T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

FARKLI POPULASYONLARA AİT *Argania spinosa* (L.) SKEELS MEYVELERİNİN POMOLOJİK VE BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

GÜLBAHAR ABDALOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PROF. DR. SEZGİN AYAN

OCAK - 2022
KASTAMONU

TEZ ONAYI

Gülbahar ABDALOĞLU tarafından hazırlanan "**Farklı Populasyonlara Ait *Argania spinosa* (L.) Skeels Meyvelerinin Pomolojik ve Biyokimyasal Özellikleri**" adlı tez çalışmasının savunma sınavı **18.01.2022** tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından **oy birliği** ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı**'nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman	Prof. Dr. Sezgin AYAN Kastamonu Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Prof. Dr. M. Nuri ÖNER Çankırı Karatekin Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Esra Nurten YER ÇELİK Kastamonu Üniversitesi	.....

Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Enstitü Müdürü .....

TAAHHÜTNAME

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde 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, bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini bildirir ve taahhüt ederim.

Gülbahar ABDALOĞLU

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI POPÜLASYONLARA AİT *Argania spinosa* (L.) SKEELS MEYVELERİNİN POMOLOJİK VE BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

GÜLBAHAR ABDALOĞLU

KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI
DANIŞMAN: PROF. DR. SEZGİN AYAN

Bu çalışmada, Fas'ta doğal olarak yetişen 13 farklı popülasyona ait *Argania spinosa* türlerine ait meyve-tohum ve bademlerinin morfolojik ve biyokimyasal özelliklerine lokasyonlar arasındaki farklılıkların belirlenmesi amaçlanmıştır. Fas bölgesinden getirilen Admine, Aına Smama, Aıt Baha, Anzı, Aoujdad Azıar, Aoulouz, Argana, Argen, Taznakht, Lakhsass, Şıdı Ifnı, Tamanar Şud Tamrı ve Tasgou Drar lokalitelerine ait meyvelerden homojen gruplandırma yapılarak 40'ar adet meyve üzerinden meyve, tohum ve badem de kalınlık, ağırlık, uzunluk ve genişlik değerleri ve ölçülen morfolojik değerler üzerinden sıkıştırma indeksi, şekil indeksi, irilik, iç randırman, çift iç oranı ve meyve rengi olmak üzere 18 farklı morfolojik karakterizasyon incelenmiştir. Argan tohumu içerisinden çıkarılan badem üzerinden yapılan protein, prolin, Malondialdehit (MDA), Hidrojen Peroksit Tayini (H_2O_2), Süperoksit dismutaz (SOD), Peroksidaz (POD), Glikoz, Sukroz, Fruktoz, Fenol ve Flavonaid bileşiklerine ait analizler yapılarak aynı popülasyona ait türler biyokimyasal içerikleri yönünden değerlendirilmiştir. Badem içeriklerine ait XRF cihazı yardımıyla elemental analizleri yapılarak başlıca makro ve mikro besin elementleri değerlendirilmiştir. Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri Spss analiz programı ile yapılmıştır. Popülasyonlar bazındaki vasyasyonu tespit etmek için ANOVA testi, istatistiki anlamda farklılık tespit edilen değişkenler için de ikinci aşamada Duncan çoklu testi uygulanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre; meyve/tohum/bademlerin morfolojik özellikleri, biyokimyasal ve elementel içerikleri bakımından populasyonlar arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Populasyonlar coğrafi konumuna göre iç ve kıyı kesim özelliklerine göre kıyaslama yapılabilmektedir. Renk durumları bakımından çöl ikliminden uzaklaşılması meyve rengi itibari ile koyulaşmaya neden olduğu sonucuna varılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER:*Argania spinosa*, Morfolojik Karakterizasyon, Tohum, Biyokimyasal içerik

Ocak 2022, 74 Sayfa

ABSTRACT

MSC THESIS

POMOLOGIC AND BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF *Argania spinosa* (L.) SKEELS FRUITS BELONGING TO DIFFERENT POPULATIONS

GÜLBAHAR ABDALOĞLU

KASTAMONU UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
DEPARTMENT OF FOREST ENGINEERING
SUPERVISOR: PROF. DR. SEZGİN AYAN

In this study, it was aimed to determine the differences in morphological and biochemical properties of fruit-seeds and almonds of Argania spinosa species belonging to 13 different populations naturally grown in Morocco between locations. From the localities of Admin, Aina Smama, Aıt Baha, Anzı, Aoujdad Aziar, Aoulouz, Argana, Argen, Taznakht, Lakhsass, Şıdı Ifnı, Tamanar Shud Tamri and Tasgou Drar brought from the Morocco region, homogeneously grouping was made and fruit, seeds were obtained from 40 fruits each. 18 different morphological characterizations were investigated, including thickness, weight, length and width values and measured morphological values, such as compaction index, shape index, coarseness, core yield, double core ratio and fruit color. Analysis of protein, proline, Malondialdehyde (MDA), Hydrogen Peroxide Determination (H_2O_2), Superoxide dismutase (SOD), Peroxidase (POD), Glucose, Sucrose, Fructose, Phenol and Flavonaid compounds made on almond extracted from the argan seed was performed. The species were evaluated in terms of their biochemical contents. Elemental analyzes of almond contents were made with the help of XRF device, and main macro and micro nutrients were evaluated. Statistical analyzes of the obtained data were made with the SPSS analysis program. ANOVA test was used to determine the variation on the basis of populations, and Duncan's multiple test was applied in the second stage for the variables with statistically significant differences.

According to the results of the research, significant differences were found between the populations in terms of morphological characteristics, biochemical and elemental contents of fruits/seeds/almonds. According to the geographical location of the populations, comparisons can be made to the characteristics of the inland and coastal areas. It has been concluded that moving away from the desert climate in terms of color conditions causes darkening in terms of fruit color.

KEYWORDS:*Argania spinosa*, Morphological Characterization, Seed, Antioxidants

January 2022, 74 Page

TEŞEKKÜR

Tezimin başlangıç aşamasından son aşamasına kadar kıymetli zamanından kısmadan her soruma değerli fikir ve tecrübeleriyle bana yön veren, kıymetini kendi lisanımla ifade edemeyeceğim, değerli ilim ve irfan sahibi bilim insanı olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Sezgin AYAN'a hem her zaman anlayışı ve samimiyeti için hemde üstad olmanın verdiği sorumluluğun farkında olduğu ve beni hiç yalnız bırakmadığı için sonsuz teşekkür eder, saygı ve her bakımdan minnettar olduğumu ifade ederim.

Yüksek lisansa Silvikültür Anabilim Dalında başlamam konusunda beni teşvik eden çalışmasına, gayretine ve becerikli oluşuna gıpta ile baktığım ve bir o kadarda imrendiğim, bana her zaman yanımda olduğunu hissettiren bir abla sevgisini ve şevkatini gösteren her konuda örnek olan değerli Dr.Öğr. Üyesi Esra Nurten YER ÇELİK'e gönülden teşekkürü ömrüm boyunca bir borç bilir, sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım.

Tez çalışamın ana materyalini oluşturan Argan meyvesine ait tohumlarının tedarik edilmesi konusunda ve çalışmamda desteğini esirgemeyen Fas'ın İbn-i Tofail Üniveristesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. Said LAARIBYA hocamada ayrıca teşekkür ederim.

Yüksek lisans tezimin biyokimyasal analizleri çalışmasında bana yardımcı olan çok kıymetli yol göstericilerimden olup, vaktinden fedakarlık edip beni bu konuda yalnız bırakmayan Dr. Öğr. Üyesi Nezahat TURFAN'a içten ve tüm samimiyetimle teşekkür ederim.

Tezimin morfolojik ölçümlerinin yapılması konusunda yardımcı olan Yasemin ER ve Batın Mehmet YER' e; biyokimyasal analizlerin yapımında yardımcı olan laboratuvar arkadaşlarım Şule ÖLÇÜCÜ ve Büşra ÇELİK'e; istatistiksel analizlerin yapılması konusunda yardımcı olan Orhan GÜLSEVEN'e ; tez düzenleme kısmında yardımcı olan Şeyma Selin AKIN'a vefası ve fedakarlıkları için bu yoldaki kıymetli yoldaşlarıma çok teşekkür ederim.

25 yıllık hayat hikayemin her anında, her dakikasında maddi ve manevi desteklerini benden hiç esirgemeyen daima sabır ve sükûnetle bana en büyük desteği her zaman olduğu gibi bu çalışmamda da veren kıymetli ve çok sevdiğim Annem'e teşekkür eder, onun akabinde babama ve kardeşlerime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yine bu serüvenimin gizli kahramanlarınıda unutmadığımı ifade eder, isimlerini saymaya teşekkürlerimi sıralamaya zamanımın ve ifadelerimin yetmeyeceği kadar dost ve arkadaşlarımın olduğunu bilmek benim için onur ve gurur vericidir. Onlara bu vesile ile sevgi ve muhabbetlerinden ötürü verdikleri motivasyondan dolayı her zaman teşekkür eder iyi ki var olduklarını onlara hatırlatmak isterim.

Bir tohum nice esrarengiz sır saklıyor içerisinde bense argan tohumunun birazda olsa sırrını araştırmaya çalıştım. Bulduğum kadarı kainatın eşsiz gücünü birkez daha ortaya koydu. Bu çalışmam umarım gelecek nesillere bilgi ve yön vermek adına

örnek olur. Bilim yolunda, bu dalda gelmiş ve gelecek tüm meslektaşlarıma yararı olması dileklerimle…

GÜLBAHAR ABDALOĞLU
Kastamonu, Ocak 2022

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEZ ONAYI ..... **ii**
TAAHHÜTNAME ..... **iii**
ÖZET ..... **iv**
ABSTRACT ..... **v**
TEŞEKKÜR ..... **vi**
İÇİNDEKİLER ..... **viii**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **x**
TABLOLAR DİZİNİ ..... **xi**
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ..... **xii**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Argan Ağacının Genel Özellikleri 1
2. LİTERATÜR ÖZETİ **6**
3. MATERYAL VE YÖNTEM **12**
3.1 Araştırma Alanına Ait Bilgiler 12
3.2 Meyveler Üzerinde Yapılan Morfolojik Ölçümler 16
3.2.1 Ölçülen Morfolojik Değerler 18
3.2.1.1 Meyve üzerinde yapılan morfolojik ölçümler 18
3.2.1.2 Tohum üzerinde yapılan morfolojik ölçümler 20
3.2.1.3 Badem üzerinde yapılan morfolojik ölçümler 23
3.2.2 Hesaplanan Morfolojik Değerler 25
3.2.2.1 Meyve ölçüsü 25
3.2.2.2 Tohum ölçüsü 25
3.2.2.3 Badem ölçüsü 25
3.2.2.4 Meyve şekli 25
3.2.2.5 Tohum şekli 26
3.2.2.6 Badem şekli 26
3.2.2.7 Meyve yassılık (sıkıştırma) indeksi 26
3.2.2.8 Tohum yassılık (sıkıştırma) indeksi 26
3.2.2.9 Badem yassılık (sıkıştırma) indeksi 26
3.2.2.10 Meyve şekil indeksi 27
3.2.2.11 Tohum şekil indeksi 27
3.2.2.12 Badem şekil indeksi 27
3.2.2.13 Meyve iriliği 27
3.2.2.14 Tohum iriliği 27
3.2.2.15 Badem iriliği 28
3.2.2.16 İç randıman oranı (%) 28
3.2.2.17 Çift iç oranı (%) 28
3.2.2.18 Meyve rengi 28
3.3 Tohumların Biyokimyasal Özellikler Yönünden İncelenmesi 29
3.3.1 Protein Miktar Tayini 29
3.3.2 Prolin Miktar Tayini 30
3.3.3 Malondialdehid (MDA) Miktar Tayini 32
3.3.4 Hidrojen peroksit (H_2O_2) Miktar Tayini 32
3.3.5 Süperoksit dismütaz aktivitesinin belirlenmesi (SOD) 33

3.3.6 Peroksidaz (POD) Aktivitesinin Belirlenmesi 34
3.3.7 Glikoz, Sukroz ve Fruktoz Tayini 34
3.3.8 Fenol Bileşiklerin Belirlenmesi 36
3.3.9 Flavonoid Bileşiklerinin Belirlenmesi 37
3.4 Bademlerin Elemental Analizleri 38
3.5 İstatistiksel Analiz 38
4. BULGULAR 40
4.1 Morfolojik Ölçümlere Ait Bulgular 40
4.1.1 Ölçülen Morfolojik Değişkenler 40
4.1.1.1 Meyve üzerinde ölçülen değişkenler 40
4.1.1.2 Tohum üzerinde ölçülen değerler 41
4.1.1.3 Bademler üzerinde ölçülen değerler 42
4.1.1.4 Popülasyonlara göre meyve kabuğu renk durumlarının değerlendirilmesi 42
4.1.2 Hesaplanan Değişkenler 43
4.1.2.1 Çift iç oranı 46
4.2 Popülasyonlara Göre Biyokimyasal Analizlere İlişkin Tespitler 47
4.2.1 Biyokimyasal Analizlerin İrdelenmesi 49
4.3 Elemantal Analizlere İlişkin Bulgular 51
5. TARTIŞMA VE SONUÇ 63
ÖZGEÇMİŞ 74

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1 Argan ağacı ve meyvesine ait özellikler a) Argan ağacı b) karakteristik yılan derisi kabuğu gövde yapısı c) çiçekli dal yapısı d/e) meyve yapısı (Ruas, 2011)……..3
Şekil 3.1 Çalışma alanına ait fiziki harita 12
Şekil 3.2 Çalışma alanına ait popülasyon dağılımlarını gösterir harita 13
Şekil 3.3 Çalışmada kullanılan 13 farklı popülasyona ait *Argania spinosa* meyveleri.....15
Şekil 3.4 Argan meyvelerinin popülasyon bazında gruplara ayrılması 16
Şekil 3.5 Argan meyvesi (a) – meyve kabuğu (b) – tohumu (c)- tohum kabuğu (d) – badem kısmı (e).....17
Şekil 3.6 Dijital kumpas ile meyve eni ölçümü 18
Şekil 3.7 Dijital kumpas ile meyve boyu ölçümü 18
Şekil 3.8 Dijital kumpas ile meyve genişliği ölçümü 19
Şekil 3.9 Hassas terazi ile meyve ağırlığı ölçümü 19
Şekil 3.10 Dijital kumpas ile meyve kabuk kalınlığı ölçümü 20
Şekil 3.11 Hassas terazi ile tohum kabuk ağırlığı ölçümü 20
Şekil 3.12 Dijital kumpas ile tohum eni ölçümü.....21
Şekil 3.13 Dijital kumpas ile tohum boyu ölçümü.....21
Şekil 3.14 Dijital kumpas ile tohum genişliği ölçümü.....21
Şekil 3.15 Hassas terazi ile tohum ağırlığı ölçümü.....22
Şekil 3.16 Dijital kumpas ile tohum kabuk kalınlığı ölçümü.....22
Şekil 3.17 Hassas terazi ile tohum kabuk ağırlığı ölçümü 23
Şekil 3.18 Dijital kumpas ile badem kalınlığı ölçümü.....23
Şekil 3.19 Dijital kumpas ile badem boyu ölçümü 24
Şekil 3.20 Dijital kumpas ile badem genişliği ölçümü 24
Şekil 3.21 Hassas terazi ile almond ağırlığı ölçümü.....24
Şekil 3.22 Protein miktar tayinine ait laboratuvar çalışmaları.....29
Şekil 3.23 Protein standart grafiği.....30
Şekil 3.24 Prolin standart grafiği 31
Şekil 3.25 Prolin miktar tayinine ait laboratuvar çalışmaları.....31
Şekil 3.26 MDA standart grafiği.....32
Şekil 3.27 H_2O_2 standart grafiği.....33
Şekil 3.28 Glikoz, Sukroz ve Fruktoz standart grafiği.....35
Şekil 3.29 Glikoz, Fruktoz ve Sukroz tayinlerine ait laboratuvar çalışmaları ..36
Şekil 3.30 Toplam Fenolik bileşiklere ait standart grafiği.....37
Şekil 3.31 Toplam flavonoid hesabına ait standart grafiği 37

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 4.1 Meyve üzerinde ölçülen morfolojik ölçüm sonuçları 40
Tablo 4.2 Tohum üzerinde ölçülen morfolojik ölçüm sonuçları..... 41
Tablo 4.3 Bademler üzerinde ölçülen bazı morfolojik özelllikler 42
Tablo 4.4 Popülasyonlara ait meyve renk durumları 43
Tablo 4.5 Morfolojik ölçüm sonuçlarına göre hesaplanan değerlere ait veriler (1) 44
Tablo 4.6 Morfolojik ölçüm sonuçlarına göre hesaplanan değerlere ait veriler (2) 45
Tablo 4.7 Popülasyon bazında çift iç oranı durumu 46
Tablo 4.8 Biyokimyasal analizlere ilişkin ölçün sonuçları (1) 47
Tablo 4.9 Biyokimyasal analizlere ilişkin ölçün sonuçları (2) 48
Tablo 4.10 Elementel analiz sonucuna göre makro elementler 52
Tablo 4.11 Elementel analiz sonucuna göre mikro elementler 56

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

°C	: Santigrad derece
%	: Yüzde
Ag	: Gümüş
Al	:Alüminyum
As	:Arsenik
C	:Karbon
Ca	:Kalsiyum
Cd	:Kadminyum
Cl	:Klor
Co	:Kobalt
Cr	:Krom
Cu	:Bakır
Fe	:Demir
H	:Hidrojen
K	:Potasyum
Mg	:Magnezyum
Mn	:Mangan
Mo	:Molibden
Na	:Sodyum
Ni	:Nikel
O	:Oksijen
Pb	:Kurşun
S	:Kükürt
Sb	:Antimon
Si	:Silisyum
Zn	:Çinko

Kısaltmalar

µl	:Mikrolitre
µM	:Mikrometre
µmol	:Mikromol
BSA	:Bovin Serum Albümin
cm	:Santimetre
dk	:Dakika
EDTA	:Etilendiamintetraasetikasit
g	:Gram
ha	:Hektar
kg	:Kilogram
m	:Metre
MDA	:Melondialdehit
mg	:Miligram
ml	:Mililitre
mm	:Milimetre
mM	:Milimolar
nm	:Nanometre
OH	:Hidroksil
POD	:Peroksidaz
ppm	:Milyonda bir parça
ROS	:Reaktif Oksijen Türevleri
SOD	:Süperoksit Dizmutaz
TBA	:Thiobarbütirik Asit
TCA	:Tricholo Asetik Asit

1. GİRİŞ

Silvikültürün temel amaçlarından biri yetiştirilen ağaçların nitelik ve nicelik bakımından en yüksek kalite ve nicelikteki artımı yaparak yetişme ortamına en iyi uyumu sağlayacak ağaçların yetiştirilmesidir. Bu amacın başlangıç noktasını iyi nitelikli tohum temini oluşturur. Ormancılıkta yetiştirici, iyi nitelikli tohum ihtiyacını öncelikli olarak fenotipik özelliklere göre belirlediği meşcerelerden temin edeceği tohumlar ile sağlar (Üçler, 1998).

Ağaçlandırma çalışmaları konusunda birçok çalışma neticesinde de araştırmacılar tarafından ortaya konulduğu gibi üstün irsel niteliklere sahip tohumları uygun muhitlerde kullanmak başarı oranını artırmaktadır. Böylelikle ağaçlandırma çalışmalarındaki uzun vadeli süreç ve pahalı yatırımlar garanti altına alınmış olacaktır. Popülasyonlar arasındaki meyve kalite özelliklerinde meydana gelen değişimin bilinmesi türün uygun yerde kullanımı konusunda kolaylık sağlayabilecektir.

