvin ilinde Dönem II'de hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlarda gözlemlenmiştir. Ordu ili için en düşük cis-oleik asit miktarı 55.88 ± 0.12 ile Dönem I'de hasat edilen çay tohumu örneklerinden elde edilen yağlarda görülmüştür. Artvin ili için en yüksek cis-oleik asit miktarı 61.07 ± 0.08 ile Dönem III'te hasat edilen çay tohumu örneklerinden elde edilen yağlarda görülmüştür. Artvin ili ve Ordu ilinde en yüksek cis-oleik asit miktarının Dönem III'te hasat edilen çay tohumu yağlarında görülmüştür.

Çizelge 4.37 Hasat zamanı ve hasat iline bağlı çay tohumlarına ait cis-oleik asit miktarları (%)

Hasat Zamanı	Hasat İli	
	AHÇT	OHÇT
Dönem I	54.86±0.20 ^B	55.88±0.12 ^A
Dönem II	48.84±1.57 ^A	60.19±0.70 ^B
Dönem III	61.07±0.08 ^C	63.15±0.74 ^C
Dönem IV	59.66±0.24 ^C	59.24±0.95 ^B

Ortalama ± Standart Hata. Aynı sütunda farklı üstel büyük harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Farklı dönem ve farklı illerden hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlarda bulunan cis-oleik asit miktarlarına uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.38’de verilmiştir. Çizelge 4.38 incelendiğinde varyasyon kaynaklarından tohum hasat dönemi, tohum hasat ili ve tohum hasat dönemi x tohum hasat ili istatistiksel (p<0.05) anlamda önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.38 Çay tohumu örneklerindeki cis-oleik asit oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Katsayısı	SD	KO	F	P
Tohum Hasat Dönemi	3	75.980	132.167	0.001*
Tohum Hasat İli	1	73.620	128.063	0.001*
Hasat Dönemi x Hasat İli	3	42.548	74.012	0.001*
Hata	8	0.575	-----	
Toplam	16			

*İstatistiksel olarak (p<0.05) önemlidir.

Farklı dönemlerde hasat edilen çay tohumu örneklerinden elde edilen yağlara uygulanan Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.39’da verilmiştir. Çizelge 4.39 incelendiğinde en yüksek cis-oleik asit miktarı ile 62.11±1.12 ile Dönem III’te hasat edilen çay tohumundan elde edilen yağda bulunmuş, en düşük cis-oleik asit miktarı ise %54.52±5.75 ile Dönem II’de hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağda bulunmuştur.

Çizelge 4.39 Çay tohumu cis-oleik asit miktarlarının dönemlere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Dönem	N	Cis-Oleik Asit (%)
Dönem I	6	55.37±0.52 ^a
Dönem II	6	54.52±5.75 ^b
Dönem III	6	62.11±1.12 ^d
Dönem IV	6	59.45±0.60 ^c

Farklı harfler, dönemler arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

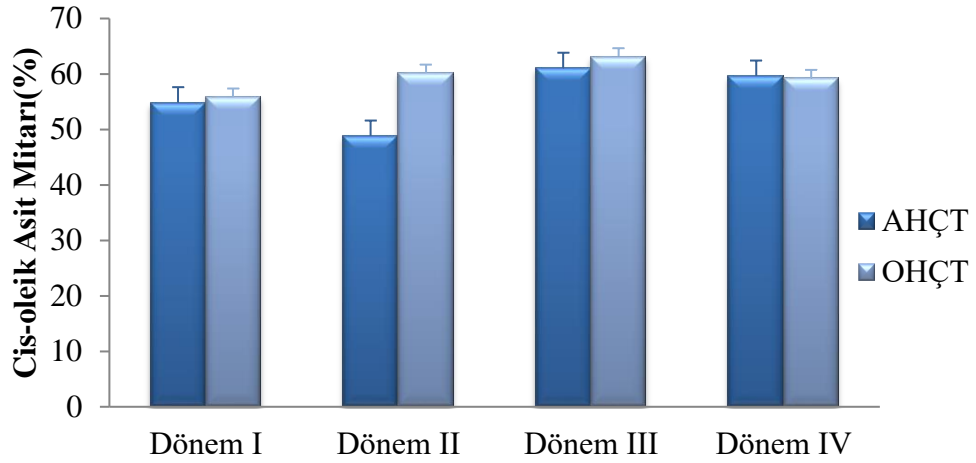
Farklı illerden hasat edilen çay tohum yağlarında bulunan cis-oleik asit miktarlarına uygulanan Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.40’da verilmiştir. Çizelge 4.40 incelendiğinde Ordu ilinde hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlarda bulunan cis-oleik asit miktarı daha fazladır.

Çizelge 4.40 Çay tohumu cis-oleik asit miktarlarının illere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İl	n	Cis-Oleik Asit (%)
AHÇT	12	56.11±4.43 ^a
OHÇT	12	59.61±2.65 ^b

Farklı harfler, iller arasındaki farklılığı göstermektedir(p<0.05).

