

**T.C.  
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI DOĞU KAYINI (*Fagus orientalis* Lipsky.)  
POPÜLASYONLARININ TOHUM KİMYASAL  
KOMPOZİSYONUNA ETKİSİ**

**Ebru BAL**

**Danışman Prof. Dr. Sezgin AYAN**  
**II. Danışman Dr. Öğr. Üyesi Nesrin İÇLİ**  
**Jüri Üyesi Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL**  
**Jüri Üyesi Dr. Öğr. Üyesi Esra Nurten YER ÇELİK**  
**Jüri Üyesi Dr. Öğr. Üyesi Deren TAHMAS KAHYAOĞLU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**KASTAMONU – 2020**

## TEZ ONAYI

Ebru BAL tarafından hazırlanan "Farklı doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) popülasyonlarının tohum kimyasal kompozisyonuna etkisi" adlı tez çalışması, aşağıdaki jüri üyeleri önünde sunulmuş ve oy birliği ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman	Prof. Dr. Sezgin AYAN Kastamonu Üniversitesi	
2. Danışman	Dr. Öğr. Üyesi Nesrin İÇLİ Kastamonu Üniversitesi	
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL Bartın Üniversitesi	
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Deren TAHMAS KAHYAOĞLU Kastamonu Üniversitesi	
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Esra Nurten YER ÇELİK Kastamonu Üniversitesi	

13/01/2020

Enstitü Müdürü Doç. Dr. Nur BELKAYALI



## TAAHHÜTNAME

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildirir ve taahhüt ederim.

  
Ebru BAL

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### FARKLI DOĞU KAYINI (FAGUS ORİENTALIS L.) POPÜLASYONLARININ TOHUM KİMYASAL KOMPOZİSYONUNA ETKİSİ

Ebru BAL

Kastamonu Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Sezgin AYAN

II. Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Nesrin İÇLİ

Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) Türkiye’de geniş yayılışa sahip ekolojik ve ekonomik açıdan önemli asli türümüzdür. Doğu kayını ormanları kadar tohumları da büyük bir öneme sahiptir. Tohum kimyasal bileşimi, tohum kalitesi ve tohumun bulunduğu yöre hakkında bilgiler verebilmektedir. Bu çalışmada, tohumların kimyasal bileşimini tespit etmek için analizler yapılarak yetiştirme ortamlarının tohum kimyasal kompozisyonuna etkileri incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada; 6 farklı popülasyondan (Sinop, Sinop-Türkeli, Sinop-Ayancık, Kastamonu-Cide, Kastamonu-Bozkurt, Kastamonu-İnebolu) toplanan doğu kayını tohumları kullanılmıştır. Tohumlarda bulunan toplam rutubet ve kuru madde miktarları, toplam mineral miktarları ve XRF cihazı ile mineral madde analizleri, toplam sabit yağ ve yağ asitleri bileşimi analizleri yapılmıştır. Ayrıca, tohumlarda protein tayinleri, şeker tayinleri, nişasta tayinleri ve antioksidan aktiviteyi belirlemek için toplam fenolik bileşikler, toplam flavonoid maddeler ve toplam antioksidan kapasite analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda; en yüksek rutubet içeriği Sinop-Ayancık tohumlarında %16,33, en düşük rutubet içeriği ise %9,2 ile Sinop-Türkeli tohumlarında bulunmuştur. Kuru ağırlık üzerinden mineral madde içeriği en yüksek Sinop tohumlarında %4,76, en düşük Sinop-Ayancık tohumlarında %4,14 oranında olduğu belirlenmiştir. Kuru ağırlık üzerinden sabit yağ miktarları en yüksek Sinop-Türkeli tohumlarında %47.51, en düşük Kastamonu-İnebolu tohumlarında %42,66 oranında olduğu tespit edilmiştir. Kuru ağırlık üzerinden protein miktarı oranları en yüksek Sinop-Ayancık tohumlarında %21,75, en düşük Sinop-Türkeli tohumlarında %18,84 olduğu bulunmuştur. Tohumlarda kuru ağırlık üzerinden bulunan en yüksek ve en düşük toplam antioksidan içerikleri sırasıyla; Sinop-Türkeli popülasyonunda 2,95 mg AE/g, Kastamonu-Cide popülasyonunda 1,76 mg AE/g bulunmuştur. Kuru ağırlık üzerinden şeker miktarları en yüksek Sinop-Türkeli tohumlarında %4,22, en düşük Sinop tohumlarında %1,18 oranında bulunmuştur. Kuru ağırlık üzerinden nişasta oranları en yüksek Sinop-Türkeli ve Kastamonu-Bozkurt tohumlarında aynı çıkmış olup %0,80, en düşük ise Sinop-Ayancık tohumlarında %0,45 olduğu bulunmuştur. Elde edilen veriler doğrultusunda tohumun kimyasal bileşenlerinin yetiştiği ortama göre değişkenlik gösterdiği ve tohum özelliklerinin, farklı faktörlerin etkisi altında olduğu kanaati teyit olmuştur. Ayrıca, tohum içerisinde bulunan kimyasal maddeler doğu kayını tohumunun yağlı, protein, mineral bakımından

oldukça zengin, besleyici ve insan sağlığı için yararlı olduğu kanaatini uyandırmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Doğu kayını, tohum, rutubet, mineral, sabit yağ, protein, Şeker, nişasta, antioksidan

**2020, 84 sayfa**

**Bilim Kodu: 1205**

## ABSTRACT

MSc. Thesis

### EFFECT OF DIFFERENT EASTERN BEECH (*FAGUS ORIENTALIS* L.) POPULATIONS ON SEED CHEMICAL COMPOSITION

Ebru BAL

Kastamonu University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Forest Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Sezgin AYAN

Co-Supervisor: Assist. Prof. Dr. Nesrin İÇLİ

Eastern beech (*Fagus orientalis* L.) is our ecologically and economically important primary species with a wide spread in Turkey. The seeds are as important as the beech forests. Seed chemical composition can provide information about seed quality and the region where the seed is located. In this study, it is aimed to analyze the effects of growing environments on seed chemical composition by making analysis to determine the chemical composition of seeds. Study; Eastern beech seeds collected from 6 different populations (Sinop, Sinop-Türkeli, Sinop-Ayancık, Kastamonu-Cide, Kastamonu-Bozkurt, Kastamonu-İnebolu) were used. Total moisture and dry matter content, total mineral content, and mineral substance analysis, total fixed fat and fatty acid composition analyzes were carried out with the XRF device. In addition, total phenolic compounds, total flavonoid substances and total antioxidant capacity analyzes were performed to determine protein determinations, sugar determinations, starch determinations and antioxidant activity in seeds. As a result of the study; the highest moisture content was found in the seeds originated Sinop-Ayancık with 16.33% and the lowest moisture content was found in the seeds originated Sinop-Türkeli with 9.2%. It was determined that the highest mineral substance content in dry weight was 4.76% in the seeds originated Sinop and 4.14% in lowest in seeds originated Sinop-Ayancık. On dry weight, constant oil amounts were found to be 47.51% in the highest the seeds originated Sinop-Türkeli and 42.66% in the lowest the seeds originated Kastamonu-İnebolu. The rate of protein on dry weight was found to be 21.75% in the highest the seeds originated Sinop-Ayancık and 18.84% in the lowest Sinop-Türkeli. The highest and lowest total antioxidant contents found in seeds on dry weight are; 2.95 mg AE / g was found in the Sinop-Turkeli population and 1.76 mg AE / g in the Kastamonu-Cide population. Sugar content on dry weight was found to be 4.22% in the highest the seeds originated Sinop-Türkeli and 1.18% in the lowest the seeds originated Sinop. Starch rates on dry weight were found to be the same in the highest Sinop-Türkeli and Kastamonu-Bozkurt seeds, and it was found to be 0.80%, while the lowest was in the seeds originated Sinop-Ayancık 0.45%. In the direction of the data obtained, it has been observed that the chemical components of the seed vary depending on the environment in which it is grown and the seed characteristics are under the influence

of different factors. In addition, thanks to rich in fat, protein and mineral of the seeds, it might be suggested nutritious and beneficial for human health.

**Key Words:** Eastern beech, seed, moisture, mineral, constant oil, protein, sugar, starch, antioxidant

**2020, 84 pages**

**Science Code: 1205**

## TEŞEKKÜR

Hayatımın önemli deneyimleri arasında olan yüksek lisans sürecimin en güzel meyvesi tezimin, her aşamasında teknik deneyim ve değerli bilgi birikimleri ile bana her daim yardım eden, bütün sorularımı sabırla yanıtlayan, manevi desteğini benden hiçbir zaman esirgemeyen çok değerli tez danışmanlarım Sayın Prof. Dr. Sezgin AYAN ve Dr. Öğr. Üyesi Nesrin İÇLİ' ye teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarımın her aşamasında bana yardımcı olan başta Biyolog Pınar BALOĞLU, Öğr. Gör. Şeydanur Kaya, Öğr. Gör. Fevziye Işıl KESBİÇ olmak üzere Kastamonu Üniversitesi Merkezi Laboratuvarı'nda görevli olan değerli hocalarıma tüm içtenliği ve samimiyeti ile yardımlarından dolayı teşekkür ederim. Bu süreçte fikirleri, önerileri ve yönlendirmeleri ile bana yardımcı olan değerli hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Esra Nurten YER ÇELİK ve Arş. Gör. İlknur CESUR'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez yazım sürecimde manevi desteklerinden ve yardımlarından dolayı meslektaşlarım Orm. Yük. Müh. İlçin Özge ÇALIŞKAN KAYIKÇI, Orm. Yük. Müh. Orhan GÜLSEVEN, Orm. Yük. Müh. Eren FINDIK, Orm. Yük. Müh. Asiye DEMİRYAPAN, Orm. Yük. Müh. Ebru ÇALIŞKAN'a ve bu yolda bana bir şekilde yardımı dokunmuş herkese tüm samimiyetimle teşekkür ederim.

Bu günlere gelmemde emekleri olan, hayatım boyunca bana her konuda destek veren canım annem Öznur BAL, babam Muzaffer BAL'a; daima yanımda olan biricik kardeşim Şakir BAL'a ve büyürken yanımda oldukları gibi tez sürecimde de bana yardım eden kıymetlilerim anneannem Tevhika KAYA ile babaannem Tevhika BAL'a en içten duygularıyla teşekkür ederim.

2237-A kapsamında desteklenen ve katılımcı olarak yer aldığım 1059B291700280, 1059B291700323, 1059B291700839 numaralı ve Analitik Doğa – Kümeleme ve Ordinasyon Teknikleri, Biyolojik Çeşitlilik Ölçüm Süreçleri: Envanter, Veri Transferi ve Hesaplama Teknikleri, Doğal Ekosistemler İçin CBS ve Uydu Görüntüleri Kullanılarak Çevresel Altlıkların Hazırlanması başlıklı projelere destek sağlayan TÜBİTAK ve projelerde görev alan eğitimcilerime teşekkür ederim.

Ebru BAL  
2020

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
TEZ ONAYI.....	ii
TAAHHÜTNAME.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER .....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
TABLolar DİZİNİ .....	xiv
GRAFİKLER DİZİNİ .....	xv
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ .....	xvi
HARİTALAR DİZİNİ .....	xvii
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Doğu Kayının Yayılışı.....	3
1.2. Botanik Özellikleri .....	4
1.3. Meyve ve Tohum özellikleri .....	4
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	12
3.1. Materyal.....	13
3.1.1. Tohumların Toplandığı Yörelere Tanıtımı.....	13
3.1.1.1. Kastamonu - Cide ilçesinin iklimi ve tohum meşceresinin yükselti, bakı özellikleri.....	14
3.1.1.2. Kastamonu - Bozkurt ilçesinin iklimi ve tohum meşceresinin Yükselti, Bakı Özellikleri .....	14
3.1.1.3. Kastamonu - İnebolu ilçesinin iklimi ve tohum meşceresinin yükselti, bakı özellikleri.....	15
3.1.1.4. Sinop İlinin, Sinop – Türkeli ve Sinop - Ayancık ilçelerinin iklimi ve tohum meşceresinin yükselti, bakı özellikleri .....	15
3.1.2. Kullanılan Kimyasallar ve Cihazlar.....	15
3.1.2.1. Kullanılan cihazlar.....	15
3.1.2.2. Kullanılan kimyasal maddeler .....	17
3.2. Yöntem .....	17
3.2.1. Rutubet Miktarı ve Toplam Kuru Madde Tayini.....	18
3.2.2. Toplam Kül ve Mineral Madde Tayini .....	20
3.2.3. Sabit Yağ ve Yağ Asidi Bileşimi Tayini .....	22
3.2.4. Protein Tayini .....	25
3.2.5. Toplam Antioksidan Kapasite Tayini.....	27
3.2.5.1. Folin metodu ile toplam fenolik bileşik tayini.....	28
3.2.5.2. Toplam flavonoid tayini .....	29
3.2.5.3. Toplam antioksidan kapasitenin belirlenmesi .....	29
3.2.6. HPLC İle Şeker Miktarı Tayini .....	29
3.2.7. Enzimatik Nişasta Tayini.....	30
3.3. İstatistik Analizler .....	33
4. BULGULAR.....	34

4.1. Nem Oranı ve Toplam Kuru Madde Miktarları .....	34
4.2. Toplam Kül ve Mineral Madde Miktarları .....	35
4.3. Sabit Yağ ve Sabit Yağ Asidi Oranı .....	41
4.4. Protein Miktarı .....	45
4.5. Toplam Antioksidan Kapasitesi .....	46
4.6. Tohumlarda Şeker Miktarı .....	49
4.7. Nişasta Miktarı .....	52
5. SONUÇ VE TARTIŞMA .....	54
KAYNAKLAR .....	63
EKLER .....	71
EK 1- (Farklı doğu kayını popülasyonlarının tohumlarında kuru ağırlıklar üzerinden toplam kül, sabit yağ, protein, toplam şeker ve nişasta oranları) .....	73
EK 2- (Tohumlardaki mineral maddeler (27 adet)).....	74
EK 3- (Kastamonu ili genel 10 yıllık iklim verileri (MGM,2019)) .....	75
EK 4- (Sinop ili genel 10 yıllık iklim verileri (MGM, 2019)) .....	76
EK 5- (De Martonne'a (Anonim, 2004) ve Eric'e (Anonim, 2016) göre Türkiye iklim sınıflandırması) .....	77
ÖZGEÇMİŞ .....	78

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

Al	Alüminyum
AlCl <sub>3</sub>	Alüminyumklorür
Ba	Baryum
Ca	Kalsiyum
Cu	Bakır
Cl	Klor
(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> O	Diethylether
Fe	Demir
K	Potasyum
Kncd3-1	İnce ve orta ağaçlık çağında, tam kapalı, saf kayın meşceresi
KnKscd3	İnce ve orta ağaçlık çağında, tam kapalı, kayın-kestane karışık meşceresi
Knd2	Orta ağaçlık çağında, orta kapalı saf kayın meşceresi
KnA	Saf yaşlı seçme kayın ormanı
Knc3	İnce ağaçlık çağında saf kayın meşceresi
Knc3/Kna	Alt tabakasında kapalılığı oluşmamış gençlik bulunun ince ağaçlık çağındaki saf kayın meşceresi
KOH	Potasyum hidroksit
Na	Sodyum
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
P	Fosfor
Rb	Rubidyum
Si	Silisyum
S	Kükürt
Sr	Stronsiyum
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Sülfirik Asit
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Amonyumsülfat
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Sodyum Karbonat
NH <sub>3</sub>	Amonyak
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> · 12H <sub>2</sub> O	Sodium phosphate dibasic (seyreltilmiş)
NaDP	Nikotinamid adenin dinükleotit fosfat
ATP	Adenozin trifosfat
Hk/G6P-DH	Hexokinas/Glikoz-6-fosfat dehidrojen süspansiyonu
°C	Santigrat derece
mg/L	Miligram/litree
mL	Mililitre
µl	Mikrolitre
nm	Nanometre
m	Metre
mg	Miligram
g	Gram

dk	Dakika
N	Normalite
ppm	mg/kg
%	Yüzde
pH	-log[H <sup>+</sup> ]
kPa	Kilopaskal
rpm	1 dakikadaki devir sayısı (revolution periot/munit)
Zn	Çinko

### Kısaltmalar

FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization)
FRA	Küresel Orman Kaynakları Değerlendirmesi (Global Forest Resources Assessment)
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
OMGİ	Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu
TSE	Türk Standartları Enstitüsü Uluslararası Standartlar Teşkilatı
HDL	Yüksek Yoğunluklu Lipoproteinler
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (High Performance Liquid Chromatography)
XRF	X-Işınları Floresans Spektrometresi
GC-MS	Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi
GAE	Gallik Asit Eş Değeri
QE	Kuersetin Asit Eş Değeri
AE	Askorbik Asit Eş Değeri
KB	Kuru Ağırlık Bazında

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 3.1. Kjeldahl'ın protein tayin düzeneği.....	26

## TABLolar DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Tablo 3.1. Tohumların toplandığı lokasyonlara ait bilgiler .....	14
Tablo 3.2. HPLC cihazı izokratik metot koşulları .....	30
Tablo 4.1. Tohumlarda bulunan nem yüzdeleri .....	34
Tablo 4.2. Tohumlarda toplam mineral madde oranı (%).....	36
Tablo 4.3. Doğu kayın tohumlarında bulunan makro ve mikro elementler (ppm) .....	38
Tablo 4.4. Tohumlarda bulunan sabit yağ yüzdeleri.....	42
Tablo 4.5. Tohumların içerdıği yağ asitleri.....	44
Tablo 4.6. Tohumlarda protein yüzdeleri.....	45
Tablo 4.7. Tohumlarda bulunan flavanoid madde miktarları .....	46
Tablo 4.8. Tohumlarda bulunan fenolik bileşik madde miktarları.....	47
Tablo 4.9. Tohumların toplam antioksidan kapasite miktarları .....	49
Tablo 4.10. Tohumlarda bulunan toplam şeker miktarı (%).....	50
Tablo 4.11. Tohumlarda bulunan şeker miktarları.....	51
Tablo 4.12. Tohumlarda nişasta miktarları .....	52
Tablo 5.1. Tohumların fenolik madde kıyaslamaları .....	58

## GRAFİKLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Grafik 4.1. Tohumlarda bulunan toplam kuru madde miktarları .....	35
Grafik 4.2. Tohumlarda bulunan nem miktarları .....	35
Grafik 4.3. Tohumlara ait kül miktarlarında bulunan toplam mineral madde miktarları .....	37
Grafik 4.4. Sinop tohumlarında bulunan makro ve mikro elementler .....	39
Grafik 4.5. Sinop-Türkeli tohumlarında bulunan makro ve mikro elementler .	39
Grafik 4.6. Kastamonu – Bozkurt tohumlarında bulunan makro ve mikro elementler .....	40
Grafik 4.7. Kastamonu – İnebolu tohumlarında bulunan makro ve mikro elementler .....	40
Grafik 4.8. Sinop – Ayancık tohumlarında bulunan makro ve mikro elementler .....	41
Grafik 4.9. Kastamonu – Cide tohumlarında bulunan makro ve mikro elementler .....	41
Grafik 4.10. Tohumlarda toplam sabit yağ asidi yüzdeleri .....	42
Grafik 4.11. Tohumlarda bulunan nişasta miktarları .....	46
Grafik 4.12. Tohumlarda bulunan flavanoid madde miktarları .....	47
Grafik 4.13. Tohumlardaki toplam fenolik bileşik madde miktarı .....	48
Grafik 4.14. Tohumların antioksidan kapasitesi .....	49
Grafik 4.15. Tohumlardaki fruktoz, glikoz, sakkaroz miktarları .....	51
Grafik 4.16. Tohumlardaki nişasta miktarları .....	53

## FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Fotoğraf 1.1. Kupulalı doğu kayını tohumlarının dış görünüşleri (Foto: Ebru BAL).....	5
Fotoğraf 1.2. Kupulasından çıkartılmış kabuklu doğu kayın- tohumları (Foto: Ebru BAL).....	5
Fotoğraf 1.3. Doğu kayını tohumu yan kesitinin görüntüsü. Dıştan içe doğru; tohum kabuğu (perikarp), tohum gömleği (testa), yağlı kayın tohumu. (Foto: Ebru BAL).....	6
Fotoğraf 3.1. Kabuklarından temizlendikten sonra öğütülmüş tohumlar .....	18
Fotoğraf 3.2. Öğütülen tohumların tartılması .....	19
Fotoğraf 3.3. Etüv fırınında alüminyum kaplarda kurutulmaya bırakılan tohumlar .....	19
Fotoğraf 3.4. Etüvde kurutulduktan sonra soğutulmuş tohumlar.....	20
Fotoğraf 3.5. Kül fırınında yanan tohumların görüntüsü .....	21
Fotoğraf 3.6. Tohumların soğumuş külleri .....	22
Fotoğraf 3.7. Soxhelet ekstraksiyon cihazı .....	23
Fotoğraf 3.8. Tohumlardan çıkan sabit yağlar .....	23
Fotoğraf 3.9. GC-MS cihazı ile yağ asidi tayini .....	24
Fotoğraf 3.10. Numunelerin hazırlığı.....	26
Fotoğraf 3.11. Yakma işlemi (katalizör) .....	27
Fotoğraf 3.12. Damıtma (a) ve titrasyon (b) işlemleri. ....	27
Fotoğraf 3.13. Ön işlem uygulanan öğütülmüş kayın tohumları .....	28
Fotoğraf 3.14. Şeker analizi için yapılan carezler.....	30
Fotoğraf 3.15. İşlem görmüş numuneler .....	31
Fotoğraf 3.16. Numunelerde pH ayarlanması .....	31
Fotoğraf 3.17. Numunelerin su banyosunda çalkalanma işlemi .....	32

## HARİTALAR DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Harita 1.1. Doğu Kayını Yayılış Haritası (Orman Atlası, 2015) .....	3
Harita 3.1. Sinop ilinin ve ilçelerinin Türkiye üzerinde yerini gösteren harita (Kaynak: <a href="https://www.google.com/maps">https://www.google.com/maps</a> ) .....	12
Harita 3.2. Kastamonu ilinin ve ilçelerinin Türkiye üzerinde yerini gösteren harita (Kaynak: <a href="https://www.google.com/maps">https://www.google.com/maps</a> ). .....	13

## 1. GİRİŞ

Dünya genelinde gelişmiş bitki örtüsüne sahip olan ormanlar, insanların doyumsuz faydalanmaları ve bilinçsiz müdahaleleri neticesinde gün geçtikçe azalmaktadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) yayımladığı Küresel Orman Kaynakları Değerlendirme (FRA) raporundan alınan verilere göre, dünya orman varlığı 2000 yılında 4.036 milyar hektar iken, 2015 yılında 3,983 milyar hektara düşmüştür. Bu veriler, yıllar içerisinde Dünya orman varlığının %1,31 oranında azaldığını göstermektedir. 2015 yılı verilerine göre en fazla orman varlığı 1,015 milyar hektar ile Avrupa kıtasında iken en az orman varlığı ise 0,593 milyar hektar ile Asya kıtasındadır (Ünal ve Birben, 2017).

Orman Genel Müdürlüğü'nün son envanterlerine göre; Türkiye'de bulunan toplam orman alanı 22.342.935 ha olup, ülke genelinin %28,6'sını oluşturmaktadır. Azalmakta olan Dünya orman varlığı içerisinde Türkiye son 40 yılda alansal olarak artmıştır. Ormanlarımızda son 42 yılda yaklaşık 2,1 milyon ha artış olduğu yapılan çalışmalar sonucunda tespit edilmiştir (OGM, 2015).

Doğu kayını, Milli Ağaç Islahı Programı içerisinde yer alan geniş yapraklı asli ağaç türümüzdür (Saatçioğlu, 1969; Atay, 1987; Atalay, 1992; Turfan vd., 2016). Türkiye ormanları içerisinde doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) 1.899.929 ha'lık alanı kaplamaktadır. Doğu kayın ormanlarımızın alansal bazda %20'si bozuk (verimsiz) meşcerelerdir (OGM, 2015).

Türkiye'deki Kayın ormanlarının çoğu antropojen etkiler ve işletme hataları nedeniyle sürgün kökenli bireylerden oluşmaktadır. Bu durum, odun kalitesini olumsuz yönde etkilemekte, genetik tabanın daralmasına neden olmakta ve genetik yenilenmeyi engellemektedir (Çalıköğlü ve Kavgacı, 2001). Kayın generasyonlarının tohumdan sağlıklı bir şekilde oluşturulabilmesi için tohum materyalinin iyi tanınması gerekmektedir (Yılmaz, 2005).

Tohum kalitesi, plantasyon ormancılığının başarısı için hayati öneme sahiptir. Tohum kimyasal içeriği ise en önemli kalite unsurudur (Güney vd., 2013). Tohum, bir bireyin yetiştirme ortamı hakkında kimyasal madde oranlarına göre bilgiler verebilmektedir (Bal vd., 2017).