Son zamanlarda sıklıkla gündeme gelen hızlı nüfus artışı ve sanayileşme beraberinde birçok sorunu da ortaya çıkarmıştır. Biyolojik çeşitliliğin azalması, küresel iklim değişikliği ve çölleşme gibi sorunlar bitki çeşitlilikleri arasında bir takım farklılıklara sebebiyet vermektedir.

Bu çalışma ile kurak veya yarı kurak olarak nitelendirilebilecek Afrika kıtasının kuzeyinde bulunan Fas'ın farklı ekolojk bölgelerinden temin edilen değişik argan (*Argania spinosa* (L.) SKEELS) popülasyonlarına ait meyveler üzerinde morfolojik ve biyokimyasal değişkenler ile elementel analizler yapılarak argan popülasyonları meyveleri arasındaki farklılıklar ve benzerliklerin ortaya konulması amaçlanmıştır.

1.1 Argan Ağacının Genel Özellikleri

Tropikal Sapotaceae familyasının bir türü olan argan ağacı (*Argania spinosa* "demir ağacı") (Amakhir ve Abajan, 2008) güney batı Fas'a özgü endemik bir ağaç türüdür. Kuzey Afrika'da botanik ve biyoekolojik özelliklerinin yanı sıra sosyal değeri yönüyle de göze çarpan değerli bir türdür (El Abbasi vd., 2013).

Deniz seviyesinden 1300-1500 m yüksekliğine kadar geniş bir alana yayılmış, termofilik olan bu ağaç türü, Atlantik kıyılarına yakın Essoouria ve Souss düzlüklerinde geniş alanlar oluşturur (Ruas vd., 2011). Yaklaşık olarak 952.200 ha alanı kaplamaktadır (Metougui vd, 2017). Sosyo ekonomik ve ekolojik öneme sahip (Ferradaus, 2017) argan orman alanının mevcut aktüel durumuyla ilgili yapılan bir araştırma sonucu kuraklık, afetler ve uzun yıllar boyunca hem insan hem de hayvanlar tarafından aşırı derecede baskıya maruz kaldığı belirtilmektedir. Yoğun tarım ve özellikle de doğal rejenerasyon eksikliğinin etkisiyle yılda en az 2000 hektar alanda önemli bir bozulma yaşanmaktadır (Ferradaus, 2017).

Nisbi hava neminin yeterli olduğu yarı kurak ve kurak bölgelerde yetişebilen argan ağacı (Laaribya, 2017), yıllık yağış miktarı 100 mm'yi geçmediğinde bile çiçek açabilmekte ve meyve tutabilmektedir (Ruas vd., 2011). Atmosferik suyu çıkarma kabiliyeti, türü diğer tüm orman ağacı türlerinden ayırmaktadır (Laaribya, 2017).

Kurak, kireçli topraklara ve güneşli iklime karşı uyum yeteneği yüksek olan argan; su alıp, hayatiyetini devam ettirebilmek için kök sistemini 20-25 metreye kadar geliştirebilme yeteneğine sahiptir (Amakhir ve Abajan, 2008). Kurak iklimlerde çok iyi adapte olmuş argan ağaçları, bu topraklarda erozyon ve çölleşme ile mücadelede tartışmasız fizyolojik ve ekolojik güçlü özelliklere sahip güçlü bir odunsu bitkidir (Bezzela vd., 2016).

UNESCO tarafından 1998 yılında dünya mirası olarak sınıflandırılan argan, Fas'ın büyük bir bölümünü çölleşmeyle tehdit eden rüzgâr erozyonlarından korumasının yanı sıra aynı zamanda da toprak verimliliğini de korumaktadır.

Çalı veya orta boylu ağaç formuna ulaşabilme yeteneğindeki bu tür; 8-10 m boya ulaşabilmekte (Şekil 1a) ve güçlü kök sistemi sayesinde 150-200 yıl kadar yaşayabilmektedir (Ruas vd., 2011). Argan ağacı gövde ve dal yapısı olarak dikenli bir yapıya ve aynı zamanda yılan derisi görünümünde karakteristik bir kabuk yapısına sahiptir (Şekil 1b). Kümeler halinde meydana gelen küçük ve dikdörtgen yapraklar; küçük sarı ve yeşil renkte çiçekleri (Şekil 1c) ile sert ve yeşil meyvelere sahiptir (Şekil 1d-e) (Amakhir ve Abajan, 2008).



Şekil 1.1 Argan ağacı ve meyvesine ait özellikler a) Argan ağacı b) karakteristik yılan derisi kabuğu gövde yapısı c) çiçekli dal yapısı d/e) meyve yapısı (Ruas vd., 2011)

Zeytine benzeyen argan meyveleri büyük; oval, konik ve yuvarlak yapıda olabilmektedir. Kalın kabukla kaplı iç çekirdek, taze meyve ağırlığının yaklaşık dörtte birini oluşturur ve sert kabuklu bir tohum içinde bulunmaktadır (Asfoor, 2017). İlkbaharda olgunlaşan meyveler yaz başında (haziran – temmuz ayında) yere düşer.

Ağustos ayında meyve eti çekirdeğinden ayrılır ve tohumlar çıkarılması için granit taş ile ezilir. İçerdiği tohum çok sert bir yapıya sahiptir (Amakhir ve Abajan, 2008).

Argan ağacı gerek odunu gerekse de meyve ve tohumları sayesinde ekonomik, ekolojik ve sosyal bir çok alanda kullanımı mevcuttur. Ağacın derin kökleri sayesinde toprağın muhafazasına ve iyileşmesine yardımcı olur. Toprağın verimliliğine katkıda bulunarak çölleşmeyi yavaşlatmada ve önlemede yardımcı olur. Argan ağacı aynı zamanda sıcaklığın fazla olduğu zamanlarda hayvanlar ve insanlar için gölge niteliği oluşturarak, sıcaklardan korunma ve temiz hava kaynağı olarak ta fayda sağlamaktadır. Odunu ve tohum kabuklarının sert kısmı ise yakacak olarak kullanılır ve odununun evin çeşitli tamir ve yapım aşamalarında kullanımı da mevcuttur. Özellikle yaprak ve meyveleri hayvancılığın yapıldığı alanlarda keçi ve deve gibi hayvan türleri için önemli bir besin kaynağı niteliğindedir. Örümcek ve kemirgenler için de besin ihtiyacını karşılama, saklanma ve korunma alanı olarak görülebilir. Meyve çekirdeğinden yağı çıkarıldıktan sonra da hayvanlara besin maddesi olarak verilmektedir (Laaribya, 2017).Yerel köy nüfusu için önemli bir geçim kaynağı olarak rol alan argan meyveleri bu bağlamda sosyo-ekonomik yaşamın bel kemiği olarak sayılabilir (Laaribya, 2017)

Argan tohumları; en fazla üç tane beyaz çekirdek içerir. Çekirdeklerin dış kısmı kalın sert bir kabukla kaplıdır. Yağ oranı yüksek olan bu çekirdeklerden, ekstraksiyon yöntemine bağlı olarak argan yağı %30 ile % 55 arasında verimle, argan yağı ekstrakte edilmektedir (Asfoor, 2017). Bir litre argan yağı elde etmek için ise yaklaşık yedi argan ağacına ihtiyaç vardır (Amakhir ve Abajan, 2008). Tohumdan çıkarılan yağın kozmetik değeri ve potansiyel tedavi edici özellikleri yağın ekonomik değerini artırmaktadır.

Tohumun yağı: uçucu yağlar, yağ asitleri, triagliseroller, flavonoidler ve bunların asilglikozil türevleri, monofenoller, fenolik asitler, sinamik asitler, saponinler, triterpenler, fitosteroller, melatonin, yeni aminofenoller ve E vitamini açısından oldukça zengindir (Khayi vd., 2018). Argan yağı, geleneksel olarak kardiyoprotektif özellikleri ile bilinir ayrıca, cilt enfeksiyonlarının tedavisinde de kullanılır (El Abbasi, 2013). Kan kolestrol seviyelerini düşürür, kanı uyarır, dolaşım ve sindirimi

kolaylaştırır ve vücudun doğallığını güçlendirir. Fas'ın altın sıvısı olarak ta bilinen argan yağı ülkemiz içinde ticari bir kaynak olduğu söylenebilmektedir.

Bu tez çalışmasının amacı, gelecekte olası tür ithali ve yetiştirme programları için uygun aday tür ve popülasyonları belirlemek, tanımak, çok değişkenli analizler ile genetik çeşitliliği değerlendirmek ve tanımlamaktır. Tohumun morfolojik ve biyokimyasal özelliklerinin bilinmesi gelecekte yapılacak ağaçlandırma çalışmalarındaki başarıyı da beraberinde getirebilecektir. Çünkü ağaçlandırma çalışmaları pahalı ve uzun vadeli yatırımlardır. Bu yatırımların geleceğini başlangıçta garanti altına alabilmek için kalıtsal özellikleri iyi tohumun elde edilmesi ve uygun yetişme ortamlarında kullanımı gerekmektedir. Uygun arazi seçimi ve hazırlığı yapılsa dahi kalitesiz tohum ve fidan kullanımı halinde ağaçlandırma çalışmalarından başarı beklemek mümkün değildir.

Yürütülen bu çalışmayla; Fas'ta doğal olarak yetişen 13 farklı popülasyona ait argan tohumlarının morfolojik ve biyokimyasal özelliklerine göre yakınlık-uzaklık ilişkilerinin ortaya konulması ve lokasyonlar arasındaki farklılıkların belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçlar doğrultusunda tür ve popülasyon düzeyinde elde edilecek verilerle, türün koruma stratejilerinin geliştirilmesine yardımcı olacak verilerin üretilmesi de amaçlanmıştır. Türkiye'de argan meyvesi üzerinde yapılmış herhangi bir çalışmaya erişilmemiştir. Bu tez çalışması aynı zamanda bu eksikliği gidermek adına özgün bir başlangıç niteliğindedir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Fas orman alanları ulusal toprakların %12 sini oluşturan dokuz milyon hektar doğal alanı kaplamaktadır (Laaribya, 2017). Argan ağacı birçok farklı iklim özelliklerinin bir arada bulunduğu ortamlarda yaşayabilen bitki türüdür. Tür, Atlas okyanusunu, yüksek dağları ve çölü deniz seviyesinde bir arada birleştiren bir iklim kuşağında yer alır. 1500 metreye kadar olan rakımlarda yetişebilmektedir (Amakhir ve Abajan, 2008). *Argania spinosa*, hiçbir ağaç türünün mevcut olmadığı yarı kurak bölgelerde varlığını sürdüren, Fas'ın endemik, yavaş büyüyen bir ağacıdır (Díaz-Barradas vd., 2010).

Degrade orman alanlarında argan ağacı, zayıf büyüme ve çalılaşma eğilimindedir. Uygulamada genellikle ağaçlandırmalarda orjini bilinmeyen, kalitesiz fideler kullanılması gibi sorunlarla karşılaşılmaktadır. Bu bağlamda; meyvelerle ilgili seçim kriterleri ve ağaçların karakterizasyonlarının araştırılması önem arz etmektedir. Yetiştirme programları için geniş genetik taban oluşturulması çok önemlidir (Ait Aabd vd., 2010). Son yıllarda çeşitli çalışmalarla argan tohumunun; morfolojik, kimyasal ve biyokimyasal özelliklerini kullanarak ekolojik koruma ve sorunların değerlendirilmesi adına genetik çeşitlilik değerlendirilmeye çalışılmıştır (Khayi vd., 2018).

Ait Aabd vd., (2012) yılında yaptıkları çalışmayla genetik çeşitliliği belirlemek ve çok değişkenli analizler ile üstün ağaçları gelecek yetiştirme programında kullanma için Fas'ın güneybatısındaki Aoulouz orijinini temsil eden 30 argan ağacını (üstün ağaç), üç yıl boyunca kullanmışlardır. Aoulouz'dan toplanan tohumlar üzerinde genetik çeşitliliği belirlemek için agro-morfolojik karakterler kullanılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlarda incelenen bütün özellikler bakımından genotipler arasında büyük değişkenlik olduğu ve anlamlı bir varyasyon gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle tohum uzunluğu, tohum genişliği, badem boyu ve yağ içeriği niceliksel özellikler için genotip ve fenotipik varyanslar daha yüksek bulunmuştur. Fenotipik varyasyon katsayısı tüm karakterler için genotipik varyasyon katsayısından daha yüksek bulunmuştur.

Aameur ve Ferradous (2001) yaptıkları diğer bir çalışmaya göre; genetik çeşitlilik popülasyondaki bireyler arasındaki farklılıkları tahminlemeye çalışmıştır. Türler ekolojik değişimlerinden dolayı çeşitli ortamlarda hayatta kalma esnekliği göstermektedir. Çalışmada; üç argan popülasyonunda (Argana,Ait Baha ve Ait Melloul) meyve ve tohum değişkenliğinin popülasyon durumuna göre irdelemek için 30 ağaçtan toplanan 30'ar olgun meyve üzerinde; 11 meyve ve çekirdek karakteri (meyve rengi, meyve ve çekirdek ağırlığı, uzunluk, genişlik ve genişlik/uzunluk oranı, iç ağırlığı ve çekirdek oda sayısı) üzerinde morfolojik değişkenlikleri incelemişlerdir. Çalışma sonucunda; yüksek düzeyde morfolojik değişkenlik sağlandığı gözlemlenmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre morfotiplerin temsil ettiği üç grubun coğrafi dağılımla ilişkili olmadığı belirilmiştir.

Argan, hem kozmetik hem de gıda amaçlı kullanılabilen yüksek kalitede yağ üreten ve Fas'a özgü bir ağaç türüdür. Metougui vd. (2017) yaptıkları çalışmada; Fas'ın güneybatısında bulunan Admine rezervlerinde, argan ağaçlarının morfolojik çeşitliliği üzerine yürüttüğü ve üç yıldan fazla süren araştırmada; Toplamda 122 ağaçta 30 nicel özellik araştırılmıştır. Karakter özelliklerinin tümünde genotipler ve yıllar açısından önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Karakter özellikleri arasında yapılan korelasyon analizi, büyüme karakterinin (yaprak ve filiz boyutları) meyve karakteriyle pozitif korelasyon içinde olduğunu göstermiştir. Geniş anlamda kalıtımsallık tahminleri, kümelenmiş yaprak karakteri ve diken sayıları ($H^2>0.90$) ile meyve, çekirdek ve badem özellikleri arasında anlamlılık ($H^2>0.70$) yüksek bulunmuştur. Argan gen kaynakları ve nispeten homojen gruplanmış beş genotip arasında ilişki kurmak için Öklid uzunluklarına dayanan Cluster analizi *(küme analizi)* kullanılmıştır. Karakter özellikleri arasındaki ilişki ise asal bileşen analizi ile incelenmiştir. Neticede meyve, çekirdek ve bademlerin morfolojisinin olduğu kadar, kümelenmiş yaprak boyutları, filiz uzunlukları ve glomerüller yoğunluğunu ifade eden son derece ayırt edici karakter özellikleri tespit edilmiştir.

Argan, fiziksel ve insan kaynaklı çeşitli çevresel faktörlerin etkisiyle argan ekosisteminin yoğunluğunu ve yüzölçümünü azaltmasından dolayı genellikle nesli tehlike altındaki türlerinden biri olarak kabul edilen ve çok amaçlı olarak kullanılan bir ağaç türüdür. Kurak ortamlardaki doğal kaynakları koruma faaliyetlerinin hayata

geçirilmesi için daha verimli dikim malzemelerinin tercih edilmesine katkı sağlamak maksadıyla Abdelaziz (2014)'e atfen; yapılan çalışmada ağaç gövdelerinin ve köklerinin çeşitli morfolojik özellikleri üzerine çalışma yapılmıştır. Rasgele blok düzeninde her bir aile başına 12 fide dağıtılmış ve 12 aylık süre boyunca fidanlık ekolojik koşullarında yetiştirilmiştir. Yapılan deneyin sonucunda, ağaç gövde ve köklerinin çeşitli morfolojik karakterleri gözlemlenmiştir. Aile içinde aileler arasındakine nazaran daha büyük değişikenlikler görülmüştür. En küçük kökün uzunluğu ve gövde uzunluğunda daha yüksek seviyelerde (0,54'ten 0,59'a) kalıtsallık görülmüştür. Yürütülen çalışmada; ağaç gövde ve köklerinin karakteristik yapıları açısından üç popülasyon arasında herhangi bir farklılık gözlemlenmemiştir. Daha kuru alanlardan getirilen fidelerin daha uzun kazık köklere sahip olduğu, aynı şekilde, kök/gövde oranlarıyla yeni kütle oranlarının da daha yüksek seviyelerde olduğu tespit edilmiştir. Argan fidelerinin varlığını sürdürmesi için kilit organ olan köklerin, bazı ailelerin fidelerinin kazık köklerine daha fazla yatırım yaptığı tespit edilmişştir. Argan ağacı, aynı ailenin "üvey kardeşi" bireyler ile arasındaki büyük değişkenliklerin var olduğu, bu durum ise yeniden üretim için yüksek kaliteli dikim materyalinin seçilmesi imkanını verir ve özellikle transplantasyon sonrası kuraklık koşullarına uyum sağlamasına katkıda bulunur.

Argan ağacı, Fas'ın güneybatısındaki geleneksel tarımsal ormancılık sisteminin temel bileşenidir. Ancak, bu sistem günümüzde artık etkinliğini yitirmiş durumdadır ve bu durumun iyileştirilmesine acilen ihtiyaç duyulmaktadır. Ağacın doğal yollarla çoğalması noktasında zorluklar yaşanmakta, yapay yollarla yeniden üretim çabalarının birçoğu da başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Nouaim vd. (2002) tarafından yürütülen bir çalışmada; tohum, çelik ve mikro-üretim gibi üç farklı bitki çoğaltma yöntemini değerlendirilmiştir. Çeşitli tohum toplama yöntemlerinden oluşan denemede; genç (12 aydan az) ve ağır tohumlar (ağırlığı 3 gr'dan fazla) kullanıldığı zaman filizlenmenin kolayca gerçekleştiğini gözlemlemişlerdir. İnce kabuklu tohumlar, kalın kabuklu tohumlara nazaran daha iyi çimlenmiştir. Doku kültürü ile üretimde sterilizasyon mikrobik bulaşmayı engellemiş ve filizlenmeye katkı sağlamıştır. Argan ağacının çelikleme yöntemi kullanılarak bitkisel üretiminde yetişkin ağaçlardan ya da genç sürgünlerden (üç yaşında) yararlanılmıştır. Köklenme oranı kalıtımsal yapıya (*genotip*) bağlı gibi görünmektedir ve en iyi sonuçlar, mantar bulaşmasını önlemek

için sterilize edilen genç gövdelerden elde edilmiştir. Laboratuar ortamında gerçekleştirilen mikro-üretim yönteminde de başarı yine yüksek oranda kalıtımsal yapıya bağlıdır. Bu noktada, bazı klonlarda köklenme oranlarını % 80-95'lere kadar çıkaran köklendirme ortamarı geliştirilmiştir. Bununla birlikte diğer bazı klonlar ise hala köklenmeye karşı direnç göstermektedir.