Şekil 4.11’de farklı illerde ve farklı dönemlerde hasat edilen çay tohumu yağlarının cis-oleik asit miktarlarının tohum hasat dönemi x tohum hasat ili interaksiyon grafiği verilmiştir. Varyans analizi sonucunda tohum hasat dönemi x tohum hasat ili istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur.

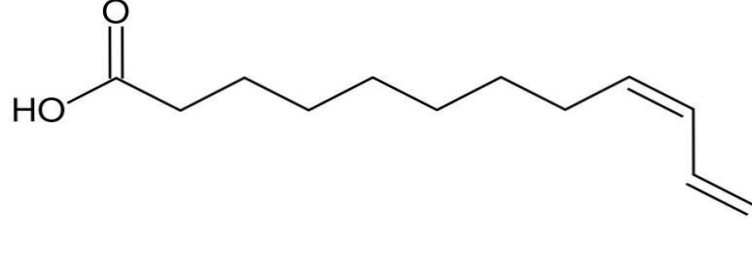


Şekil 4.11 Hasat ili ve hasat döneminin çay tohumu yağı örneklerinin cis-oleik asit miktarına etkisi

Şekil 4.11 incelendiğinde Artvin ilinden ekim aylarında hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlara ait cis-oleik asit miktarım kasım aylarına göre daha fazladır. En fazla cis-oleik asit miktarı Dönem III’te Ordu ilinde hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlarda bulunmuştur. En düşük cis-oleik asit miktarı Dönem II’de Artvin ilinde hasat edilen çay tohumu örneklerinden elde edilen yağlarda bulunmuştur. Dönem IV hariç diğer dönemlerde Ordu ilinde hasat edilen çay tohumu yağlarından elde edilen cis-oleik asit miktarı Artvin ilinden daha fazla bulunmuştur.

4.8.4 Linoleik Asit

$C_{18}H_{32}O_2$ çoklu doymamış ω -6 yağ asiti olan linoleik asitin (Şekil 4.12) formülüdür (Anonim, 2021d). Kalp ve damar hastalıkları ve iltihaplı hastalıklara karşı linoleik asitin etkisi vardır (Aluka, 2012).



Şekil 4.12 Linoleik asitin kimyasal yapısı (Anonim, 2021e)

Farklı hasat dönemi ve farklı illerden hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlarda bulunan linoleik asit miktarları Çizelge 4.41’de verilmiştir. Çizelge 4.41 incelendiğinde hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlarda en fazla cis-linoleik asit miktarı 17.96 ± 0.37 ile Dönem IV’te Artvin ilinde iken, en düşük cis-linoleik asit miktarı 3.02 ± 0.12 ile Dönem II’de Artvin ilinde hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlarda bulunmuştur. Ordu ili için en yüksek cis-linoleik asit miktarı 14.23 ± 0.02 ile Dönem II’de hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlarda bulunurken, en düşük cis-linoleik asit miktarı 4.62 ± 0.08 ile Dönem I’de hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlarda bulunmuştur.

Daha önce yapılan çalışmalarda linoleik asit miktarını Özdemir ve ark., (2001) 19.58 olarak, Hamilton ve Bhati (1987) 19.90 olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmadaki farklı il ve farklı dönemlerde hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlarda bulunan linoleik asit miktarı diğer çalışmalardaki sonuçlardan daha düşük bulunmuştur.

Çizelge 4.41 Hasat zamanı ve hasat iline bağlı çay tohumlarına ait cis-linoleik asit miktarları(%)

Hasat Zamanı	Hasat İli	
	AHÇT	OHÇT
Dönem I	6.62 ± 0.15^B	4.62 ± 0.08^A
Dönem II	3.02 ± 0.12^A	14.23 ± 0.02^C
Dönem III	13.45 ± 0.75^C	10.18 ± 0.52^B
Dönem IV	17.96 ± 0.37^D	4.27 ± 0.05^A

Ortalama \pm Standart Hata. Aynı sütunda farklı üstel büyük harflerle gösterilen değerler birbirinden $p < 0.05$ düzeyinde farklıdır.

Farklı dönem ve farklı illerden hasat edilen çay tohumu örneklerinden elde edilen yağların cis-linoleik asit örneklerine uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.42’de verilmiştir. Çay tohumu yağlarının varyasyon kaynaklarından tohum hasat dönemi, tohum hasat ili ve hasat dönemi x hasat ili istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.42 Çay tohumu örneklerindeki cis-linoleik asit oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Katsayısı	SD	KO	F	P
Tohum Hasat Dönemi	3	47.247	366.613	0.001*
Tohum Hasat İli	1	22.561	175.060	0.001*
Hasat Dönemi x Hasat İli	3	156.313	1212.917	0.001*
Hata	8	0.129	-----	
Toplam	16			

*İstatistiksel olarak ($p<0.05$) önemlidir.