Doğu kayınının oluşturduğu ormanlar kadar tohumları da büyük öneme sahiptir. Orman köylüleri, ormandan odun, üretim ve istihdam sağlamanın yanında odun dışı orman ürünlerinden de yararlanmaktadırlar. Odun dışı orman ürünleri gıda, eczacılık, tıp, kimya gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Örneğin; geçmişten günümüze kadar besleyici özelliği ile bilinen kayın tohumu birçok hayvanın besin kaynağı olma özelliğine sahiptir (Yıldırım, 2012).

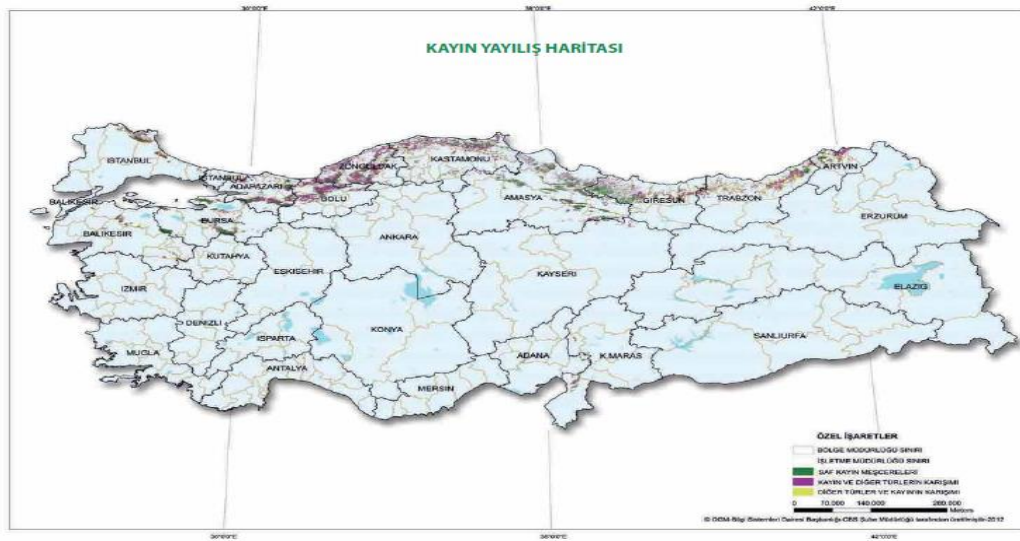
Ormancılıkta hasat zamanı, tohumların olgunlaşma evresine bağlıdır. Tohumların olgunlaşma süreleri her ağaç türüne göre değişiklik gösterir. Tohumlar tercihen bol tohum yıllarının tekerrürlerinde toplanır. Doğu kayınının diğer ağaç türlerine göre zengin-bol tohum yılları daha seyreklerdir. Doğu kayınında kaliteli tohum verme yaşı 60'dır. Üstün ağaç yaşı ise 90'dır. Doğu kayını tohumu verimi üzerine az sayıda çalışma yapılmıştır (OGM, 2014). Doğu kayınında tohumlar altı ayda olgunlaştığı için bol tohum yılının tespiti sonbahar donlarından hemen sonra alanda bulunan üstün ağaçlardaki sağlıklı tohumların toplanması ile belirlenir (Genç, 2006). Tosun (1992)'un Bolu yöresinde yaptığı 11 yıllık çalışmada; Doğu kayını doğal gençleştirmelerinde bol ve iyi (kısmen yararlanabilir) tohum yılları tekrarlarını 4-6 yıl olarak tespit etmiştir.

Bu çalışmada bol tohum yıllarında toplanan farklı doğu kayını popülasyonlarına ait tohumların kimyasal kompozisyonları incelenmiştir. Tohum kimyasal kompozisyonları belirlemek amacı ile rutubet miktarı ve toplam kuru madde miktarı, toplam mineral madde ve mineral madde miktarları, toplam sabit yağ ve yağ asitleri, protein, şeker, nişasta, toplam antioksidan kapasiteleri analiz edilmiştir. Elde edilen veriler lokasyon düzeyinde mukayese edilmiştir. Ayrıca, doğu kayını tohumu kimyasal içeriğinin insan sağlığı üzerindeki etkileri ve besleyici özelliklerinin bulgular ışığında yorumlanması amaçlanmıştır.

## 1.1. Doğu Kayının Yayılışı

*Fagus* cinsinin ilk tanımlaması C. Linnaeus tarafından yapılmıştır. *Spermatophyta* bölümünün ikinci alt bölümü olan *Angiopermae* bitkileri bölümünde bulunan *Magnoliopsida* sınıfının *Hamamelidae* alt sınıfında yer alan *Fagales* takımının *Fagaceae* ailesi Türkiye ve Avrupa’da en önemli yapraklı ağaçları barındırmaktadır. *Fagaceae* familyasının dünyada 600’den fazla taksonu bulunmaktadır. Bu familyanın Türkiye’deki yapraklı ormanlarının çoğunluğunu doğu kayın ile meşe türlerinden müteşekkil ormanlar oluşturmaktadır. *Fagaceae* mensubu olan *Fagus* cinsinin Türkiye’de iki türü bulunmaktadır. Bu türler; *Fagus orientalis* Lipsky., Doğu kayını ve *Fagus sylvatica* Lipsky., Avrupa kayını olup, ülkemizdeki en yaygın türü ise doğu kayınıdır (Anşin ve Özkan, 1997).

Doğu kayını, Bulgaristan’da bulunan Doğu Balkan Dağları’nın güney yamaçlarından başlayarak Trakya’daki Tekirdağ ve Istranca Dağları ile bağlanarak İstanbul üzerinden Kocaeli yarımadasına geçiş yapar. Buradan kuzey kenar dağları ile Kafkasya ve Kırım’a kadar yayılış yapar. Marmara’nın güneyine ve Ege havzasına kadar sarkar. Hatay, Seyhan ve Kahramanmaraş yörelerinde 1500 m yüksekliğin üzerinde izole bir yayılış gösterir. Asıl yayılışını dağların denize dönük yamaçlarında yapmaktadır (Harita 1.1.) (Kayacık, 1976; Atalay, 1992; Orman Atlası, 2015; Demirci, 2016).



Harita 1.1. Doğu Kayını Yayılış Haritası (Orman Atlası, 2015)

## 1.2. Botanik Özellikleri

30-40 m'ye kadar boylanabilen doğu kayını 1 m'den daha fazla çap geliştirebilen, açık gri rengine düzgün ve dolgun gövdeli birinci sınıf orman ağacıdır. Gövdesi çatlamaz ve pürüzsüzdür. Boylarının uzun, gövdesinin düzgün olmasından dolayı Bartın yöresinde olduğu gibi Kastamonu ve Sinop yörelerinde de bir adı "Gökçe Ağaç" diğer bir adı ise kabuğunun üzerindeki açık gri-beyaz bulutları anımsatan lekelerinden dolayı "Bulut Ağacı" olarak bilinmektedir (Gökmen, 1973; Anonim, 1985; Yalıtırık, 1993).

## 1.3. Meyve ve Tohum Özellikleri

*Spermatophyta* 'larda tohum, tohumu koruyan Testa, tohumun çimlenmesini sağlayan farklı genişlik ve köklerdeki besin dokular Perisperma ve Endosperma, döllenmeden sonra olgunlaşarak gelişen ovulum ve içerisinde meydana gelmiş embriyodan oluşmaktadır (Gerçek, 2010).

Birtakım bitkiler için tohum ile meyve tanımlarında ikileme kalınmaktadır. Doğu kayını bu tarz bitkiler arasında yer almaktadır. Kayın tohumları ilk bakışta tohum sınıfına alınsa da morfolojik açıdan meyve olarak nitelendirilir. Kayın tohumu botanikte meyve kategorisi içerisinde "nus (nuks)" meyve özelliğini taşımaktadır (Küçük, 1998). Bu tez çalışmasında kayın tohumu ibaresi kullanılmıştır.

Doğu kayını tohumu, dış kısmında bulunan ve tohumu dış etkenlerden koruyan, dört brahtecikten oluşan, sert olmayan dikenli kupula ile örtülüdür (Fotoğraf 1.1). Kupulanın iç kısmında bulunan tohumların her biri kendilerine ait tohum kabukları (pericarp) ile kaplıdır (Fotoğraf 1.2). Tohumun tohum kabuğunun içinde tohum gömleği (testa) ve tohum gömleğinin koruduğu embriyo bulunur. Embriyonun içinde ise endosperm bulunmaktadır (Fotoğraf 1.3). Embriyo, iki adet çenek yaprak (kotiledon) ve embriyo ekseninden (embryo axis) oluşmaktadır. Embriyo ekseninde de çimlenme tomurcuğu (plumula), hipokotil ve kökçük (radicula) bulunur (Yalıtırık, 1998).



Fotoğraf 1.1. Kupulalı doğu kayını tohumlarının dış görünümleri (Foto: Ebru BAL).



Fotoğraf 1.2. Kupulasından çıkartılmış kabuklu doğu kayını- tohumları (Foto: Ebru BAL)



Fotoğraf 1.3. Doğu kayını tohumu yan kesitinin görüntüsü. Dıştan içe doğru; tohum kabuğu (perikarp), tohum gömleği (testa), yağlı kayın tohumu. (Foto: Ebru BAL)

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Geçmişten günümüze ağaç tohumları sağlıklı bir yaşam tarzına katkıda bulunmuş ve küresel olarak insanların ve hayvanların önemli besin kaynakları arasında yer almıştır. Ağaç tohumları, içeriğinde yağ, protein, karbonhidrat ve mikro elementler (mineraller ve vitaminler), esansiyel yağlar, alkaloidler, fenolikler, flavonoidler ve antioksidanlar gibi maddeler içermeleri açısından oldukça besleyicidirler (Alasavar ve Shahidi, 2009).

Kozlowski ve Pallardy (2002) bitki ile tohum arasındaki madde iletiminin duraksayarak tohumun en yüksek kuru ağırlığa eriştiği ve fizyolojik olgunluğa ulaştığı zamanı, en uygun tohum toplama vakti olarak belirtmektedir. Ürgenç (1998), embriyoyu besleyen endospermin karbonhidrat, yağ ve proteinlere dönüşen depo maddelerinin olması gereken düzeyde birikimini tamamlayabilmesi için kaliteli tohumların olgunlaşması ile çimlenmeden daha iyi bir verim alabilmek için bu olgunlaşma süresini beklemek gerektiğini belirtmiştir.

Ertekin, Kırdar ve Ayan (2015), doğu kayını tohumlarının ihtiva ettiği nem içeriği ile tohum çimlenmesinin toplandığı yörenin yüksekliğinden önemli derecede etkilendiğini belirtmişlerdir.

Tohum içerikleri genellikle su ve katı madde olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Tohum içeriğinden suyun uzaklaştırılması ile elde edilen kısma toplam kuru madde adı verilmektedir (MEB, 2011a). Tohumlarda katı maddeler içerisinde bulunan lipitler ve karbonhidratlar embriyo büyümesi ve yapılan tüm sentezler için karbon iskeletleri için enerji sağlar (Bradbeer, 1988). Çözünbilir şekerler; fotosentez, nitrat asimilasyonu ve nişasta ile lipitlerin depolanması gibi fizyolojik ve gelişimsel süreçlerde yer alan birçok genin düzenlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Graham, 1996; Koch, 1996; Smeekens ve Rook, 1997). Sakkaroz ve glikoz gibi şekerler; çimlenme ve fide oluşumunda gelişimsel olarak düzenlenmiş gen ekspresyonunu engelleyebilirler (Brusslan ve Tobin, 1992). Nomura vd. (1994)

kestaneler üzerindeki çalışmasında ortam şartlarının ve saklama koşullarının şeker oranlarının bilhassa sakkaroz oranının değiştirdiğini tespit etmişlerdir.

Tohumların içeriğinde bulunan karbonhidratların depo maddesi nişastadır (Ricard vd., 1998; Guglielminetti vd., 2000). Nişasta içeriğinde amiloz ve amilopektinden oluşmaktadır. Amiloz doğrusal moleküler yapıya sahipken, amilopektin dallı yapıya sahiptir. Birçok bitki yaklaşık % 20-25 amiloz içermektedir (Dostálová vd., 2009). Bitkilerde bulunan toplam yağların fiziksel ve kimyasal özelliklerini, içeriğinde bulunan yağ asitlerinin oranları, formüllerindeki dizilimleri ve bağ sayılarının belirlediğini belirtmektedir (Karaca ve Aytaç, 2007).

Gıdalarda bulunan yağların içeriğinde genellikle doymuş yağ asitleri olarak palmitik asit (C 16:0) ve stearik (C 18:0) asit doymamış yağ asitleri olarak linoleik asit (C18:2), linolenik asit (C 18:3) ve oleik (C 18:1) asit bulunmaktadır. Tekli doymamış yağ asitlerinden çoğunlukla bulunan yağ asidi oleik asit ve çoklu doymamış yağ asitlerinden de yaygın olanı linoleik asittir (Li vd., 2010).

Bitkisel yağların yağ asitleri kompozisyonları genellikle bitkilerin besin değerlerini ve kalite derecelerini ortaya koymaktadır (Zheljazkov vd., 2011). Örneğin, yapısında yüksek oleik asit içeren yağların insan sağlığı üzerinde yararlı etkileri vardır. Oleik asitin damar sertliği (ateroskleroz) yapmamasının yanında kandaki iyi huylu kolesterolün (yüksek yoğunluklu lipoprotein, HDL) yapısına dahil olarak mevcut ateroskleroza azalttığı da bilinmektedir (Morlok, 2010). Oleik asit oranı bitkilerde bulunan yağ kalitesinin yükselmesi açısından önemli rol oynamaktadır (Duru ve Konuşkan, 2014).

Lewis vd. (2000), gıdalarda bulunan linoleik asit ve oleik asit gibi omega yağ asitlerinin beyin aktiviteleri, vücut direncinin artırılması, koroner kalp rahatsızlıklarının önlenmesi gibi insan sağlığı üzerinde birçok faydası bulunduğunu belirtmiştir. Ayrıca bu yağ asitlerinin eksikliğinde insanlarda deri rahatsızlıkları, astım, artrit, büyümede gerileme, şeker ve kanserin bazı türlerine yol açarken öğrenme zorluklarının görüldüğünü bildirmiştir.

Tohumların içeriğinde bulunan makro elementler arasında bulunan; potasyum (K), bitkilerde hastalıklara karşı direncini artırarak tohumların olgunlaşmasını etkilemekte ve bitkinin su almasını sağlamaktadır. Fosforun (P) tohum gelişiminde erken olgunlaşmayı yavaşlatarak tohum zararını önlediği belirtilmiştir (Foth, 1984; Brady, 1990; Boşgelmez vd., 2001; McCauley vd., 2009; Kacar ve Katkat, 2010; Atasoy ve Haskan Atasoy, 2019).

Bitkilerin ve ürünlerinin çözünür şeker analizi, farklı analitik teknikler (polarimetrik, kolorimetrik, titrasyon, enzimatik, mikrobiyolojik elektroforetik ve kromatografik) kullanılarak gerçekleştirilebilir. Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) (Churms, 1990; Doyon vd., 1991; Falque-Lopez ve Fernandez-Gomez, 1996) ve gaz kromatografisi son yıllarda, bitkilerde çözünür şeker analizi için en faydalı teknikler haline gelmiştir. HPLC; türevlendirme gerektirmediğinden ve bileşiklerin bireysel miktarları için büyük doğruluk sağladığından gıdalarda şeker analizi için hızlı ve kolay bir tekniktir (Güney vd., 2013).

Bir atom veya molekül orbitalinde eşlenmemiş bir elektron içeren yüksek derecede reaktif kimyasal ürünler; serbest radikaller olarak adlandırılırlar. Bu radikaller biyotik ve abiyotik orijinli faktörlerin oluşturduğu oksidatif stresten kaynaklanırlar. Yapısındaki dengesizlikler nedeniyle reaktif olan serbest radikaller, ömürleri kısa olsa bile hücrenin tüm bileşenleriyle etkileşime girerek yararlı biyomoleküllerin işlev kaybına neden olurlar (Inglett vd., 2011). Oksidatif stres; enzimlerin inaktivasyonu ve aktivasyonu, lipid peroksidasyonu, arteroskleroz, kardiyovasküler hastalıklar, nörodejeneratif hastalıklar, böbrek hasarı, immün yetmezlik, katarakt, DNA hasarı, kanser ve yaşlanma gibi birçok zararlı etkiye neden olur (Halliwell, 1997).

Antioksidanlar; serbest radikallerin etkilerini ortadan kaldıran sistemlerdir. Reaktif oksijen türlerine karşı bitki kaynakları oldukça yararlıdır (Halvorsen vd, 2002). Meyve ve sebzelerin bu etkileri askorbik asit (C vitamini),  $\alpha$ -tokoferol (E vitamini), karotenoidler, glutatyon, flavonoidler ve fenolik asitler gibi doğal bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Fenolik bileşiklerin antioksidan vitaminlerden daha etkili olduğuna dair çok fazla kanıt bulunmaktadır (Bravo, 1998).

Halka içinde en az bir aromatik halka ve çok sayıda hidroksil grubu içeren bileşiklerin hepsi fenolik bileşikler olarak anılırlar. Fenolik bileşikler ve flavonoidler olarak iki gruba ayrılırlar. Flavonoidler, bitkisel çaylar, meyveler ve sebzelerin doğal yapılarında bulunan polifenolik antioksidanlardır (Naczki ve Shahidi, 2004). Flavonoidler ve sinamik asitler en önemli antioksidanlar, serbest radikal süpürücüler, zincir kırıcılar olarak bilinirler (Shahidi ve Naczki, 1995).

Yılmaz (2008) doğu kayın tohumlarının kimyasal bileşiminin, tohumların fizyolojisi hakkında ipuçları verdiğini söylemiştir. Dört farklı orijinden aldığı tohumlarda; yağ, protein, nişasta ve kül analizlerini yapmış, protein içeriğinin oldukça zengin, %3,16 oranında nişasta içeriğine sahip olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca, kuru ağırlığının yaklaşık olarak yarısını yağların oluşturduğunu ve bileşimindeki yağ asitlerinin içerisinde oleik asit ile linoleik asitlerin daha yüksek oranda olduğunu tespit etmiştir. Güneş vd. (2013) ise doğu kayını tohumlarında HPLC ile şeker analizi yapmış ve früktoz, sakkaroz, glikoz gibi çözünebilir şekerlerinin olduğunu tespit etmiştir. Demirbaş (2009)'ın doğu kayın tohumlarında yaptığı farklı bir çalışmada da, tohumların yağ içeriğinin %16 ile %23 arasında olduğu belirtilmiştir.

Küçüköner ve Yurt (2003), antep fıstığının protein, yağ içeriklerinin yanında mineral analizinde; Mg, P, Na ve Cu minerallerinin belirgin olduğunu tespit etmiştir. Çağlar vd. (2017) ise antep fıstığı tohumları üzerindeki çalışmada; tohumların, protein, yağ, mineral ve fenolik bileşikler bakımından zengin olduğunu, yüksek antioksidan aktivitesi olduğunu tespit etmiş ve antepfıstığı tüketiminin hipertansiyon, kanser, diyabet gibi hastalıklar üzerinde pozitif yönde etkilerinin olduğunu da belirlemişlerdir.

Wank (2019), badem tohumlarının içeriğinde belirgin olarak oleik ve linoleik yağ asitlerinin, protein, fruktoz, glukoz, sukroz, maltoz ve laktoz çözünebilir şekerlerinin olduğunu belirlemiştir.

Al-Suhaibani ve Al-Kuraieef (2019), ceviz tohumları üzerine yaptıkları kimyasal analizlerde ceviz tohumlarının K, Mg, Ca ve fenolik bileşiklere ek olarak yağ, protein ve karbonhidratlar bakımından zengin olduğunu belirtmişlerdir.

Yauzbachi vd. (2012), Kıbrıs akasyası (*Acacia cyanophylla* Lipsky.) tohumlarında linoleik asit, oleik asit ve palmitik asit gibi yağ asitlerine rastlamış ve toplam antioksidan kapasitesinin de yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada; Kastamonu ve Sinop illerinin farklı ilçelerindeki (Harita 3.1. ve 3.2.) doğu kayını meşcerelerinden bol tohum yılı olan 2015 yılında toplanan ve Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, Daday Orman Fidanlığı soğuk hava deposunda muhafaza edilen tohumlar kullanılmıştır.



Harita 3.1. Sinop ilinin ve ilçelerinin Türkiye üzerinde yerini gösteren harita (Kaynak: <https://www.google.com.tr/maps> ).



Harita 3.2. Kastamonu ilinin ve ilçelerinin Türkiye üzerinde yerini gösteren harita (Kaynak: <https://www.google.com.tr/maps>).

### 3.1. Materyal

Tohumlar fidanlıktan getirildikten sonra analiz başlangıç aşamasına kadar yapısal bozulmaları önlemek amacı ile Kastamonu Üniversitesi Prof. Dr. Mehmet Hakan AKYILDIZ Merkezi Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezindeki soğuk hava deposunda  $-12^{\circ}\text{C}$  ile  $-15^{\circ}\text{C}$  arasında muhafaza edilmiştir.

#### 3.1.1. Tohumların Toplandığı Yörelere Tanıtımı

Bu çalışmada kullanılan altı farklı doğu kayını popülasyonuna ait tohumların toplandığı lokasyonlara ait detay bilgiler Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Tohumların toplandığı lokasyonlara ait bilgiler

Populasyon	Koordinatlar		Yükselti (m)	Bakı	Meşcere Tipi
	Enlem	Boylam			
<b>Sinop</b>	41°93'11"	34°53'75"	300-400		Knc <sub>3</sub>
<b>Sinop-Türkeli</b>	41°81'23"	33°57'57"	300-400		Knc <sub>3</sub>
<b>Kastamonu-Bozkurt</b>	41°95'80"	33°92'02"	500-600	Kuzey	KnKsbc <sub>3</sub>
<b>Kastamonu-İnebolu</b>	41°98'47"	34°49'66"	200-400		Knd <sub>2</sub>
<b>Sinop-Ayancık</b>	41°92'60"	34°52'35"	300-400		Knc <sub>3</sub> /Kna
<b>Kastamonu-Cide</b>	41°91'70"	33°15'52"	300-400		Kncd <sub>3</sub>

### 3.1.1.1. Kastamonu - Cide İlçesinin İklimi ve Tohum Meşceresinin Yükselti, Bakı Özellikleri

Kastamonu'nun Cide ilçesinde bulunan iki tane meteoroloji istasyonundan (Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu- OMGİ) alınan 10 yıllık iklim verilerine göre Cide'de Erinç'e (Anonim 2016) göre; “Çok Nemli” ve De Martonne'ye (Anonim 2004) göre “Nemli” iklim özelliği görülmektedir. Kışları serin (5,91 °C) ve yazları ılık (22,98 °C) geçmektedir (Köppen-Trewartha İklim Sınıflandırması). Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre ise su noksanı olmayan yörelerdendir (URL-2, 2018). Bu yöreden toplanan tohumlar, Soğucak Köyü, Kavaklı Devlet Ormanından 300 ile 400 m yükseltili kuzey bakıda bulunan saf kayın (Kncd<sub>3-1</sub>) meşceresinden toplanmıştır.

### 3.1.1.2. Kastamonu - Bozkurt ilçesinin iklimi ve tohum meşceresinin yükselti, bakı özellikleri

Kastamonu'nun kıyı ilçelerinden olan Bozkurt meteoroloji istasyonundan (OMGİ) alınan veriler ışığında; bu yörede Erinç'e (Anonim 2016) göre; “Çok Nemli” ve De Martonne'ye (Anonim, 2004) göre ise “Nemli” iklim özelliği görülmektedir. Kışları serin (5,12 °C) ve yazları ılık (21,99 °C) geçmektedir. Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre ise su noksanı olmayan yörelerdendir (URL-2, 2018). Tohumlar, Beldeğirmeni Köyü sınırları içinde bulunan Beldeğirmeni Devlet Ormanı içerisindeki 500 m ile 600 m yükselti arasındaki kuzey bakıda yer alan doğu kayını kestane karışık meşceresinden (KnKscd<sub>3</sub>) toplanmıştır.

### **3.1.1.3. Kastamonu - İnebolu İlçesinin iklimi ve tohum meşçeresinin yükselti, bakı özellikleri**

Kastamonu'nun sahil kesiminde yer alan İnebolu ilçesindeki meteoroloji istasyonu (OMGİ) verilere göre İnebolu “Çok Nemli” (Erinç'e (Anonim 20016) göre) ve “Nemli” (De Martonne'ye (Anonim 2004) göre) iklim tipine sahiptir. Kış ayları serin (5,41 °C), yaz ayları (22,05 °C) ılıktır. Thornthwaite'a göre; yaz aylarında su eksikliği ise orta derecededir (URL-2, 2018). Tohumlar, İnebolu ilçesi Çakal Yavrusu mevkiindeki 200 m ile 400 m yükselteleri arasında bulunan kuzey bakılı saf kayın (Knd<sub>2</sub>) meşçeresinden toplanmıştır.