Kuraklık stresi; süperoksit anyonu, hidroksil radikali (OH) ve hidrojen peroksit (H_2O_2) gibi reaktif oksijen türlerinin (ROS) artmasına neden olabilir. Dört *Argania spinosa* ekotiplerinin arasında kuraklık stresine ve toparlanmaya karşı farklı fizyolojik ve antioksidan tepkilerini çalışma konusu olarak belirleyen Chakhchar vd. (2016), yürüttükleri çalışma ile süperoksit dizmutaz (SOD) aktivasyonunun argan ağacı izoenzimlerinin aktivasyonunun edafik kuraklık toleransını ve rehidrasyon altında geri kazanılmasını destekleyip desteklemediğini ortaya koymaya çalışmışlardır. İki zıt kıyı ekotipi (Admine ve Rabia) ile zıt iki iç ekotip (Aoulouz ve Lakhssas) üzerinde deneme yapılmıştır. Biyokimyasal tepkiler açısından, oksitatif stresi yansıtan stres altındaki bitkilerin yapraklarında önemli miktarda karbonil grubu, H_2O_2 ve süperoksit radikal birikimi kaydedilmiştir. Buna paralel olarak toplam SOD ve bunların izoenzimleri hücreyi indükleyici oksidatif strese karşı koruduğu görülmüştür. Tüm uyarlanabilir özellikler, iç ekotipleri kuraklığa ve yarı kurak ortamlarda elit bir kuraklık toleransı kaynağı haline getirebilir ve argan ağacının ıslah araştırmasının yeni odağı olabilir.

Argania spinosa türünün kuraklığa olan toleransının fizyolojik ve biyokimyasal araştırmasını ortaya koymaya çalışan Chakchar vd., (2015), bütün ekotiplerde artan kuraklık stresi ile fizyolojik özellikler azalma olduğu ortaya konmuştur. Kuraklık stresi, H_2O_2 ve lipid peroksidasyonunu önemli ölçüde artırmıştır. Orta ve şiddetli kuraklık stresi, zamana bağlı olarak katalaz, SOD, POD, polifenoloksidaz ve lipoksijenaz aktivitelerini artırmıştır. İç kısımdaki ekotipler kıyı ekotiplerinden daha toleranslı görünmektedir. Kanonik diskriminant analizine göre içteki ekotipler polifenol oksidaz, SOD ve MDA biyokimyasal özellikleri ile kıyı ekotiplerinden temel olarak ayrılmıştır.

Hılali vd. (2005) argan yağının fiziko-kimyasal karakteristikleri ve kompozisyonu üzerine orjin ve ekstraksiyon yönteminin etkisini ortaya koymaya çalışmışlardır. 21

farklı coğrafi kökenli argan yağı örneği geleneksel, mekanik veya endüstriyel özellikler ile analiz edilerek, ulusal kalite standardının oluşturulmasına katkı sağlayacak bu çalışmada rastgele seçilen örnekler üzerinde argan yağının kimyasal bileşiminin ya da fizikokimyasal özelliklerinin seviyeleri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Bitkiler temelde su, organik madde (C, H, O) ve besin elementlerinden oluşmaktadır. Bitkinin çeşitliliğine göre bu faktörlerin (tür, bitki yaşı, toprağın yapısı gibi birçok faktöre bağlı olarak) bulunuş miktarı değişmektedir. Bitkinin yeterli gelişim gösterebilmesi için mutlak bulunması gereken elementler bitkilerde bulunuş miktarlarına göre makro ve mikro elementler şeklinde sınıflandırılmaktadır. Makro besin elementleri mikro besin elementlerine kıyasla bitkinin daha fazla ihtiyaç duyduğu elementlerdir (Bolat ve Kara, 2017). Bu elementler bitkinin gelişme sürecini tamamlayabilmesi için önem arz etmektedir. Argan tohumları üzerinde elemental analiz incelemesi konusunda yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu bölümde benzer diğer çalışmalardan bahsedilmektedir.

Ay (2014), Trakya Bölgesinde üretiminin yaygın olarak yapıldığı ayçiçeği tohumlarında bazı ağır metal ve mikro besin elementlerini belirlemiştir. Bölgedeki 2012 ve 2013 yıllarında 28 farklı yerleşim yerinden hasat edilen ayçiçeği tohumu numuneleri üzerinde; Mangan (Mn), Kurşun (Pb), Nikel (Ni), Demir (Fe), Çinko (Zn), Antimon (Sb), Kadminyum (Cd), Bakır (Cu), Arsenik (As) gibi ağır metaller ile Fosfor (P), Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg) ve Potasyum (K) gibi mikro besin elementlerini ICP-OES cihazı kullanarak tespit etmiştir. Çalışma sonucunda analizlerde antimon ve arsenik gibi ağır metallere rastlanılmamıştır.

Eken vd. (2017) tarafından yapılan benzer bir diğer çalışmada ise karayemiş (*Laurocerasus officinalis* Roem.) meyve ve tohumları üzerinde indüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometresi (ICP-MS) ile kurutulmuş meyve ve tohum örneklerinde (mikrodalga yakma ünitesinde 10 dk nitrik asit ile yakılmış) element içerik tayinleri belirlenmiştir. Sonuç olarak ise meyve ve tohum içeriğinde insan sağlığı için gerekli olan çok sayıda Mg, K, Ca, Na gibi makro elementler ile Fe, Cu, Zn, Ni, Mo, Co, Cr gibi esansiyel element içeriğine rastlanırken Hg, Cd, As, Pb, Ag ve Al gibi toksit metal

içeriğine rastalanılmamıştır. Dolayısıyla karayemiş meyve ve tohumlarının mineral gıda takviyesi olarak kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

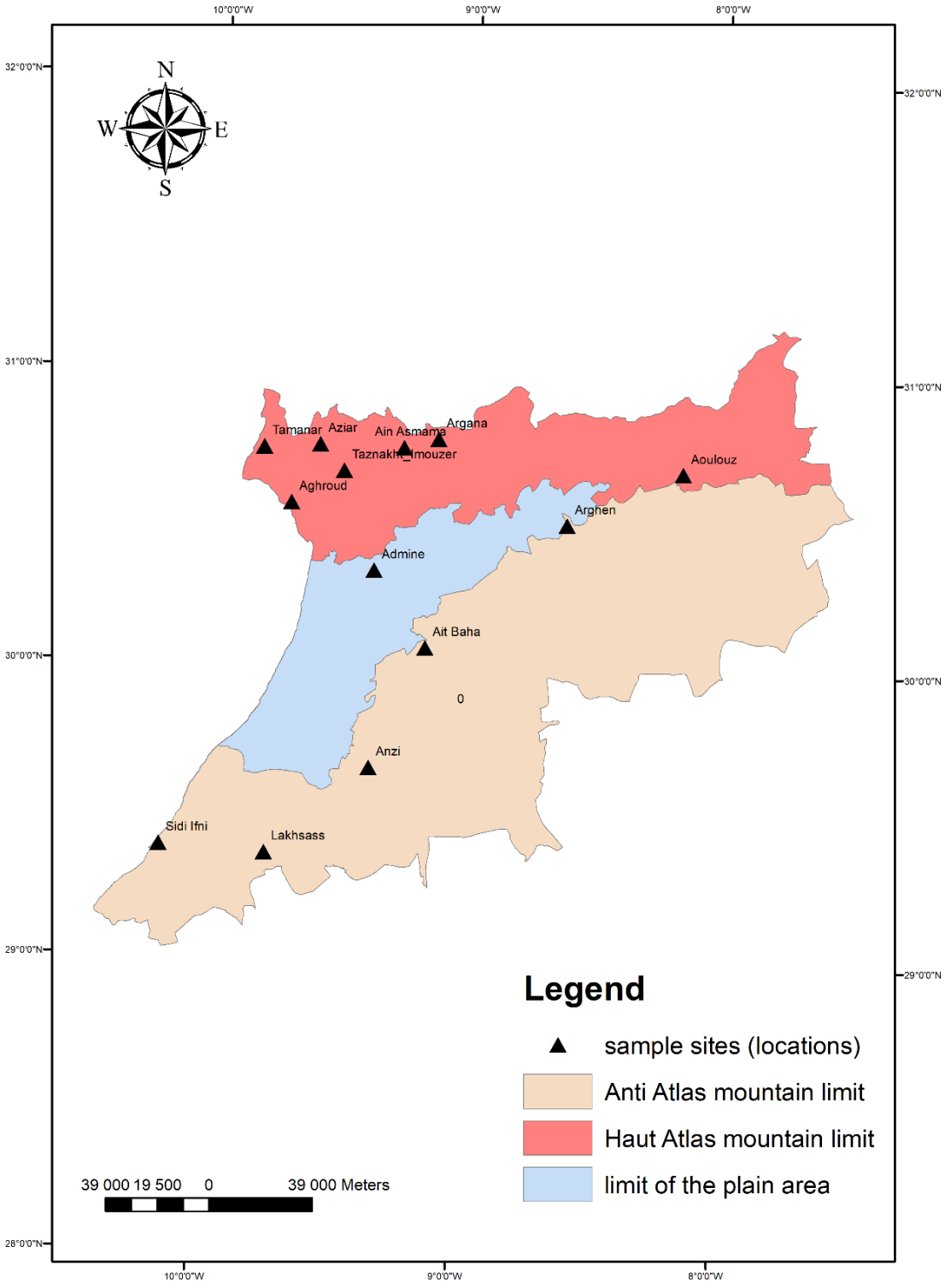
3.1 Araştırma Alanına Ait Bilgiler

Bu tez çalışması, Afrika kıtasının kuzeybatı ucunda yer alan, kuzeyinde Cebelitarık Boğazı ve Akdeniz, doğusunda Cezayir, güneyinde Moritanya ve batısında Atlas Okyanusu ile çevrili Fas'tan 2018 yılında getirilen 13 farklı popülasyona ait *Argania spinosa* tohumları üzerinde yapılmıştır.

Kuzey Afrika kıtasının en renkli yerleşim yerlerinden biri olan Fas'tan alınan bu tohumlar, iç ve kıyı kesimlerini temsil edecek şekilde toplamda 13 farklı popülasyonu temsil etmektedir. Çalışma alanına ait fiziki harita Şekil 3.1'de ve popülasyon dağılımlarının gösterir harita Şekil 3.2'de gösterilmektedir.



Şekil 3.1 Çalışma alanına ait fiziki harita



Şekil 3.2 Çalışma alanına ait popülasyon dağılımlarını gösterir harita

Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'de yer alan Fas'a ait fiziki harita ve popülasyon dağılımlarını gösteren haritalardan meyve/tohum örneklerinin hem yüksek dağ kesimlerinden hem de düzlük alana sahip iç kesimleri oluşturacak kıyı ve iç ekosistemi temsil edecek şekilde farklı habitat alanlarından örnekleme yapılmasına özen gösterilmiştir.

Alana genel itibari ile bakıldığında; batı hattını Atlas Okyanusunun çevrelediği, kuzey kesimde ise Akdeniz'in bulunduğu, güney kısmında Batı Sahra Çölü'nün yer aldığı ve doğu hattında ise Cezayir'in var olduğu görülmektedir. Atlas dağlarının bir parçası olarak sıradağlar silsilesini oluşturan Haut Atlas Dağları ülkenin kuzey kesiminde ve Anti Atlas Dağları ülkenin güney kesiminde bulunmaktadır. Fas, Cezayir ve Tunus'tan geçerek büyük bir hat oluşturan Atlas Dağlarının en yüksek noktası bu ülkenin Haut Atlas Dağ lokasyonunda 4 167 m ile yer alan Taukbal noktasıdır. Tohum örneği alınan alanlar bu iki dağ hattı içerisinde bulunan alanlardan oluşmaktadır.

Admine popülasyonundan toplanan örneklerin Anti Atlas Dağları ve Haut Atlas Dağları arasındaki düzlük alana ait olduğu, Şıdı Ifnı, Lakhsass, Anzı, Ait Baha ve Argen popülasyonlarına ait tohumların Anti Atlas Dağlarına ait lokasyon sınırları içerisinde kaldığı ve Aoulouz, Argana, Aına Smama, Taznakht, Aoujdad Azıar, Tasgou Drar ve Tamanar Şud Tamrı popülasyonlarına ait tohumların ise Yüksek Atlas Dağlarına ait lokasyon hattı içerisinde olduğu görülmektedir.

Şıdı Ifnı, Admine, Tasgou Drar ve Tamanar Şud Tamrı popülasyonları kıyı kesime yakın mesafede bulunurken diğer popülasyonlar daha iç kesimde bulunmaktadır.

Her bir popülasyondan örnek olarak alınan tohumlara ait fotoğraflar Şekil 3.3'de gösterilmiştir.



Şekil 3.3 Çalışmada kullanılan 13 farklı popülasyona ait *Argania spinosa* meyveleri

3.2 Meyveler Üzerinde Yapılan Morfolojik Ölçümler

Argan meyveleri, çalışmanın yürütüldüğü popülasyonları temsil edecek şekilde toplanmıştır. Her popülasyondan toplanan 40'ar adet meyve ve bu meyvelerin her bir popülasyon için 10'arlı gruplar şeklinde numaralandırılarak toplam 4'erli gruplar oluşturulmuştur (Şekil 3.4.).



Şekil 3.4 Argan meyvelerinin popülasyon bazında gruplara ayrılması

Çalışma süreci boyunca 13 farklı popülasyondan 40'ar adet meyve olmak üzere toplamda 520 meyve üzerinde morfolojik ölçümler yapılmıştır. Gruplara ayrılan her bir argan meyvesi (Şekil 3.5 a-b) üzerinde; meyve eni, meyve boyu, meyve genişliği ve meyve ağırlığı, meyve kabukları içinde kabuk ağırlıkları ve kabuk kalınlığı; tohumlar için (Şekil 3.5 c-d) tohum boyu, tohum eni, tohum genişliği ve tohum ağırlığı, tohum kabukları üzerinde kabuk kalınlığı ve kabuk ağırlığı; tohumun iç yapısındaki bademler (Şekil 3.5e) üzerinde ise badem boyu, badem eni, badem genişliği ve badem ağırlığı gibi parametreler kullanılarak toplam 16 farklı morfolojik özellik yönünden tespitler yapılmıştır.

Aynı zamanda yapılan bu ölçümlerden faydalanılarak; meyve ve iç kalite özelliklerini değerlendirmek amacıyla meyve, tohum ve bademler için ayrı ayrı meyve ölçüsü, meyve şekli, yassılık indeksi, meyve şekil indeksi, meyve iriliği değerleri ve bunun yanı sırada iç randıman oranı, çift iç oranı ve meyvenin dış görünüş özelliklerine göre de renk ayrım skalası kullanılarak meyve rengi belirlenmiş olup 18 farklı konuda daha kıyaslama yapılmıştır. Toplamda her bir popülasyon için meyve/tohum ve bademlerde 34 farklı yönden morfolojik özellik ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ölçümler 0,01 mm'ye duyarlı dijital kumpas ve 0,01 grama duyarlı hassas terazi kullanılarak yapılmıştır.

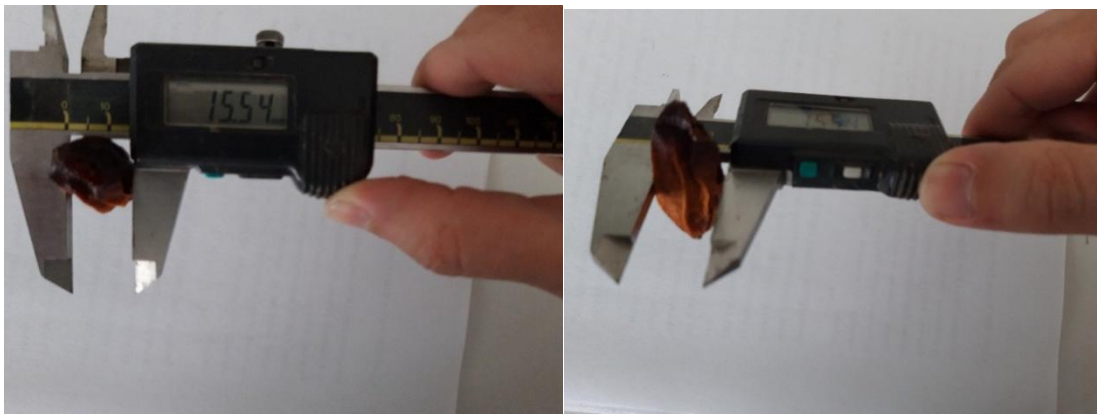


Şekil 3.5 Argan meyvesi (a) – meyve kabuğu (b) – tohumu (c)- tohum kabuğu (d) – badem kısmı (e)

3.2.1 Ölçülen Morfolojik Değerler

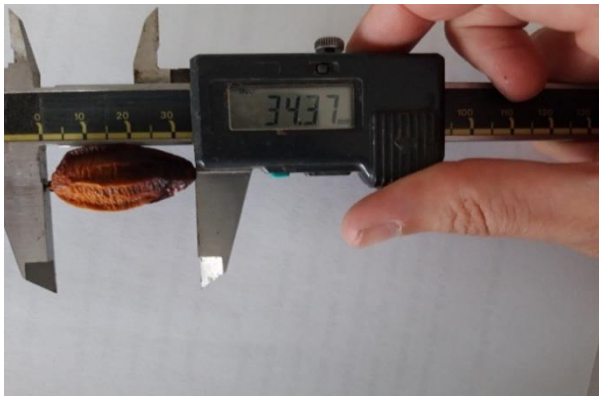
3.2.1.1 Meyve Üzerinde Yapılan Morfolojik Ölçümler

Meyve Eni: Kabuklu meyve genişliği; meyve suturlarının yandan birleşme noktalarının en şişkin kısmı dijital kumpas yardımıyla ölçüm mm cinsinden ifade edilmiştir (Şekil 3.6).



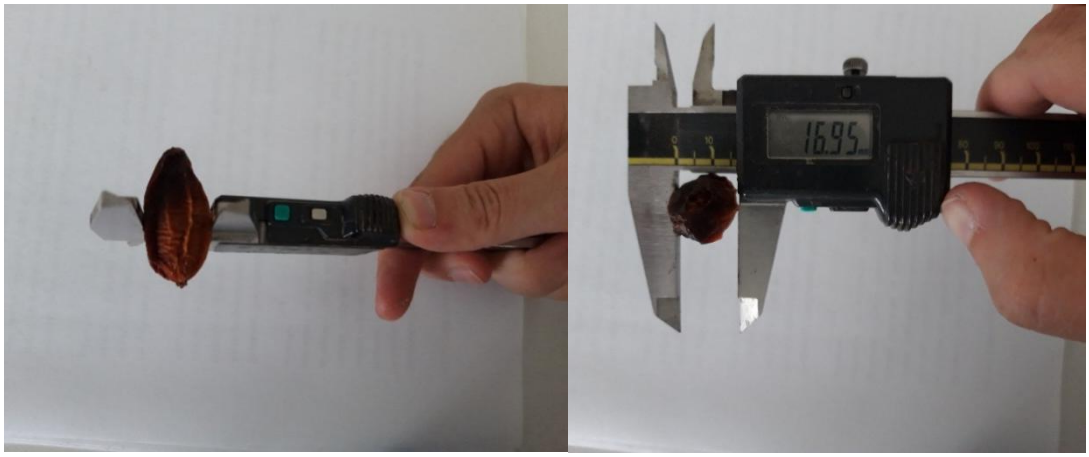
Şekil 3.6 Dijital kumpas ile meyve eni ölçümü

Meyve Boyu: Meyve tablası ile uç kısım arasındaki mesafeyi ifade etmektedir. Dijital kumpas ile ölçülen değerler mm cinsinden kaydedilmiştir (Meyve 3.7).



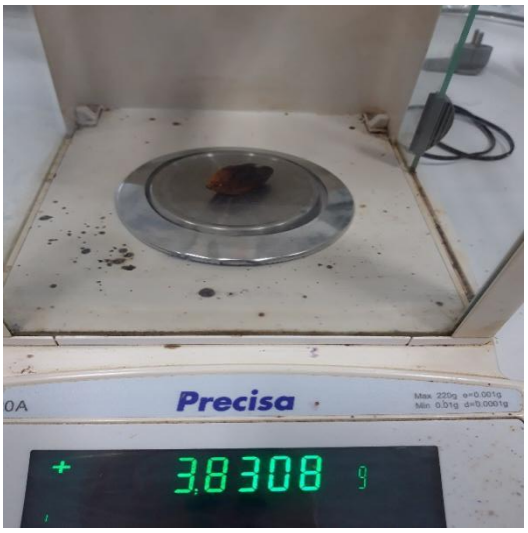
Şekil 3.7 Dijital kumpas ile meyve boyu ölçümü

Meyve Kalınlığı (Yüksekliği): Meyvenin her iki kabuk yanaklarının şişkin noktaları arasındaki en büyük boyut olup dijital kumpasla ölçülüp mm cinsinden ifade edilmiştir (Şekil 3.8).