Çizelge 4.43’te farklı dönem hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağların cis-linoleik asit miktarlarına uygulanan Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Çizelge 4.43 incelendiğinde en yüksek cis-linoleik asit miktarı Dönem III’te hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlarda bulunurken, en düşük cis-linoleik asit miktarı Dönem I’de hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlarda bulunmuştur. 2019 yılında (Dönem III ve Dönem IV) hasat edilen çay tohumları 2018 yılında (Dönem I ve DönemII) hasat edilen çay tohumlarından cis-linoleik asit miktarı açısından daha verimli olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.43 Çay tohumu cis-linoleik asit miktarlarının dönemlere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Dönem	n	Cis-Linoleik Asit (%)
Dönem I	6	5.62±1.00 ^a
Dönem II	6	8.62±5.60 ^b
Dönem III	6	11.82±1.72 ^d
Dönem IV	6	11.12±6.85 ^c

Farklı harfler, dönemler arasındaki farklılığı göstermektedir ($p<0.05$).

Çizelge 4.44’de farklı illerden hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlarda bulunan cis-linoleik asit miktarlarına uygulanan Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir. Çizelge 4.44 incelendiğinde Artvin ilinde hasat edilen çay tohumu tohumlarından elde edilen yağlarda bulunan cis-linoleik asit miktarı Ordu

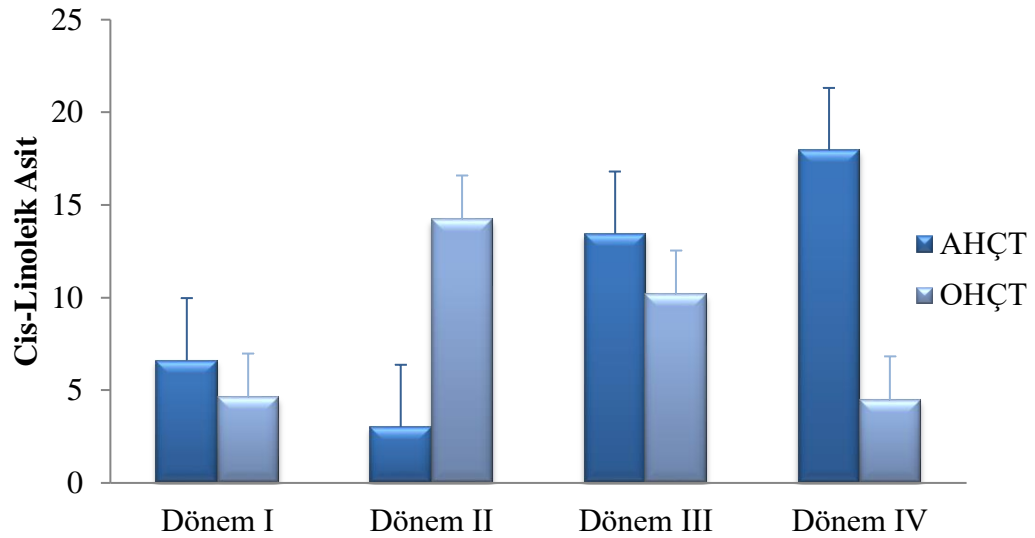
ilinde hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlarda bulunan cis-linoleik asit miktarından daha fazladır.

Çizelge 4.44 Çay tohumu cis-linoleik asit miktarlarının illere göre Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İl	n	Cis-Linoleik Asit (%)
AHÇT	12	10.26±5.82 ^b
OHÇT	12	8.32±4.14 ^a

Farklı harfler, iller arasındaki farklılığı göstermektedir(p<0.05).

Şekil 4.13’de farklı illerde ve farklı dönemlerde hasat edilen çay tohumu yağlarının cis-linoleik asit miktarlarının tohum hasat dönemi x tohum hasat ili interaksiyon grafiği verilmiştir. Varyans analizi sonucunda tohum hasat dönemi x tohum hasat ili istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur.



Şekil 4.13 Hasat ili ve hasat döneminin çay tohumu yağı örneklerinin cis-linoleik asit miktarına etkisi

Dönem I ve Dönem IV incelendiğinde Ordu ili ve Artvin ilinde hasat edilen çay tohumlarından elde edilen yağlarda bulunan cis-linoleik asit miktarı arasındaki fark fazladır. Dönem II’de Ordu ilindeki cis-linoleik asit miktarı fazla iken Dönem IV’te Artvin ilindeki cis-linoleik asit miktarı daha fazladır.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu yüksek lisans tez çalışmasında Ordu ili Gülyalı ilçesi Kestane Mahallesi'nden ve Artvin ili Hopa ilçesi Selimiye Mahallesi'nden Dönem I, Dönem II, Dönem III ve Dönem IV'te hasat edilen çay tohumlarının yağının kimyasal kompozisyonu, antioksidan kapasitesi ve yağ kalitesinin belirlenmesi parametreleri üzerinde durulmuştur.