### **3.1.1.4. Sinop İlinin, Sinop – Türkeli ve Sinop - Ayancık ilçelerinin iklimi ve tohum meşçeresinin yükselti, bakı özellikleri**

Sinop ili meteoroloji istasyonundan (OMGİ) alınan son 10 yıllık iklim verilerine bakıldığında; Sinop ili Erinç'e (Anonim 20016) göre “Nemli” ve De Martonne'ye (Anonim 2004) göre “Yarı Nemli” iklim özellikleri göstermektedir. Köppen-Trewartha iklim sınıflandırmasına göre ise kışları serin (6,31 °C), yazları sıcak (23,50 °C) geçmektedir (Ek 4 - Ek 5). Yaz aylarındaki su noksanlığı miktarı ise Thornthwaite'a göre orta derecededir (URL-2, 2018).

Sinop popülasyonu tohumları, Ortalık Köyü - Serçedüzü Mevkiinden 300 ile 400 m yükseltide bulunan kuzey bakıdaki saf kayın (KnA) meşçeresinden toplanmıştır. Sinop – Türkeli ilçesinden toplanan tohumlar ise Köstekçiler Devlet Ormanından 300 ile 400 m yükseltide bulunan kuzey bakıdaki saf kayın (Knc<sub>3</sub>) meşçeresinden toplanmıştır. Sinop – Ayancık ilçesinden toplanan tohumlar; Karakavak Mevkiinden 300 ile 400 m yükseltide bulunan kuzey bakılardaki saf kayın (Knc<sub>3</sub>/Kna) meşçeresinden toplanmıştır.

## **3.1.2. Kullanılan Kimyasallar ve Cihazlar**

### **3.1.2.1. Kullanılan Cihazlar**

Tohumlar üzerinde yapılan farklı analizlerde kullanılan cihazlar aşağıda sunulmuştur.

<b>Cihaz Adı</b>	<b>Markası</b>
Etüv Fırını	Protech – PLF/PKD Serisi / Norveç
Kül Fırını	Proterm – PLF 110/6 Model / Norveç
X-Işınları Floresans Spektrometresi (XRF)	Spectro Xepos II Model / Çekya
Soxhelet Ekstaksiyon Cihazı	Isotex ısıtıcılı 6'lı set / İtalya
Gaz Kromatografisi- Kütle Spektrometresi (GC-MS) Cihazı	Shimadzu – GC-MS QP 2010 Ultra / Japonya
Kjeldahl Cihazı	Buchi – Speed Digester K-425, Distillation Unit K-355 / İsviçre
Çalkalama Su Banyosu	Nüve ST-30 / Türkiye
Saf Su Cihazı	Human Power II Scholar – UV / Kore
Spektrofotometre Cihazı	Shimadzu – UV Pharmaspec 1700 Model – UV-VIS / Japonya

Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) Cihazı	:	Shimadzu LC20A Prominence / Japonya
pH Metre	:	ISOLAB – Laborgerate GmbH / Almanya
Hassas Terazı	:	Kern 0,1 mg Hassasiyetli / Almanya

### 3.1.2.2. Kullanılan kimyasal maddeler

Bu tez çalışmasında petrol eteri ((C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>O), hidrojen sülfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), hidroklorik asit (HCl), metanol (CH<sub>3</sub>OH), Folin Ciocalteu, sodyum karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), gallik asit (C<sub>7</sub>H<sub>6</sub>O<sub>5</sub>), alüminyum klorat (AlCl<sub>3</sub>), Kuersetin (C<sub>15</sub>H<sub>10</sub>O<sub>7</sub>), di bazik sodyum fosfat (Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>), askorbik asit (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub>), amonyum molibdat ((NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>6</sub>O<sub>24</sub>), çinko asetat di hidrat (Zn(CH<sub>3</sub>COOH)<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O) kullanılmıştır. Ayrıca, potasyum ferro siyanür (K<sub>4</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>.3H<sub>2</sub>O), sodyum hidroksit (NaOH), glasiyel asetik asit (CH<sub>3</sub>COOH), amiloglikozidaz enzimi, trietanolamin (C<sub>6</sub>H<sub>15</sub>NO<sub>3</sub>), Nikotinamid adenin dinükleotit fosfat (NaDP), di sodyum tuzu (ATP), Hexokinas/Glikoz-6-fosfat dehidrojen süspansiyonu (HK/G5p-DH) kullanılmıştır. Bu kimyasal maddeler Sigma Aldrich / ABD ve Merck KGaA / Almanya markalarından temin edilmiştir.

### 3.2. Yöntem

Bu çalışmada aşağıda belirtilen değişkenlerin tespiti için analizler gerçekleştirilmiştir.

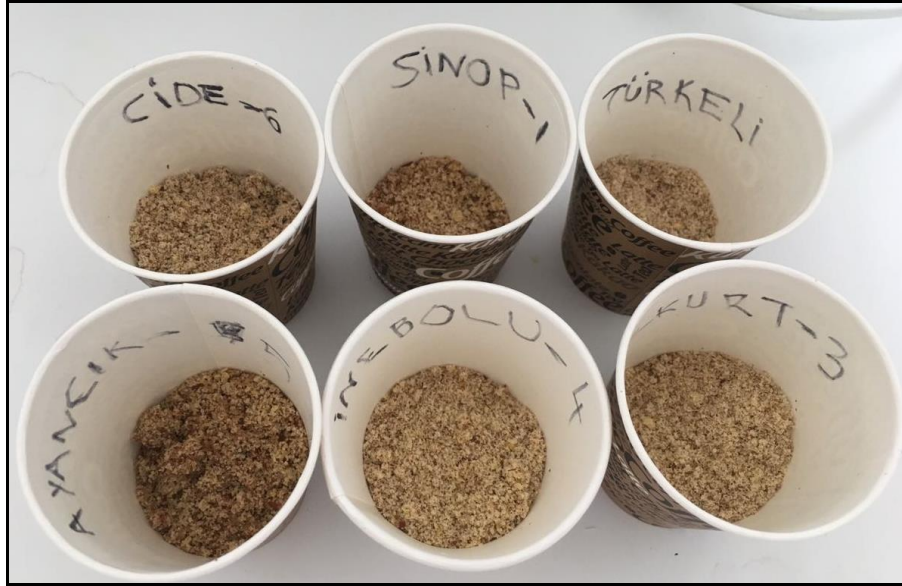
- Tohum rutubet miktarı ve toplam kuru madde,
- Toplam kül ve küldeki mineral madde tayini,
- Toplam sabit yağ ve yağ asidi bileşimi,
- Protein tayini,
- Toplam antioksidan kapasitesi,

- HPLC cihazı ile şeker tayini,
- Enzimatik nişasta tayini

Çalışmalar, Kastamonu Üniversitesi Prof. Dr. Mehmet Hakan AKYILDIZ Merkezi Araştırma ve Laboratuvarı ile K. Ü. Fazıl Boyner Sağlık Bilimleri Fakültesi Besin Kimyası ve Analizleri Laboratuvarında, önceden toplanmış olan ve Daday Fidanlığından temin edilen altı farklı doğu kayını popülasyonu tohumları üzerinde yapılmıştır.

### 3.2.1. Rutubet Miktarı ve Toplam Kuru Madde Tayini

Doğu kayını tohumları analizlere başlanmadan önce ön işlem olarak kabuklarından soyularak öğütülmüştür (Fotoğraf 3.1). Akabinde tohumunun bir etüvde, atmosferik basınç altında, yaklaşık olarak sabit sıcaklığa gelinceye kadar, 105°C’de kurutulması sonucunda elde edilen rutubet miktarları hesaplanmıştır (MEB, 2011). Öğütülmüş tohumlar önceden daraları alınan alüminyum nem kaplarına yaklaşık 5'er gr olacak şekilde konularak tohumlarda bulunan nemlerin kolayca uzaklaşması için kapların tabanına genişçe yayılmıştır (Fotoğraf 3.2 ve 3.3).



Fotoğraf 3.1. Kabuklarından temizlendikten sonra öğütülmüş tohumlar



Fotoğraf 3.2. Öğütülen tohumların tartılması



Fotoğraf 3.3. Etüv fırınında alüminyum kaplarda kurutulmaya bırakılan tohumlar

105 °C'de önceden ısıtılmış etüve altı populasyonu temsil eden numuneler yerleştirilerek (Fotoğraf 3.3), 2 saat bekletilmiştir. Etüvden alınan numuneler, kapakları kapalı olarak desikatörde 1 saat soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan numuneler (Fotoğraf 3.4.) kapaklı kapları ile birlikte tartılarak, etüvlenmiş son tartım

halleri bulunmuştur. Nem yüzdeleri miktarlarını hesaplamak için denklem 3.1'deki formül kullanılmıştır.

$$\text{Buharlaşan Su Miktarı} = \text{Kabın Numune ile Etüvlenmiş Ağırlığı} - [\text{Dolu Kap Ağırlığı} + \text{Numune Ağırlığı}]$$

$$\% \text{ Nem} = \frac{\text{Buharlaşan Su Miktarı}}{\text{Tartılan Numune Ağırlığı}} \times 100 \quad (3.1)$$



Fotoğraf 3.4. Etüvde kurutulduktan sonra soğutulmuş tohumlar

### 3.2.2. Toplam Kül ve Mineral Madde Tayini

Besin içeriklerinde birçok madde barındırdığı bilinmektedir. Bu maddelerin oldukça önem arz eden bir grubunu mineraller oluşturur. Gıdalardaki organik maddelerin yakılması sonucu kalan inorganik özellikteki mineral maddelerin toplamı külü oluşturur (Avcı, 2014). Mineral madde analizi için öncelikle temizlenen ve öğütülen tohumlardan 60 gr alınarak önceden daraları alınan kül krozelerine konulmuş ve

tartılmıştır. Önceden ısıtılmış olan kül fırınına kül krozeleri dikkatlice yerleştirilerek 550 °C de 4 saat yanmaya bırakılmıştır (Fotoğraf 3.5). Dört saat sonunda krozeler dikkatlice fırından alınarak desikatörde 1 saat soğumaya bırakılmıştır (Fotoğraf 3.6) Soğuyan küller teker teker tartılmıştır. Tartım sonuçları denklem 3.2’de yerlerine konularak toplam kül miktarları hesaplanmıştır. Kütleleri hesaplanan küllerin içerdiği minerallerin bileşimi ve miktarları Kastamonu Üniversitesi Merkezi Laboratuvarı bünyesinde bulunan XRF cihazında tespit edilmiştir.

Tohumların içerdiği elementel kompozisyonu tayin etmek için, elde edilen küllerin XRF ile analizi yapılmıştır. X-ışınları kaynağından çıkan ışınlar (fotonlar) tohum külleri üzerine gönderilmiştir. Tohum külleri atomları ile etkileşen fotonlar, yeterli kinetik enerjiyi toplamaları durumunda, atomun iç kabuğundan bir elektronu yerinden çıkartıp, atomu temel durumdan yüksek enerji seviyesine getirir. Uyarılan elektronlar ilk enerji düzeylerine döndüklerinde kazanmış oldukları enerjiyi floresans ışımaya adı verilen ikincil x-ışınları yayımlarak geri verirler. Bu karakteristik ışınların dalga boyları sabittir ancak, farklı noktalarda verdikleri pik değerleri ile elementin karakteristiğini belirlenmektedir. Böylece tohum küllerinin kimyasal analizinin yapılması sağlanmıştır. XRF ile tohum küllerinde periyodik tabloda Na (11) ile U (92) arasında yer alan bütün elementler taranmış ve tohumlarda bulunan elementler tayin edilmiştir.



Fotoğraf 3.5. Kül fırınında yanan tohumların görüntüsü

$$\% \text{ Toplam Kül Miktarı (g/100g)} = \frac{\text{Kül Ağırlığı (g)}}{\text{Tohum Ağırlığı (g)}} \times 100 \quad (3.2)$$



Fotoğraf 3.6.Tohumların soğumuş külleri

### 3.2.3 Sabit Yağ ve Yağ Asidi Bileşimi Tayini

Öğütülen tohumlardan 5 g tartılarak, soxhelet kartuşlarının içerisine alınmıştır. Kartuşlar içerisinde bulunan numuneler üzerine çözücü damlatılıp selüloz süzgeç kağıdı ile kartuşlar tıkanmış ve numunelerin kartuştan çıkmaması sağlanmıştır. Kartuşlar soxhelet ekstraksiyon cihazına yerleştirilmiş ve sabit yağın eldesi için aşağıdaki işlemler yapılmıştır (TS 1632 EN ISO 665, 2001).

Önceden etüvlenmiş daraları alınmış cam balon kaplara 80-100 ml petrol eteri ((C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>O) çözücüsü ilave edilerek balonlar, ekstraktör ve soğutucu birbirine bağlanmıştır (Fotoğraf 3.7). Birbirine bağlanan balonlar, ekstraktör ve soğutucu, ısıtıcı tabla üzerine yerleştirilerek çözücü yavaş yavaş kaynayacak şekilde ısıtıcının sıcaklığı ayarlanmıştır. 3 saat uygulanan ekstrasyon sonucunda cam balonlar içerisinde kalan çözücünün uzaklaştırılması için cam balonlar etüvde bekletildikten

sonra desikatörde bir saat süreyle soğutulmuş ve balonlar 1 mg duyarlılıkta hassas terazide tartılmıştır.



Fotoğraf 3.7. Soxhelet ekstraksiyon cihazı

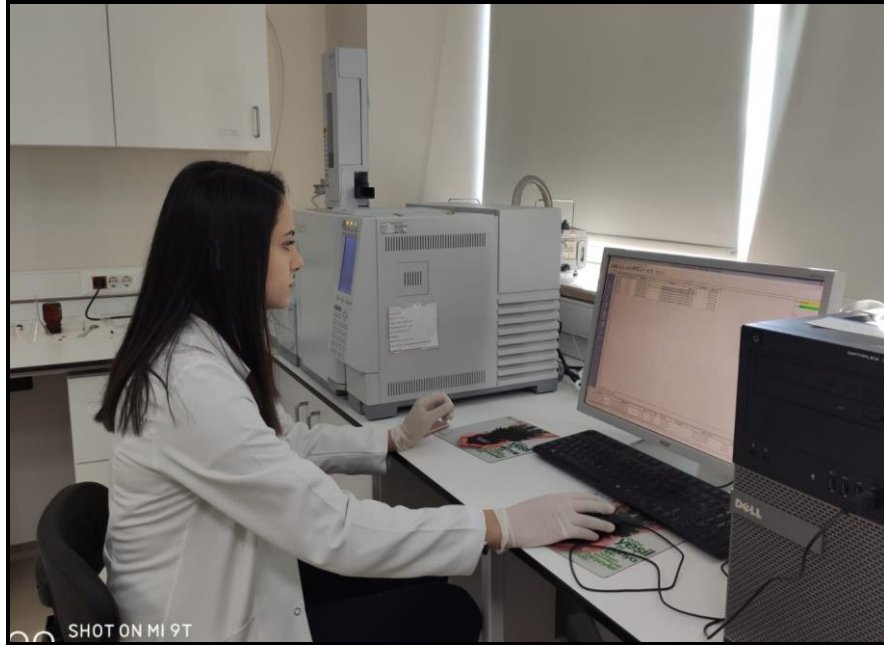


Fotoğraf 3.8. Tohumlardan çıkan sabit yağlar

Balonun son ağırlığı kaydedildikten sonra içindeki tohumlarda bulunan sabit yağ yüzdeleri denklem 3.3'e göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Toplam Yağ Miktarı} \quad (\text{g}/100) = \frac{\text{Balondaki Toplam Yağ Miktarı}}{\text{Tohum Ağırlığı}} \times 100 \quad (3.3)$$

Elde edilen sabit yağlarda Kastamonu Üniversitesi Merkezi Laboratuvarı'nda bulunan GC-MS cihazında (Fotoğraf 3.9) analiz yapılarak yağ asidi bileşimi tespit edilmiştir (TS EN ISO 17059, 2010).



Fotoğraf 3.9. GC-MS cihazı ile yağ asidi tayini

Yağ asitleri tayini için ön işlem olarak metil esterlerine türevlendirilmeleri için 0,1 g numune 15 ml'lik bir cam tüp içinde 10 ml n-hekzan ile muamele edilip, 0,5 ml 2N metanollü KOH çözeltisi eklenmiştir ve şiddetle 1 dk çalkalandıktan sonra faz ayrılması için 5 dk beklenilmiştir. Faz ayrımının ardından tüpün üst kısmında bulunan fazdan 1 ml alınarak viallere aktarılmış ve vialler cihazın örnekleyicisine yerleştirilerek analiz edilmiştir. Her numune için 250°C enjeksiyon sıcaklığında enjeksiyon hacmi, 2 µl olacak şekildedir. 90 kPa basınç altında 90°C'de sabit olarak 5 dk işlem gören numuneye 90°C'den 250°C'ye kadar, dakikada 4 derece artacak

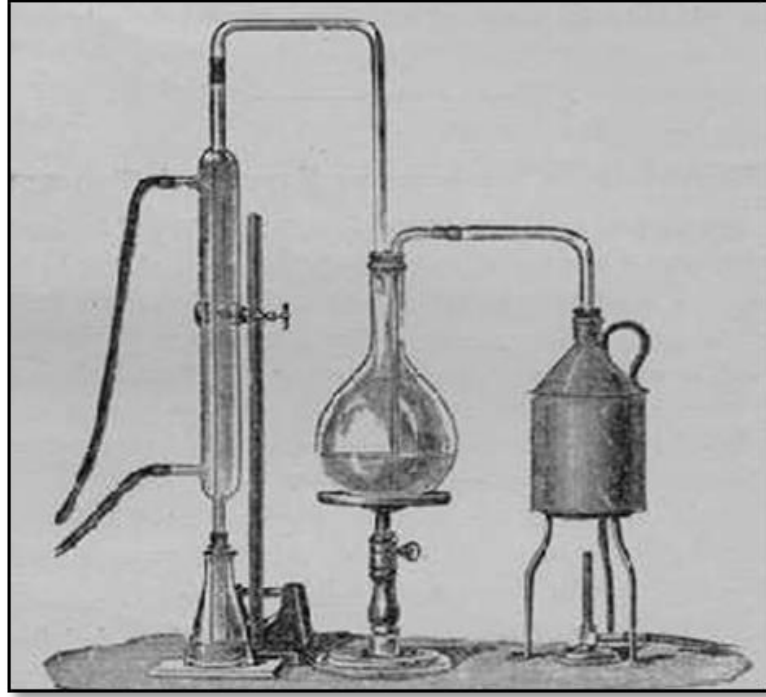
şekilde ısıyı yükseltir. Sıvı çözeltisi 200°C’de iyonlaştırılmış ve taşıyıcı gaz olan helyum yardımıyla çözelti cihaz içerisinde yer alan kolonda ayrıldıktan sonra detektörler tarafından algılanıp elde edilen kromatogram MS kütüphanesinde taratılarak yağ asitleri ve % oranları belirlenmiştir.

#### 3.2.4. Protein Tayini

Protein tayininde en çok kullanılan yöntem Danimarkalı kimyacı Johan Kjeldahl’ın 1883 yılında geliştirdiği Kjeldahl yöntemidir (TS ISO 1871, 2015) (Şekil 3.1.).

Bir katalizör yardımı ile öğütülmüş tohumlar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile yakılarak içeriğinde bulunan tüm azotun (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>’a dönüştürülmesi sağlanmıştır (Fotoğraf 3.10 - Fotoğraf 3.11). Çözeltinin bazikleştirilmesi ile açığa çıkan NH<sub>3</sub>’ın damıtılıp pH’ı belli olan standart bir asit çözeltisi içinde toplanması sağlanmıştır. Daha sonra NH<sub>3</sub>’tan kaynaklı pH artışı standart asit çözeltisi ile titrasyon yapılarak tekrar reaksiyon ortamı başlangıç pH’ına düşürülmüştür. NH<sub>3</sub>’ü nötrleştiren bu asit sarfiyatı kaydedilerek yapılan hesaplama azot miktarı tespit edilmiştir (Fotoğraf 3.12). Tespit edilen azot miktarı, yağlı tohumlar için belirlenen protein faktörü ile çarpılarak tohumda bulunan protein miktarları denklem 3.4’deki gibi hesaplanmıştır (TS ISO 1871, 2015).

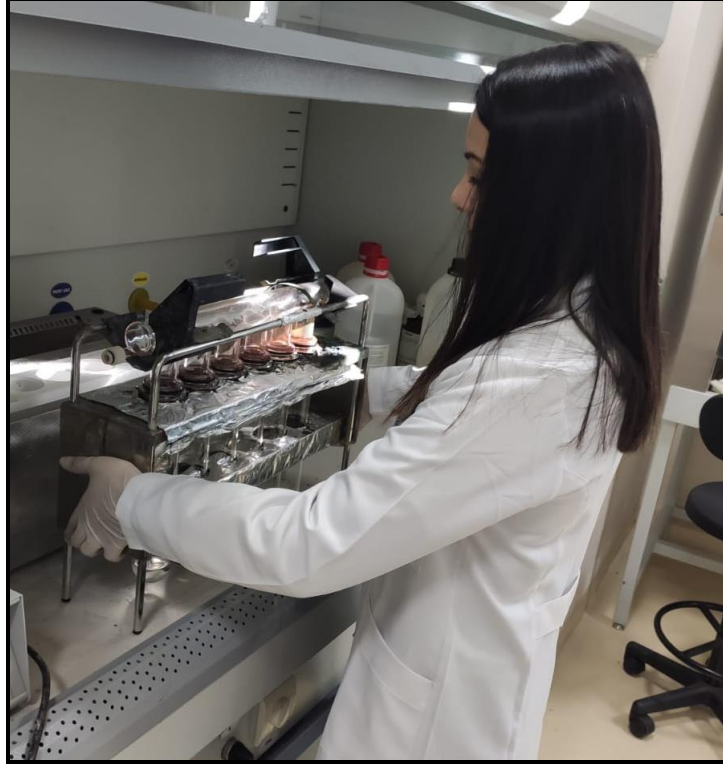
$$\begin{array}{l} \% \text{ Protein} \\ \text{Miktarı} \end{array} = \text{Azot Miktarı} \quad \times \quad \text{Protein Faktörü} \times 100 \quad (3.4)$$



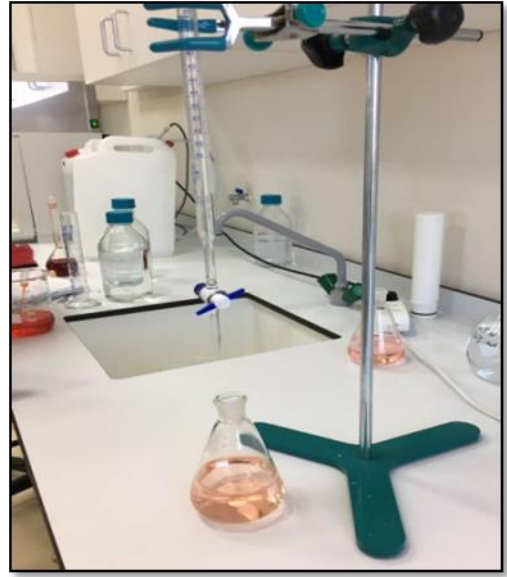
Şekil 3.1. Kjeldahl'ın 1883'te kurduğu protein tayin düzeneği



Fotoğraf 3.10. Numunelerin hazırlığı



Fotoğraf 3.11. Yakma işlemi (katalizör)

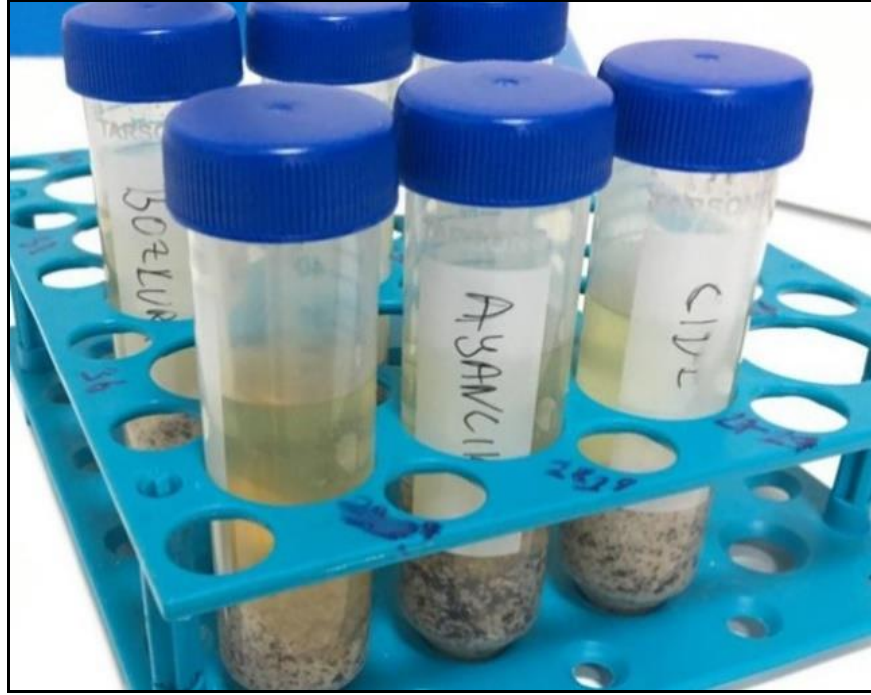


Fotoğraf 3.12. Damıtma (a) ve titrasyon (b) işlemleri.