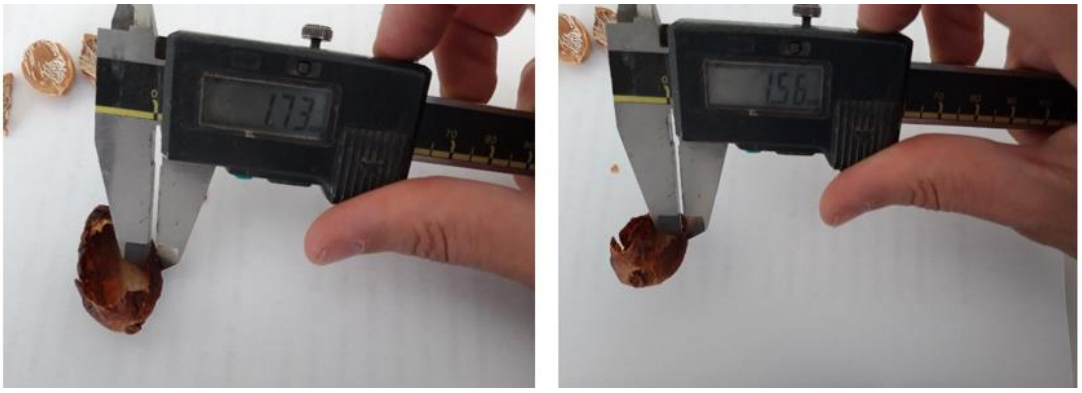
Şekil 3.8 Dijital kumpas ile meyve genişliği ölçümü

Meyve Ağırlığı: Meyve kabuğu, tohum ve badem kısımlarının bütün halinde bulunduğu argan meyvelerinin 0,01 g'a duyarlı hassas terazi ile ağırlıkları ölçülüp gram cinsinden ifade edilmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9 Hassas terazi ile meyve ağırlığı ölçümü

Meyve Kabuk Kalınlığı: Argan meyvelerinin dış tabakasını kaplayan meyve etinin tohum kısmından ayrılarak meyve kalınlığını ifade edecek ortalama bir kalınlığından dijital kumpas ile ölçülmesidir. Ölçülen değerler mm cinsinden ifade edilmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10 Dijital kumpas ile meyve kabuk kalınlığı ölçümü

Meyve Kabuk Ağırlığı: Argan meyvelerinin dış tabakasını kaplayan meyve etinin ağırlığını ifade etmektedir. 0,01 g'a duyarlı hassas terazi ile ölçülen değerler gram cinsinden ifade edilmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11 Hassas terazi ile tohum kabuk ağırlığı ölçümü

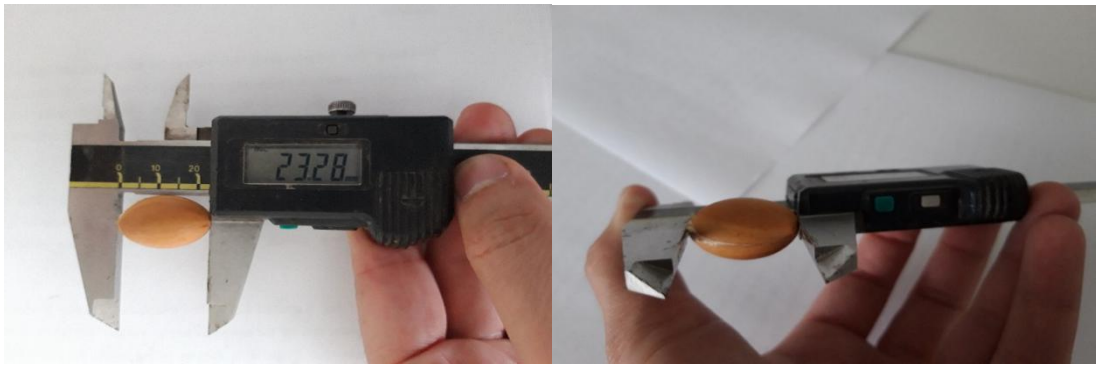
3.2.1.2 Tohum üzerinde yapılan morfolojik ölçümler

Tohum Genişliği: Argan meyvelerinin dış meyve eti kısmının alındıktan sonra iç kısımda kalan sert tohum yapısının, tohum suturlarının yandan birleşme noktalarının en şişkin kısmı dijital kumpas yardımıyla ölçüm mm cinsinden ifade edilmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12 Dijital kumpas ile tohum eni ölçümü

Tohum Boyu: Tohumlarının tohum tablası ile tohum uç kısmı arasındaki boy uzunluğu dijital kumpas ile ölçülmüş olup, elde edilen değerler mm cinsinden ifade edilmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13 Dijital kumpas ile tohum boyu ölçümü

Tohum Kalınlığı (Yüksekliği): Tohumun her iki yanağının şişkin noktaları arasındaki mesafe olup dijital kumpas yardımıyla ölçüm mm cinsinden ifade edilmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14 Dijital kumpas ile tohum genişliği ölçümü

Tohum Ağırlığı: Meyve iç kısmını oluşturan sert yapıdaki tohumların ağırlıkları 0,01 g'a duyarlı hassas terazi ile ölçülüp gram cinsinden ifade edilmiştir (Şekil 3.15).



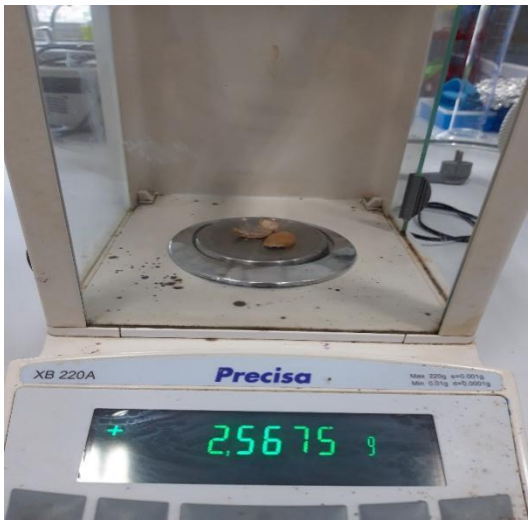
Şekil 3.15 Hassas terazi ile tohum ağırlığı ölçümü

Tohum Kabuk Kalınlığı: Argan tohumlarının kırıldıktan sonraki almond kısmını çevreleyen sert kabuk kısmındaki kalınlığın dijital kumpas ile ölçülmesidir. Ölçülen değerler mm cinsinden ifade edilmiştir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16 Dijital kumpas ile tohum kabuk kalınlığı ölçümü

Tohum Kabuk Ağırlığı: Argan tohumlarının kırıldıktan sonraki almond kısmını çevreleyen sert kabuk kısımları hassas terazi ile ölçülüp, gram cinsinden kaydedilmiştir (Şekil 3.17).



Şekil 3.17 Hassas terazi ile tohum kabuk ağırlığı ölçümü

3.2.1.3 Badem üzerinde yapılan morfolojik ölçümler

Badem Kalınlığı: Argan tohumlarının dış sert tabakasının kırıldıktan sonraki iç kısımda kalan badem (tohum iç kısmı) suturlarının yandan birleşme noktalarının en şişkin kısmıdijital kumpas yardımıyla ölçüm mm cinsinden ifade edilmiştir (Şekil 3.18).



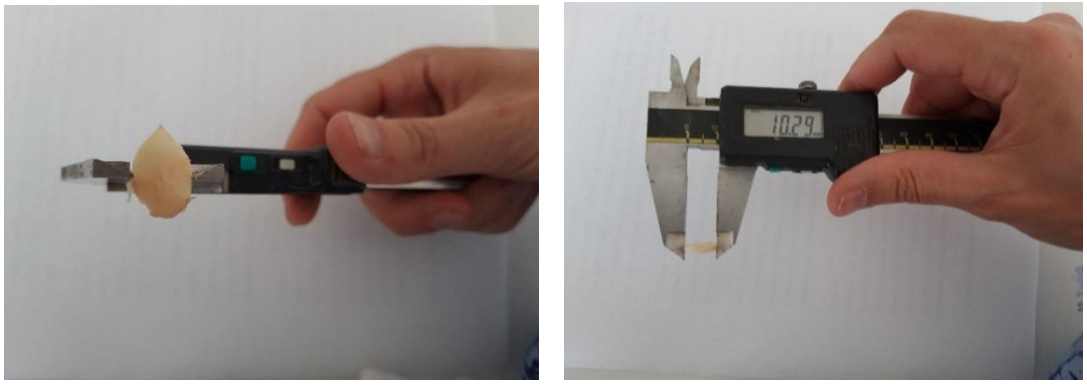
Şekil 3.18 Dijital kumpas ile badem kalınlığı ölçümü

Badem Boyu: Bademlerin dip ile uç kısmı arasındaki arasındaki boy uzunluğu dijital kumpas ile ölçülmüş olup, elde edilen değerler mm cinsinden ifade edilmiştir (Şekil 3.19).



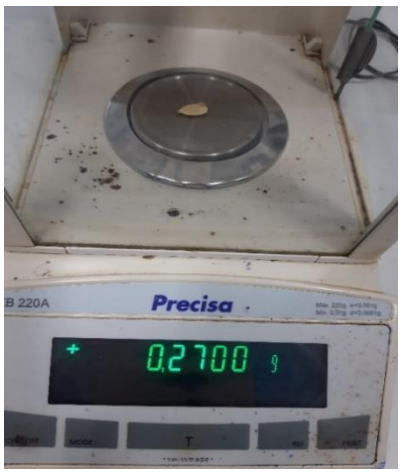
Şekil 3.19 Dijital kumpas ile badem boyu ölçümü

Badem Genişliği: Bademlerin her iki yanağının şişkin noktaları arasındaki mesafe olup, dijital kumpas yardımıyla ölçüm mm cinsinden ifade edilmiştir (Şekil 3.20).



Şekil 3.20 Dijital kumpas ile badem genişliği ölçümü

Badem Ağırlığı*:* Argan tohumlarının iç kısmındaki bademler 0,01 g'a duyarlı hassas terazi ile ölçülüp gram cinsinden ifade edilmiştir (Şekil 3.21).



Şekil 3.21 Hassas terazi ile badem ağırlığı ölçümü

3.2.2 Hesaplanan Morfolojik Değerler

3.2.2.1 Meyve ölçüsü

Argan meyveleri üzerinde ölçülen meyve eni (mm) ve meyve boyu (mm) toplamının ikiye bölünmesiyle hesaplanmıştır.

Meyve Ölçüsü:[Meyve Uzunluğu (mm)+Meyve Genişliği (mm)] /2

3.2.2.2 Tohum ölçüsü

Argan tohumları üzerinde ölçülen tohum eni (mm) ve tohum boyu (mm) toplamının ikiye bölünmesiyle hesaplanmıştır.

Tohum Ölçüsü:[Tohum Uzunluğu (mm)+ Tohum Genişliği (mm)] /2

3.2.2.3 Badem ölçüsü

Argan tohumları içlerinden çıkarılan bademler üzerinde ölçülen badem eni (mm) ve badem boyu (mm) toplamının ikiye bölünmesiyle hesaplanmıştır.

Badem Ölçüsü:[Badem Uzunluğu (mm)+Badem Genişliği(mm)] /2

3.2.2.4 Meyve şekli

Argan meyveleri üzerinde ölçülen meyve boyunun (mm) ve meyve genişliğine (mm) oranı ile elde edilmiştir.

Meyve Şekli: Meyve Uzunluğu (mm) / Meyve Genişliği (mm)

3.2.2.5 Tohum şekli

Argan tohumları üzerinde ölçülen tohum boyunun (mm) ve tohum genişliğine (mm) oranı ile elde edilmiştir.

Tohum Şekli: Tohum Uzunluğu (mm) / Tohum Genişliği (mm)

3.2.2.6 Badem şekli

Argan tohumları içlerinden çıkarılan bademler üzerinde ölçülen badem boyunun (mm) ve badem genişliğine (mm) oranı ile elde edilmiştir.

Badem Şekli: Badem Uzunluğu (mm) / Badem Genişliği(mm)

3.2.2.7 Meyve yassılık (sıkıştırma) indeksi

Argan meyve genişliğinin (mm) meyve kalınlığına (mm) bölünmesi ile bulunmuştur.

Meyve Yassılık İndeksi: Meyve Genişliği (mm) / Meyve Kalınlığı (mm)

3.2.2.8 Tohum yassılık (sıkıştırma) indeksi

Argan tohum genişliğinin (mm) tohum kalınlığına (mm) bölünmesi ile bulunmuştur.

Tohum Yassılık İndeksi: Tohum Genişliği (mm) / Tohum Kalınlığı (mm)

3.2.2.9 Badem yassılık (sıkıştırma) indeksi

Argan tohumları içlerinden çıkarılan badem genişliğinin (mm) badem kalınlığına (mm) bölünmesi ile bulunmuştur.

Badem Yassılık İndeksi: Badem Genişliği(mm) / Badem Kalınlığı (mm)

3.2.2.10 Meyve şekil indeksi

Meyve boyunun (uzunluğunun), meyve genişliği (mm) ve meyve kalınlığı (mm) ortalamasına oranlanması ile bulunmuştur.

Meyve Şekil İndeksi: Meyve Uzunluğu / [(Meyve Genişliği + Meyve Kalınlığı) /2]

3.2.2.11 Tohum şekil indeksi

Tohum boyunun (uzunluğunun), tohum genişliği (mm) ve tohum kalınlığı (mm) ortalamasına oranlanması ile bulunmuştur.

Tohum Şekil İndeksi: Tohum Uzunluğu / [(Tohum Genişliği + Tohum Kalınlığı) / 2]

3.2.2.12 Badem şekil indeksi

Badem boyunun (uzunluğunun), badem genişliği (mm) ve badem kalınlığı (mm) ortalamasına oranlanması ile bulunmuştur.

Badem Şekil İndeksi: Badem Uzunluğu / [(Badem Genişliği + Badem Kalınlığı) /2]

3.2.2.13 Meyve İriliği

Meyve uzunluğu (mm) , meyve genişliği (mm) ve meyve kalınlıklarının (mm) çarpımlarının küpkök alınmasıyla hesaplanmıştır.

Meyve İriliği (mm): 3√Meyve Uzunluğu x Meyve Genişliği x Meyve Kalınlığı

3.2.2.14 Tohum iriliği

Tohum uzunluğu (mm), tohum genişliği (mm) ve tohum kalınlıklarının (mm) çarpımlarının küpkök alınmasıyla hesaplanmıştır.

Tohum İriliği (mm): 3√ Tohum Uzunluğu x Tohum Genişliği x Tohum Kalınlığı

3.2.2.15 Badem iriliği

Badem uzunluğu (mm), badem genişliği (mm) ve badem kalınlıklarının (mm) çarpımlarının küpkök alınmasıyla hesaplanmıştır.

Badem İriliği (mm): $\sqrt[3]{}$Badem Uzunluğu x Badem Genişliği x Badem Kalınlığı

3.2.2.16 İç randıman oranı (%)

Argan tohumlarının kırılması ile iç kısmından çıkan almondların meyve ağırlığına bölünmesi ve yüzdelik hesap için 100 ile çarpılması sonucu elde edilen değerdir. Böylelikle almond ile meyve bütünü oranlanmış olup meyve iç kalite özelliği değerlendirilmiştir. Tohum içerisinden çıkan ikili veya üçlü almond bulunan tohumlarda almond toplam ağırlıklarının meyve ağırlığına oranının 100 ile çarpımı dikkate alınmıştır (Bostan ,2004; Çalışkan, 2018; İslam, 2000; Semiz ,2016).

*İç Randıman Oranı: [İç Ağırlık (g) / Meyve Ağırlığı (g)]*100*

3.2.2.17 Çift iç oranı (%)

Ölçüm için alınan her popülasyona ait 40 ar adet argan tohum içlerinden çıkan ikili ve üçlü badem sayılarının toplam meyve sayısına oranlanması ile belirlenmesi ile bulunmuştur (Bostan ,2004; Çalışkan, 2018; İslam, 2000; Yılmaz, 2009).

Çift İç Oranı (%) = (Çift İç Sayısı / Toplam meyve sayısı) x 100

Üçlü İç Oranı (%) = (Üçlü İç Sayısı / Toplam meyve sayısı) x 100

3.2.2.18 Meyve rengi

Meyvenin dış görünüş özelliklerine göre renkleri değerlendirilip kategorize edilmiştir.

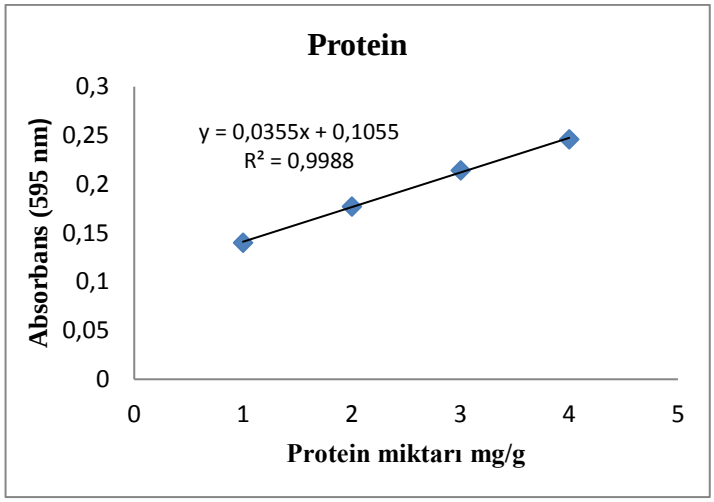
3.3 Tohumların Biyokimyasal Özellikler Yönünden İncelenmesi

3.3.1 Protein Miktar Tayini

Tohumlardaki protein miktarı tespiti Bradford (1976) yöntemine göre belirlenmiştir. Yöntemde kullanılan Coomassie brillant blue G-250 boyası negatif yüklüdür ve protein üzerindeki pozitif yüklere bağlanır. Bu boyanın kırmızı ve mavi olmak üzere çeşitli renk formları vardır. Boya ile protein bağlandığında kırmızı form mavi forma dönüşür. Protein miktarının belirlenebilmesi için 2000 gr toz örnek 5 ml, 50 mM Nafosfat tamponu (pH 7,6) ile homojenize edilmiştir. Örneklerin omejenizasyonu buzlu ortamda yapılmıştır. Ezilen örnek çift katlı tülbent bezi ile süzülmüş ve eppendorf tüplerine aktarılmıştır. Örnekler +4 ºC'te 10 000 g'de 15- 20 dk santrifüjlenmiştir. Süpernatantlardan 300 µl alınmış üzerine 200 µl saf su ve en son olarak da 500 µl Coomassie brillant blue G-250 reaktifi eklenmiştir. Örnekler kısa süreli vortekslenmiş ve 10 dk karanlıkta inkübasyona bırakılmıştır. İnkubasyondan sonra 595 nm de absorbanslar kaydedilmiş ve Bovin Serum Albümin (BSA) ile standartlar (0,01; 0,02; 0,04; 0,08; 0,16; 0,32 mg/ml) hazırlanmıştır. Stantdart Şekil yardımıyla yapraklardaki protein miktarı mg/gr olarak belirlenmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.22 Protein miktar tayinine ait laboratuvar çalışmaları

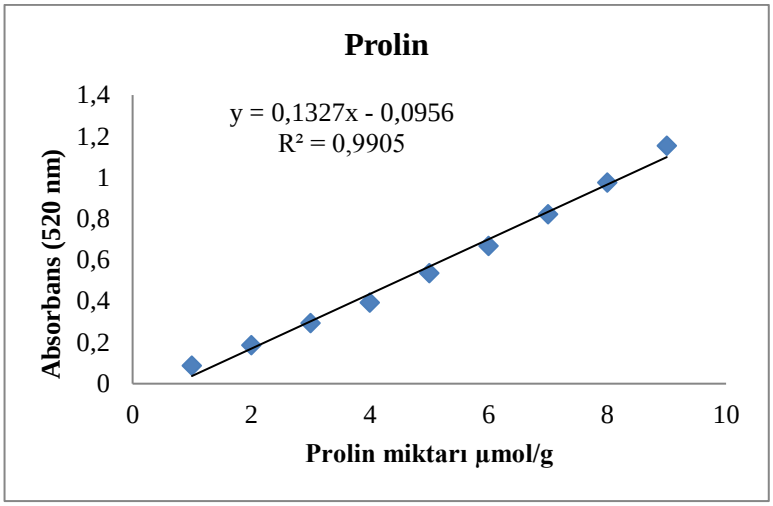


Şekil 3.23 Protein standart grafiği

3.3.2 Prolin Miktar Tayini

Prolin miktarının tespiti Bates vd (1973) metodu ile yapılmıştır. 1,5 gr örnek, 7 ml %3'lük sülfosalisilik asitte homojenize edilmiş ve kısa süreli vortekslenmiştir. Homojenat çift kat kurutma kâğıdı ile süzülmüştür. Süzüntüden 2 ml alınarak cam tüplere (20 ml) konulur ve üzerine sırasıyla 2 ml glasiyel asetik asit (%96) ve 2 ml'de asidik ninhidrin ilave edilmiştir. Örnekler 100 °C'de sıcak su banyosunda 60 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra tüpler buz banyosunda oda sıcaklığına soğutulmuştur. Soğuyan örneklere 4 ml soğuk toulen ilave edilerek vortekslenir. Her tüpün üst kısmında oluşan pembe fazın 520 nm'de absorbansı ölçülerek kaydedilmiştir. Kör olarak ya da spektrofotemetreyi dengelemek için tolüen kullanılmıştır (Şekil 3.23). Sonuçlar prolinden (Merck) hazırlanan standart Şekil yardımıyla gr taze doku başına prolin miktarı hesaplanmıştır (Şekil 3.2).