1.Farklı dönemlerde hasat edilen çay tohumlarının kuru madde miktarları analiz edilmiş ve hasat döneminin kuru madde miktarına istatistiksel ($p<0.05$) anlamda önemli etki ettiği sonucuna varılmıştır En yüksek kuru madde miktarı 95.21 ± 0.28 ile Dönem II Artvin ilinde hasat edilen çay tohumlarında tespit edilmişken, en az kuru madde miktarına 90.09 ± 0.10 ile Dönem IV Ordu ilinde hasat edilen çay tohumlarında bulunmuştur.

Farklı illerden hasat edilen çay tohumlarına ait kuru madde miktarları incelendiğinde hasat ilinin istatistiksel anlamda önemli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

2. Farklı dönemlerde hasat edilen çay tohumlarının kül miktarları analiz edilmiş ve hasat döneminin kül miktarına istatistiksel ($p<0.05$) önemli etkisi bulunmuştur. En yüksek kül miktarı Dönem III'de Ordu ilinde hasat edilen (3.63 ± 0.02) çay tohumlarında tespit edilmiştir. En düşük kül ise miktarı Dönem IV'te Artvin ilinde hasat edilen (2.36 ± 0.00) örneklerde tespit edilmiştir.

Farklı illerden hasat edilen çay tohumlarına ait kül miktarları incelendiğinde hasat ilinin istatistiksel anlamda ($p<0.05$) önemli etki ettiği sonucuna varılmıştır. En yüksek kül miktarı Ordu ilinde toplanan çay tohumlarına ait olduğu görülmüştür. Artvin ilinden toplanan çay tohumlarına ait kül miktarları ilk dönemden son döneme kadar bir azalış göstermiştir.

3. Farklı dönemlerde hasat edilen çay tohumlarına ait protein miktarları analiz edilmiş ve hasat döneminin protein miktarına istatistiksel ($p<0.05$) önemli etkisi olduğu bulunmuştur. En yüksek protein miktarı Dönem I'de (15.72 ± 0.60) Ordu ilinden temin edilen çay tohumu numunesinde görülürken en düşük protein miktarı (11.72 ± 0.76) Dönem I'te Artvin ilinden temin edilen çay tohumu numunesinde görülmüştür.

Farklı illerden hasat edilen çay tohumlarına ait protein miktarları incelendiğinde hasat ilinin istatistiksel ($p<0.05$) önemli etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Ordu ilinde hasat edilen çay tohumlarına ait protein miktarının daha yüksek olduğu yapılan analizler sonucunda anlaşılmıştır.

4. Farklı dönemlerde hasat edilen çay tohumlarına ait yağ miktarları analiz edilmiş ve hasat döneminin yağ miktarını istatistiksel ($p<0.05$) anlamda önemli derece etkilediği sonucuna varılmıştır. En fazla ($\%33.55\pm0.24$) yağ miktarı Dönem I'de Ordu ilinden hasat edilen çay tohumu numunelerinde bulunurken, en düşük ($\%19.22\pm0.14$) yağ miktarı ise Dönem IV'te Ordu ilinden hasat edilen çay tohumu numunelerinde tespit edilmiştir. Ayrıca ekim ayınının kasım ayına göre yağ miktarı açısından daha verimli olduğu yapılan analizler sonucunda anlaşılmıştır.

Farklı illerden hasat edilen çay tohumlarına ait yağ miktarları incelendiğinde en yüksek yağ miktarı 33.55 ± 0.24 ile Ordu ilinde bulunurken, en düşük yağ miktarı 19.22 ± 0.14 ile yine Ordu ilinde hasat edilen çay tohumlarında bulunmuştur. Yani Ordu ili çay tohumlarında hem en yüksek yağ miktarının hem de en düşük yağ miktarının bulunduğu ildir. İstatistiksel olarak Artvin ili ve Ordu ilinde toplanan çay tohumlarında bulunan yağ miktarları farklıdır.

5. Farklı dönemlerde hasat edilen çay tohumlarında bulunan serbest yağ asitliği miktarı analiz edilmiş ve bütün hasat dönemlerinde bulunan serbest yağ asitliği istatistiksel olarak birbirinden farklı çıkmıştır. Çay tohumlarında bulunan en yüksek serbest yağ asitliği miktarı 9.75 ± 0.09 ile Dönem IV'te Artvin ilinden hasat edilen çay tohumu numuneleri yağlarında bulunurken, en düşük serbest yağ asitliği miktarı 3.49 ± 0.02 ile Dönem III'te Ordu ilinden hasat edilen çay tohumu numuneleri yağlarında bulunurken bulunmuştur.

Farklı illerden hasat edilen çay tohumlarında bulunan serbest yağ asitliğinin belirlenmesi için yapılan çalışmada il parametrisi istatistiksel anlamda ($p<0.05$) önemli bulunmamıştır.

6. Farklı dönemlerde hasat edilen çay tohumu numunelerinin antioksidan madde miktarları analiz edilmiş ve hasat döneminin istatistiksel olarak önemli etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Çay tohumu örneklerinden en yüksek antioksidan madde 0.19 ± 0.00 mmol TE/L ile Dönem III'te Ordu ilinden hasat edilen çay tohumu

numunelerinde bulunurken, en düşük antioksidan miktarı 0.07 ± 0.00 mmol TE/L ile Dönem II'de Ordu ilinden hasat edilen çay tohumu numunelerinde bulunmuştur.