### 3.2.5. Toplam Antioksidan Kapasite Tayini

Doğu kayını tohumlarında antioksidan aktiviteyi belirlemek için toplam fenolik bileşikler, toplam flavonoid maddeler ve toplam antioksidan kapasite analizleri

yapılmıştır. İşlemlere başlanmadan önce her bir numune (9.00 g) homojenleştirilerek metanol (1 M HCl, % 80 Metanol içinde) içinde bir ultrasonik banyoda 30 dakika ekstrakte edilmiştir. Bu işlem 3 kez tekrarlanmıştır. Birleştirilen ekstratlar 15 dakika 8000 xg'de santrifüj edilerek -20°C'de saklanmıştır (Meng vd., 2011). Böylelikle tohumlarda ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir (Fotoğraf 3.13).



Fotoğraf 3.13. Ön işlem uygulanan öğütülmüş kayın tohumları

### 3.2.5.1. Folin metodu ile toplam fenolik bileşik tayini

Standart olarak kullanılacak olan gallik asitten 100 mg/L'de bir stok çözeltisi hazırlanmış ve bu konsantrasyondan seyreltilerek beş farklı konsantrasyon elde edilmiştir.

Ekstrelerin her birinin 200 µl'si test tüplerine alınarak, her bir tüpe 1 ml Folin-Ciocalteu reaktifi ilave edilmiştir. Her bir numune tüpüne 2 ml %7,5'lük Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisi ilave edilmiş ve toplam hacim 7 ml'ye saf su ile tamamlanmıştır. Elde edilen karışımlar karanlıkta 2 saat oda sıcaklığında bekletildikten sonra 765 nm'de absorbans okumaları yapılmıştır. Bütün bunlar standart gallik asit için de yapılmıştır.

Ekstraktların fenolik içeriği gallik asit eşdeğeri (mg GAE/g) olarak verilmiştir (Slinkard and Singleton, 1977).

### **3.2.5.2. Toplam flavonoid tayini**

Kuersetin stok çözeltisi, 200 mg/L'lik bir konsantrasyonda hazırlandıktan sonra bu konsantrasyondan seyreltilerek beş farklı konsantrasyonda standartlar elde edilmiştir. Ekstraktlar (1 mL) oda sıcaklığında 10 dakika aynı miktarda % 2'lik AlCl<sub>3</sub> ile karıştırılmıştır. Numunelerin absorbanı 415 nm'de ölçülmüştür. Aynı uygulamalar, standart olarak kuersetin için de yapılmış ve örneklerin flavonoid içerikleri, kuersetin eşdeğeri (mg QE/g) olarak hesaplanmıştır (Arvouet-Grand vd., 1994).

### **3.2.5.3. Toplam antioksidan kapasitenin belirlenmesi**

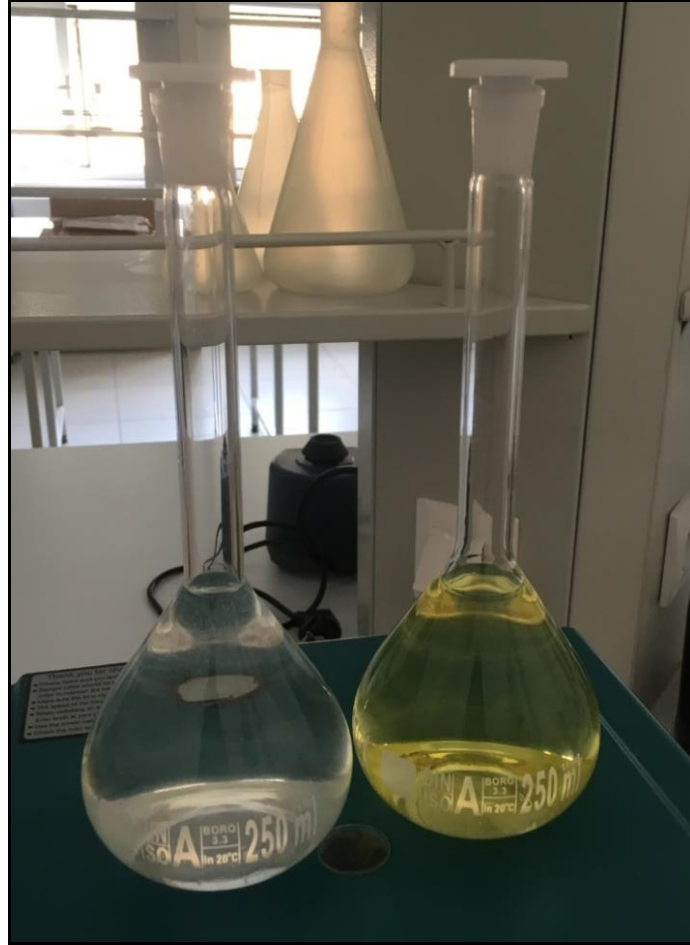
Mo(VI)'nın Mo(V)'e indirgenmesi ve asidik ortamda yeşil renkli fosfat/Mo(V) kompleksinin oluşumu metodun esasını oluşturmaktadır. 500 mg/L askorbik asit standart stok çözeltisi hazırlanarak 5 farklı konsantrasyona seyreltilmiştir. Sonra 28 mM Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.12H<sub>2</sub>O çözeltisi, 0.6 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisi, 4 mM Amonyum molibdat çözeltileri de hazırlanıp bunların 25'er mL'eri karıştırılarak reaktif çözeltisi olarak kullanılmıştır. Ekstrelerden 0.3 ml bir tüpe alınıp üzerlerine reaktif çözeltilerinden 3 ml eklenmiştir. Tüpler iyice karıştırılarak 95°C'de 90 dakika bekletilerek çözeltilerin absorbanı 695 nm'de ölçülmüştür. Tüm bu işlemler standart antioksidan olarak kullanılan askorbik asit için de yapılmıştır. Antioksidan aktivite askorbik asit eşdeğeri (mg AE/g) olarak hesaplanmıştır (Prieto vd., 1999).

### **3.2.6. HPLC İle Şeker Miktarı Tayini**

Öğütülen tohumlarından 2,5 g erlenlere alınarak üzerine 90 ml saf su eklenerek, 60°C'de su banyosunda 15–20 dk bekletilmiştir. Bekleme süresinin sonunda numunelerin üzerine 0,5 ml carez çözeltileri eklenmiş ve süzölmüştür (Fotoğraf 3.12). Süzöntü 0,45 µm'lik mikro filtreden geçirilerek HPLC cihazında izokratik metot ile şeker analizi yapılmıştır (Eser ve Dinçel, 2018).

Tablo 3.2. HPLC cihazı izokratik metot koşulları

Ekipman	: Shimadzu LC20A Prominence
Degazör	: DGU-20 A 5R Prominence
Pompa	: LC-20 AT Prominence
Kontrol Ünitesi	: CBM-20A Prominence
Dedektör	: RID
Otomatik Örnek Enjeksiyon Ünitesi	: SIL-20AC HT
Kolon Fırını	: CTO-10AS VP
Kolon	: NH2 Kolon, 5µm 4,6x250mm
Akış Hızı	: 1,3 mL/dk
Mobil Faz	: ACN:ddH2O, 80:20
Analiz Süresi	: 20 dk



Fotoğraf 3.14. Şeker analizi için yapılan karezler

### 3.2.7. Enzimatik Nişasta Tayini

Öğütülmüş tohumlarından 1'er gram ve buğday unundan 0,1 gram balonlara konularak üzerlerine 50 ml 5N derişimli NaOH eklenmiştir. Hazırlanan çözeltiler (Fotoğraf 3.14) 60°C'de, 90 rpm çalkalama hızına ayarlanan su banyosunda 30 dk çalkalanmıştır.



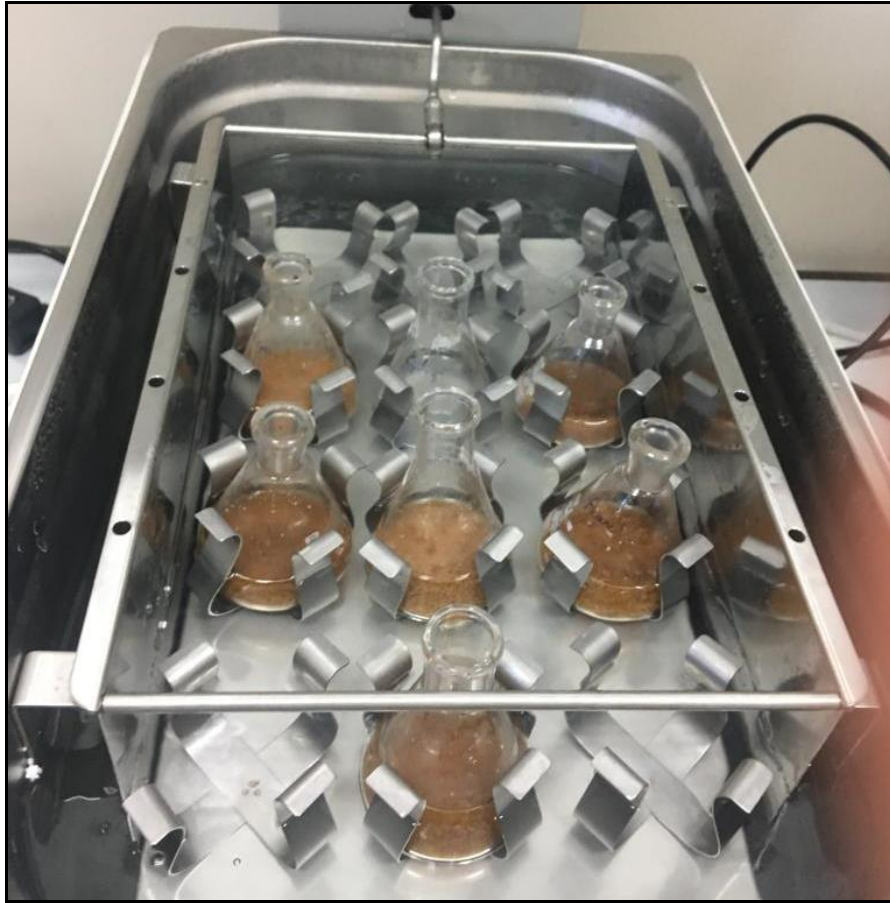
Fotoğraf 3.15. İşlem görmüş numuneler

Su banyosundan çıkartılan balonların üzerine damla damla %96'lık glisyal asetik asit damlatılarak pH derecesi 4.7'ye (4.6-4.8 arasında) ayarlanmıştır (Fotoğraf 3.15.).



Fotoğraf 3.16. Numunelerde pH ayarlanması

Nişastayı glikoza parçalamak amacı ile her bir numuneye önceden hazırlanan 1'er ml amiloglikozidaz çözeltisi eklenmiştir. Balonlar tekrardan 60°C'deki su banyosuna alınarak 90 rpm hızında 30 dk çalkalanmıştır (Fotoğraf 3.17). Çalkalama sonucunda soğutulduktan sonra balonlardaki bulunan numuneler distile su ile 250 ml'ye tamamlanmıştır. Son olarak balonlardaki numuneler filtreden süzülerek cam tüplere alınmıştır.



Fotoğraf 3.17. Numunelerin su banyosunda çalkalanma işlemi

Tüplerdeki numuneler kuvars küvetlere aktarılarak her birinin üzerlerine önceden hazırlanmış olan 1 ml Trietanolamin tampon çözeltisi eklenmiştir. Üzerine distile suda seyreltilmiş olan nikotinamid adenin dinükleotit fosfat (NaDP) çözeltisinden 0,1 ml, önceden hazırlanmış olan adenozin trifosfat (ATP) çözeltisinden 0,1 ml ve yine önceden hazırlanmış HK/G6P-DH süspansiyonundan 0,02 ml eklenmiştir. Küvetler teker teker spektrometreye yerleştirilerek 340 nm'de 3'er tekrarlı okumaları

yapılmıştır. Okumalar sonucunda tohumlarda bulunan nişasta yüzdeleri denklem 3.5’de yerine konularak hesaplanmıştır.

$$\begin{array}{l} \% \text{ Toplam} \\ \text{Nişasta} \\ \text{(g/100)} \end{array} = \frac{(100 \times (0,9)) \cdot (0,921 \times \Delta E)}{\text{Tohum Ağırlığı} \times \text{Dilüsyon Faktörü (4)}} \times 100 \quad (3.5)$$

Nişasta Glikoz Dönüşüm Faktörü: 0,9

Glikoz faktörü: 0,921

$\Delta E$ : Kullanılan reaktifin absorban okuması – Numunenin absorban okuması

### 3.3. İstatistiki Analizler

Tezde kullanılan istatistik analizleri IBM SPSS istatistik 23.0 programı kullanılarak Aritmetik ortalama, standart sapma, maksimum ve minimum gibi basit istatistiki parametreler yapılmıştır. Bu parametrelerin normal dağılım gösterdikten sonra %95 güven düzeyi ile homojen gruplar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını gözlemlemek amacıyla One-Way, Anova parametrik testi uygulanmış ve farklılık gözlenen grupların ( $P \leq 0,05$ ) ayrımı için Duncan testi yapılmıştır. Duncan testi sonucunda birbirinden anlamlı farklılık göstermeyen sonuçlar alfabetik sıralanarak aynı harf ile farklılık gösterenler farklı harf ile gösterilmiştir.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Nem Oranı ve Toplam Kuru Madde Miktarları

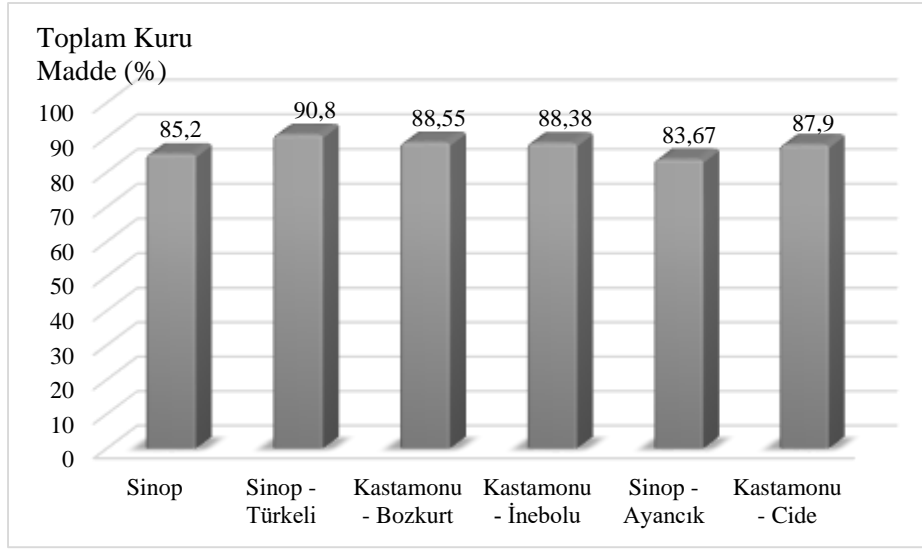
Farklı doğu kayını popülasyonlarının tohumlarına ait toplam nem tayini miktarları, varyans analizi sonucu ile çoklu test sonuçları tablo 4.1.'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Tohumlarında bulunan nem yüzdeleri

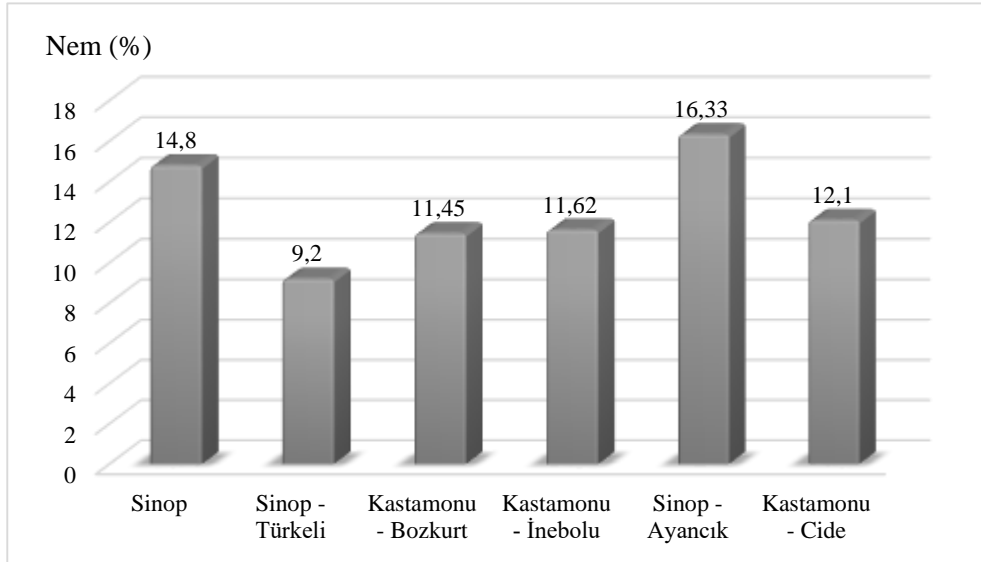
Populasyon	Nem (%)	F	P	Kuru Madde (%)	F	P
	Ortalama ve Standart Hata ( $X \pm S_x$ )			Ortalama ve Standart Hata ( $X \pm S_x$ )		
Sinop	14,80 $\pm$ 0,25 b	420,97	0,00***	85,20 $\pm$ 1,14 c	10,92	0,00***
Sinop – Türkeli	09,20 $\pm$ 0,05 e			90,80 $\pm$ 0,81 a		
Kastamonu – Bozkurt	11,45 $\pm$ 0,05 d			88,55 $\pm$ 0,54 ab		
Kastamonu – İnebolu	11,61 $\pm$ 0,06 d			88,38 $\pm$ 0,58 b		
Sinop – Ayancık	16,33 $\pm$ 0,02 a			83,67 $\pm$ 0,70 c		
Kastamonu – Cide	12,10 $\pm$ 0,14 c			87,90 $\pm$ 0,70 b		

Nem ve kuru madde yüzdeleri için ortalama ve standart hata değerleri ile birlikte verilen harflendirmeler (a, b, c) örnekler arasındaki önem düzeyini ifade etmektedir. \* (0,05>P>0,01), \*\* (0,01>P>0), \*\*\* (P=0)

Varyans analizi sonuçlarına göre; toplam nem yüzdesi üzerine popülasyon farklılığı istatistiki anlamda önemli farklılık oluşturmuştur. Uygulanan Duncan testi sonuçlarına göre; Sinop-Ayancık popülasyonu en yüksek nem oranına sahipken, Sinop-Türkeli popülasyonuna ait tohumlarda nem düzeyi en düşük olarak tespit edilmiştir. Toplam nem yüzdelerinin orijinlere göre dağılımı Grafik 4.1'de ve toplam kuru maddeleri Grafik 4.2'de verilmiştir.



Grafik 4.1. Tohumlarda bulunan toplam kuru madde miktarları



Grafik 4.2. Tohumlarda bulunan nem miktarları

#### 4.2. Toplam Kül ve Mineral Madde Miktarları

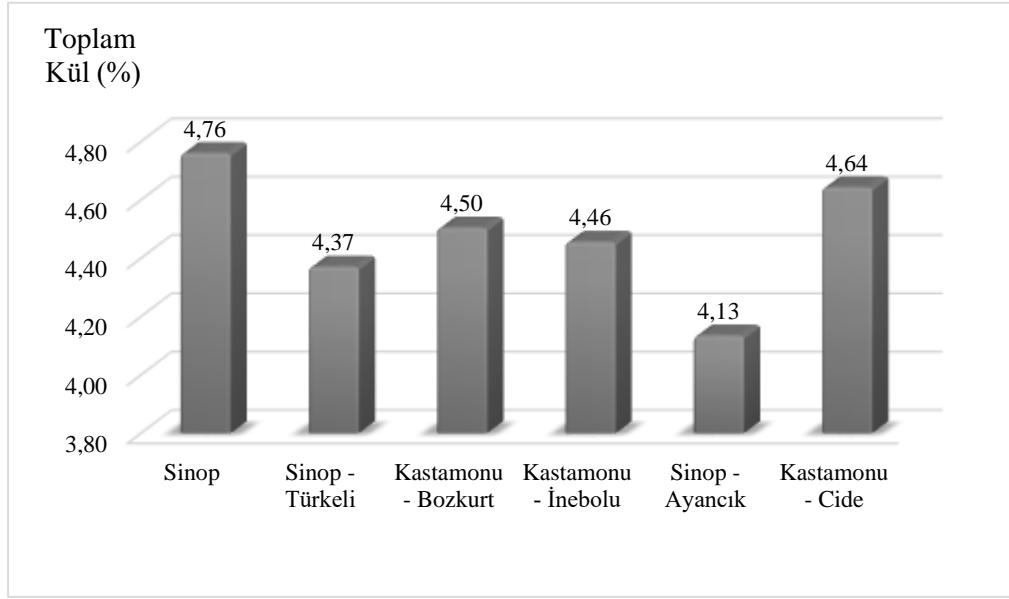
Tohumlarda yapılan kuru bazda toplam mineral madde (kül) tayinindeki tespitler, Tablo 4.2’de verilmiştir. XRF cihazında yapılan mineral analizi sonucunda elde edilen veriler ışığında ise 27 tane element tespit edilmiş olup, bunların içinde yaklaşık 15 tanesinin makro element olduğu görülmüştür (Tablo 4.3.).

Tablo 4. 2. Tohumlarda toplam mineral madde oranı (%)

Populasyon	% Kül	F	P
	Ortalama ve Standart Hata ( $X \pm S_x$ )		
Sinop	4,76 $\pm$ 0,118a	3,21	0,02*
Sinop – Türkeli	4,37 $\pm$ 0,10bc		
Kastamonu – Bozkurt	4,50 $\pm$ 0,057abc		
Kastamonu – İnebolu	4,46 $\pm$ 0,084abc		
Sinop – Ayancık	4,13 $\pm$ 0,234c		
Kastamonu – Cide	4,64 $\pm$ 0,317ab		

Kül yüzdeleri için ortalama ve std. hata değerleri ile birlikte verilen harflendirmeler (a, b, c) örnekler arasındaki önem düzeyini ifade etmektedir. \* (0,05>P>0,01), \*\* (0,01>P>0), \*\*\* (P=0)

Toplam kül yüzdeleri üzerine populasyon farklılığının etkisinin irdelendiği varyans analizi sonucunda; populasyonlar arasında anlamlı bir farklılık gözlenmiş ve Duncan testi uygulanmıştır. Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek kül oranı Sinop, Kastamonu – Cide, Kastamonu – Bozkurt ve Kastamonu – İnebolu populasyonlarında, en düşük kül oranı ise Sinop – Türkeli populasyonunda tespit edilmiştir. Toplam kül yüzdelerinin populasyonlara göre dağılımı Grafik 4.3’de verilmiştir.