MİKROMOL prolin=(µg prolin/ml toluen)/115,5/(gram örnek/5)



Şekil 3.24 Prolin standart grafiği

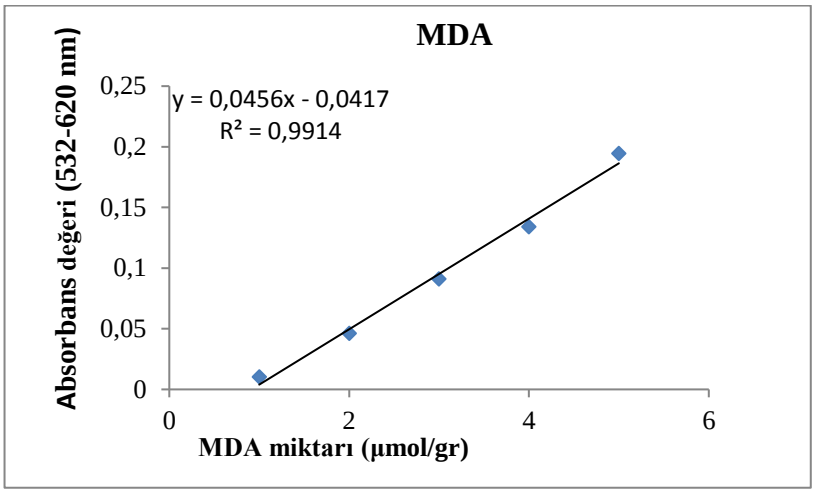


Şekil 3.25 Prolin miktar tayinine ait laboratuvar çalışmaları

3.3.3 Malondialdehid (MDA) Miktar Tayini

MDA miktarı Lutts vd., (1996)'nın yöntemi esas alınarak tespit edilmiştir. 1.500 mg toz örnek üzerine 5 ml % 0,1 'lik Trichloro Aceticacid (TCA) ilave edilerek, kısa süre vortekslenmiş ve çift kat tülbent bezi ile süzülmüştür. Homojenat 10.000 rpm devir hızında 10 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. Süpernatanttan 1 ml alınarak 10 ml cam tüplere aktarılmış ve üzerine 1 ml TBA ilave edilmiştir. Karışım 95 ºC' deki sıcak su banyosunda 60 dakika bekletilerek ve buz banyosunda oda sıcaklığına soğutulmuştur. Örneklerin, 532 ve 600 nm'de absorbans değerleri spektrofotometrede (Shimadzu UV-1208) okunmuş ve kör olarak, içinde % 20 TBA bulunan % 0,1'lik TCA kullanılmıştır. Tohum içeriğindeki MDA konsantrasyonu, 155 $mMcm^{-1}$ olan "extinction katsayısı" kullanılarak µmol/g KA olarak belirlenmiştir (Şekil 3.3).

MDA: (A532-A600) x ekstrakt hacmi (ml)/155/cm x örnek miktarı (mg)



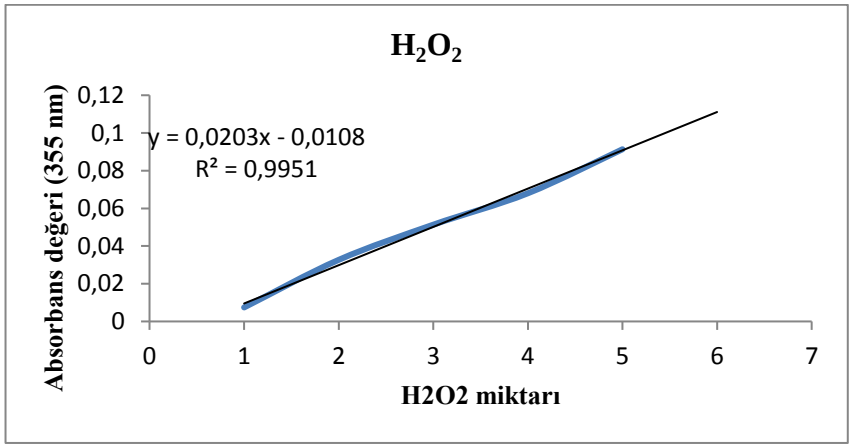
Şekil 3.26 MDA standart grafiği

3.3.4 Hidrojen peroksit (H_2O_2) miktar tayini

500 mg kuru tohum örneği 5 ml %1'lik (w/v) TCA'da homojenize edilmiştir. Homojenat 12000 g 10 dk santrifüjlenir. 0,5 ml süpernatant üzerine 10 mM (pH=7) fosfat tamponu ve 1 M KI ilave edilerek 355 nm'de absorbansı ölçülmüştür (Velikova vd., 2000). 2, 4, 8, 16, 20 ve 24 µl konsantrasyonlarında hazırlanan standartlardan elde edilen Şekil yardımıyla H_2O_2 miktarı belirlenmiştir. Enzim ekstraktların hazırlanması amacıyla 500 mg kuru örnek içinde 0,1 mM Na-EDTA bulunan 50 mM'lık (pH 7.6)

fosfat tampon çözeltisi ile (5 ml) homojenize edilmiş ve homojenize edilen örnekler 15 dk süre ile 10 000 g ve +4°C'de santrifüj edildikten sonra, elde edilen süpernatantta enzim aktiviteleri ölçülmüştür (Şekil 3.4).

X=Y+0,0108/0,0203 standart deklem grafiği denklemi



Şekil 3.27 H_2O_2 standart grafiği

3.3.5 Süperoksit Dismütaz Aktivitesinin Belirlenmesi (SOD)

SOD aktivitesi**,** Nitro blue tetrazolium kloridin (NBT) ışık altında 0_2^- tarafından indirgenmesi yöntemine göre ölçülür. Reaksiyon karışımı 50 mM sodyum fosfat (pH=7,8), 0,1 mM EDTA, 48,75 mM metionin, 180µM p-Nitro Blue Tetrazolium (NBT), 60 µM riboflavin içerecek şekilde hazırlanmıştır. NBT'nin ve riboflavinin ışıktan olumsuz etkilenebilecekleri ihtimali göz önünde bulundurularak solüsyon ışık geçirmeyen (amber) şişelere hazırlanmış ve bu iki kimyasal karışıma en son ilave edilmiştir. SOD ölçümünde tek dalga boyu kullanıldığı için, hata payını en aza indirmek amacıyla örnekler üç tekrarlı çalışılmıştır. Cam tüplere öncelikle 50, 100 ve 150 µl olacak şekilde enzim örneklerinden ilave edilmiş ve son hacim 3 ml olacak şekilde tüplerin üzerine reaksiyon karışımı ilave edilerek vortekslenmiştir. Ağızları kapakları ile kapatılan tüpler 30 dakika süre ile 300 µmol $m^{-2}s^{-1}$ ışığa maruz bırakılmış ve sürenin tamamlanmasının ardından örneklerin absorbans değerleri 560 nm'de spektrofotometrede okunmuştur ve % inhibisyon hesaplaması için kaydedilmiştir. (Beyer ve Fridovich, 1987). SOD aktivitesi U/g T.A. olarak hesaplanmıştır.

y = 0.0355x + 0.1055 standart denklem grafiği denklemi

3.3.6 Peroksidaz (POD) Aktivitesinin Belirlenmesi

Argania spinosa meyvelerindeki peroksidaz aktivite tayini için Angelina ve ark., (1990) yöntemi kullanılmış olup spektrofotometre küvetine ; 100 ml 0.1 M, $Na_2H_2PO_4$ (pH :5,5) ve 5 mM guaiacol içeren substrat çözeltisinden konulduktan sonra üzerine 10 µl enzim ekstraktı ilave edilmiştir.470 nm de 5 dakika boyunca absorbans artışı 1 dakika aralıklarla kaydedilmiş ve absorbansın doğrusal olarak arttığı kısımdaki absorbans artışı bir dakikaya oranlanmıştır. 25 º C de 1 dakikada absorbansı 0.01 artıran enzim miktarı 1 enzim ünitesi olarak kabul edilip sonuçlar almond meyvesi üzerinde enzim ünitesi (EU/g) olarak ifade edilmiştir (Angelina ve ark., 1990; Güneş ve Sönmez, 2019; Esim ve Atıcı, 2014).

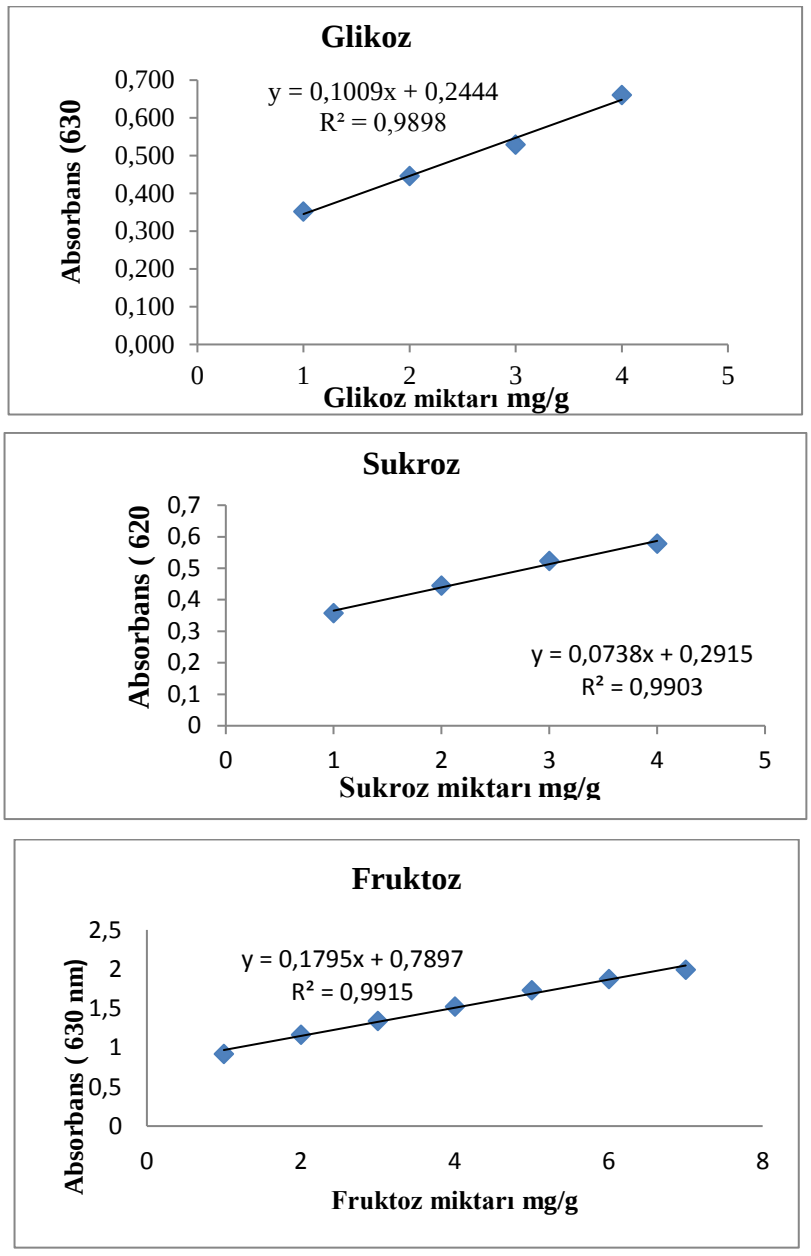
y = 0.0355x + 0.1055 standart denklem grafiği denklemi

SA=ΛA470/DK*V(ml-2)/εmM*VENZ(ML)*Cprotein (e=26,6mM-1-1)

3.3.7 Glikoz, Sukroz ve Fruktoz Tayini

Şeker değerlerinin hesaplanmasında anthron metodu (Pearson, Melon ve Ronald, 1976) kullanılarak yapılmıştır. 1 gr örnek içerisinde 50 ml %80'lik etanol olan balon jölelere konulmuş ve +4 ºC'ta 24 saat inkübe edilmiştir. Homojenat çift katlı filtre kâğıdından (kaba kurutma kâğıdı da olur) süzülmüş (süzüntü 1) ve etanolü 2-3 ml kalacak şekilde 60 ºC'lik su banyosunda buharlaştırılmıştır. Kalan posa ise 30 ml saf su içerisinde +4 ºC'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Kalan posa ise 30 ml %52'lik periklorik asit ilave edilirek +4 ºC'ta 24 saat inkübe edilmiştir. Karışım süzülmüş ve bu süzüntü de sukroz tayininde kullanılmıştır. Glikoz, fruktoz ve sukroza ait süzüntülerden 2 ml alınmış ve cam tüplere konulmuştur. Tüpler kısa süreli vortekslenmiş ve üzerin 5 ml anthron reaktifi ilave edilmiştir. Karışım 10 dk sıcak su banyosunda inkubasyona bırakılarak reaksiyonun başlaması sağlanmıştır. Tüpler buz banyosunda oda sıcaklığına soğutulmuş, glikoz ve fruktoz için 630 nm, sukroz için ise 620 nm'de absorbansları okunmuştur (Şekil 3.24). Glikoz ve sukroz miktarları her bir

bileşik için hazırlanmış standart Şekilleri yardımıyla mg/gr olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.5).



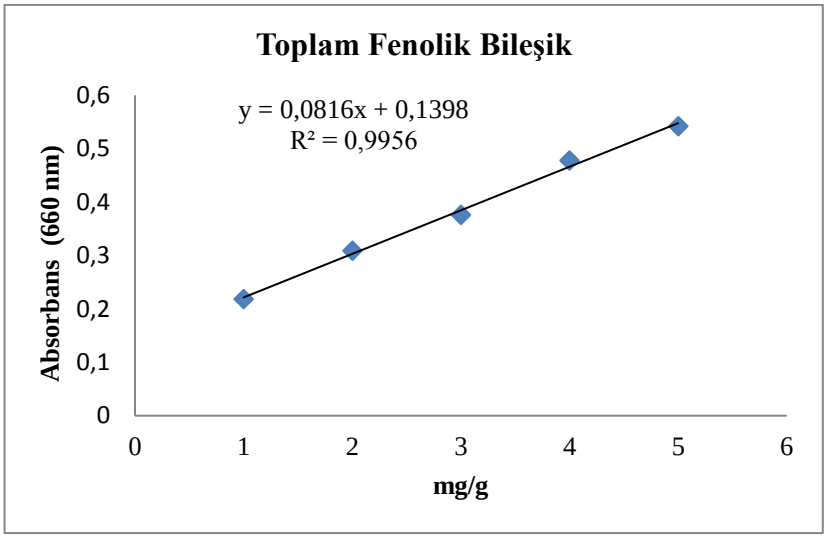
Şekil 3.28 Glikoz, Sukroz ve Fruktoz standart grafiği



Şekil 3.29 Glikoz, Fruktoz ve Sukroz tayinlerine ait laboratuvar çalışmaları

3.3.8 Fenol Bileşiklerin Belirlenmesi

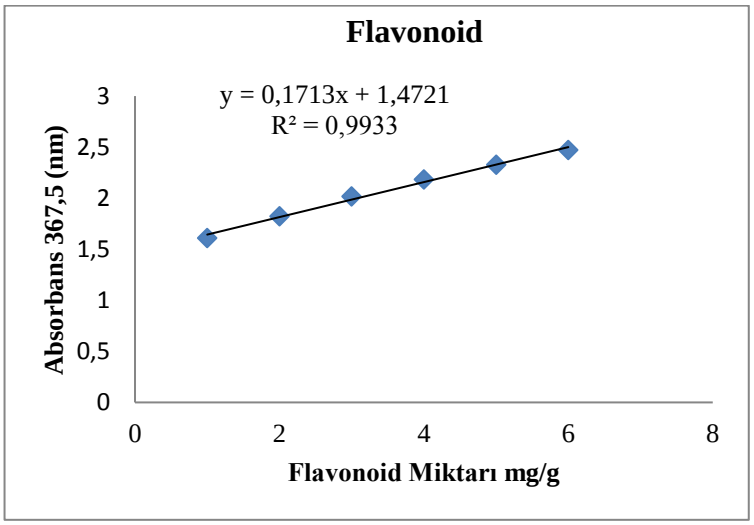
Toplam polifenollerin belirlenmesine ilişkin hesaplama Folin ve Denis (1915) yöntemine göre yapılmıştır. Argan meyvelerinden çıkarılan almond içleri öğütüldükten sonra her bir popülasyona ait ayrı ayrı kaplar halinde 500 mg örnek 15 ml asetonda (%80) homojenize edilip çökelti ayrılacak şekilde karışım süzüldü. Cam tüpler üzerine popülasyon isimlerine ait etiketler yapıştırıldıktan sonra her bölgeye ait süzüntü içerisinden 1ml bitki özütü örneği, 10 ml Na2CO3 (%20 -20 gr Na2CO3 +100 ml saf su) ve 2 ml Folin Denis reaktifi eklenerek hazırlanan örnekler 2-3 saat süreyle oda sıcaklığında bekletilmiştir. Sürenin tamamlanmasının ardından örneklerin absorbans değerleri 660 nm'de spektrofotometrede okunmuştur. Toplam polifenoller standart rutin eğrisi grafiği yardımıyla mg/gr olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.30 Toplam Fenolik bileşiklere ait standart grafiği

3.3.9 Flavonoid Bileşiklerinin Belirlenmesi

Toplam flavonoid hesabında Luximon-Ramma vd., (2002) 500 mg tohum örneği havan ile öğütüldükten sonra 10 ml aseton içerisinde (%80) ekstarakte edildikten sonra, 1,5 ml bitki özütü üzerine 1,5 ml %2 metonolik $AlCl_3$ (100 ml saf metonol içerisinde çözündürülmüş 2 gr $AlCl_3$) eklenmiştir. Reaksiyon karışımının absorbansı çift ışınlı spektrometrede 367 ve 368 nm lerde ölçülmüş ve 367,5 nm deki ortalama değeri kullanılmıştır. Toplam flovanoid içeriği standart rutin eğrisi grafiği yardımıyla µg/gr olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.31 Toplam flavonoid hesabına ait standart grafiği

3.4 Bademlerin Elemental Analizleri

Elemental analizler ile her bir popülasyona ait tohum numunesi kullanılarak içerisindeki elementlerin miktar ve/veya oranları hakkında bilgi edinilmesi, böylelikle element oranları ile biyokimyasal özellikler arasındaki bağlantı da kurulması sağlanabilecektir. Ayrıca, bitki tohumlarında biriken ortalama besin miktarları ile bitkinin ihtiyaç duyduğu elementlerin belirlenmesi veya tohum içerisinde bulunan fazla element oranlarının bilinmesi tohumların kullanım noktalarının belirlenmesi ve yüksek kalitede ürün eldesi için önemlidir.