Farklı illerden hasat edilen çay tohumu numunelerinin antioksidan madde miktarları analiz edilmiş ve hasat ilinin istatistiksel anlamda benzer olduğu görülmüştür.

7. Farklı dönemlerde hasat edilen çay tohumu numunelerinin toplam fenolik madde miktarları incelenmiş ve hasat dönemi istatistiksel anlamda önemli etkisi bulunmuştur. Çay tohumu numunelerinde en yüksek fenolik madde miktarı 0.69 ± 0.00 GAE/L ile Dönem IV'te bulunurken, en düşük fenolik madde miktarı 0.44 ± 0.00 GAE/L ile Dönem I'de bulunmuştur.

Farklı illerden hasat edilen çay tohumu numunelerinin toplam fenolik madde miktarları incelenmiş ve hasat ilinin istatistiksel anlamda önemli olduğu görülmüştür. Artvin ilinden hasat edilen çay tohumu numunelerinde Ordu ilinde hasat edilen çay tohumu numunelerinden daha fazla fenolik madde bulunduğu sonucuna varılmıştır.

8. Farklı dönemlerde hasat edilen çay tohumlarının yağ asit kompozisyonları incelenerek hasat döneminin yağ asiti kompozisyonu etkisi araştırılmıştır. Çay tohumu yağında bulunan doymuş yağ asitlerinden palmitik asit miktarı en fazla $\%36.88\pm 0.09$ ile Dönem II'de Artvin ilinden hasat edilen çay tohumu numunelerinde bulunurken, en az palmitik asit miktarı $\%18.32\pm 0.19$ ile Dönem IV'te yine Artvin ilinden hasat edilen çay tohumu numunelerinde bulunmuştur. Çay tohumu yağında en fazla stearik asit miktarı $\%4.01\pm 0.24$ ile Dönem IV'te Artvin ilinden hasat edilen çay tohumu numunelerinde bulunurken, en az stearik asit miktarı $\%2.18\pm 0.04$ ile Dönem III'de Ordu ilinden hasat edilen çay tohumu numunelerinde bulunmuştur. Çay tohumu yağında bulunan doymamış yağ asitlerinden cis-oleik asit çay tohumunda en fazla bulunan yağ asiti olduğu yapılan çalışmada görülmüştür. Cis-oleik asit miktarı en fazla $\%63.15\pm 0.74$ ile Dönem III'te Ordu ilinden hasat edilen çay tohumu numunelerinde bulunurken, en az cis-oleik asit miktarı $\%48.84\pm 1.57$ ile Dönem IV'te Artvin ilinden hasat edilen çay tohumu numunelerinde bulunmuştur. Çay tohumu yağında bulunan cis-linoleik asit miktarının en fazla $\%17.96\pm 0.37$ ile Dönem IV'te Artvin ilinden hasat edilen çay tohumu numunelerinde bulunurken, en

düşük cis-linoleik asit miktarı 3.02 ± 0.12 ile Dönem II'de yine Artvin ilinden hasat edilen çay tohumu numunelerinde bulunmuştur.

Farklı illerden hasat edilen çay tohumu yağlarının yağ asit kompozisyonları incelenerek hasat ilinin yağ asiti kompozisyonuna etkisi araştırılmıştır. Palmitik asit, stearik asit, cis-linoleik asit miktarı Artvin ilinden; cis-oleik asit miktarı ise Ordu ilinden temin edilen numunelerde daha fazla çıkmıştır.

Çay bahçesi oluşturmak için kullanılan çay tohumlarının belirli bir kısmı kullanılırken çoğu çay bahçesinde olgunlaşıp yere dökülerek çürümektedir. Bu çay tohumlarını çöp olmaması için toplanılıp yemeklik yağ olarak kullanılabilir. Yağ kompozisyonu olarak zeytinyağı ve fındık yağına benzemektedir. Doymuş ve doymamış yağlar açısından oldukça zengindir ve yemeklik yağ kullanıldığı zaman ülke gelirine katkı sağlayacaktır. Ayrıca proteince zengin olması yağı alınan küspenin hayvan yemi olarak kullanılabilceğini göstermektedir. Bu kriterler göz önüne alındığında çay tohumunun yemeklik yağ üretiminde kullanılması önerilmektedir.