Grafik 4.3. Tohumlara ait kül miktarlarında bulunan toplam mineral madde miktarları

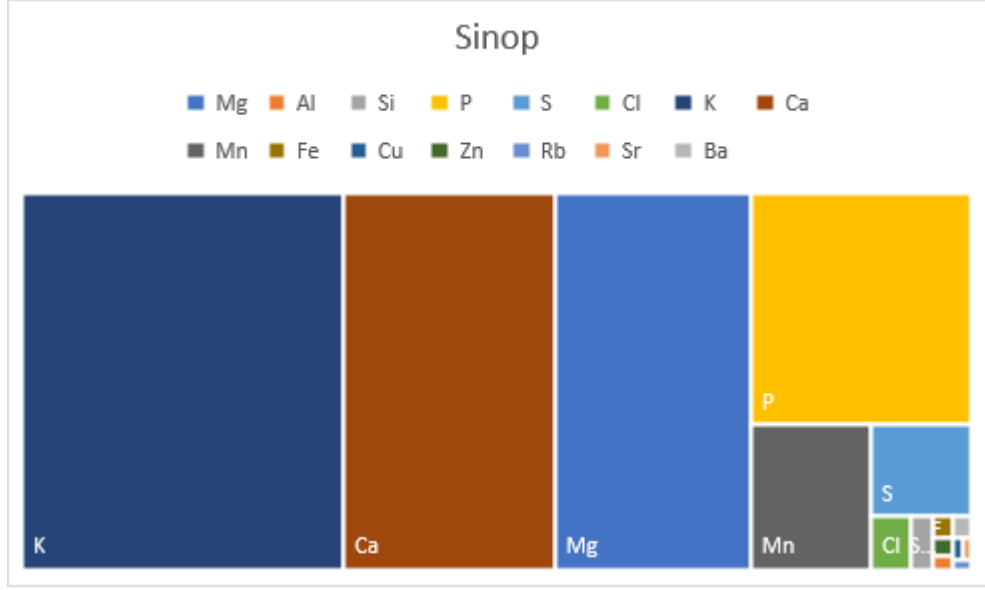
Farklı popülasyonlara ait tohumlardan elde edilen küller XRF cihazında elementel analize tabii tutulmuş ve elde edilen sonuçlar tohumdaki miktarlarına dönüştürülerek (Eşitlik 6) tohumdaki mineral miktarları Tablo 4.3’de verilmiştir. Her bir elemente ait ortalama ve standart hata gibi basit istatistikler verilmiştir. Uygulanan varyans analizi sonuçlarına göre; popülasyon farklılığı Mg, Al, P, S, K, Ca, Mn ve Ba elementleri üzerinde istatistiki anlamda önemli farklılığa sebebiyet verirken, Si, Cl, Fe, Cu, Zn, Rb ve Sr element miktarları üzerinde ise popülasyon farklılığının istatistiki anlamda etkisi görülmemiştir (Tablo 4.3.).

Duncan testi sonuçlarına göre; en yüksek Ca ve Mn Sinop popülasyonunda; Mg elementi Sinop ve Sinop-Türkeli popülasyonlarında; K elementi Kastamonu-İnebolu popülasyonunda; S elementi ise Sinop, Kastamonu-İnebolu ve Kastamonu Cide popülasyonlarında görülürken, Al elementi Kastamonu-Bozkurt; P elementi Sinop ve Ba elementi Sinop-Ayancık popülasyonlarında en düşük miktarda saptanmıştır. Popülasyonlara göre element miktarlarının dağılımları Grafik 4.4’de, 4.5’de, 4.6’de, 4.7’de, 4.8’de ve 4.9’de verilmiştir.

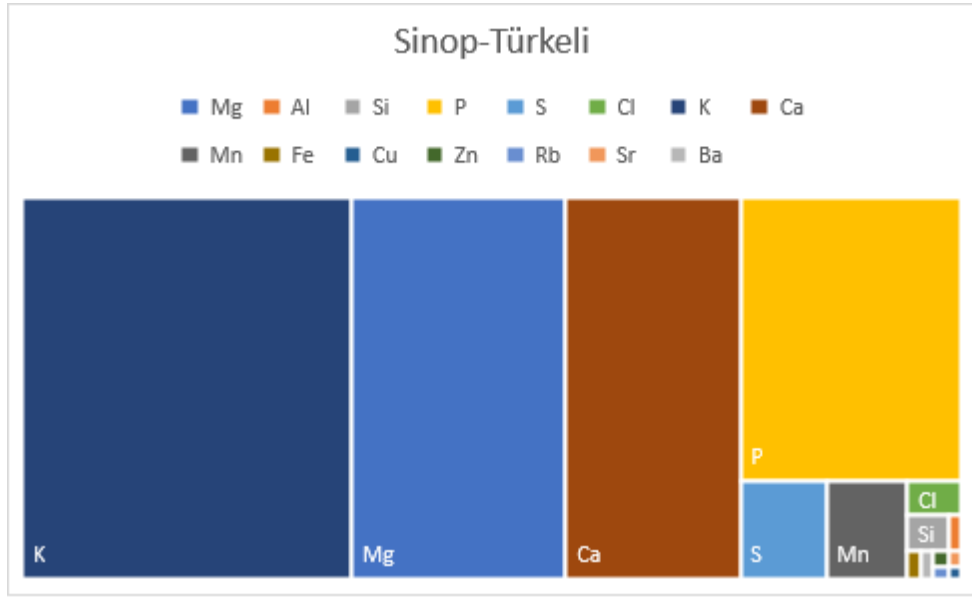
Tablo 4.3. Doğu kayın tohumlarında bulunan makro ve mikro elementler (g/100g)

Element	Sinop	Sinop – Türkeli	Kastamonu- Bozkurt	Kastamonu - İnebolu	Sinop – Ayancık	Kastamonu – Cide	F	P
	<i>Ortalama ve Standart Hata (X ± SX)</i>							
K	1,079 ± 0,005d	1,004 ± 0,002e	1,253 ± 0,009b	1,307 ± 0,005a	0,953 ± 0,004f	1,129 ± 0,009c	507,963	0,000***
Ca	0,709 ± 0,006a	0,532 ± 0,008d	0,573 ± 0,006c	0,523 ± 0,003d	0,472 ± 0,006e	0,658 ± 0,015b	224,389	0,000***
Mg	0,659 ± 0,005a	0,656 ± 0,011a	0,507 ± 0,002d	0,487 ± 0,003e	0,622 ± 0,004b	0,604 ± 0,001c	179,073	0,000***
P	0,455 ± 0,009c	0,500 ± 0,018a	0,490 ± 0,0012ab	0,480 ± 0,0055abc	0,478 ± 0,0034abc	0,467 ± 0,0031bc	3,019	0,030**
Mn	0,155 ± 0,008a	0,064 ± 0,007d	0,091 ± 0,004c	0,057 ± 0,0003d	0,057 ± 0,004d	0,122 ± 0,004b	49,285	0,000***
S	0,083 ± 0,004ab	0,068 ± 0,006b	0,076 ± 0,005b	0,095 ± 0,002a	0,076 ± 0,0076b	0,082 ± 0,002ab	3,927	0,010**
Cl	0,019 ± 0,004	0,015 ± 0,003	0,012 ± 0,002	0,013 ± 0,002	0,014 ± 0,002	0,013 ± 0,002	1,15	0,362ns
Si	0,011 ± 0,001	0,012 ± 0,0015	0,009 ± 0,001	0,012 ± 0,0015	0,012 ± 0,0013	0,012 ± 0,0012	1,2	0,339ns
Ba	0,004 ± 0,0007ab	0,003 ± 0,0009ab	0,004 ± 0,0007a	0,004 ± 0,0005a	0,002 ± 0,0002b	0,003 ± 0,0003ab	2,044	0,10*
Fe	0,004 ± 0,0009	0,003 ± 0,0009	0,004 ± 0,0010	0,004 ± 0,0009	0,003 ± 0,0007	0,005 ± 0,0001	0,625	0,683ns
Zn	0,003 ± 0,0005	0,002 ± 0,0006	0,003 ± 0,0007	0,003 ± 0,0009	0,002 ± 0,0004	0,003 ± 0,0006	0,339	0,884ns
Al	0,002 ± 0,0005ab	0,004 ± 0,0007a	0,001 ± 0,0002b	0,003 ± 0,0005ab	0,004 ± 0,0007a	0,003 ± 0,0005ab	2,962	0,032**
Cu	0,002 ± 0,0007	0,001 ± 0,0002	0,002 ± 0,0009	0,002 ± 0,0003	0,001 ± 0,0002	0,002 ± 0,0002	0,81	0,554ns
Rb	0,002 ± 0,0008	0,002 ± 0,0008	0,001 ± 0,0002	0,001 ± 0,0004	0,001 ± 0,0002	0,002 ± 0,0004	1,1	0,386ns
Sr	0,002 ± 0,0005	0,002 ± 0,0008	0,001 ± 0,199	0,001 ± 0,0002	0,002 ± 0,0002	0,002 ± 0,0006	0,993	0,443ns

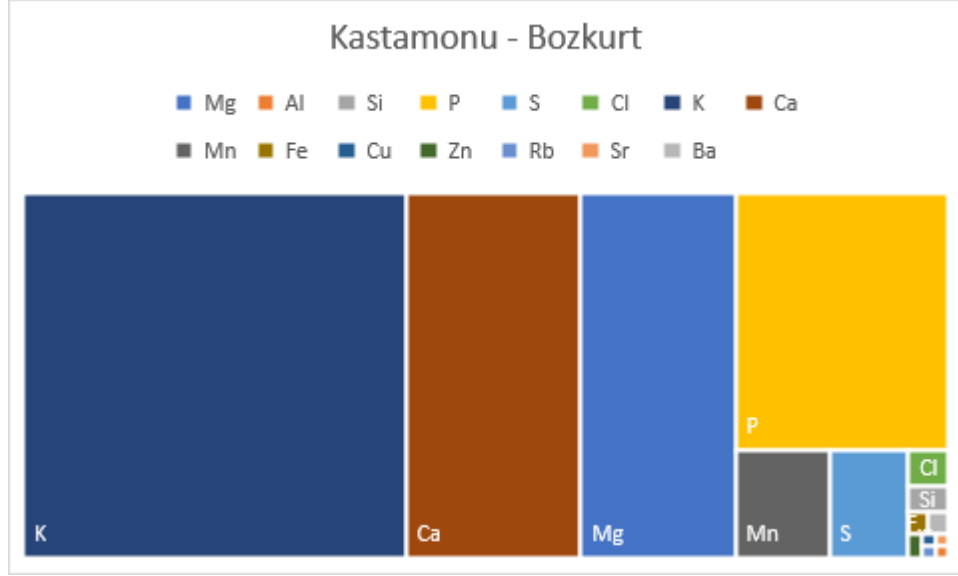
Elementler için ortalama ve std. hata değerleri ile birlikte verilen harflendirmeler (a, b, c) örnekler arasındaki önem düzeyini ifade etmektedir. \* (0,05>P>0,01), \*\* (0,01>P>0), \*\*\* (P=0), ns (non-significant)



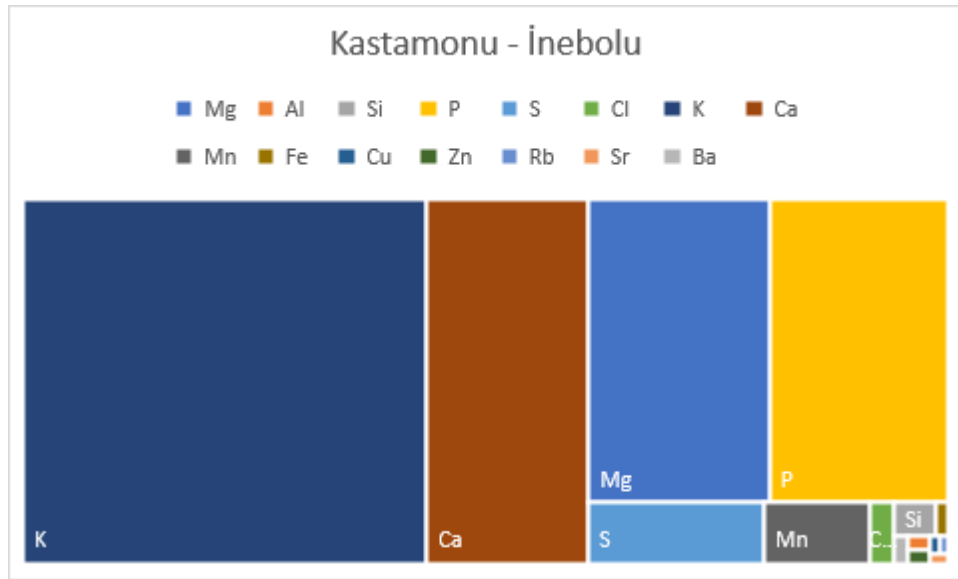
Grafik 4. 4. Sinop tohumlarında bulunan makro ve mikro elementler



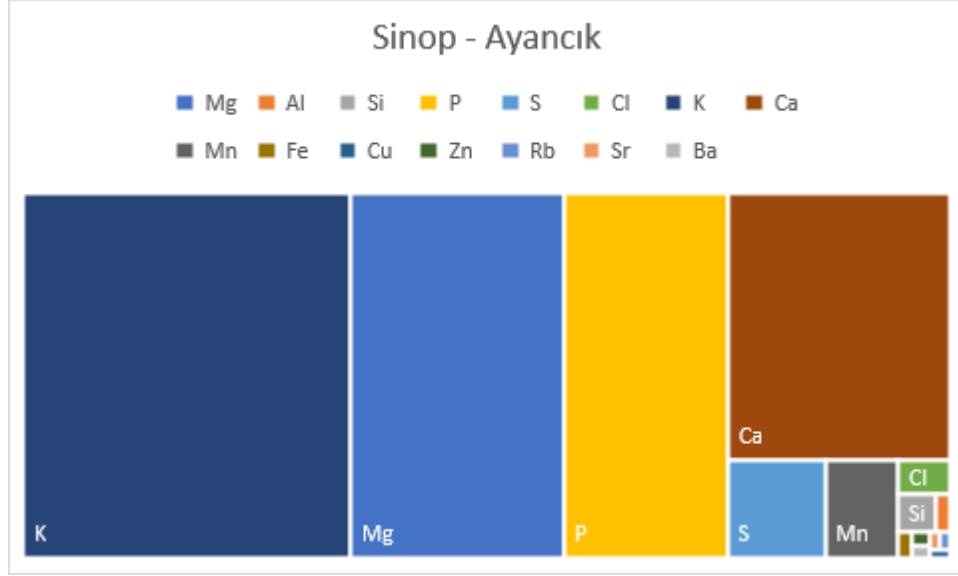
Grafik 4. 5. Sinop-Türkeli tohumlarında bulunan makro ve mikro elementler



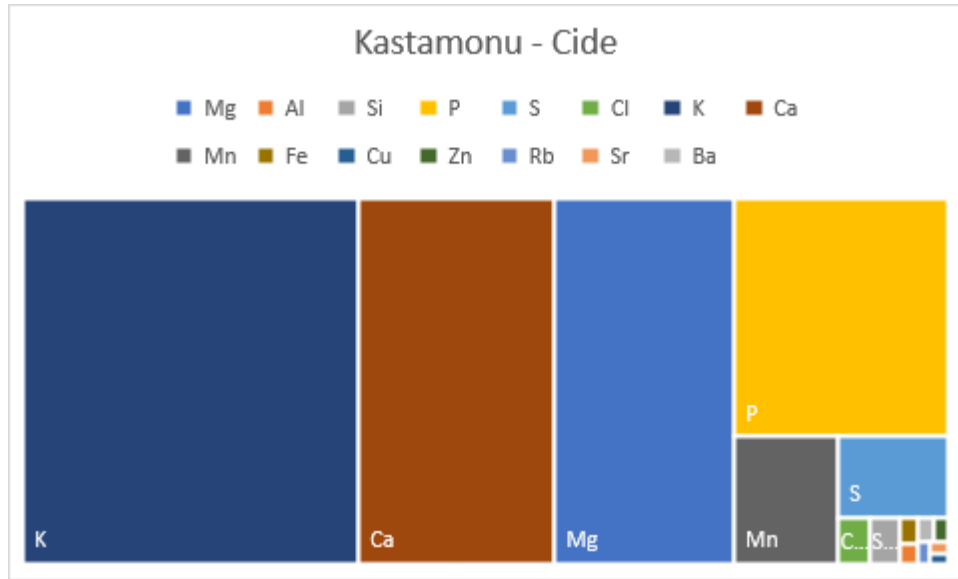
Grafik 4. 6. Kastamonu – Bozkurt tohumlarında bulunan makro ve mikro elementler



Grafik 4. 7. Kastamonu – İnebolu tohumlarında bulunan makro ve mikro elementler



Grafik 4. 8. Sinop – Ayancık tohumlarında bulunan makro ve mikro elementler



Grafik 4. 9. Kastamonu – Cide tohumlarında bulunan makro ve mikro elementler

### 4.3. Sabit Yağ ve Sabit Yağ Asidi Oranı

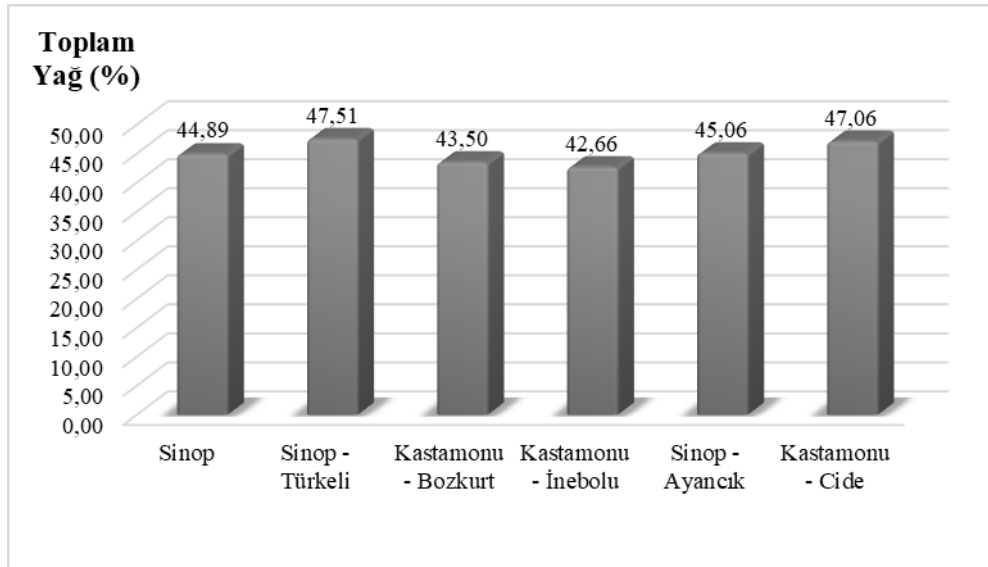
Tohumların içerdiği sabit yağlar Soxhlet ekstraksiyon cihazı ile çıkartılmış olup, GC-MS analizi ile belirlenen tohumdaki yağ asidi bileşimleri ve miktarları Tablo 4.4'de verilmiştir.

Tablo 4.4. Tohumlarda bulunan sabit yağ yüzdeleri

Populasyon	% Toplam Yağ	F	P
	Ortalama ve Standart Hata ( $X \pm S_x$ )		
Sinop	44,89 $\pm$ 0,08	0,61	0,69 <sup>ns</sup>
Sinop – Türkeli	47,51 $\pm$ 0,09		
Kastamonu – Bozkurt	43,50 $\pm$ 0,07		
Kastamonu – İnebolu	42,66 $\pm$ 0,05		
Sinop – Ayancık	45,06 $\pm$ 0,05		
Kastamonu – Cide	47,06 $\pm$ 0,08		

Toplam yağ yüzdeleri için ortalama ve std. hata değerleri ile birlikte verilen harflendirmeler (a, b, c) örnekler arasındaki önem düzeyini ifade etmektedir. \* (0,05>P>0,01), \*\* (0,01>P>0), \*\*\* (P=0), ns (non significant)

Kuru bazda toplam sabit yağ yüzdeleri değişkeni için yapılan varyans analizi sonucunda, populasyonlar arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Toplam sabit yağ yüzdelerinin orijinlere göre dağılımı Grafik 4.9’da verilmiştir.



Grafik 4. 10. Tohumlarda toplam sabit yağ asidi yüzdeleri

Tohumlardaki yağ asidi bileşimlerine bakıldığında en yüksek çıkan yağ asitleri 9,12-Okta dekadienoik asit (C18:2) ile 9-Okta dekenoik asit (C18:1) oldukları görülmüştür (Tablo 4.5)

Tablo 4. 5. Tohumların içerdiği yağ asitleri

%	Sinop	Sinop - Türkeli	Kastamonu - Bozkurt	Kastamonu - İnebolu	Sinop - Ayancık	Kastamonu - Cide	Ortalama %
<b>9-Hexadekenoik asit (C16:1)</b>	TE	0,15	0,18	0,19	0,12	0,14	0,16
<b>Hexadekanoik asit (C16:0)</b>	4,36	7,26	8,29	8,31	5,71	6,70	6,77
<b>Heptadekanoik asit C17:0)</b>	TE	0,03	0,04	0,04	TE	TE	0,04
<b>9,12-Oktadekadienoik asit (C18:2)</b>	33,26	34,20	34,14	33,58	32,03	33,35	33,43
<b>9-Oktadekenoik asit (C18:1)</b>	47,45	39,31	38,47	40,36	45,03	42,24	42,14
<b>9,12,15-Oktadekatrienoik asit (18:3)</b>	TE	0,09	0,06	0,06	TE	0,05	0,07
<b>cis-11,14-Eikosadienoik asit (C20:2)</b>	8,59	0,24	0,24	0,22	0,31	0,23	1,64
<b>11-Eikosenoik asit (C20:1)</b>	TE	10,71	10,66	9,94	8,43	9,87	9,92
<b>Eikosenoik asit (C20:0)</b>	TE	0,69	0,67	0,63	0,49	0,62	0,62
<b>13-Dokosenoik asit (C22:1)</b>	1,86	2,14	2,00	1,65	1,66	1,97	1,88
<b>Tetradekanoik asit (C14:0)</b>	TE	TE	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07
<b>cis-10-Heptadekenoik asit (C17:1)</b>	TE	TE	0,03	0,02	TE	TE	0,03
<b>Diğer Maddeler</b>	4,48	5,18	5,15	4,93	6,16	4,76	5,11
<b>Toplam</b>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	

TE: Tespit edilmedi.

#### 4.4. Protein Miktarı

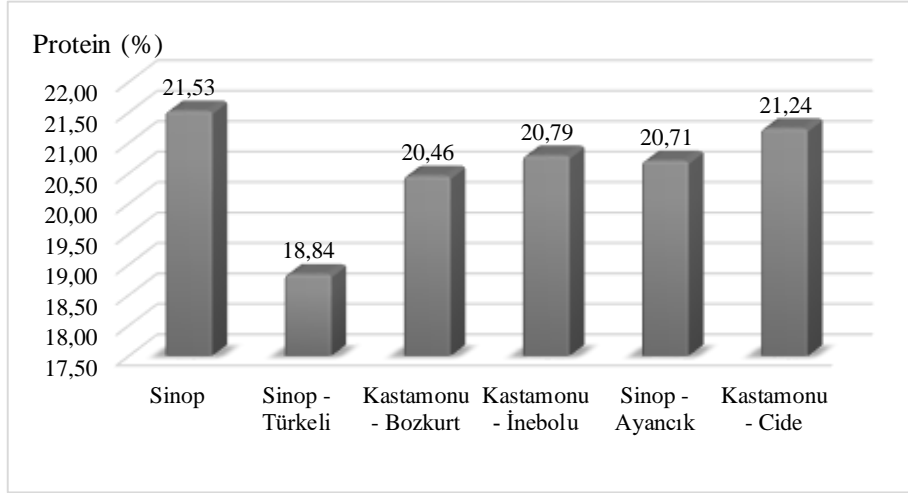
Tohumların içerdiği protein miktarları oranı Kjeldahl cihazı ile belirlenmiştir. Tespit edilen protein miktarlarının oranları populasyonlara göre değişimi Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4. 6. Tohumlarda protein yüzdeleri

Populasyon	% Protein Miktarı	F	P
	Ortalama ve Standart Hata ( $X \pm S_X$ )		
Sinop	21,53 $\pm$ 0,02c	544,06	0,00***
Sinop – Türkeli	18,84 $\pm$ 0,03f		
Kastamonu – Bozkurt	20,46 $\pm$ 0,05e		
Kastamonu – İnebolu	20,79 $\pm$ 0,05d		
Sinop – Ayancık	20,71 $\pm$ 0,02a		
Kastamonu – Cide	21,24 $\pm$ 0,05b		

Protein yüzdeleri için ortalama ve std. hata değerleri ile birlikte verilen harflendirmeler (a, b, c) örnekler arasındaki önem düzeyini ifade etmektedir. \* (0,05>P>0,01), \*\* (0,01>P>0), \*\*\* (P=0)

Protein düzeyi üzerinde populasyon farklılığının istatistiki olarak önemli farklılık oluşturduğu varyans analizi ile ortaya konmuştur. Duncan testi sonuçlarına göre; Sinop-Ayancık populasyonunda en yüksek protein düzeyi tespit edilirken, Sinop-Türkeli populasyonunda en düşük protein düzeyi saptanmıştır. Protein yüzdelerinin orijinlere göre dağılımı Grafik 4.10'da verilmiştir.