Elemental analiz için bademler toz halinde öğütülmüş ve homojen olarak dağılımı sağlanmıştır. Analiz için XRF cihazı kullanılmıştır. Öğütülmüş numune örnekleri hazırlanan alt yüzeyi şeffaf petri kapları içerisine yüzey alanını kaplayacak şekilde 3 er gram örnek kullanılarak yapılmıştır. Analizlerin doğru olarak yapılabilmesi için cihaz üzerine numunelerin tam olarak oturtulması gerekmektedir. Kaynaktan çıkan X-ışınları örnek numune üzerine gönderilir ve numunenin ışınlar (fotonlar) ile etkileşerek yeterli kinetik enerjiyi toplaması sonrasında atomun iç kabuğunda meydana gelen hareketlilik ile eski durumunu kaybederek yüksek enerji seviyesine ulaşmasını sağlar. Uyarılmış elektronlar önceki enerji düzeylerine döndüklerinde kazandıkları enerjiyi florenas ışıması olarak adlandırılan ikincil X-ışınları ile geri çevirirler. Dalga boyları sabit olan bu karakteristik ışınların farklı noktalarda verdikleri yüksek değerler elementin karakteristiğinin belirlenmesine yardımcı olur. Böylelikle kullanılan örnek numunenin elemental analizleri yapılmış olur. XRF cihazı ile tohum örnekleri üzerinde yaklaşık 50 adet element için analiz değerleri bulunmuş fakat bitki için gerekli mutlak besin elementi sayılan başlıca makro ve mikro elementler değerlendirilmiştir.

3.5 İstatistiksel Analiz

Morfolojik karakterler için argan türünün 13 popülasyonun örneklenerek; 40’ar meyve, tohum ve badem üzerindeki ölçüm ve hesap verileri kullanılarak, biyokimyasal analizler ve elemental analizler ise bademler üzerinde yapılan üç tekrarlı analiz sonuçları istatistiki analizlerde kullanılmıştır. Elde edilen verilerin istatistik analizleri SPSS istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. Popülasyonların ölçülen bütün

morfolojik, biyokimyasal ve elementel analiz verileri için varyasyon kaynağı olan popülasyonlar bazındaki varyasyonu tespit etmek için ANOVA testi, istatistiki anlamda farklılık tespit edilen değişkenler için de ikinci aşamada Duncan çoklu testi uygulanmıştır ($p<0,05$).

4. BULGULAR

4.1 Morfolojik Ölçümlere Ait Bulgular

Araştırma materyali popülasyonlardan örneklenen meyve, tohum ve bademler üzerlerinde ölçülen boy, ağırlık, genişlik ağırlık ve meyve ile tohuma ait kabuk ağırlığı ve kalınlıkları ölçülmüş ve bu ölçülen değerler üzerinden meyve özelliklerine ilişkin bazı değişkenler hesaplanmıştır.

4.1.1 Ölçülen Morfolojik Değişkenler

4.1.1.1 Meyve üzerinde ölçülen değişkenler

Popülasyon bazında 13 farklı popülasyondan temin edilen argan meyvelerine ait bazı morfolojik özellikler tablo 4.1'de ortalama ve standart hata değeri olarak sunulmuştur.

Tablo 4.1 Meyve üzerinde ölçülen morfolojik ölçüm sonuçları

Popülasyon Adı	MEYVE					
	BOYU (mm)	**KALINLIĞI (mm)**	**GENİŞLİĞİ (mm)**	**AĞIRLIĞI (g)**	**KABUK KALINLIĞI (mm)**	**KABUK AĞIRLIĞI (g)**
Admine	28,57±0,66d	18,25±0,33b	18,3±0,43cde	4,13±0,17cde	2,01±0,09ab	1,93±0,11d
Aına Smama	30,54±0,69c	19,47±0,46a	19,31±0,42bc	4,36±0,12bc	2,11±0,12ab	4,4±0,83d
Aıt Baha	31,63±0,87bc	17,7±0,30bc	19,72±0,36ab	4,54±0,21bc	1,66±0,11cde	1,96±0,13d
Anzı	23,32±0,54g	18,06±0,29b	17,44±0,32ef	3,03±0,15g	1,87±0,09bc	1,44±0,09d
Aoujdad Azıar	24,28±0,55fg	6,6±0,21d	17,05±0,23f	3,37±0,10fg	1,39±0,05ef	1,54±0,08d
Aoulouz	38,84±1,10a	18,32±0,47b	17,92±0,45def	5,12±0,21a	1,86±0,05bc	2,06±0,08d
Argana	33,51±0,86b	18,19±0,30b	18,41±0,26cde	4,82±0,16ab	1,36±0,05f	1,85±0,10d
Argen	26,59±0,81de	16,39±0,28d	17,3±30ef	3,74±0,16ef	1,62±0,06cdef	8,04±1,96c
Lakhsass	31,09±0,37c	19,26±0,37a	20,34±0,32a	4,59±0,14bc	2,22±0,09a	2,11±0,08d
Şıdı Ifnı	28,19±0,29d	16,91±0,24cd	17,96±0,25def	4,25±0,13cd	1,44±0,04ef	1,93±0,06d
Tamanar Şud Tamrı	26,06±0,50ef	17,68±0,28bc	18,31±0,33cde	3,86±0,13de	1,54±0,08def	12,09±1,53b
Tasgou Drar	25,49±0,69ef	16,55±0,43d	17,14±0,36f	3,07±0,15g	1,86±0,12bc	16,11±2,40a
Taznakht	31,47±0,66bc	19,81±0,29a	19,02±0,42bcd	4,12±0,13cde	1,72±0,11cd	7,77±1,66c
F Değeri ve Önem Düzeyi	***37,33****	***11,24****	***8,60****	***17,33****	***9,70****	***19,00****

Ortalama değerlere göre meyve boy ve ağırlığı yönünden en yüksek veriler Aouluoz popülasyonunda tespit edilirken; meyve genişliği, meyve kalınlığı ve meyve kabuk kalınlığı Lakhsass popülasyonunda belirlenmiştir. Meyve kalınlığı için en yüksek değerler Taznakht, Lakhsass ve Aına Smama popülasyonlarında, kabuk ağırlığı için en yüksek ortalama değer Tasgou Drar popülasyonunda saptanmıştır (Tablo 4.1).

4.1.1.2 Tohum üzerinde ölçülen değerler

Tohum üzerinden elde edilen morfolojik özelliklere ait basit istatikler Tablo 4.2'de gösterilmiştir. Ölçüm sonuçlarına ait ortalama değerlere göre meyve boy ve ağırlığı yönünden en yüksek veriler Aouluoz popülasyonunda gözlemlenirken, tohum kalınlığı, tohum genişliği ve kabuk kalınlığına ilişkin en yüksek ortalama değerler Taznakht popülasyonunda gözlemlenmiştir. Tohum kabuk ağırlığında ise en yüksek değer 2,77 gram ortalama değeri ile Aına Smama popülasyonunda ölçülmüştür.

Tablo 4.2 Tohum üzerinde ölçülen morfolojik ölçüm sonuçları

Popülasyon	**TOHUM**					
	BOYU (mm)	**KALINLIĞI (mm)**	**GENİŞLİĞİ (mm)**	**AĞIRLIĞI (g)**	**KABUK KALINLIĞI (mm)**	**KABUK AĞIRLIĞI (g)**
Admine	21,72±0,44e	13,25±0,25def	12,90±0,26cd	2,16±0,10d	2,45±0,08cd	1,9±0,08d
Aına Smama	24,10±0,48c	13,83±0,27cde	13,90±0,36ab	3,02±0,12a	2,68±0,05bc	2,77±0,11a
Aıt Baha	23,17±0,55cd	13,59±0,30de	13,91±0,25ab	2,56±0,12bc	2,4±0,07de	2,2±0,11bcd
Anzı	16,71±0,36h	13,05±0,30ef	13,11±0,35abcd	1,64±0,10e	2,59±0,12cd	1,39±0,08e
Aoujdad Azıar	18,37±0,36g	13,31±0,23def	13,06±0,25bcd	1,82±0,07e	2,5±0,07cd	1,59±0,07e
Aoulouz	32,29±0,81a	14,18±0,40cd	13,13±0,37abcd	3,04±0,15a	2,66±0,07bcd	2,76±0,13a
Argana	25,57±0,43b	15,14±0,20b	14,02±0,22a	2,96±0,10a	3,04±0,08a	2,73±0,10a
Argen	21,27±0,46e	13,49±0,29def	13,83±0,29ab	2,34±0,14bcd	2,71±0,11bc	2,03±0,13cd
Lakhsass	21,53±0,30e	14,61±0,18bc	13,90±0,20ab	2,49±0,09bcd	3,05±0,09a	2,22±0,08bc
Şıdı Ifnı	22,21±0,30de	14,03±0,22cde	13,56±0,25abc	2,31±0,10bcd	2,57±0,07cd	1,95±0,08cd
Tamanar Şud Tamrı	19,73±0,41f	13,71±0,24cde	13,31±0,23abcd	2,27±0,09cd	2,9±0,09ab	2,03±0,08cd
Tasgou Drar	18,01±0,34g	12,54±0,28f	12,50±0,36d	1,72±0,10e	2,19±0,07e	1,5±0,10e
Taznakht	23,08±0,43cd	17,01±0,67a	14,03±0,26a	2,65±0,11b	3,07±0,08a	2,35±0,10b
F Değeri ve Önem Düzeyi	***75,00****	***12,55****	***3,05****	***18,64****	***10,66****	***21,60****

4.1.1.3 Bademler üzerinde ölçülen değerler

Bademler üzerinden elde edilen morfolojik özelliklere ait basit istatikler Tablo 4.3'de verilmiştir. Ölçüm sonuçlarına ait ortalama değerlere göre badem boyu için en yüksek değer Aouluoz popülasyonunda ölçülmüş olup, ölçülen meyve, tohum ve almond sıralamasına göre her bir ölçüm sonucu ortalama verisine göre boy karakteristik özelliği için genellikle en yüksek veri grubu sıralı olarak bu popülasyonda gözlemlenmiştir. Badem genişlik ve ağırlığının en yüksek olarak gözlemlendiği popülasyon grubu Şıdı Ifnı popülasyonu olup, badem genişliğinin en yüksek olduğu popülasyon Tasgou Drar popülasyonu olduğu görülmüştür.

Tablo 4.3 Bademler üzerinde ölçülen bazı morfolojik özelllikler

POPÜLASYON	BADEM			
	BOYU (mm)	**KALINLIĞI (mm)**	**GENİŞLİĞİ (mm)**	**AĞIRLIĞI (g)**
Admine	16,71±0,30d	2,87±0,10cde	8,09±0,16efg	0,21±0,01de
Aına Smama	18,02±0,33c	2,63±0,09ef	8,63±0,15bcde	0,23±0,01cd
Aıt Baha	17,82±0,36c	3,04±0,11bc	8,97±0,18abc	0,27±0,01a
Anzı	12,60±0,30h	3,32±0,11ab	7,96±0,17gh	0,18±0,01fg
Aoujdad Azıar	13,83±0,25g	2,97±0,10cd	7,84±0,13gh	0,17±0,01g
Aoulouz	22,73±0,62a	2,37±0,16f	8,34±0,32defg	0,24±0,01bcd
Argana	19,26±0,32b	2,80±0,11cde	9,00±0,13abc	0,26±0,01ab
Argen	16,07±0,48de	2,94±0,10cde	9,16±0,30ab	0,25±0,01abc
Lakhsass	15,47±0,25ef	3,41±0,08a	8,69±0,15bcd	0,24±0,01bcd
Şıdı Ifnı	17,99±0,27c	2,76±0,07cde	9,53±0,15a	0,27±0,01a
Tamanar Şud Tamrı	15,22±0,30ef	2,87±0,10cde	8,50±0,15cdef	0,20±0,01ef
Tasgou Drar	14,53±0,33fg	3,41±0,11a	7,39±0,19h	0,19±0,01efg
Taznakht	17,98±0,48c	2,68±0,06de	9,39±0,19a	0,24±0,01bcd
F Değeri ve Önem Düzeyi	***50,84******	***8,97******	***11,00******	***13,19******

4.1.1.4 Popülasyonlara göre meyve kabuğu renk durumlarının değerlendirilmesi

Değerlendirmeye alınan argan meyvelerinin kabuk renklerine göre renk skalası oluşturulmuş ve görünüş renklerine göre tablo 4.4'de renkleri belirtilmiştir.

Tablo 4.4 Popülasyonlara ait meyve renk durumları

Popülasyon Adı	Renk Durumu
Admine	Açık Kahverengi
Aına Smama	Açık + Koyu Kahverengi
Aıt Baha	Koyu Kahverengi
Anzı	Açık Kahverengi
Aoujdad Azıar	Açık Kahverengi (+ Sarı)
Aoulouz	Açık Kahverengi
Argana	Açık + Koyu Kahverengi
Argen	Koyu Kahverengi
Lakhsass	Açık Kahverengi (+ Sarı)
Şıdı Ifnı	Açık Sarı - Kahverengi
Tamanar Şud Tamrı	Koyu Kahverengi
Tasgou Drar	Açık + Koyu Kahverengi
Taznakht	Açık Kahverengi

Renk durumları değerlendirildiğinde; Aıt Baha, Argen, Tamanar Şud Tamrı popülasyonlarında ki renk yoğunluğu koyu kahverengi renginde iken Admine, Anzı, Aoujdad Azıar, Aoulouz, Lakhsass, Şıdı Ifnı ve Taznakht popülasyonlarında ortalama olarak açık kahverengi gözlemlenirken, Aına Smama, Argana ve Tasgou Drar popülasyonlarında açık ve koyu kahverengi birlikte karışık olarak gözlemlenmiştir.

4.1.2 Hesaplanan Değişkenler

Popülasyonlara göre ölçülen özellikler kullanılarak argan tohumları şekli, şekil indeksi, yassılık durumları, meyve ölçüsü, meyve irilikleri ve tohum içerisinden çıkan badem sayılarına göre iç randıman oranları hesaplanmış ve tablo 4.5 ve tablo 4.6'da gösterilmiştir. Hesaplanan veriler üzerinden tablo 4.5 ve tablo 4.6 değerlendirildiğinde meyve – tohum- badem şekli ve meyve şekil indeksi- tohum şekil indeksi – badem tohum indeksi için en yüksek veriler Aoulouz popülasyonunda hesaplanmıştır. Meyve yassılık ve tohum yassılık indeksi için en yüksek ortalama veriler Aıt baha popülasyonunda ölçülürken almond yassılık indeksinin yüksek olduğu popülasyon Aouluoz popülasyonu olarak ölçülmüştür. Meyve, tohum ve almond ölçüsü değerleri ve meyve –tohum iriliği için en yüksek veriler yine Aoulouz popülasyonunda hesaplanırken almond iriliği yönünden en yüksek popülasyon Aıt Baha popülasyonu olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.5 Morfolojik ölçüm sonuçlarına göre hesaplanan değerlere ait veriler (1)

Popülasyon Adı	MEYVE ŞEKLİ	TOHUM ŞEKLİ	BADEM ŞEKLİ	MEYVE ŞEKİL İNDEKSİ	TOHUM ŞEKİL İNDEKSİ	BADEM ŞEKİL İNDEKSİ	MEYVE YASSILIK	TOHUM YASSILIK	BADEM YASSILIK
Admine	1,61±0,06cd	1,72±0,06bc	2,10±0,06bc	1,59±0,06cde	1,69±0,05bc	3,08±0,07bcd	1,00±0,02cde	0,97±0,01bc	3,00±0,15cde
Aına Smama	1,61±0,05cd	1,78±0,06bc	2,11±0,05bc	1,59±0,06cde	1,76±0,05b	3,23±0,07bc	1,00±0,02cde	1,01±0,02ab	3,49±0,18bc
Aıt Baha	1,61±0,04cd	1,67±0,03cd	2,00±0,03bcd	1,69±0,04c	1,69±0,03bc	2,98±0,06cde	1,12±0,02a	1,03±0,02a	3,10±0,13bcd
Anzı	1,34±0,03f	1,29±0,03f	1,59±0,03f	1,32±0,03f	1,29±0,03g	2,24±0,04h	0,97±0,01e	1,00±0,01ab	2,51±0,10ef
Aoujdad Azıar	1,43±0,04ef	1,43±0,04e	1,78±0,04e	1,45±0,04e	1,41±0,04fg	2,57±0,06g	1,03±0,01bcd	0,98±0,01bc	2,98±0,31cde
Aoulouz	2,24±0,09a	2,55±0,10a	2,90±0,14a	2,20±0,09a	2,46±0,10a	4,55±0,25a	0,98±0,02de	0,93±0,01d	4,05±0,30a
Argana	1,84±0,06b	1,84±0,04b	2,16±0,05b	1,84±0,05b	1,77±0,04b	3,28±0,07b	1,02±0,02bcd	0,93±0,01d	3,52±0,24bc
Argen	1,55±0,05cde	1,55±0,03de	1,78±0,04e	1,59±0,05cde	1,57±0,03cde	2,68±0,06fg	1,06±0,01b	1,03±0,02a	3,21±0,12bc
Lakhsass	1,54±0,03cde	1,55±0,02de	1,79±0,03e	1,58±0,03cde	1,51±0,02def	2,57±0,05g	1,06±0,01b	0,95±0,01cd	2,63±0,10def
Şıdı Ifnı	1,58±0,02cde	1,65±0,03cd	1,90±0,02de	1,63±0,02cd	1,62±0,02cd	2,94±0,04def	1,06±0,01b	0,97±0,01bcd	3,52±0,09bc
Tamanar Şud Tamrı	1,44±0,03ef	1,50±0,04e	1,80±0,04e	1,46±0,03e	1,47±0,03ef	2,70±0,06fg	1,04±0,02bc	0,97±0,01bc	3,12±0,13bcd
Tasgou Drar	1,51±0,05de	1,48±0,05e	2,01±0,06bcd	1,53±0,04de	1,46±0,04ef	2,72±0,07efg	1,05±0,02bc	1,00±0,02abc	2,27±0,10f
Taznakht	1,71±0,08bc	1,67±0,04cd	1,96±0,08cde	1,63±0,04cd	1,51±0,04def	3,02±0,10bcd	0,96±0,02e	0,86±0,03e	3,59±0,12ab
F Değeri ve Önem Düzeyi	***18,66****	***40,11****	***28,34****	***21,50****	***40,96****	***36,74****	***6,99****	***9,64****	***8,00****

Tablo 4.6 Morfolojik ölçüm sonuçlarına göre hesaplanan değerlere ait veriler (2)