6. KAYNAKLAR

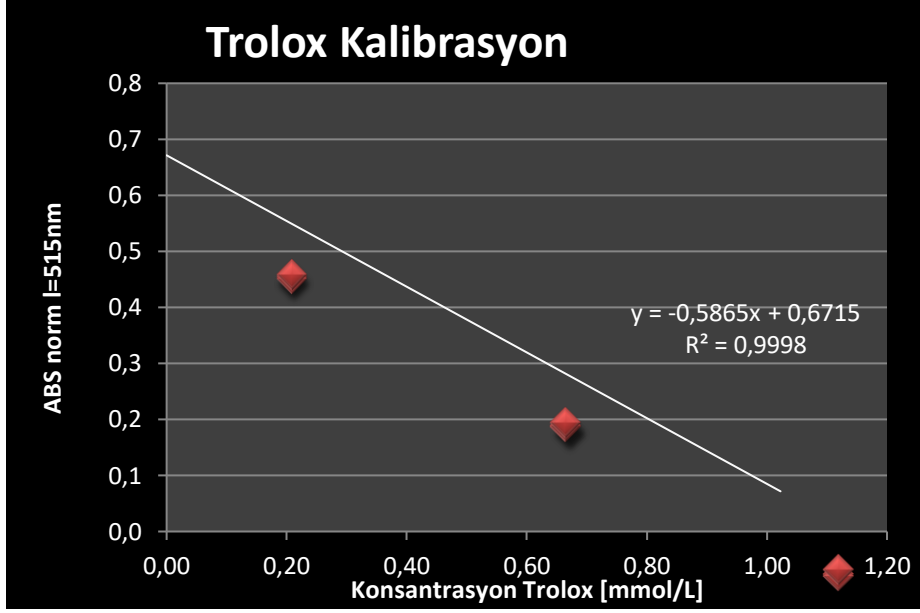
- Aluko, R. E. (2012). Functional foods and nutraceuticals (pp. 37-61). New York, NY, USA: Springer.
- Anonim, (2020). https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/selim/66452/cay_ders_notlari.pdf (Erişim tarihi 23.10.2020).
- Anonim, (2020a). [https://tr.wikipedia.org/wiki/%C3%87ay_\(bitki\)](https://tr.wikipedia.org/wiki/%C3%87ay_(bitki)) (Erişim tarihi 23.10.2020).
- Anonim, (2020b). <https://www.saglikaktuel.com/bitki-ansiklopedisi-cay-nedir-faydalari-nelerdir-1502.htm> (Erişim tarihi 25.10.2020).
- Anonim, (2020c). <http://biriz.biz/cay/illeregorecaylikalanmiktarlari.htm> (Erişim Tarihi 25.11.2020).
- Anonim, (1990). Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemist's Society, 5th Ed., American Oil Chemist Society, Illinois, USA.
- Anonim, (2021a). <http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Koeh-025.jpg> (Erişim Tarihi: 02.02.2021).
- Anonim, (2021b). https://tr.wikipedia.org/wiki/Oleik_asit (Erişim tarihi 13.09.2021).
- Anonim, (2021c). <http://www.mikroteknik.com.tr/urunler/oleik-asit/> (Erişim tarihi 13.09.2021).
- Anonim, (2021 d). https://tr.wikipedia.org/wiki/Linoleik_asit
- Anonim, (2021e). <https://ro.sawakinome.com/articles/science/what-is-the-difference-between-linoleic-acid-and-conjugated-linoleic-acid.html> (Erişim tarihi 16.09.2021).
- Anonim, (2021f). <http://biriz.biz/cay/caytohumu.htm> (Erişim Tarihi: 02.02.2021)
- Anonim, (2021g). <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2018Temmuz%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/2018-Temmuz%20%C3%87ay.pdf> (Erişim Tarihi 01.02.2021).
- Anonim, (2021h). <https://www.caykur.gov.tr/Pages/Yayinlar/IstatistikBulteni.aspx> (Erişim Tarihi 11.12.2021).
- As, Ö. (2007). Çay tohumu yağı değerlendirilmeli, *Gıda*, 30-32.
- Cemeroğlu, B. (2010). Gıda Analizleri, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 34, 657s., Ankara.
- Ceylan, A. (1994). Tıbbi Bitkiler 3. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No: 509. İzmir.
- Çiftçi, C. (2014). Çay Bitkisi (*Camellia sinensis*) Tohumunun Balık Sağlığı Alanında Kullanımının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Rize.