Grafik 4.11. Tohumlardaki protein miktarı düzeyleri

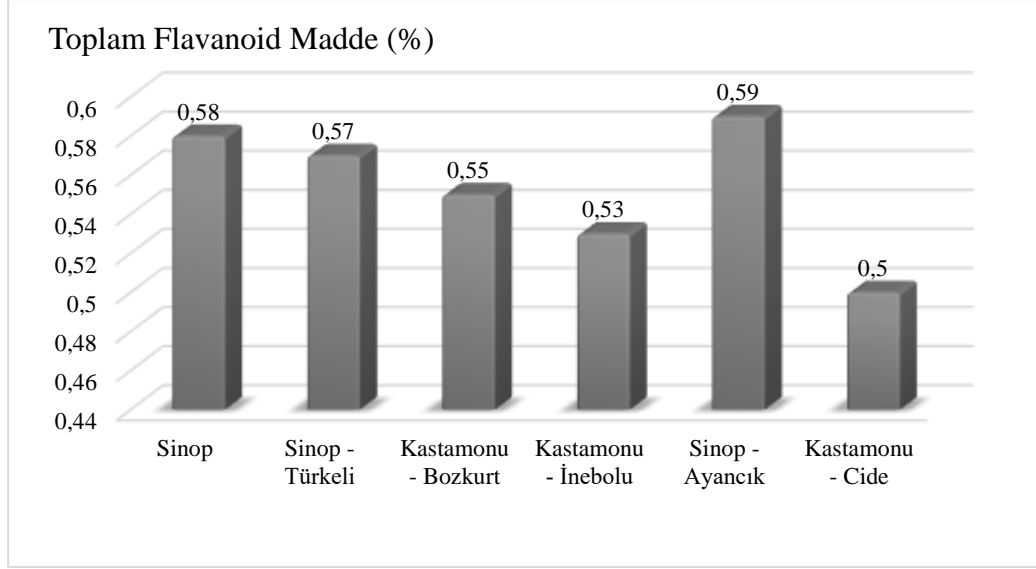
#### 4.5. Toplam Antioksidan Kapasitesi

Tohumlardaki kuru bazda flavanoid madde miktarları popülasyonlara göre farklılığının istatistiki olarak önemli farklılık oluşturmadığı varyans analizi ile ortaya konmuş ve elde edilen veriler Tablo 4.7 ile Grafik 4.11’de verilmiştir. En yüksek antioksidan flavanoid madde miktarı Sinop – Ayancık popülasyonunda, en düşük flavanoid madde miktarı Kastamonu – Cide popülasyonunda olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.7. Tohumlarda bulunan flavanoid madde miktarları

Populasyon	QE/g	F	P
	Ortalama ve Standart Hata ( $X \pm S_x$ )		
Sinop	0,58 ± 0,02	2,28	0,11 <sup>ns</sup>
Sinop - Türkeli	0,57 ± 0,05		
Kastamonu - Bozkurt	0,55 ± 0,02		
Kastamonu - İnebolu	0,53 ± 0,14		
Sinop - Ayancık	0,59 ± 0,02		
Kastamonu - Cide	0,50 ± 0,08		

Flavanoid madde miktarları için ortalama ve std. hata değerleri ile birlikte verilen harflendirmeler (a, b, c) örnekler arasındaki önem düzeyini ifade etmektedir. \* (0,05>P>0,01), \*\* (0,01>P>0), \*\*\* (P=0), ns (non-significant)



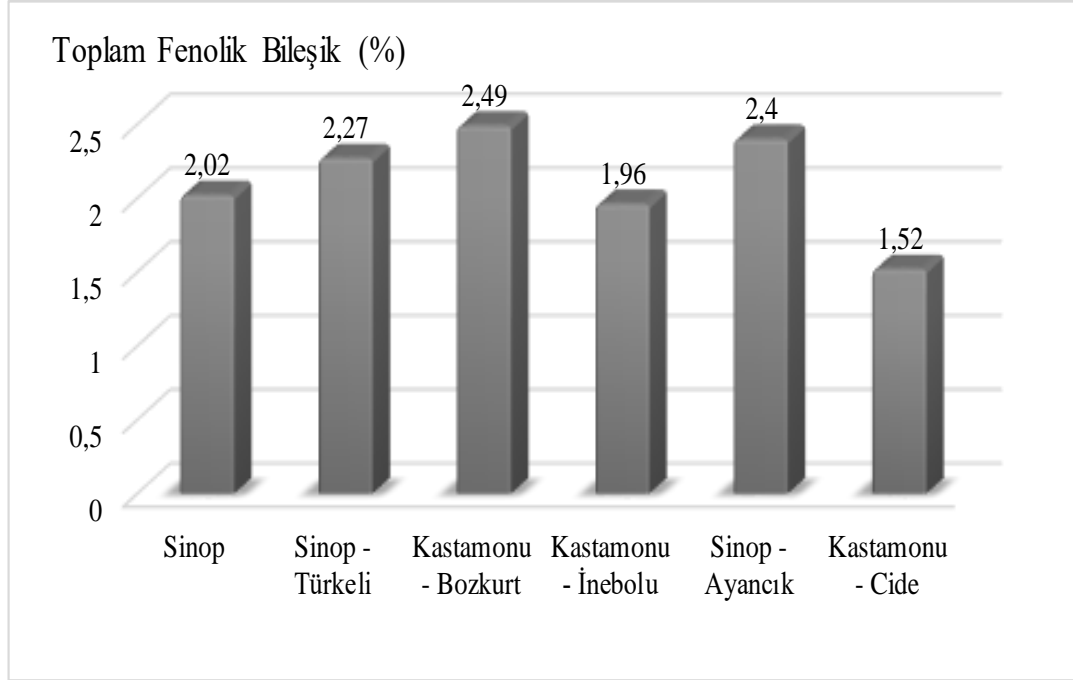
Grafik 4.12. Tohumlarda bulunan flavanoid madde miktarları

Tohumlardaki kuru bazda fenolik bileşik madde miktarları popülasyonlara göre farklılığının istatistiki olarak önemli farklılık oluşturmadığı varyans analizi ile ortaya konmuş ve elde edilen veriler Tablo 4.8 ile Grafik 4.12’de verilmiştir. En yüksek antioksidan fenolik bileşik madde miktarı Kastamonu – Bozkurt popülasyonunda, en düşük fenolik bileşik madde miktarı Kastamonu – Cide popülasyonunda olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.8. Tohumlarda bulunan fenolik bileşik madde miktarları

Populasyon	GAE/g	F	P
	Ortalama ve Standart Hata ( $X \pm S_x$ )		
Sinop	2,02 ± 0,14	0,76	0,60 <sup>ns</sup>
Sinop - Türkeli	2,27 ± 0,25		
Kastamonu - Bozkurt	2,49 ± 0,13		
Kastamonu - İnebolu	1,96 ± 0,21		
Sinop - Ayancık	2,40 ± 0,14		
Kastamonu - Cide	1,52 ± 0,30		

Fenolik bileşik madde miktarları için ortalama ve std. hata değerleri ile birlikte verilen harflendirmeler (a, b, c) örnekler arasındaki önem düzeyini ifade etmektedir. \* (0,05>P>0,01), \*\* (0,01>P>0), \*\*\* (P=0), ns (non-significant)



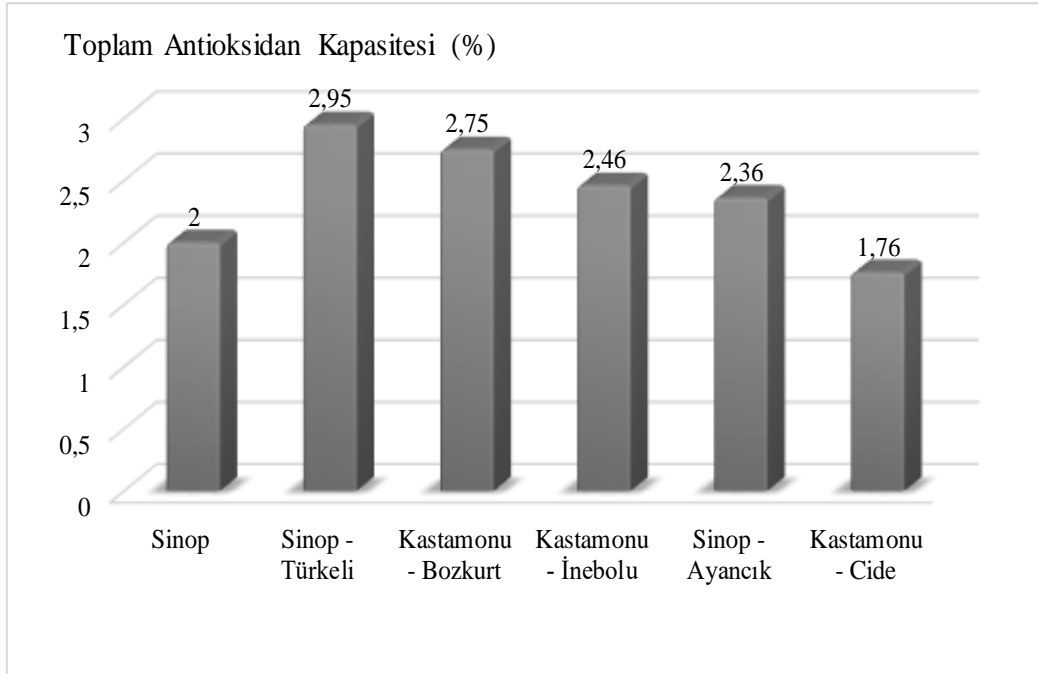
Grafik 4.13. Tohumlardaki toplam fenolik bileşik madde miktarı

Tohumlardaki toplam antioksidan kapasite miktarları üzerinde popülasyon farklılığının istatistik olarak önemli farklılık oluşturduğu varyans analizi ile ortaya konmuştur. Duncan testi sonuçlarına göre; Sinop – Türkeli popülasyonunda en yüksek protein düzeyi tespit edilirken Kastamonu – Cide popülasyonunda en düşük toplam antioksidan kapasite miktarları saptanmıştır. Toplam antioksidan kapasite miktarları yüzdelerinin orijinlere göre dağılımı Tablo 4.9 ve Grafik 4.13’da verilmiştir.

Tablo 4.9. Tohumları toplam antioksidan kapasite miktarları

Populasyon	AE/g (KB)	F	P
	Ortalama ve Standart Hata ( $X \pm S_x$ )		
Sinop	2.00 $\pm$ 0,57 bc	3,48	0,04*
Sinop - Türkeli	2,95 $\pm$ 0,08 a		
Kastamonu - Bozkurt	2,75 $\pm$ 0,02 ab		
Kastamonu - İnebolu	2,46 $\pm$ 0,03 abc		
Sinop - Ayancık	2,36 $\pm$ 0,02 abc		
Kastamonu - Cide	1,76 $\pm$ 0,02 c		

Antioksidan madde miktarları için ortalama ve std. hata değerleri ile birlikte verilen harflendirmeler (a, b, c) örnekler arasındaki önem düzeyini ifade etmektedir. \* (0,05>P>0,01), \*\* (0,01>P>0), \*\*\* (P=0), ns (non-significant)



Grafik 4.14. Tohumların antioksidan kapasiteleri

#### 4.6. Tohumlarda Şeker Miktarı

HP-LC cihazı ile her bir popülasyona ait tohumların toplam şeker miktarları ve farklı şeker grupları tayin edilmiştir. Elde edilen toplam şeker miktarları ve toplam şeker miktarları üzerine uygulanan varyans analiz sonuçları tablo 4.10'da verilmiştir. Farklı şeker gruplarına ait değerler Tablo 4.11 ve Grafik 4.15'de verilmiştir.

Tablo 4.10. Tohumlarda bulunan toplam şeker miktarı (%)

Populasyon	Toplam Şeker (mg)	F	P
	Ortalama ve Standart Hata ( $X \pm S_x$ )		
Sinop	1,33 $\pm$ 0,11 b	10,88	0,00***
Sinop – Türkeli	5,04 $\pm$ 0,08 a		
Kastamonu – Bozkurt	4,36 $\pm$ 0,49 a		
Kastamonu – İnebolu	4,69 $\pm$ 0,36 a		
Sinop – Ayancık	3,98 $\pm$ 0,30 a		
Kastamonu – Cide	3,76 $\pm$ 0,48 a		

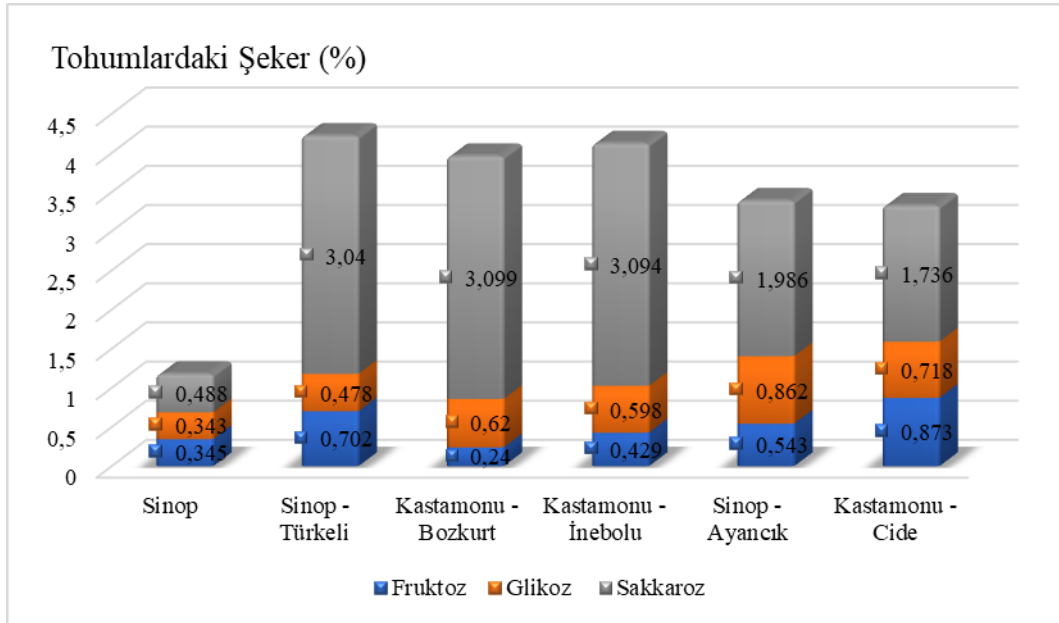
Toplam şeker miktarları için ortalama ve std. hata değerleri ile birlikte verilen harflendirmeler (a, b, c) örnekler arasındaki önem düzeyini ifade etmektedir. \* (0,05>P>0,01), \*\* (0,01>P>0), \*\*\* (P=0), ns (non-significant)

Toplam kuru bazda şeker miktarları üzerine yapılan varyans analizi sonucunda; populasyonlar arasında anlamlı bir farklılık gözlenmiş ve Duncan Testi uygulanmıştır. Duncan Testi sonuçlarına göre; Sinop-Türkeli, Kastamonu-Bozkurt ve Kastamonu-İnebolu popülasyonları en yüksek şeker miktarına, Sinop popülasyonu ise en düşük toplam şeker miktarına sahip olduğu saptanmıştır. Toplam şeker miktarlarının populasyonlara göre dağılımı Grafik 4.14'de verilmiştir.

Tablo 4.11. Tohumlarında bulunan şeker miktarları

Populasyon	Fruktoz (mg)	F	P	Glikoz (mg)	F	P	Sakkaroz (mg)	F	P
	Ortalama ve Standart Hata ( $X \pm S_x$ )			Ortalama ve Standart Hata ( $X \pm S_x$ )			Ortalama ve Standart Hata ( $X \pm S_x$ )		
Sinop	0,345 ± 0,14	0,56	0,74 <sup>ns</sup>	0,343 ± 0,08	2,97	0,06 <sup>ns</sup>	0,488 ± 0,86	0,00	1,0 <sup>ns</sup>
Sinop-Türkeli	0,702 ± 0,13			0,478 ± 0,07			3,040 ± 0,41		
Kastamonu-Bozkurt	0,240 ± 0,14			0,620 ± 0,06			3,099 ± 0,85		
Kastamonu-İnebolu	0,429 ± 0,13			0,598 ± 0,08			3,094 ± 0,87		
Sinop-yancık	0,543 ± 0,15			0,862 ± 0,07			1,986 ± 0,42		
Kastamonu-Cide	0,873 ± 0,1			0,718 ± 0,06			1,736 ± 0,42		

Şeker miktarları için ortalama ve std. hata değerleri ile birlikte verilen harflendirmeler (a, b, c) örnekler arasındaki önem düzeyini ifade etmektedir. \* (0,05>P>0,01), \*\* (0,01>P>0), \*\*\* (P=0), ns (non-significant)



Grafik 4.15. Tohumlardaki fruktoz, glikoz, sakkaroz miktarları

#### 4.7. Nişasta Miktarı

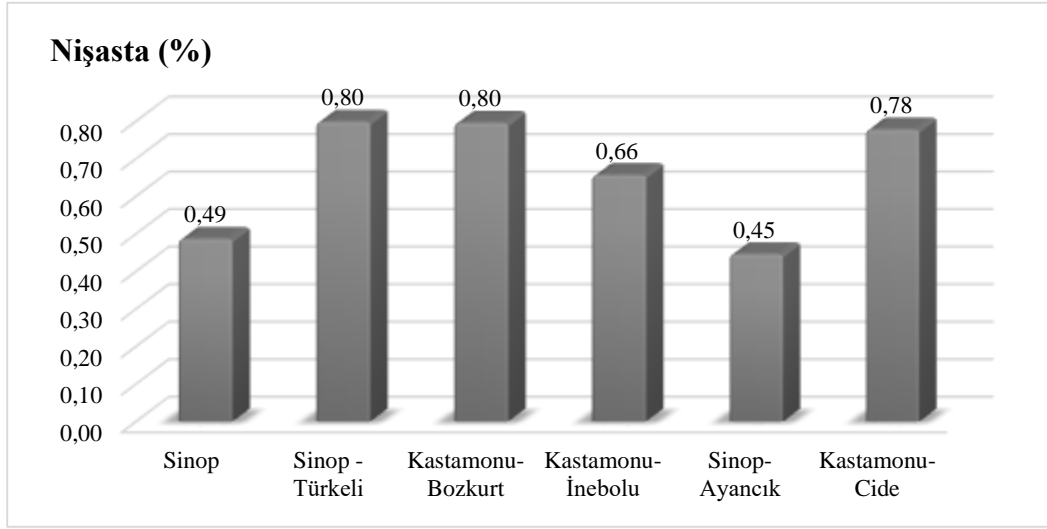
Populasyonlara ait kuru bazda toplam nişasta miktarları tayin edilerek, ortalama, standart hata ve varyans analizler sonuçları Tablo 4.12’de verilmiştir.

Tablo 4.12. Tohumlarda nişasta miktarları

Populasyon	Toplam Nişasta	<i>F</i>	<i>P</i>
Sinop	0,41 ± 0,09 ab	6,64	0,00***
Sinop – Türkeli	0,73 ± 0,03 a		
Kastamonu – Bozkurt	0,71 ± 0,05 a		
Kastamonu – İnebolu	0,58 ± 0,04 ab		
Sinop – Ayancık	0,37 ± 0,06 b		
Kastamonu – Cide	0,68 ± 0,09 b		

Nişasta miktarları için ortalama ve std. hata değerleri ile birlikte verilen harflendirmeler (a, b, c) örnekler arasındaki önem düzeyini ifade etmektedir. \* (0,05>P>0,01), \*\* (0,01>P>0), \*\*\* (P=0), ns (non-significant)

Varyans analizi sonuçlarına göre; Toplam nişasta miktarları üzerine populasyon faktörü önemli düzeyde farklılığa sebebiyet vermiştir. Duncan Testi sonuçlarına göre Sinop-Türkeli, Kastamonu-Bozkurt, Kastamonu-İnebolu ve Kastamonu-Cide popülasyonları Sinop ve Sinop-Ayancık popülasyonlarına göre daha yüksek nişasta miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Toplam nişasta miktarlarının populasyonlara göre değişimi Grafik 4.16’da verilmiştir.



Grafik 4.16. Tohumlardaki nişasta miktarları

## 5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Orman ekosisteminin önemli bir parçası olan ağaçlar ve tohumları, bütün dünyada gün geçtikçe organik beslenmenin önemli ögeleri arasında yer almaya başlamıştır. Günümüzde beslenmenin büyük bir kısmı doğrudan veya dolaylı olarak tohum kaynaklı ürünlerden oluşmaktadır. Tohumlar aynı zamanda ormanda yaşayan yaban hayatının temel besin kaynaklarını oluşturmaktadırlar.

Bu çalışmada doğu kayını tohumlarının kimyasal özelliklerini ortaya koymak suretiyle temel ve mukayeseli teorik ve pratik somut hususlar ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ayrıca, bu çalışmanın gelecekte yapılabilecek çalışmalara referans olması ve literatüre katkı sağlaması amaçlanmıştır.

Tohumlarda etüv kullanılarak yapılan rutubet ve kuru madde tayinleri ışığında en yüksek rutubet içeriği; Sinop-Ayancık tohumlarında %16,33 bulunmuştur. En düşük rutubet içeriği ise %9,2 ile Sinop-Türkeli tohumlarında olduğu belirlenmiştir. Yılmaz (2008) ise çalışmasında; Doğu kayını tohumlarının % 5.93 nem ihtiva ettiği ve yine bu çalışmada Haller (1932)'e atfen Avrupa kayını (*Fagus sylvatica* Lipsky.) tohumlarındaki nem miktarının %9,09 olarak bulunduğu belirtilmiştir. Dolayısıyla bu çalışmada tespit edilen nem değerlerinin Yılmaz (2008)'in doğu kayını çalışmasındaki değerlerden yüksek, Haller (1932)'in Avrupa kayını üzerinde yürüttüğü çalışma değerleriyle hem örtüşen ve hem de daha yüksek değerler elde edilmiştir.

Alsuhaibani ve Al Kuraieefl (2018) cevizler üzerinde yürüttükleri çalışmada; bulunan nem miktarının %5,08 olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, Küçüköner ve Yurt (2003)'un antep fıstıklarıyla yapmış oldukları çalışmada tohumların nem miktarını %3,29 olarak tespit etmişlerdir. Yılmaz ve Özel doğu kayını tohumları üzerinde yapmış oldukları çalışmada; tohum nemliliklerinin canlılığın korunabilmesi için optimal %6 - %8 aralığında olması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada minimum rutubet miktarının %9,09 olması ve istenilen değer aralıklarından daha

fazla nem ihtiva etmesinin temel sebebi popülasyon farklılığı ve muhtemel tohum toplama zamanları arasındaki farklılığa dayandırılabilir.

Tohumlarda bulunan toplam mineral madde tayinlerinde kuru ağırlık üzerinden ise en yüksek mineral madde içeriği Sinop tohumlarında %4,76 oranında olduğu belirlenmiştir. En düşük mineral madde miktarları Sinop – Ayancık tohumlarında % 4,14 oranında olduğu belirlenmiştir.

XRF cihazı ile yapılan analizlerin sonucundaki bulgulara göre tohumlarda 49 farklı element tespit edilmiş, toplam mineral madde oranının % 4,14 ile % 4,76 arasında değiştiği, bu minerallerin arasında yüksek miktarlarda bulunanların ise sırasıyla; K, Mg, Ca, P, Mn ve S olduğu tespit edilmiştir. Popülasyon farklılığı Mg, Al, P, S, K, Ca, Mn ve Ba elementleri üzerinde istatistiki anlamda önemli farklılığa sebebiyet verirken, Si, Cl, Fe, Cu, Zn, Rb ve Sr element miktarları üzerinde ise popülasyon farklılığının istatistiki anlamda etkisi görülmemiştir. Tohumlarda bulunan en yüksek mineral madde; K olup, 1,30 ppm ile Kastamonu-İnebolu’da, en düşük K minerali ise Sinop-Ayancık popülasyonu tohumlarında tespit edilmiştir.

Wang vd. (2019) yabani badem tohumlarında yaptıkları analizlerde; tohumlarda %2,5 toplam mineral madde olduğunu ve bu maddelerin büyük çoğunluğunu P, Se, Cu, Zn, Mg, Fe, Mn, K, Na ve Ca minerallerinin oluşturduğunu tespit etmiştir. Küçüköner ve Yurt (2003) Antep fıstığının tohumlarında; %2,59 mineral madde olduğunu, ayrıca, bu mineral maddelerin K, Mg, Na ve Cu mineralleri olduğunu ve bunların içerisinde en fazla potasyum mineralinin bulunduğunu belirtmişlerdir.

Çağlar vd. (2017) Antep fıstıkları üzerine yaptığı bir diğer çalışmada ise Ca, Fe, Mg, P, K, Na, Zn, Cu, Mn ve Se minerallerini tespit etmiştir. Bu minerallerin insan sağlığı açısından oldukça önemli etkileri vardır.