Popülasyon Adı	MEYVE ÖLÇÜSÜ	TOHUM ÖLÇÜSÜ	BADEM ÖLÇÜSÜ	MEYVE İRİLİĞİ	TOHUM İRİLİĞİ	BADEM İRİLİĞİ	İÇ RANDIMAN ORANI %
Admine	23,44±0,36c	17,31±0,24ef	12,40±0,17de	21,09±,0,29b	15,42±0,22def	7,23±0,12bcd	6,39±0,25cd
Aına Smama	24,92±0,45b	19,00±0,30c	13,33±0,12c	22,46±0,38a	16,58±0,24b	7,37±0,13abc	5,78±0,28de
Aıt Baha	25,68±0,54b	18,54±0,,6cd	13,40±0,25c	22,19±0,37a	16,32±0,30bc	7,80±0,13a	8,35±0,51a
Anzı	20,38±0,38f	14,91±0,31g	10,28±0,22g	19,40±0,32cd	14,17±0,31g	6,88±0,13de	8,41±0,45a
Aoujdad Azıar	20,67±0,30f	15,71±0,24g	10,84±0,15fg	18,96±0,22d	14,69±0,22fg	6,78±0,11e	6,83±0,34bcd
Aoulouz	28,38±0,53a	22,71±0,37a	15,54±0,33a	23,15±0,38a	18,02±0,30a	7,49±0,24abc	5,21±0,29e
Argana	25,96±0,42b	19,80±0,24b	14,13±0,158b	22,28±0,26a	17,54±0,20a	7,77±0,10a	6,38±0,23cd
Argen	21,95±0,46de	17,55±0,33e	12,62±0,36d	19,53±0,30cd	15,79±0,28cde	7,51±0,19abc	8,38±0,40a
Lakhsass	25,72±0,25b	17,72±0,22de	12,08±0,18de	22,96±0,25a	16,34±0,20bc	7,66±0,08a	6,04±0,31de
Şıdı Ifnı	23,07±0,22cd	17,88±0,23de	13,76±0,20bc	20,44±0,22b	16,14±0,22bcd	7,77±0,11a	8,45±0,31a
Tamanar Şud Tamrı	22,18±0,32de	16,52±0,26f	11,86±0,19e	20,30±0,24bc	15,29±0,22ef	7,14±0,14cde	6,29±0,36cd
Tasgou Drar	21,32±0,44ef	15,25±0,28g	10,96±0,21f	19,25±0,38d	14,08±0,27g	7,09±0,12cde	7,49±0,41ab
Taznakht	25,25±0,37b	18,55±0,26cd	13,36±0,22bc	22,70±0,30a	17,51±0,26a	7,63±0,10ab	7,28±0,37bc
F Değeri ve Önem Düzeyi	***36,85******	***53,28******	***42,26******	***25,52******	***25,02******	***6,33****	***9,99******

Argan tohumu içerisindeki bazı tohumlarda çift badem, bazı tohumlarda ise üç adet badem çıktığı görülmüştür. Tohumlar içinden çıkan birden fazla badem değerleri de hesaba katılarak iç randıman oranı yüzdesel olarak hesaplanmıştır (Çoklu bademlerde örnek için ortalama değer kullanılmıştır). En yüksek orana sahip popülasyonlar; Şıdı Ifnı, Aıt Baha, Anzı, Argen ve Tasgou Drar olurken, iç randıman olarak en düşük popülasyonun Aoulouz popülasyonuna ait olduğu görülmüştür.

4.1.2.1 Çift iç oranı

Örnek olarak kullanılarak tohumlar üzerinde hesaplanan bir diğer kıyaslama ise meyve içlerindeki ikili ve üçlü meyve sayısıdır (Tablo 4.7).

Tablo 4.7 Popülasyon bazında çift iç oranı durumu

LOKALİTE ADI	40 Tohumda		Yüzde Oranı	
	Çift İç Sayısı	Üçlü İç Sayısı	2'li	3'lü
Aoujdad Azıar	14		35	
Argana	7		17,5	
Tamanar Şud Tamrı	9		22,5	
Aoulouz	5		12,5	
Admine	10	1	25	2,5
Anzı	16	2	40	5
Lakhsass	7		17,5	
Aına Smama	3		7,5	
Argen	8	1	20	2,5
Şıdı Ifnı	14	1	35	2,5
Aıt Baha	15	1	37,5	2,5
Taznakht	10		25	
Tasgaou Drar	8		20	

Tablo 4.7'de gösterilen değerlere göre tohum içerisinden en yüksek ikili ve üçlü badem elde edilen popülasyon Anzı popülasyonu olmuştur. Anzı popülasyonunun ikili badem bulundurma oranı %40 iken, üçlü badem bulundurma oranı %5 olarak hesaplanmıştır. Tohum içerisinde genellikle bir badem veya azda olsa ikili badem bulunduran Aına Smama popülasyonu ise çift iç oranında en düşük verilerin elde edildiği popülasyon olmuştur.

Örnek olarak kullanılan tohumlarda boş tohum içine rastlanılmamıştır. Her tohum içerisinde en az bir adet badem tespit edilmiştir.

4.2 Popülasyonlara Göre Biyokimyasal Analizlere İlişkin Tespitler

Araştırma kapsamındaki 13 argan popülasyonu bademlerinde yapılan biyokimyasal analizlere ilişkin sonuçlar tablo 4.8 ve 4.9'da verilmiştir.

Tablo 4.8 Biyokimyasal analizlere ilişkin ölçün sonuçları (1)

Popülasyon	H2O2 (µmol/g)	MDA (µmol/g)	Prolin (µmol/g)	Protein (mg/g)	SOD (EU/mg protein)	POD
Admine	33,85±0,06b	35,81±0,17f	1,42±0,01g	35,86±0,23e	2,22±0,04h	0,28±0,00f
Aına Smama	33,09±0,09b	31,47±0,40h	1,42±0,03g	49,26±0,03c	6,48±0,06a	0,22±0,00g
Aıt Baha	14,72±0,07d	37,75±0,51e	1,89±0,01d	33,10±0,02h	0,35±0,01m	0,16±0,00h
Anzı	16,95±2,31c	43,09±0,37bc	1,75±0,04e	35,25±0,08f	4,04±0,02d	0,76±0,01c
Aoujdad Azıar	15,54±0,19cd	41,61±0,39cd	2,08±0,01c	36,42±0,31d	2,04±0,01i	0,57±0,01d
Aoulouz	4,70±0,7g	41,80±0,15cd	1,53±0,03fg	35,69±0,07e	2,49±0,04g	0,89±0,02b
Argana	32,78±0,20b	44,06±0,48ab	2,23±0,04b	56,38±0,09b	3,64±0,02e	0,08±0,00i
Argen	36,05±0,10a	33,26±0,29g	1,57±0,00f	33,59±0,10g	1,60±0,01k	0,38±0,00e
Lakhsass	7,44±0,23f	33,36±0,21g	1,50±0,02fg	35,78±0,03e	3,31±0,01f	0,77±0,02c
Şıdı Ifnı	12,79±0,08e	42,84±0,75bc	1,68±0,01e	33,47±0,07g	4,41±0,01c	0,91±0,02b
Tamanar Şud Tamrı	14,17±0,08de	38,12±1,30e	2,40±0,10a	65,81±0,05a	0,75±0,01l	0,52±0,01d
Tasgou Drar	4,60±0,05g	41,20±0,52d	2,22±0,06b	33,35±0,07gh	1,78±0,00j	0,35±0,02e
Taznakht	7,26±0,03f	45,05±0,10a	1,90±0,02d	36,56±0,09d	5,97±0,02b	1,16±0,05a
F Değeri ve Önem Düzeyi	*326,82***	*72,81***	*73,88***	*6 925,99***	*5 382,94***	*343,23***

Tablo 4.9 Biyokimyasal analizlere ilişkin ölçüm sonuçları (2)

Popülasyon Adı	SUKROZ (µg/gr)	GLİKOZ (µg/gr)	FRUKTOZ (µg/gr)	FLAVONOİD	FENOL
Admine	11,86±0,07e	23,83±0,17f	1,81±0,02b	2,12±0,00de	1,84±0,03e
Aına Smama	12,16±0,03cd	24,24±0,16ef	0,73±0,01e	2,14±0,01de	2,36±0,02d
Aıt Baha	12,25±0,05bc	25,96±0,32c	2,86±0,05a	2,11±0,00e	1,53±0,04fg
Anzı	12,37±0,02ab	24,06±0,15f	0,42±0,00h	2,12±0,01de	3,40±0,01b
Aoujdad Azıar	12,40±0,02a	24,96±0,18d	0,28±0,02j	2,12±0,00de	4,22±0,06a
Aoulouz	11,82±0,05e	25,31±0,21d	0,31±0,01ij	2,19±0,00a	1,73±0,01ef
Argana	12,07±0,02d	26,26±0,23c	0,95±0,02d	2,18±0,01ab	1,88±0,02e
Argen	12,15±0,05cd	23,99±0,26f	0,64±0,01f	2,12±0,00de	2,92±0,04c
Lakhsass	12,35±0,03ab	24,81±0,16de	1,71±0,06c	2,08±0,00f	1,57±0,25fg
Şıdı Ifnı	12,26±0,03bc	24,82±0,22de	0,53±0,01g	2,14±0,02cde	1,25±0,01hi
Tamanar Şud Tamrı	12,14±0,05cd	25,02±0,15d	0,36±0,01hi	2,18±0,00a	3,54±0,11b
Tasgou Drar	12,30±0,02ab	30,64±0,14a	0,39±0,00hi	2,17±0,02abc	1,35±0,00gh
Taznakht	12,14±0,06cd	27,48±0,28b	0,31±0,01ij	2,15±0,02bcd	1,03±0,07i
F Değeri ve Önem Düzeyi	*18,37***	*78,29***	*972,69***	*9,77***	*155,28****

4.2.1 Biyokimyasal Analizlerin İrdelenmesi

Belirlenen popülasyonlar üzerinde biyokimyasal analizler ile hesaplanan değerlere ilişkin basit istatistiksel veriler Tablo 4.8 ve 4.9 da gösterilmektedir. 13 farklı popülasyona ait *Argania spinosa* tohumları toplamda 11 farklı biyokimyasal özellik yönünden kıyaslanmıştır.

Ölçüm sonuçlarına göre belirlenen popülasyonlar arasındaki:

En yüksek H_2O_2 değeri Argen popülasyonunda ölçülürken en düşük ölçüm değeri 4,60 ile Tasgou Drar bölgesine ait tohumlarda ölçülmüştür. Duncan testi sonuçlarına göre H_2O_2 analiz değerleri 7 grupta toplanmıştır. Argen popülasyonu 1. grupta yer alırken Admine, Aına Smama ve Argana popülasyonları 2. grupta yer alarak birbirleri arasında benzer değerler göstermiştir. Anzı ve Aoujdad Azıar popülasyonları ise 3. grupta yer almıştır.

En yüksek MDA değerine 45,05 ortalama ile Taznakht bölgesine ait argan tohumlarında rastlanılırken en düşük değer Aına Smama popülasyonundaki tohumlarda 31,47 değeri ile ölçülmüştür. MDA analiz değerleri Duncan testi sonuçlarına göre 8 grupta toplanmıştır. 1. grupta Taznakht ve Argana popülasyonları; Anzı, Şıdı Ifnı ve Aoulouz popülasyonları hem 2. hemde 3. grupta yer almaktadır. 2. gruptaki ortak popülasyonların yanı sıra Auojdad Azıar popülasyonu 3. grupta yer almaktadır.

En yüksek prolin değerine 2,40 ortalama ile Tamanar Şud Tamrı bölgesine ait argan tohumlarında rastlanılırken en düşük prolin değerleri 1,42 ortalama ile Aına Smama ve Admine popülasyonlarına ait tohumlarda görülmüştür. Duncan testi sonuçlarına göre veriler 7 grup altında toplanmıştır. Tamanar Şud Tamrı lokaltesine ait veriler 1. grup, Argana ve Tasgaou Drar lokalitsine ait veriler 2. grupta yer alarak benzerlik göstermiştir ve Aoujdad Azıar popülasyonuna ait veriler 3. grupta yer almaktadır.

En yüksek protein değerine 65,81 ortalama ile Tamanar Şud Tamrı bölgesine ait argan tohumlarında rastlanırken en düşük protein değerine 33,10 ortalama ile Aıt Baha popülasyonundaki tohumlarda görülmüştür. Duncan testi sonuçlarına göre analiz

verileri 8 homojen grupta toplanmıştır. Tamanar Şud Tamrı popülasyonuna ait veriler 1. grupta, Argana popülasyonuna ait veriler 2. grupta ve Aına Smama popülasyonuna ait veriler 3. grupta yer almaktadır.

En yüksek SOD değerine 6,48 ortalama ile Aına Smama bölgesine ait argan tohumlarında rastlanırken en düşük SOD değerine 0,35 ortalama ile Aıt Baha popülasyonundaki tohumlarda görülmüştür. Duncan testi sonuçlarına göre SOD verileri 13 grup altında toplanmıştır. Aına Smama popülasyonu 1. grupta, Taznakht popülasyonu 2. grupta ve Şıdı Ifnı popülasyonu 3. grupta yer alarak birbirlerine yakınlık göstermektedir.

En yüksek POD değerine 1,16 ortalama ile Taznakht bölgesine ait argan tohumlarında rastlanırken en düşük POD değerine 0,08 ortalama ile Argana popülasyonundaki tohumlarda görülmüştür. Duncan testi sonuçlarına göre analiz değerleri 9 grup altında toplanmıştır. Taznakht popülasyonu 1. grupta, Şıdı Ifnı ve Aoulouz popülasyonları 2. grupta, Lakhsass ve Anzı popülasyonları 3. grupta yer almaktadır.

Sukroz değerlerine ait ölçüm sonuçlarına göre en yüksek Sukroz değeri Aoujdad Azıar popülasyonunda 12,40 ortalama ile görülürken en düşük ölçüm değeri 11,82 ortalama ile Aoulouz popülasyonunda ölçülmüştür. Duncan testi sonuçlarına göre analiz değerleri 5 grup altında toplanmıştır.1. grupta Aoujdad Azıar popülasyonu ile birlikte Anzı, Lakhsass ve Tasgaou drar popülasyonları hem 1. hem de 2. grupta yer almakta iken Şıdı Ifnı ve Aıt Baha popülasyonları 2. ve 3. grupta yer almaktadır. 3. gruba ek olarak Aına Smama, Argen, Taznakht ve Tamanar Şud Tamrı popülasyonları birbirleri arasında yaklaşık değerler göstermektedir.

En yüksek glikoz değerine 30,64 ortalama ile Tasgou Drar bölgesine ait argan tohumlarında rastlanırken en düşük glikoz değerine 23,83 ortalama ile Admine popülasyonundaki tohumlarda görülmüştür. Duncan testi sonuçlarına göre analiz değerleri 6 grup altında toplanmıştır. Tasgaou Drar popülasyonu 1. grupta, Taznakht popülasyonu 2. grupta ve Argana ile Aıt Baha popülasyonlarına ait veriler 3. grupta yer almaktadır.

En yüksek fruktoz değerine 2,86 ortalama ile Aıt Baha bölgesine ait argan tohumlarında rastlanırken en düşük fruktoz değerine 0,28 ortalama ile Aoujdad Azıar popülasyonundaki tohumlarda görülmüştür. Duncan testi sonuçlarına göre fruktoz analiz değerleri 10 grupta toplanmıştır. Aıt Baha popülasyonuna ait veriler 1. grupta, Admine popülasyonuna ait veriler 2. grupta yer alırken Lakhsass popülasyonuna ait veriler 3. grupta yer almaktadır.

En yüksek Flavonoid değerine 2,19 ortalama ile Aoulouz bölgesine ait argan tohumlarında rastlanırken en düşük Flavonoid değerine 2,08 ortalama ile Lakhsass popülasyonundaki tohumlarda görülmüştür. Duncan testi verilerine göre analiz verileri 6 grup altında toplanmıştır. Aoulouz ve Tamanar Şud Tamrı popülasyonlarına ait veriler 1. grupta, Şıfı Ifnı popülasyonuna ait veriler 3. grupta, Argana popülasyonu 1. ve 2. grupta ortak, Taznakht popülasyonu 2. ve 3. grupta ortak olarak bulunurken Tasgaou Drar popülasyonu her 3 grup içerisinde ortak olarak bulunmaktadır.

Fenol değerleri için ölçüm sonuçlarına göre en yüksek Fenol değeri Aoujdad Azıar popülasyonunda 4,22 ortalama ile görülürken en düşük ölçüm değeri 1,03 ortalama ile Taznakht popülasyonunda ölçülmüştür. Analiz değerleri Duncan testi verilerine göre 9 grup altında toplanmıştır. Aoujdad Azıar popülasyonu 1. grupta, Tamanar Şud Tamrı ve Anzı popülasyonları 2. grupta, Argen popülasyonu 3. grupta yer almaktadır.

Ölçüm yapılan bütün analizler için popülasyonlar ve ölçüm değerleri arasında anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir.

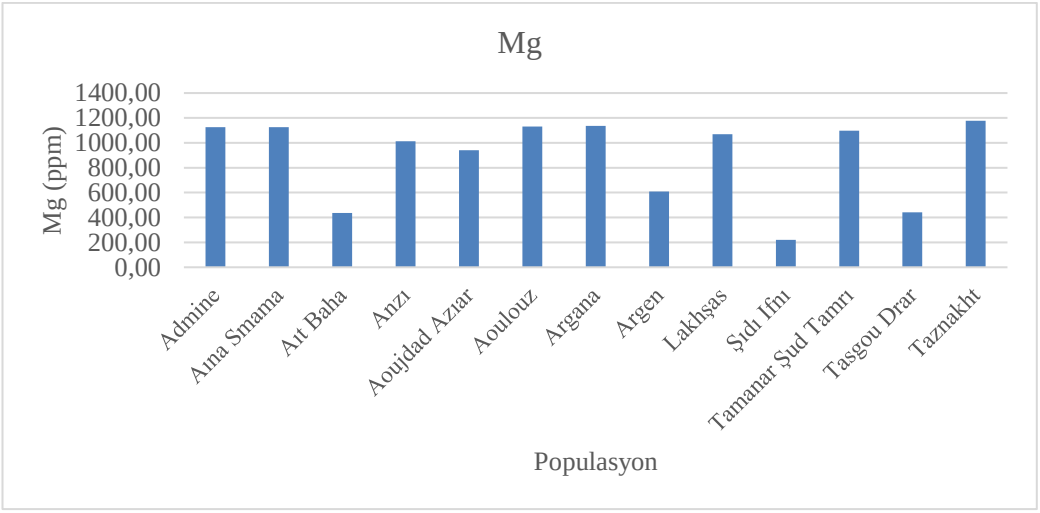
4.3 Elemantal Analizlere İlişkin Bulgular

Bitkiler için gerekli elementler bitkilerdeki bulunuş miktarlarına göre makro ve mikro elementler şeklinde gruplandırılmaktadır. Makro elementlere ait veriler Tablo 4.10'da gösterilmiştir.