- DGF (1998). Deutsche Gesellschaft für Fettwissenschaft (Hrsg.): Einheitsmethode Fettsauremethylester (Alkalische Umesterung): Abteilung C – Fette, C-VI 11 d. 1998
- FAO, (2021). FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim tarihi:24.11.2021).
- Fattahi-far, E., Sahari, M. A., & Barzegar, M. (2006). Interesterification of tea seed oil and its application in margarine production. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 83(10), 841-845.
- Gökalp, H.Y., Nas, S., & Certel, M. (1996). Biyokimya 1. Temel Yapılar ve Kavramlar. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:722, Erzurum.
- Haiyan, Z., Bedgood, Jr.D.R., Bishop, A.G., Prenzler, P.D., & Robards, K. (2005). Endogenous biophenol, fatty acid and volatile profiles of selected oils, *Food Chemistry*, 12, 1-7.
- Hamilton, R.J., & Bhati, A. (1987). Recent Advances in Chemistry and Technology of Fats and Oils. Elsevier Applied Science Publishers Ltd., England.
- Hasegawa, T., Akutsu, K., & Kishi, Y. (2011). Constituents of the green tea seeds of *Camellia sinensis*. *Natural Product Communications*, 6(3), 371-374
- İlhan, P. (2007). Çay Tohumu Yağının Biyodizel Üretiminde Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- İslamoğlu, K.E. (2006). Çay Tohum Tozu <http://biriz.biz/cay/caytohumtozu.pdf>
- James A. Duke (1983). *Camellia sinensis* (L.) Kuntze, Handbook of Energy Crops
- James, C.S. (1995). Analytical chemistry of foods. Blackie academic and Professional press. *Chemistry*, 46, 4358-4362.
- Jin, X. (2012). Bioactivities of water-soluble polysaccharides from fruit shell of *Camellia oleifera* Abel: Antitumor and antioxidant activities. *Carbohydrate polymers*, 87(3), 2198-2201.
- Kaçar, B., & İnal, A. (2008). Bitki analizleri. Nobel Yayın Dağıtım.
- Kaçar, B., Prezemec, I., Özgümüş, A., Turan, C., Katkat V.E., & Kayıkçıoğlu, I., (1979). Türkiye’de çay tarımı yapılan toprakların ve çay bitkisinin mikro element gereksinimleri üzerine bir araştırma. *Tübitak Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu*, 21,1-67.
- Küçük, M., & Gürbüz, B., (1999) Bazı çemen (*Trigonello foenum-grecum*) hatlarında yağ ve yağ asidi bileşenlerinin araştırılması. *Gıda*, 24(2) 99-101.
- Lee, C. P., & Yen, G. C. (2006). Antioxidant activity and bioactive compounds of tea seed (*Camellia oleifera* Abel.) oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(3), 779-784.
- Lee, C. P., Shih, P. H., Hsu, C. L., & Yen, G. C. (2007). Hepatoprotection of tea seed oil (*Camellia oleifera* Abel.) against CCl₄-induced oxidative damage in rats. *Food and Chemical Toxicology*, 45(6), 888-895.

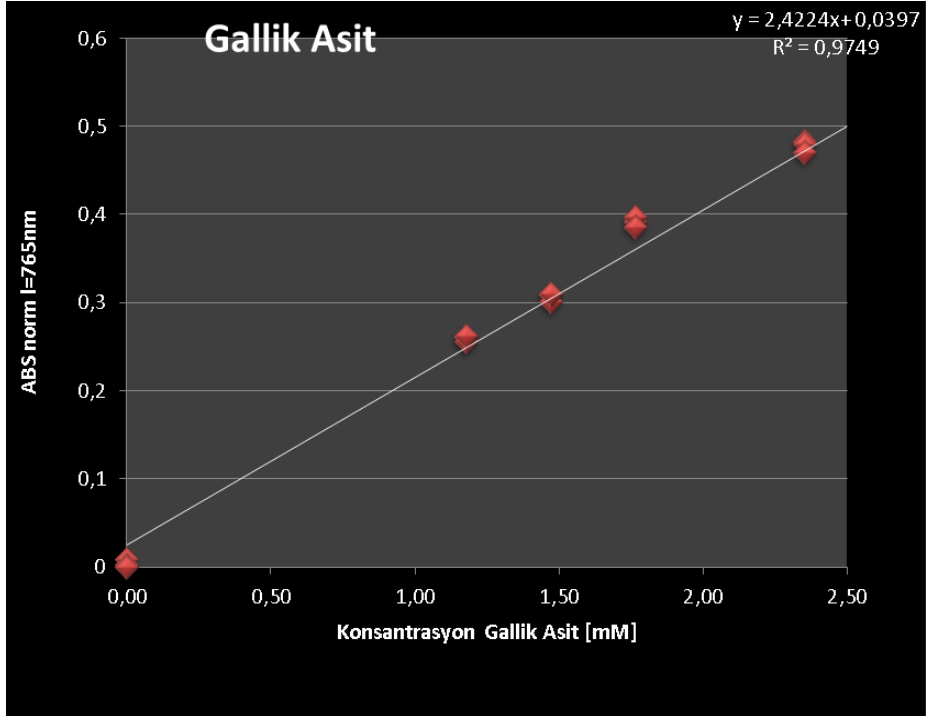
- Li T., Zhang H., & Wu C. (2014). Screening of antioxidant and antitumor activities of major ingredients from defatted *Camellia oleifera* seeds, *Food Science and Biotechnology*, 873–880.
- Lin, C. Y., & Fan, C. L. (2011). Fuel properties of biodiesel produced from *Camellia oleifera* Abel oil through supercritical-methanol transesterification. *Fuel*, 90(6), 2240-2244.
- Özdemir, F., Gölükçü, M., & Erbas, M. (2001). Çay tohumunun bazı özellikleri ve çay tohum yağının yağ asiti kompozisyonu, *Gıda*, 26, 135-138.
- Potter, N.N. (1986). Food Science, Fourth Edition An Avi Book, Published By Van Nostrand Reinhold, Newyork, 735 p.
- Rajaei, A., Barzegar, M., & Yamini, Y. (2005). Supercritical fluid extraction of tea seed oil and its comparison with solvent extraction. *European Food Research and Technology*, 220(3), 401-405.
- Robisson, C.H., Lawler, M.R., Chenoweth, W.L., & Garwick, A.E., (1986). Normal and Therapeutic Nutrition, Seventeenth Edition, Macmillan Publishing Company, New York, 200 p.
- Ruter, J. M. (2002). Nursery production of tea oil camellia under different light levels. J.Janick and A. Whipkey (eds.), *Trends in new crops and new uses*, ASHS Pres, Alexandria, VA. 222-224 p.
- Sahari, M. A., Ataii, D., & Hamed, M. (2004). Characteristics of tea seed oil in comparison with sunflower and olive oils and its effect as a natural antioxidant. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 81(6), 585-588.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Şahin, S. (2011). Bewertung der licht-induzierten Lipidstabilität Von Konventionellen Und High-Oleic Rabsölen Supplementiert Mit Natürlichen Antioxidantien. Yüksek Lisans Tezi, Hamburg University of Applied Sciences, Hamburg.
- Şengül, S. (2019). Fındık yağı kimyasal kompozisyonu, antioksidan kapasitesi ve kalite parametreleri üzerine fındık hasat tarihi ve rakımın etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ordu.
- Yang, C., Liu, X., Chen, Z., Lin, Y., & Wang, S. (2016). Comparison of oil content and fatty acid profile of ten new *Camellia oleifera* cultivars. *Journal of Lipids*, 2016.
- Yazıcıoğlu, T. (1974). Memleketimizde çay tohumundan yağ üretilmesi ve bu yağın kullanılması olanakları, *Türkiye Yağ Semineri*, 7-8 Kasım, İstanbul.
- Yazıcıoğlu, T., & Karaali, A. (1983). Türk bitkisel yağlarının yağ asitleri bileşimleri, TÜBİTAK Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü Beslenme ve Gıda Teknolojisi Bölümü, Kasım, 70, 61-66.