Potasyum mineralinin görevi vücutta asit-baz dengesini korurken vücut su dengesini ayarlayarak kasların düzgün işleminde rol oynarlar. Ayrıca sinir iletim sistemi, dolaşım sistemi gibi birçok hayati olaylarda görev almaktadırlar. Vücudun günlük K ihtiyacı 2-6 g/gün arasında olurken ortalama 3,5 g/gün’dür (Gürdöl & Ademoğlu,

2010). Bulduğumuz veriler sonucunda 100 gram doğu kayını tohumu yendiğinde günlük K gereksiniminin %32 sini karşıladığı görülmektedir.

İskelet sistemi için en önemli minerallerden birisi de kalsiyumdur. Kalsiyum döngüsel olarak kemiklerden uzaklaştırılır ve kemiklere tekrar geri dönmektedir. Bu yaşamsal döngü doğumdan olgunluğa, 35 yaşına kadar devam etmektedir (Tayfur, 1991). Kalsiyumun günlük vücuttaki gereksinimi çocukluk döneminde (9-18 yaş) 1300 mg/gün, yetişkinlerde (19-50 yaş) 1000 mg/gün, yaşlılarda (51 yaş ve üstü) 1200 mg/gün olarak tespit edilmiştir (Mahan vd., 2012). Kayın tohumlarında 100 g yendiğinde günlük kalsiyum ihtiyacının çocukluk döneminde %44, yetişkinlerde yaklaşık %58'i, yaşlılarda %48'i karşılanmaktadır.

Dişler ile kemiklerin oluşumunda görev alan magnezyum,- kas ve sinir sisteminde de oldukça etkili olmaktadır. Eksikliği ise şeker hastalığı (diyabet), kalp hastalığı ve depresyon gibi hastalıklara sebep olmaktadır (Bayraktar, 1990). Magnezyumun günlük alınması gereken kullanımı kadınlarda 310 mg/gün, erkeklerde 400 mg/gün olduğu belirlenmiştir (Evrensel, 2017). Günlük magnezyum minerali ihtiyacı için 100 g kayın tohumu kadınlarda %190 oranında yani yaklaşık iki katı kadarına karşılık gelirken erkeklerde %147 oranında karşılandığı tespit edilmiştir.

Fosfor tıpkı kalsiyum gibi kemik ve dişlerde rol oynayarak vücutta birçok fizyolojik olayların gerçekleşmesini sağlayarak insan sağlığı için yararlı olmaktadır. Günlük alınması gereken fosfor ihtiyacı çocuklarda 800 mg/gün, gençlerde 1200 mg/gün ve yaşlılarda 800 mg/gün olduğu tespit edilmiştir (Samur, 2008). 100 g kayın tohumu yendiğinde günlük fosfor ihtiyacının yetişkin ve yaşlılarda yaklaşık %60'ına, gençlerde %40'ına tekabül ettiği belirlenmiştir.

Vücutta bazı enzimlerin yapısında bulunan manganın günlük alım miktarı 2,5 – 5 mg/gün olduğu belirtilmiştir (Pettersson vd., 1984). 100 g kayın tohumu yendiğinde günlük mangan alımının kat kat fazlası karşılandığı tespit edilmiştir.

Klor mineralinin vücuttaki görevi vücuttaki su dengesini düzenlerken asit-baz dengesini yapmaktadır. Günlük vücudun ihtiyacı olan klor miktarı 1,7-5,1 g/gün

arasında olduğu bilinmektedir (Demirci, 2016). 100 g doğu kayını günlük klor ihtiyacının % 210'unu karşılamaktadır.

Kanda kırmızı rengi oluşturan hemoglobinin en önemli maddesi olan demir minerali insan sağlığı için büyük öneme sahiptir (şahin ve Akbaş, 2001). Demir kullanımının günlük gereksinim miktarı kadınlarda 15 – 18 mg/gün, erkeklerde 10 mg/gün olduğu önerilmektedir (Samur, 2008). Vücudun ihtiyacı olan günlük demir mineralinin 100 g doğu kayını tohumu yendiğinde kadınlarda %23'un, erkeklerde %38'ini karşıladığı tespit edilmiştir.

Vücutta hastalıklara direnç kazanmada, açık yaraların iyileşmesinin sresinde ve fiziksel büyüme gibi fonksiyonlarda çinko insanlar için önemli minerallerdendir. Çinko için günlük alınması gereken miktarı kadınlarda 12 mg/gün, erkeklerde 15 mg/gün, çocuklarda 10 mg/gün olarak belirtilmektedir (Erden ve Tanyeri, 2004). 100 g kayın tohumu yendiğinde vücudun çinko ihtiyacının kadınlarda %22'sini, erkeklerde ise %17'sini karşılamaktadır.

Bakır vücutta bazı enzim ve proteinlerin yapısında bulunarak bazı tepkimelere girmektedir. İskelet bağlarında, vasküler ve kardiyak yapılarda etkili olmaktadır (Onat vd., 2006). Günlük alınması gereken en yüksek alım miktarı 0.5 mg/kg vücut ağırlığı (60 kg bir kişi için günde 30 mg/gün) olduğu tespit edilmiştir (DSÖ, 1982). 100 g kayın tohumu yetişkinlerde bakır ihtiyacının yaklaşık %70'ini karşılayabilmektedir.

Tohumlarda minerallerin yanı sıra insan sağlığı için önemli olan antiosidan bileşikleri içerisindeki toplam fenolik içeriği kuru bazda en yüksek ve en düşük sırasıyla; Kastamonu-Bozkurt popülasyonunda 2,49 mg GAE/g, Kastamonu-Cide 1,52 mg GAE/g bulunmuştur. Tohumlarda kuru bazda bulunan toplam flavanoid madde en yüksek Sinop-Ayancık popülasyonunda (0,59 mg QE/g) ve en düşük Kastamonu-Cide popülasyonunda (0,50 mg QE/g ) bulunmuştur.

Tohumlarda kuru bazda bulunan en yüksek ve en düşük toplam antioksidan içerikleri sırasıyla; Sinop-Turkeli popülasyonunda 2,95 mg AE/g, Kastamonu-Cide popülasyonunda 1,76 mg AE/g bulunmuştur. Bu sonuçlar yüksek fenolik madde içerikli tohumların diğerlerine göre daha fazla çevresel strese maruz kalmış olabileceğini ortaya koymaktadır. Elde edilen sonuçlar literatürdeki diğer yağlı tohumlarla Tablo 5.1’de karşılaştırılmıştır. Tablo 5.2 incelendiğinde doğu kayını tohumlarının toplam fenolik bileşik içeriği pikan cevizi ve cevizden belirgin bir şekilde daha az iken, Himalaya fıstık çamı ve antep fıstığında daha fazla olduğu ayrıca badem, brezilya fındığı ve kaju ile de benzerlik gösterdiği bulunmuştur.

Tablo 5.1. Tohumların fenolik madde kıyaslamaları

Tohumlar	Toplam Fenolik Bileşikleri		Kaynak
Brezilya Fındığı ( <i>Bertholletia excelsa</i> L.)	2.6 mg GAE/g YB		John ve Shahidi, 2010.
Himalaya Fıstık Çamı ( <i>Pinus gerardiana</i> L.)	0.1572 mg GAE/g KB		Mao vd., 2015.
Antep Fıstığı ( <i>Pistachia vera</i> L.)	1.65 mg GAE/g YB		Rodriguez-Bencomo vd., 2015.
Kaju ( <i>Anacardium occidentale</i> L.)	2.8 mg GAE/g YB		Borges vd., 2014.
Ceviz ( <i>Juglans regia</i> L.)	6.1–10.9 mg GAE/g YB		Slatnar vd, 2015.
Pikan Cevizi ( <i>Carya illinoensis</i> L.)	19.4 mg GAE/g KB		Yang vd., 2015.
Badem ( <i>Prunus dulcis</i> L.)	0,58-1,59 mg GAE/g YB		Bradley vd., 2010
Türk Fındığı ( <i>Corylus avellana</i> L.)	2.6 mg GAE/g YB		Locatelli vd., 2015.
Doğu Kayını Tohumları ( <i>Fagus orientalis</i> L.)	1.34-2.1 mg GAE/g YB	1.52-2.49 mg GAE/g KB	Bu çalışma

Şeker analizleri sonucunda; kuru bazda en yüksek Sinop – Türkeli tohumlarında % 5,22 oranında olduğu tespit edilmiştir. En düşük toplam şeker oranı kuru bazda Sinop tohumlarında %1,33 oranında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek fruktoz, glikoz ve sakkaroz sırası ile Kastamonu – Cide 0,873 mg, Sinop – Ayancık 0,862 mg ve Kastamonu – Bozkurt 3,099 mg olduğu bulunmuştur. En düşük fruktoz, glikoz ve sakkaroz sırası ile Kastamonu – Bozkurt 0,240 mg, Sinop 0,343 mg ve Sinop 0,488 mg olduğu tespit edilmiştir.

Bademlerde yapılan başka bir çalışmada fruktoz 0.29 mg, glikoz 0,99 mg, sakaroz 4.04 mg bulunmuş olup kayın tohumlarının fruktoz ve glikoz miktarı bademlere yakın hatta fazla olduğu görülmektedir. Sakkaroz miktarları bademe göre düşük olduğu saptanmıştır. Kayın tohumlarındaki şeker içerikleri farklılıkları önceki çalışmalardaki çeşitlilik, çevresel faktörler, olgunluk, büyüme mevsimleri, saklama koşulları (Nomura vd., 1994) ve zaman gibi çeşitli faktörlerin tohumların şeker içeriğini etkileyebileceğini ileri sürdüğü tezi doğrular niteliktedir (Alsavar & Shahidi, 2008). Ayrıca çözünebilir şekerler; fotosentez, nitrat asimilasyonu ve nişasta ile lipitlerin depolanması gibi fizyolojik ve gelişimsel süreçlerde yer alan birçok genin düzenlenmesinde önemli bir rol oynadığı bilinmektedir. (Graham, 1996; Koch, 1996; Smeekens ve Rook, 1997). Ormancılık açısından ise kayın tohumlarındaki bulunan sakkaroz ve glikoz gibi şekerler; çimlenme ve fide oluşumunda gelişimsel olarak düzenlenmiş gen ekspresyonunu engelleyebilmektedirler. (Brusslan ve Tobin, 1992).

Toplam nişasta analizleri sonucunda kuru bazda en yüksek Sinop–Türkeli (%0,80) ve Kastamonu–Bozkurt (%0,80) olduğu belirlenmiştir. En düşük nişasta miktarları kuru bazda en düşük Sinop – Ayancık tohumlarında %0,45 oranında bulunduğu tespit edilmiştir (Ek1). Nişasta diyabet hastalığının kontrolü ile kan şekerinin artması durumunda normal seviyeye düzenlemede etkilidir (Wijngaard, & Arendt, 2006). Kayın tohumlarında bulunan nişasta sindirimi kolay, beslenme ve kan şekerini kontrol altında tutma yönünde sağlık için oldukça önemlidir.

Yağ analizleri sonucundaki; kuru bazda tohumlarda en yüksek yağ oranı Sinop-Türkeli'den toplanan tohumlarda %47,51 olarak tespit edilmiştir. En düşük toplam yağ oranı ise kuru bazda Kastamonu-İnebolu tohumlarında % 42,66 olarak bulunmuştur.

GC-MS cihazı ile yapılan analizlerin sonuçlarına göre; yağ asitleri arasında en yüksek miktarda bulunan yağ asidi; 9-Oktadekenoik asit (Oleik asit) (C18:1) olup, Sinop popülasyonunda %47,45 oranında bulunduğu tespit edilmiş ve en düşük miktarda tespit edilen yağ asidi cis-10-Heptadekenoik asit (C17:1) ise Kastamonu-İnebolu popülasyonunda %0,02 oranında bulunduğu belirlenmiştir. Yılmaz (2008), doğu kayını tohumlarında ortalama %48,69 yağ olduğunu ve bu yağın bileşiminin oleik asit (%40,42), linoleik asit (%34,98), eikosanoik asit (% 7,30), palmitik asit (%7,11), linolenik asit (%3,69), stearik asit (%2,97), erusik asitten oluştuğunu (% 1,38) bulmuştur. Prasad ve Gülz (1989), Avrupa kayını üzerinde yürüttükleri bir çalışmada ise kuru ağırlık bazında tohumlarda %40,7 oranında toplam yağ bulunduğunu saptanmıştır. Bu yüksek değerler nedeniyle bu tohumların yiyecek ve endüstriyel kullanımlar için iyi bir kaynak olduğu vurgulanmıştır.

Siger vd., (2017), Avrupa kayını soğuk preslenmiş tohumları üzerindeki çalışmada; türün göreceli olarak yüksek oranda yağ (%27,25) içermesinden dolayı geleneksel olmayan yağlı tohum bitkileri olarak kabul edileceği belirtilmektedir. Analizi yapılan Avrupa kayını tohumu yağı %76 oranında oleik-linoleik asit toplamına sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, doğu kayını tohum yağına göre biraz yüksek olmakla birlikte her iki kayın ağacı türünde en yüksek oranda mevcut olan yağ oleik asittir. Kayın tohumlarında bulunan omega 3 (alfa-linolenik asit), Omega 6 (linoleik asit) ve Omega 9 (oleik asit) omega yağ asitlerinin beyin aktiviteleri, vücut direncinin artırılması, koroner kalp rahatsızlıklarının önlenmesi gibi insan sağlığı üzerinde bir çok faydası bulunmaktadır. Ayrıca bu yağ asitlerinin eksikliğinde insanlarda deri rahatsızlıkları, astım, artrit, büyümede gerileme, şeker ve kanserin bazı türlerine yol açarken öğrenme zorluklarının görüldüğü bilinmektedir (Lewis vd., 2000).

Yağ asitleri doymuş ve doymamış yağ asidi olarak iki kategoriye ayrılmaktadır. Kayın tohumlarındaki palmitik asit (C16:0), arşidik asit (C20:0) ve Milistik asit (C14:0) yağ asitleri doymamış yağ asitleri sınıfında yer almaktadır. Tohumlardaki doymamış yağ asitleri içerisinde bulunan en önemlileri palmitoleik asit (C16:1), oleik asit (C18:1), linoleik asit (C18:2) ve linolenik asit (C18:3) yağ asitleridir. Çoklu doymamış yağ asitleri kandaki yağ asitleri miktarını düşürerek tromboz ve damar tıkanıklığını engellediği ve kalp sağlığını da koruduğu bilinmektedir (Açkurt vd., 1999). Çoklu doymamış yağ asitlerinden olan Omega 9 yağ asidinin en önemlilerinden olan oleik asit esansiyel yağ asididir. Vücut tarafından sentezlenemediğinden dolayı dışarıdan alınması zorunludur (Reaven & Witztum, 1996). Oleik asidin HDL kolesterolü ve trigliserit seviyesini düşürmektedir (Paniagua vd., 2007). Yüksek tansiyonu düşürürken etkisi olduğu bilinmektedir (Solfrizzi vd., 2006). Hücredeki lipoproteinleri ve hücre zarını oksidatif strese karşı koruyarak hücrenin dayanıklılığını sağlamaktadır (Barberger-Gateau vd., 2007). Bir çok kanserin oluşum riskini azalttığı ve insülin seviyesini azalttığı bilinmektedir (Lopez vd., 2008). Kayın tohumlarında ortalama %42,14 omega 9 ve %33,43 omega 6 yağ asitleri bulunduğu ve tohumların insan sağlığı için oldukça yararlı olduğu görülmektedir.

Tohumların protein değerleri kuru bazda en yüksek Sinop popülasyonunda %21,53 olduğu tespit edilmiştir. En düşük protein içeriği kuru bazda Sinop – Türkeli'den toplanan tohumlarda %18,84 oranında olduğu tespit edilmiştir. Yılmaz (2008) doğu kayınında %29,04 oranında protein olduğunu belirtmiştir. Başka bir çalışmada ise antep fıstıklarında bulunan protein miktarı %21,97 olarak belirlenmiştir (Küçüköner ve Yurt, 2003). Bir diğer antep fıstıkları üzerine yapılan çalışmada ise %21,05 protein olduğu belirlenmiştir (Çağlar vd., 2017). Ceviz tohumlarında yapılan çalışmada ise %13,15 protein olduğu tespit edilmiştir (Al-suhaibani ve Al-Kuraieef, 2018). Veriler ışığında en yüksek protein içeriği Sinop tohumlarında çıkmasının sebebinin o yörenin toprak özelliklerinin farklı olabileceğini söyleyebiliriz. Ayrıca doğu kayını tohumu diğer oranlarla kıyaslandığında yüksek oranda protein içerdiği görülmüştür. Doğu kayını tohumlarının insanlar ve hayvanlar için önemli bir protein kaynağı olduğu kanaat uyandırmaktadır.

Sonuç olarak doğu kayını, odun hammaddesi yönünden değerli bir ağaç türü olmasının yanında tohumları da yapılan analizlerin ışığında oldukça besleyici, insan sağlığı açısından yararlı ve günlük kullanım için uygun olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca doğu kayını türünün korunması ve kaliteli bir orman oluşturulabilmesi için tohum kalitesi oldukça önem arz etmektedir. Ormancılık açısından kayın tohumlarının çimlenmesi oldukça zordur. Bu çalışmada bol tohum yıllarında toplanmış olan kayın tohumları üzerinde analizler yapılarak kimyasal bileşimleri yorumlanmış olup kayın tohumlarının çimlenirken kimyasal değişimleri araştırılması için başka akademik araştırma yapılması faydalı olacaktır.

Doğu kayını tohumlarının sahip olduğu başta yüksek yağ oranı ve içerdii yağ asitleri olmak üzere mineraller ve diğer kimyasal bileşenleri baz alındığında Siger vd. (2017)'in adlandırdığı gibi geleneksel olmayan yağlı tohumlar sınıfında kabul edilebileceği gibi gıda, farmasötik ve diğer endüstriyel kullanımlar için değerlendirilmesi de önem arz etmektedir. Türkiye'nin sahip olduğu doğal ve geniş doğu kayını ormanlarındaki değişik ekolojilerdeki popülasyonların tohum kimyasal özellikleri, multidisipliner bir yaklaşımla daha ileri araştırmaya obje bir konudur.

## KAYNAKLAR

- Açkurt, F., Biringen, G. & Löker, M. (1999). Sağlıklı beslenmede özel fizyolojik etki gösteren gıdaların yeri. Üretimden Tüketime Diyet Gıdalar Sempozyumu, 18, 10-21.
- Alsuhaybani, A. M. & Al-Kuraieef, A. N. (2019). Effect of phenolic compounds and fatty acid contents of walnut seeds on streptozotocin-induced diabetes in rats. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13(1), 499-505.
- Alasalvar, C. & Shahidi, F. (Eds.) (2008). *Tree nuts: composition, phytochemicals, and health effects*. CRC press.
- Anşın, R. & Özkan, Z. C. (1997). Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunsu Taksonlar, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi.
- Anonim, (1985). *Kayın Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Muhtelif Yayınlar Serisi No: 42, Ankara, 88 s.*
- Anonim, (2004). *Klimatoloji II Ders Kitabı. Klimatoloji Şube Müdürlüğü, Ankara*
- Anonim, (2016). *Klimatoloji Şube Müdürlüğü, İklim Sınıflandırmaları, Ankara*
- Arvouet, G.A., Vennat, B., Pourrat, A. & Legret, P. (1994). Standardisation d'un extrait de propolis et identification des principaux constituants. *Journal de Pharmacie de Belgique*, 49, 462-468.
- Atay, İ. (1987). Doğal gençleştirme yöntemleri I-II. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İÜ Yayın, (3461).
- Atalay, İ., (1992). Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) ormanlarının ekolojisi ve tohum transferi yönünden bölgelere ayrılması. Orman Bakanlığı.
- Atasoy, A. & Haskan Atasoy, İ., (2019). Uşak'ta kapari (*Carparis spinosa* L. ) yetiştirme potansiyeli elverişli olan sahalara. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Yıl: 7, Sayı: 89. ISSN: 2148-2489 Doi Number: <http://dx.doi.org/10.16992/ASOS.14777>
- Avcı, A., Sıçramaz, H., Sarıçam, A. & Çantık, İ., (2014). Gıda Analizi Laboratuvar Notları, Sakarya Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Sakarya, 54:23.
- Barberger-Gateau, P., Raffaitin, C., Letenneur, L., Berr, C., Tzourio, C., Dartigues, J. F. & Alpérovitch, A. (2007). Dietary patterns and risk of dementia: the Three-City cohort study. *Neurology*, 69(20), 1921-1930.

- Bayraktar, M., (1990). Magnezyum ve Magnezyum Eksikliği. *Turkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, 10(3), 206-210.
- Boşgelmez, A., Boşgelmez, İ. İ., Savaşçı, S. & Paslı, N., (2001). *Ekoloji-II, Toprak. Başkent Klişe Matbaacılık, Ankara.*
- Bravo, L., (1998). Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutrition reviews*, 56(11), 317-333.
- Bradbeer, J. W., (1988). The breaking of seed dormancy. In *Seed dormancy and germination* (pp. 55-79). Springer, Boston, MA.
- Brady, N. C., (1990). Soil Colloids: Their Nature and Practical Significance'. *Nature and Properties of Soils*, 177-212.
- Brusslan, J. A. & Tobin, E. M., (1992). Light-independent developmental regulation of cab gene expression in *Arabidopsis thaliana* seedlings. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 89(16), 7791-7795.
- Churms, S. C., (1990). Recent developments in the chromatographic analysis of carbohydrates. *Journal of Chromatography A*, 500, 555-583.
- Çağlar, A., Tomar, O., Vatansever, H. & Ekmekçi, E., (2017). Antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Akademik Gıda*, 15(4), 436-447.
- Demirci, A., (2006). *Silvikültürün Temel İlkeleri. KTÜ Orman Fakültesi, Ders Notları Serisi, (83).*
- Demirci, M., (2016). *Gıda Kimyası. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:40. Tekirdağ.*
- Demirbas, A., (2009). Transesterification of beechnut oil into biodiesel in compressed methanol. *Energy Sources, Part A*, 31(17), 1501-1509.
- Dostálová, R., Horacek, J., Hasalová, I. & Trojan, R. (2009). Study of resistant starch (RS) content in peas during maturation. *Czech J Food Sci*, 27, S120-S124.
- Doyon, G., Gaudreau, G., St-Gelais, D., Beaulieu, Y. & Randall, C. J., (1991). Simultaneous HPLC determination of organic acids, sugars and alcohols. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 24(1-2), 87-94.
- Duru, S. & Konuşkan, D. B., (2014). Bitkisel yağlarda oleik asit miktarının artırılması ve yağ kalitesi üzerine etkileri. *GIDA*, 39(6).

- Dünya Sağlık Örgütü, (1982). Toxicological evaluation of certain food additives, Joint FAO/WHO expert committee on food additives, WHO food additives series Geneva. No: 7.
- Erden, B. F. & Tanyeri, P., (2004). Ülkemizde vitamin ve mineral eklentilerin akılcı kullanımı. *Sted*, 13, 411-414.
- Ertekin, M., Kırdar, E. & Ayan, S., (2015). The effects of exposure, elevation and tree age on seed characteristics of *Fagus orientalis* Lipsky. *South-east European forestry*, 6 (1), 15-23.
- Eser, B. & Dinçel, A. S., (2018). Kromatografiye Giriş, Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi Kullanımında Basit İpuçları. *Sağlık Hizmetleri ve Eğitimi*
- Evrensel, M., (2017). Ortomoleküler Tıp Yaklaşımıyla Magnezyum Takviyeleri. *Bilimsel Tamamlayıcı Tıp Regülasyon ve Nöral Terapi Dergisi*, 11(3), 22-25. *Dergisi*, 2(2), 51-57.
- Foth, H. D., (1984). Soils and mineral nutrition of plants. *Fundamentals of Soil Science*.
- Gerçek, Z., (1992). Genel botanik. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Genç, M., (2006). Silvikültürel Uygulamalar Ders Kitabı, Süleyman Demirel Üniversitesi SDÜ Basımevi Yayın No: 68, Isparta.
- Gökmen, H., (1973). Kapalı Tohumlular (Angiospermae). *Cilt*, Orman Bakanlığı Yayınları, Sıra, (564), 208-210.
- Graham, I. A., (1996). Carbohydrate control of gene expression in higher plants. *Research in Microbiology*, 147(6-7), 572-580.
- Guglielminetti, L., Busilacchi, H. A. & Alpi, A., (2000). Effect of anoxia on  $\alpha$ -amylase induction in maize caryopsis. *Journal of Plant Research*, 113(2), 185-192.
- Güney, D., Bak, Z. D., Aydınoglu, F., Turna, I. & Ayaz, F. A., (2013). Effect of geographical variation on the sugar composition of the oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37(2), 221-230.
- Gürdöl, F. & Ademoğlu, E. (2010). *Biyokimya*. İkinci baskı. Nobel Tıp Kitapevleri Ltd. Şti.
- Halliwell, B., (1997). Antioxidants and human disease: a general introduction. *Nutrition reviews*, 55(1), S44-S49.

- Inglett, G.E., Chen, D., Berhow, M. & Lee, S., (2011). Antioxidant activity of commercial buckwheat flours and their free and bound phenolic compositions. *Food Chemistry*, 125(3), 923-929.
- John, J.A. & Shahidi, F., (2010). Phenolic compounds and antioxidant activity of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*). *Journal of Functional Foods*, 2(3), 196-209.
- Kacar, B. & Katkat, V., (2010). Bitki Besleme (Plant Nutrition) (5. Baskı) Nobel Yayın Dağıtım.
- Karaca, E. & Aytaç, S., (2007). Yağ bitkilerinde yağ asitleri kompozisyonu üzerine etki eden faktörler. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 22 (1), 123-131.
- Kayacık, H., (1966). Orman ve park ağaçlarının özel sistematiği, III. Cilt Angiospermae (Kapalı Toumlular). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları OF Yayın, (106).
- Kozłowski, T. T. & Pallardy, S. G., (2002). Acclimation and adaptive responses of woody plants to environmental stresses. *The Botanical Review*, 68(2), 270-334.
- Koch, K. E., (1996). Carbohydrate-modulated gene expression in plants. *Annual Review of Plant Biology*, 47(1), 509-540.
- Kurt, R., Karayılmazlar, S., İmren, E. & Cabuk, Y., (2016). Non-wood forest products in Turkey forestry sector: export analysis. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 158-167.
- Küçüköner, E. & Yurt, B., (2003). Some chemical characteristics of *Pistacia vera* varieties produced in Turkey. *European Food Research and Technology*, 217(4), 308-310.
- Lewis, N. M., Seburg, S. & Flanagan, N. L. (2000). Enriched eggs as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids for humans. *Poultry Science*, 79(7), 971-974.
- Li, R., Yu, K. & Hildebrand, D. F., (2010). DGAT1, DGAT2 and PDAT expression in seeds and other tissues of epoxy and hydroxy fatty acid accumulating plants. *Lipids*, 45(2), 145-157.
- López, S., Bermúdez, B., Pacheco, Y. M., Villar, J., Abia, R. & Muriana, F. J. (2008). Distinctive postprandial modulation of  $\beta$  cell function and insulin sensitivity by dietary fats: monounsaturated compared with saturated fatty acids. *The American journal of clinical nutrition*, 88(3), 638-644.

- López, E. F. & Gómez, E. F., (1996). Simultaneous determination of the major organic acids, sugars, glycerol, and ethanol by HPLC in grape musts and white wines. *Journal of chromatographic science*, 34(5), 254-257.
- Mahan, L. K., Escott-Stump, S., Raymond, J. L. & Krause, M. V. (2012). *Krause's food & the nutrition care process*. Elsevier Health Sciences.
- Mao, S., Zhou, F., Huang, W., Lu, B., Yang, J., He, L. & Zhao, Y., (2015). The effect of traditional stir-frying process on hydrophilic and lipophilic antioxidant capacities of pine nut kernels. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 66(8), 873-880.
- McCauley, A., Jones, C. & Jacobsen, J., (2009). Plant nutrient functions and deficiency and toxicity symptoms. *Nutrient Management Module*, 9, 1-16.
- Meng, J., Fang, Y., Zhang, A., Chen, S., Xu, T., Ren, Z. & Wang, H., (2011). Phenolic content and antioxidant capacity of Chinese raisins produced in Xinjiang Province. *Food Research International*, 44(9), 2830-2836.
- MEB, (2011). Milli Eğitim Bakanlığı Gıdalarda Nem ve Kuru Madde Tayini, Gıda Teknolojisi, Ankara, 29:3.
- MEB, (2011). Milli Eğitim Bakanlığı Gıdalarda Protein Tayini, Gıda Teknolojisi, Ankara, 49:8.
- Morlok, K. M., (2010). *Food scientist's guide to fats and oils for margarine and spreads development*.
- Naczki, M. & Shahidi, F., (2004). Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of chromatography A*, 1054 (1-2), 95-111.
- Nomura, K., Ogasawara, Y., Uemukai, H. & Yoshida, M. (1994). Change of sugar content in chestnut during low temperature storage. *Postharvest Physiology of Fruits* 398, 265-276.
- OGM, (2014). T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Silvikültür Dairesi Başkanlığı, Silvikültürel Uygulamaların Teknik Esasları. Tebliğ No: 298.
- Onat, T., Emerk, K. & Sözmén, E. Y. (2002). *İnsan Biyokimyası*, Palme Yayıncılık. Ankara, 711s.
- Orman Atlası, (2015). *Orman Atlası*. T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yay., Ankara.
- Paniagua, J. A., de la Sacristana, A. G., Sánchez, E., Romero, I., Vidal-Puig, A., Berral, F. J. at all., (2007). A MUFA-rich diet improves postprandial

- glucose, lipid and GLP-1 responses in insulin-resistant subjects. *Journal of the American College of Nutrition*, 26(5), 434-444.
- Patterson, K. Y., Holbrook, J. T., Bodner, J. E., Kelsay, J. L., Smith Jr, J. C., & Veillon, C. (1984). Zinc, copper, and manganese intake and balance for adults consuming self-selected diets. *The American journal of clinical nutrition*, 40(6), 1397-1403.
- Prasad, R. B. N. & Gülz, Paul-Gerhard, (1989). Composition of lipids of beech (*Fagus sylvatica* L.) seed oil. *Z. Naturforsch.* 44c, 735—738.
- Prieto, P., Pineda, M. & Aguilar, M., (1999). Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. *Analytical biochemistry*, 269 (2), 337-341.
- Reaven, P. D. & Witztum, J. L. (1996). Oxidized low density lipoproteins in atherogenesis: role of dietary modification. *Annual review of nutrition*, 16(1), 51-71.
- Ricard, B., Van Toai, T., Chourey, P. & Saglio, P., (1998). Evidence for the critical role of sucrose synthase for anoxic tolerance of maize roots using a double mutant. *Plant Physiology*, 116(4), 1323-1331.
- Saatcioglu, F., (1969). *Silvikultur I (Silvikulturun Biyolojik Esaslari ve Prensipleri)*. Istanbul Universites i, Orman Fakultesi Yayinlari. 1U Yayin No. 1429, OF.
- Saatçioğlu, F., (1976). *Silvikültür I. Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri*, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No: 22, İstanbul.
- Samur, G. (2008). *Vitaminler, mineraller ve sağlığımız*. TC Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Beslenme ve Fiziksel Aktiviteler Daire Başkanlığı, Ankara: Klasmat Matbaacılık.
- Shahidi, F. & Naczki, M., (1995). *Foods phenolics. Sources, Chemistry, Effects, Application*. Tecnmomic, Publishing CO. Inc Eds. Lancaster, Pennsylvania, USA.
- Siger, A., Dwiecki, K., Borzyszkowski, W., Turski, M., Rudzińska, M. & Nogala-Kałucka, M., (2017). Physicochemical characteristics of the cold-pressed oil obtained from seeds of *Fagus sylvatica* L. *Food Chem.* 225:239-245. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.01.022. Epub 2017 Jan 6.
- Slinkard, K. & Singleton, V. L., (1977). Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *American journal of enology and viticulture*, 28 (1), 49-55.

- Smeekens, S. & Rook, F., (1997). Sugar sensing and sugar-mediated signal transduction in plants. *Plant Physiology*, 115(1), 7.
- Solfrizzi, V., Colacicco, A. M., D'Introno, A., Capurso, C., Torres, F., Rizzo, C. et al. (2006). Dietary intake of unsaturated fatty acids and age-related cognitive decline: a 8.5-year follow-up of the Italian Longitudinal Study on Aging. *Neurobiology of aging*, 27(11), 1694-1704.
- Şahin, İ. & Akbaş, H., (2001). Farklı yöre ve çeşitlerden cevizlerin teknolojik özelliklerinin araştırılması. *Türkiye*, 1, 5-8.
- TS 1632 EN ISO 665, (2001). Oil seeds- Determination of moisture and volatile matter content (ISO 665:2000), CEN.
- TS EN ISO 17059, (2010). Oilseeds - Extraction of oil and preparation of methyl esters of triglyceride fatty acids for analysis by gas chromatography (Rapid method), CEN.
- TS ISO 1871, (2015). Food and feed products - General guidelines for the determination of nitrogen by the Kjeldahl method, International Standard Institute, Swiss.
- Tayfur, M. (1991). Kalsiyum. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 20(2), 251-255.
- Turfan, N., Yer, E. N., Ayan, S., Hasdemir, B. & Hançerlioğulları, A., (2016). The effect of magnetic field application on chemical composition in *Fagus orientalis* Lipsky. seed. *Biological Diversity and Conservation*, 75-83
- URL-1. OGM, (2015). Türkiye Orman Varlığı. 30/01/2018 erişim tarihinde <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/T%C3%BCrkiye%20Orman%20Varl%C4%B1%C4%9F%C4%B1-2016-2017.pdf> adresinden alınmıştır.
- URL-2. MGM, (2018). Meteoroloji Genel Müdürlüğü. 30/01/2018 erişim tarihinde <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx> adresinden alınmıştır.
- Ünal, H. E. & Birben, Ü., (2017). Küresel Orman Kaynaklarının Durumu ve Eğilimlerdeki Değişimler: 1990-2015 Dönemi Üzerine Bir Değerlendirme. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 167-182.
- Ürgenç, S., (1998). Ağaçlandırma Tekniği, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İstanbul.
- Wang, W., Wang, H. L., Xiao, X. Z. & Xu, X. Q., (2019). Wild almond (*Amygdalus pedunculata* Pall.) as potential nutritional resource for the future: studies on its chemical composition and nutritional value. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13(1), 250-258.

- Wijngaard, H. & Arendt, E. K. (2006). Buckwheat. *Cereal chemistry*, 83(4), 391-401.
- Yaltrık, F., (1993). *Dendroloji Ders Kitabı II, Angiospermae (Kapalı Tohumlular)*. Baskı, İÜ Orman Fakültesi, Yayın, (3767/420).
- Yıldırım, H. T., (2012). Evaluation of non-timber forest products production in Turkey with respect to Forestry Policy. *KSU J. Nat. Sci. Special Issue*, pp.193-200
- Yılmaz, M., (2008). Three-year storage of oriental beechnuts (*Fagus orientalis* Lipsky). *European journal of forest research*, 127(5), 441.
- Yılmaz, M. & Özel, H. B., (2009). Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky)'nda tohum fizyolojisi ile doğal gençleştirme ilişkisi.
- Youzbachi, N., Elfalleh, W., Tlili, N., Gregoire, S., Berdeaux, O., Salles, C. & Nasri, N., (2012). Unexploited *Acacia cyanophylla* seeds: potential food sources of  $\omega 6$  fatty acids and antioxidants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(7), 1526-1532.
- Zheljazkov, V. D., Vick, B. A., Baldwin, B. S., Buehring, N., Coker, C., Astatkie, T. & Johnson, B., (2011). Oil productivity and composition of sunflower as a function of hybrid and planting date. *Industrial Crops and Products*, 33 (2), 537-543.

## **EKLER**

- EK-1 Farklı doğu kayını popölasyonlarının tohumlarında kuru ağırlıklar üzerinden toplam kül, sabit yağ, protein, toplam Şeker ve nişasta oranları**
- EK-2 Tohumlardaki mineral maddeler (27 adet)**
- EK-3 Kastamonu ili genel 10 yıllık iklim verileri (MGM,2019)**
- EK-4 Sinop ili genel 10 yıllık iklim verileri (MGM, 2019)**
- EK-5 De Martonne'a (Anonim, 2004) ve Eric'e (Anonim, 2016) göre Türkiye iklim sınıflandırması**

**EK-1 Farklı doğu kayını popülasyonlarının tohumlarında kuru ağırlıklar üzerinden toplam kül, sabit yağ, protein, toplam şeker ve nişasta oranları**

<b>Popülasyon</b>	<b>Sinop</b>	<b>Sinop - Türkeli</b>	<b>Kastamonu - Bozkurt</b>	<b>Kastamonu - İnebolu</b>	<b>Sinop - Ayancık</b>	<b>Kastamonu - Cide</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Toplam Kül (%)</b>	4,76 ± 0,118a	4,37 ± 0,10bc	4,51 ± 0,057abc	4,46 ± 0,084abc	4,14 ± 0,234c	4,64 ± 0,317ab	3,206	0,023
<b>Sabit Yağ (%)</b>	44,89 ± 0,08	47,51 ± 0,09	43,50 ± 0,07	42,66 ± 0,05	45,06 ± 0,05	47,06 ± 0,08	0,614	0,690
<b>Protein (%)</b>	21,14 ± 0,02c	18,84 ± 0,03f	19,68 ± 0,05e	20,83 ± 0,05d	21,75 ± 0,02a	21,35 ± 0,05b	544,063	0,000
<b>Toplam Şeker (%)</b>	1,38 ± 0,03 d	4,65 ± 0,06 a	4,47 ± 0,05 a	4,66 ± 0,15 a	4,05 ± 0,01 b	3,78 ± 0,05 c	285,171	0,000
<b>Nişasta (%)</b>	0,49 ± 0,02 b	0,80 ± 0,04 a	0,80 ± 0,06 a	0,66 ± 0,07 a	0,45 ± 0,06 b	0,78 ± 0,06 a	8,994	0,000

**EK-2 Tohumdaki mineral maddeler (27 adet)**

<b>Element</b>	<b>Sinop</b>	<b>Sinop – Türkeli</b>	<b>Kastamonu- Bozkurt</b>	<b>Kastamonu - İnebolu</b>	<b>Sinop – Ayancık</b>	<b>Kastamonu – Cide</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Mg</b>	0,659 ± 0,005a	0,656 ± 0,011a	0,507 ± 0,002d	0,487 ± 0,003e	0,622 ± 0,004b	0,604 ± 0,001c	178,07	0,000***
<b>Al</b>	0,002 ± 0,0005ab	0,004 ± 0,0007a	0,001 ± 0,0002b	0,003 ± 0,0005ab	0,004 ± 0,0007a	0,003 ± 0,0005ab	2,962	0,032**
<b>Si</b>	0,011 ± 0,001	0,012 ± 0,0015	0,009 ± 0,001	0,012 ± 0,0015	0,012 ± 0,0013	0,012 ± 0,0012	1,2	0,339 <sup>ns</sup>
<b>P</b>	0,455 ± 0,009c	0,500 ± 0,018a	0,490 ± 0,0012ab	0,480 ± 0,0055abc	0,478 ± 0,0034abc	0,467 ± 0,0031bc	3,019	0,030**
<b>S</b>	0,083 ± 0,004ab	0,068 ± 0,006b	0,076 ± 0,005b	0,095 ± 0,002a	0,076 ± 0,0076b	0,082 ± 0,002ab	3,927	0,010**
<b>Cl</b>	0,019 ± 0,004	0,015 ± 0,003	0,012 ± 0,002	0,013 ± 0,002	0,014 ± 0,002	0,013 ± 0,002	1,15	0,362 <sup>ns</sup>
<b>K</b>	1,079 ± 0,005d	1,004 ± 0,002e	1,253 ± 0,009b	1,307 ± 0,005a	0,953 ± 0,004f	1,129 ± 0,009c	507,96	0,000***
<b>Ca</b>	0,709 ± 0,006a	0,532 ± 0,008d	0,573 ± 0,006c	0,523 ± 0,003d	0,472 ± 0,006e	0,658 ± 0,015b	224,39	0,000***
<b>Mn</b>	0,155 ± 0,008a	0,064 ± 0,007d	0,091 ± 0,004c	0,057 ± 0,0003d	0,057 ± 0,004d	0,122 ± 0,004b	49,285	0,000***
<b>Fe</b>	0,004 ± 0,0009	0,003 ± 0,0009	0,004 ± 0,0010	0,004 ± 0,0009	0,003 ± 0,0007	0,005 ± 0,0001	0,625	0,683 <sup>ns</sup>
<b>Cu</b>	0,002 ± 0,0007	0,001 ± 0,0002	0,002 ± 0,0009	0,002 ± 0,0003	0,001 ± 0,0002	0,002 ± 0,0002	0,81	0,554 <sup>ns</sup>
<b>Zn</b>	0,003 ± 0,0005	0,002 ± 0,0006	0,003 ± 0,0007	0,003 ± 0,0009	0,002 ± 0,0004	0,003 ± 0,0006	0,339	0,884 <sup>ns</sup>
<b>Rb</b>	0,002 ± 0,0008	0,002 ± 0,0008	0,001 ± 0,0002	0,001 ± 0,0004	0,001 ± 0,0002	0,002 ± 0,0004	1,1	0,386 <sup>ns</sup>
<b>Sr</b>	0,002 ± 0,0005	0,002 ± 0,0008	0,001 ± 0,199	0,001 ± 0,0002	0,002 ± 0,0002	0,002 ± 0,0006	0,993	0,443 <sup>ns</sup>
<b>Ba</b>	0,004 ± 0,0007ab	0,003 ± 0,0009ab	0,004 ± 0,0007a	0,004 ± 0,0005a	0,002 ± 0,0002b	0,003 ± 0,0003ab	2,044	0,10*
<b>Ti</b>	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00		
<b>Ni</b>	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00		
<b>Ga</b>	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00		
<b>Br</b>	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00		

**EK-2 Devamı**

Ag	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Cd	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Sn	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Sb	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Te	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
I	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Nd	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Ta	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00

**EK-3 Kastamonu ili genel 10 yıllık iklim verileri (MGM,2019)**

Ölçüm Periyodu (1930-2018)

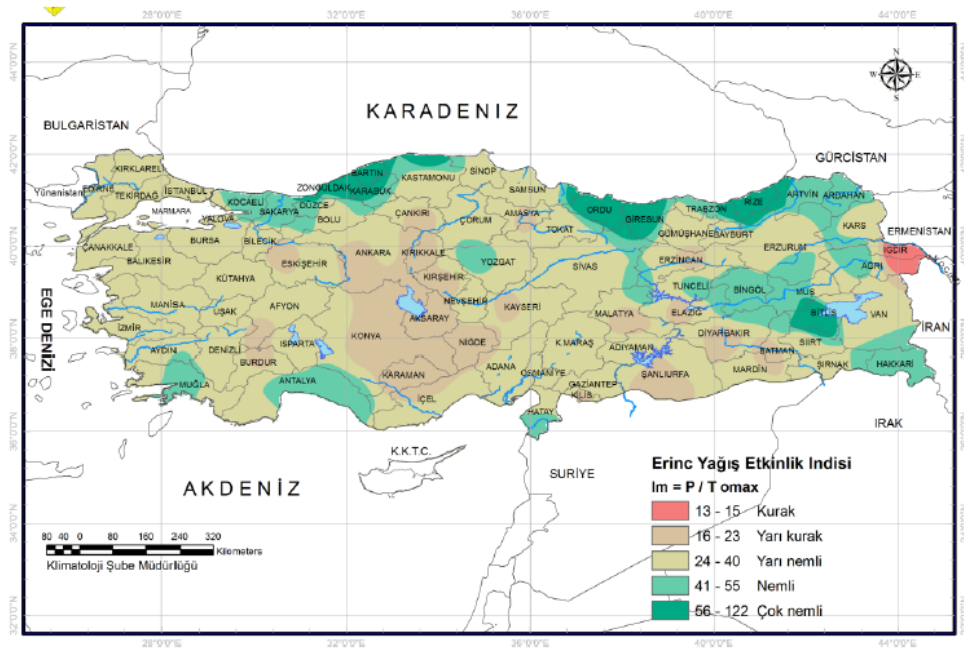
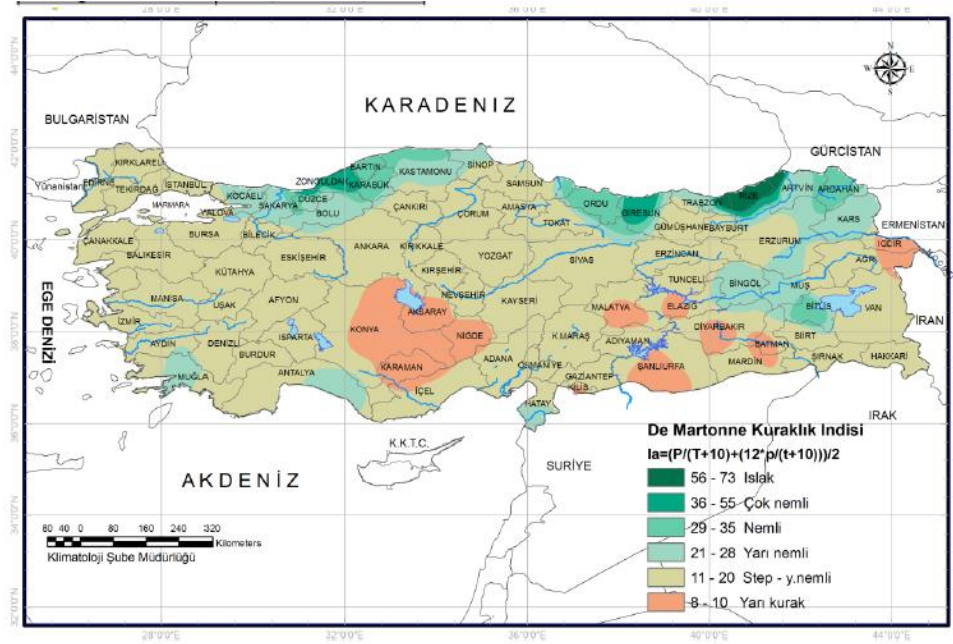
KASTAMONU	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Sıcaklık (°C)	-1.0	0.7	4.3	9.6	14.2	17.6	20.3	20.0	15.7	10.7	5.1	0.8	9.8
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	3.1	6.0	10.9	16.6	21.2	24.7	27.8	28.1	23.9	18.1	10.9	4.8	16.3
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-4.6	-3.6	-0.9	3.4	7.6	10.4	12.3	12.2	8.9	5.2	0.9	-2.5	4.1
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2.4	3.7	4.6	5.8	7.3	8.6	9.9	9.6	7.4	5.6	3.8	2.1	70.8
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	12.4	11.4	12.1	12.9	14.6	11.9	6.4	5.7	6.6	9.1	9.7	12.0	124.8
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	29.8	27.1	35.3	51.4	74.6	71.4	32.4	30.9	30.6	35.4	29.1	33.9	481.9

#### EK-4. Sinop ili genel 10 yıllık iklim verileri (MGM, 2019)

Ölçüm Periyodu (1930-2018)

SİNOP	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Sıcaklık (°C)	7.0	6.7	7.4	10.5	14.9	19.7	22.8	23.2	20.0	16.2	12.5	9.2	14.2
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	9.7	9.6	10.5	14.0	18.2	23.0	25.9	26.3	23.1	19.2	15.5	12.0	17.3
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	4.5	4.1	4.9	7.9	12.1	16.7	19.8	20.3	17.3	13.6	9.9	6.7	11.5
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2.3	3.0	23.9	5.4	6.8	9.0	9.8	8.9	6.9	4.8	3.4	2.3	66.5
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	15.3	13.4	13.6	11.1	10.1	7.7	5.2	6.1	8.9	12.3	12.6	15.4	131.7
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	72.8	51.6	52.7	38.2	34.6	32.6	32.6	40.7	67.4	86.9	83.7	90.5	686.6

**EK-5 De Martonne'a (Anonim, 2004) ve Eric'e (Anonim, 2016) göre Türkiye iklim sınıflandırması**



## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ebru BAL  
Doğum Yeri ve Yılı : Kastamonu - 1993  
Medeni Hali : Bekâr  
Yabancı Dili : İngilizce  
E-posta : ebru-571@hotmail.com



### Eğitim Durumu

Lise : Kastamonu Kuzykent Lisesi (2007-2011)  
Lisans : Karadeniz Teknik Üniversitesi – Orman Fakültesi – Orman Mühendisliği (2012-2016)

### Mesleki Deneyim

İş Yeri : Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü - Daday Orman İşletme Müdürlüğü - Orman Mühendisi (2017-2019)

### Yayımları

Bal, E., Çalışkan, E., Turfan, N. & Ayan, S. (2017) Water stress and degradation rates in different populations seeds of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky.), International Symposium on New Horizons in Forestry 406, Isparta.

Çalışkan, E., Bal, E., Ayan, S., Yer, N.E., Çeter, T. & Özel, B., H. (2017). Surface morphology and micro morphometric measurements using SEM-EDX on seeds of some *Fagus orientalis* Lipsky. population. International Symposium on New Horizons in Forestry, 405, Isparta.

Bal, E., İçli, N. & Ayan, S. (2018) Antioxidant properties of different populations nuts of oriental Beech. International Congress on Engineering and Life Science, Kastamonu.

Bal, E. & İçli, N., (2018) The Therapeutic Properties and Toxicity of Horse Chestnut Seeds. International Congress on Engineering and Life Science, Kastamonu.