- Zhang, L. L., Wang, Y. M., Wu, D. M., Xu, M., & Chen, J. H. (2013). Comparisons of antioxidant activity and total phenolics of *Camellia oleifera* Abel fruit hull from different regions of China. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(14), 1407-1413.
- Wang, Y., Sun, D., Chen, H., Qian, L., & Xu, P. (2011). Fatty acid composition and antioxidant activity of tea (*Camellia sinensis* L.) seed oil extracted by optimized supercritical carbon dioxide. *International Journal of Molecular Sciences*, 12(11), 7708-7719.

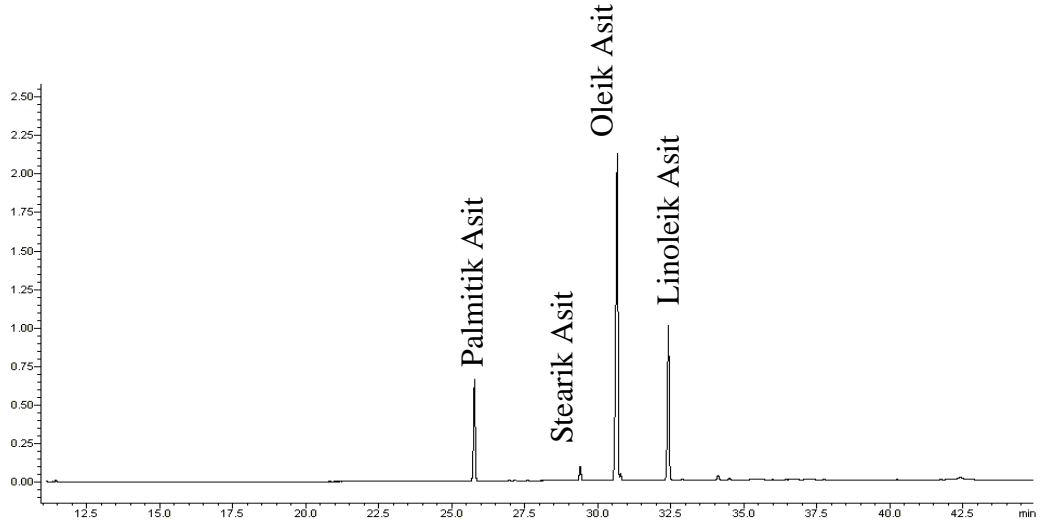
EKLER



EK-1: Antioksidan kapasite miktarının öğrenilmesi için kullanılan örnek bir trolox eğrisi



EK-2: Toplam fenolik madde miktarlarının öğrenilmesi için kullanılan örnek bir gallik asit standart eğrisi.



EK-3: ay tohumu rneklelerinden bir yağ asiti kompozisyonu kromatogramı

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	
Telefon	
E-Posta Adresi	
Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	
Fakülte	
Bölümü	
Mezuniyet Yılı	
Lisansüstü	
Üniversite	
Enstitü Adı	
Anabilim Dalı	
Mezuniyet Tarihi	