Tablo 4.10 Elemental analiz sonucuna göre makro elementler

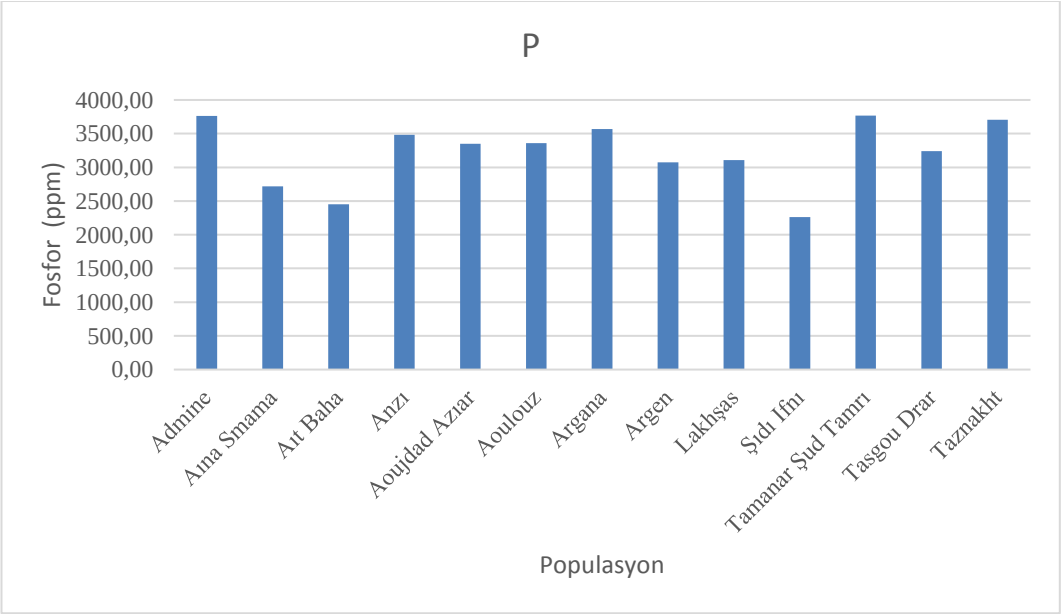
Popülasyon Adı	**Mg (ppm) (mg/kg)**	**P (ppm) (mg/kg)**	**S (ppm) (mg/kg)**	**K (ppm) (mg/kg)**	**Ca (ppm) (mg/kg)**
Admine	1 125,67±14,50b	3 764,00±8,08a	3 744,00±5,77a	8 997,00±1,15e	3 785,00±5,77i
Aına Smama	1 125,33±14,44b	2 718,00±10,39i	3 104,00±2,31h	8 924,67±14,44f	4 769,67±11,55e
Aıt Baha	436,10±0,59h	2 450,00±5,77j	2 501,00±11,59j	6 977,00±5,77l	3 563,33±6,96j
Anzı	1 012,33±7,22e	3 484,66±20,21d	3 232,00±5,77g	8 499,33±10,59h	5 897,00±1,73a
Aoujdad Azıar	940,00±11,55f	3 351,67±6,01e	3 417,00±10,12d	9 258,00±5,77d	5 070,00±11,55bc
Aoulouz	1 130,00±17,32b	3 361,33±6,64e	3 472,00±5,77c	9 319,00±11,55c	5 090,67±5,48b
Argana	1 135,00±8,66b	3 570,00±11,55c	3 259,00±2,31f	11 190,00±51,96a	5 057,33±9,82c
Argen	610,00±2,89g	3 074,00±2,31h	2 863,00±7,51i	8 118,00±10,39i	4 569,00±11,55f
Lakhsass	1 068,00±5,77d	3 109,00±5,20g	3 310,00±5,77e	7 408,00±10,12k	4 878,00±5,77d
Şıdı Ifnı	221,00±3,46i	2 260,00±2,89k	2 160,00±5,78k	7 788,00±11,55j	2 356,00±5,77l
Tamanar Şud Tamrı	1 096,33±3,76c	3 769,33±5,49a	3 715,00±5,77b	8 877,00±1,15f	4 302,00±0,33g
Tasgou Drar	441,50±0,86h	3 242,00±1,73f	2 868,67±2,03i	8 596,00±3,05g	4 065,00±8,66h
Taznakht	1 177,00±1,15a	3 705,00±2,89b	3 748,68±4,91a	10 090±5,77b	2 961,00±2,08k
F Değeri ve Önem Düzeyi	*1 380,77***	*3 405,91***	*5 701,70***	*4 438,40***	*16 282,80***

En yüksek Mg değerine Taznakht popülasyonunda, en düşük Mg değerine ise Şıdı Ifnı popülasyonunda rastlanılmıştır. Duncan testi verilerine göre analiz sonuçları 9 grup altında toplanmıştır. Taznakht popülasyonu 1. grupta yer alırken, Argana, Aoulouz, Admine ve Aına smama popülasyonları 2. grupta yer alarak birbirleri arasında yakın değer grubu oluştururken Tamanar Şud Tamrı popülasyonu 3. grupta yer almaktadır. Popülasyonlar arasında magnezyum bulundurma oranlarına göre sıralaması ise Taznakht > Arana >Aoulouz >Admine > Aına Smama > Tamanar Şud Tamrı > Lakhsass > Anzı >Aoujdad Azıar > Argen > Tasgou Drar > Aıt Baha >Şıdı Ifnı şeklindedir (Şekil 4.1).



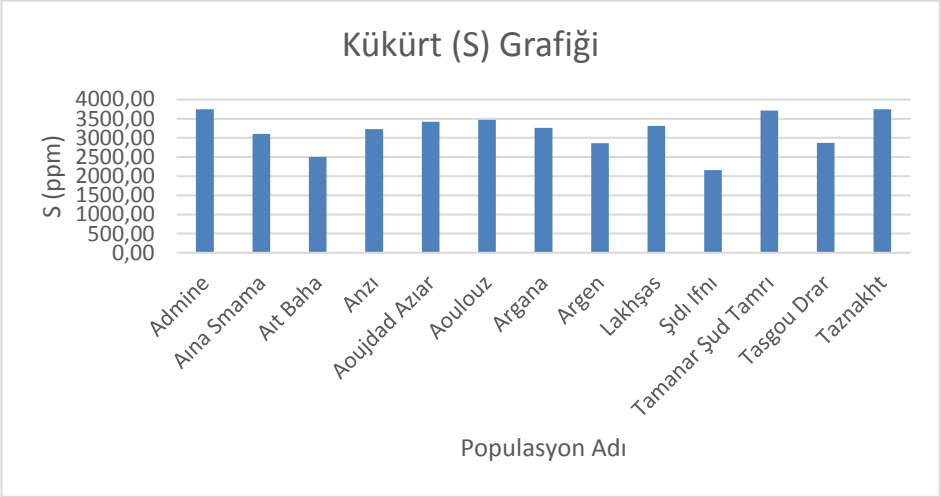
Şekil 4.1 Popülasyonlara göre magnezyum (Mg) değeri

En yüksek fosfor değerine Tamanar Şud Tamrı popülasyonunda, en düşük P değerine ise Şıdı Ifnı popülasyonunda rastlanılmıştır. Duncan testi verilerine göre analiz sonuçları 11 grup altında toplanmıştır. Tamanar Şud Tamrı ve Admine popülasyonları 1. grupta yer alırken, Taznakht popülasyonu 2. grupta ve Argana popülasyonları 3. grupta yer alarak birbirleri arasında benzerlik göstermektedir. Popülasyonlara ait en yüksek fosfor bulundurma oranlarına ait sıralama ise Tamanar Şud Tamrı >Admine > Taznakht > Argana > Anzı >Aoulouz > Aoujdad Azıar > Tasgou Drar > Lakhsass > Argen >Aına Smama > Aıt Baha >Şıdı Ifnı şeklindedir (Şekil 4.2).



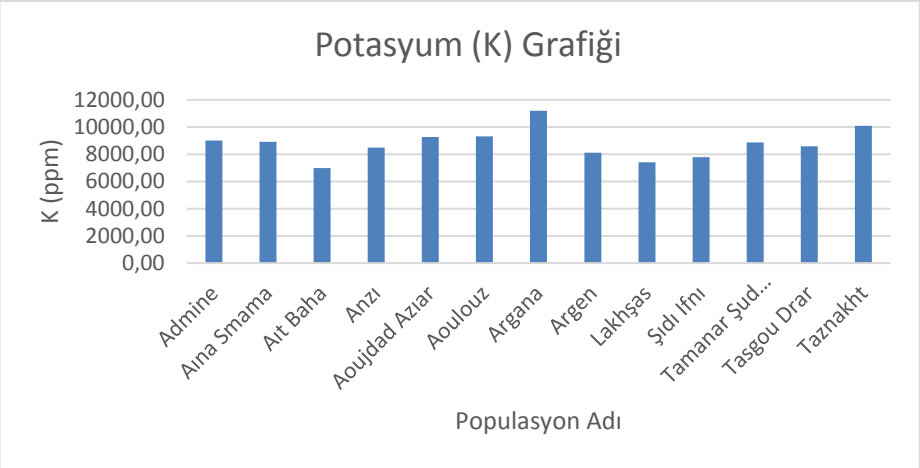
Şekil 4.2 Popülasyonlara göre fosfor (P) değeri

En yüksek kükürt değerine Taznakht popülasyonunda, en düşük kükürt değerine ise Şıdı Ifnı popülasyonunda rastlanılmıştır. Duncan testi verilerine göre analiz sonuçları 11 grup altında toplanmıştır. Taznakht ve Admine popülasyonları 1. grupta, Tamanar Şud Tamrı popülasyonu 2. grupta ve Aoulouz popülasyonları 3. grupta yer almaktadır. Popülasyonlar arasında en yüksek kükürt bulundurma durumlarına göre kıyaslama durumu ise Taznakht >Admine >Tamanar Şud Tamrı >Aoulouz >Aoujdad Azıar > Lakhsass > Argana > Anzı > Aına Smama >Tasgou Drar > Argen >Aıt Baha > Şıdı Ifnı şeklindedir (Şekil 4.3).



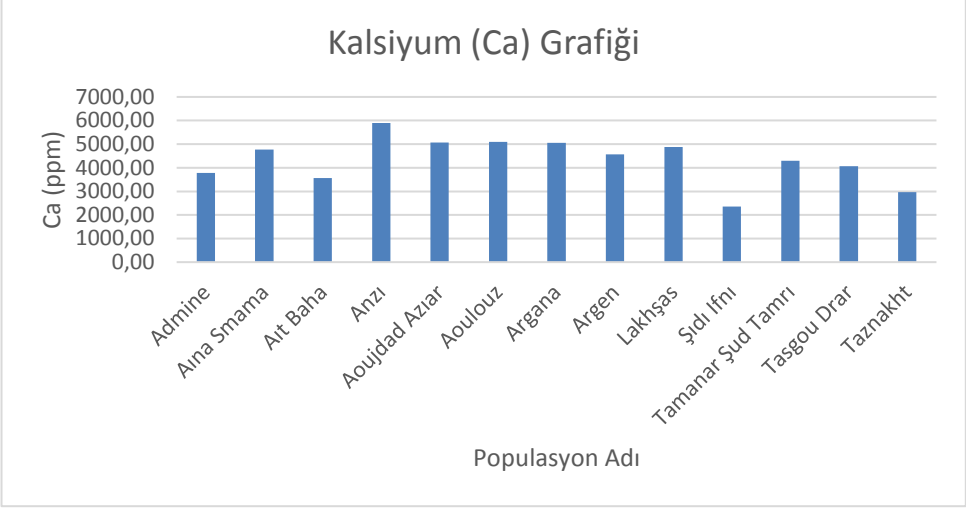
Şekil 4.3 Popülasyonlara göre kükürt (S) değeri

Potasyum (K) bulundurma miktarına ait elde edilen veriler Şekil 4.4 te gösterilmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre en yüksek değer Argana popülasyonunda, en düşük veri ise Aıt Baha popülasyonuna ait veri sonuçlarından elde edilmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre analiz sonuçları 12 grup altında toplanmıştır. En yüksek veri grubundan başlayarak Argana popülasyonu 1. grupta yer alırken, Taznakht popülasyonu 2. grupta ve Aoulouz popülasyonu 3. grupta yer alarak birbirlerine yakın değerler göstermektedir. Popülasyonlar arasında en yüksek potasyum bulundurma sıralaması ise Argana > Taznakht > Aoulouz > Aoujdad Azıar >Admine > Aına Smama > Tamanar Şud Tamrı >Tasgou Drar > Anzı > Argen >Şıdı Ifnı > Lakhsass >Aıt Baha şeklindedir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 Popülasyonlara göre potasyum (K) değeri

Kalsiyum değeri bakımından ise en yüksek bulundurma oranı Anzı popülasyonu olurken en düşük kalsiyum bulunduran popülasyon Şıdı Ifnı popülasyonu olmuştur. Duncan testi verilerine göre 12 grup altında toplanan değerler arasında Anzı popülasyonu en yüksek veri olarak 1. grupta yer alırken Aoulouz popülasyonu 2. grupta ve Aoujdad Azıar popülasyonu hem 2. hem de 3. grupta, Argana popülasyonu 3. grupta yer almaktadır. Sırasıyla en yüksek Ca değerleri Anzı > Aoulouz > Aoujdad Azıar > Argana > Lakhsass > Aına Smama > Argen > Tamanar Şud Tamrı > Tasgou Drar > Admine >Aıt Baha > Taznakht >Şıdı Ifnı olarak ölçülmüştür (Şekil 4.5).

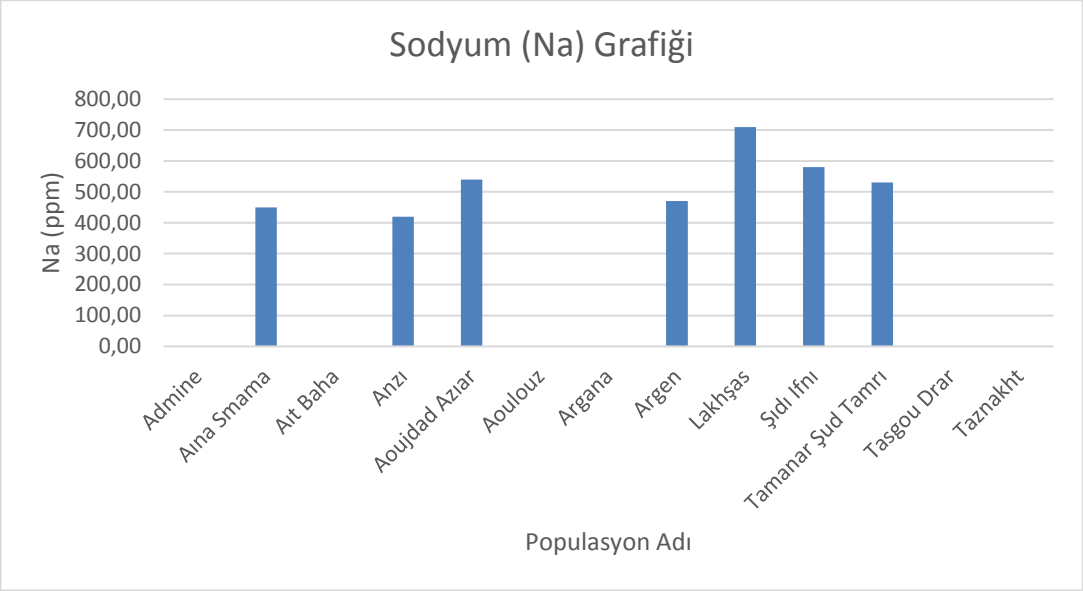


Şekil 4.5 Popülasyonlara göre kalsiyum (Ca) değeri

Tablo 4.11 Elementel analiz sonucuna göre mikro elementler

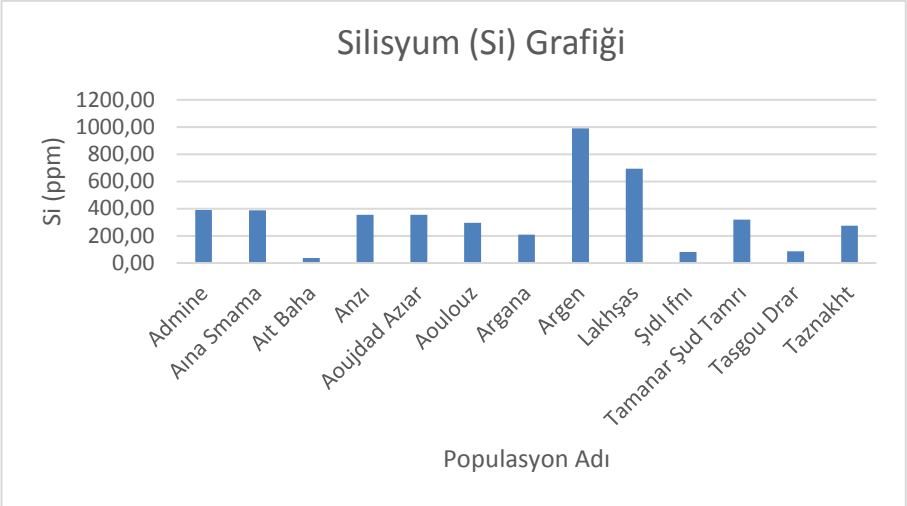
Popülasyon Adı	Na (ppm) (mg/kg)	Si (ppm) (mg/kg)	Cl (ppm) (mg/kg)	Mn (ppm) (mg/kg)	Fe (ppm) (mg/kg)	Ni (ppm) (mg/kg)	Cu (ppm) (mg/kg)	Zn (ppm) (mg/kg)	Al (ppm) (mg/kg)	Cr (ppm) (mg/kg)
Admine	0 ±0,00 h	390,13±5,83c	1 165,00±8,66	96,60±1,15c	122,80±1,61c	15,80±0,46bcde	12,20±0,11d	63,60±2,07d	0 ±0,00 c	4,00±0,12a
Aına Smama	450,00±5,77f	387,43±4,33c	539,83±97,42f	75,23±0,14f	93,53±0,87g	15,60±0,35cde	12,60±0,34cd	51,80±0,46gh	0 ±0,00 c	3,40±0,06c
Aıt Baha	0,00±0,00 h	37,00±1,54j	707,67±4,33cde	53,90±0,52k	66,60±0,35j	12,83±0,20f	12,90±0,11c	54,43±0,23fg	0 ±0,00 c	2,30±0,06g
Anzı	420,00±5,77 g	353,50±2,02d	903,60±2,02b	72,43±1,44g	104,67±2,74ef	15,00±0,58e	9,40±0,23f	48,70±0,92hi	0 ±0,00 c	2,70±0,06f
Aoujdad Azıar	540,00±5,77 c	355,33±5,92d	724,00±2,31cd	54,80±0,11j	105,33±1,45e	16,60±0,17ab	8,30±0,06g	49,90±0,17hi	0 ±0,00 c	2,80±0,06ef
Aoulouz	0,00±0,00h	295,13±2,89f	635,73±0,43de	101,12±0,72a	100,60±1,15f	15,30±0,17de	16,80±0,46a	69,53±2,92ab	0 ±0,00 c	2,30±0,06g
Argana	0,00±0,00h	209,00±5,20h	702,50±1,44cde	98,83±1,04b	86,27±0,75h	15,80±0,46bcde	8,50±0,06g	58,20±0,69e	0 ±0,00 c	3,20±0,06d
Argen	470,00±0,58 e	989,40±0,23a	712,00±1,15cd	79,60±0,12e	237,23±1,47a	16,20±0,11abcd	14,30±0,17b	71,43±0,87a	109,6 ±1,45a	3,20±0,06d
Lakhsass	710,00±2,89 a	693,50±2,02b	620,13±5,78e	78,70±0,40e	143,40±2,02b	16,40±0,23abc	10,70±0,29e	65,17±0,34cd	36,70 ±0,12b	3,60±0,06b
Şıdı Ifnı	580,00±2,89 b	81,37±0,88i	666,00±5,77de	63,40±0,23h	85,53±0,61h	13,37±0,09f	8,80±0,06fg	57,13±0,58ef	0 ±0,00 c	2,70±0,03f
Tamanar Şud Tamrı	530,33±1,45 d	320,00±1,73e	761,40±1,78c	58,23±0,14i	104,30±1,19ef	16,20±0,11abcd	6,90±0,06h	48,23±0,14i	0 ±0,00 c	3,20±0,06d
Tasgou Drar	0,00±0,00h	86,60±0,85i	699,80±0,46cde	70,60±0,17g	78,70±0,11i	16,50±0,14abc	13,80±0,11b	67,67±0,12bc	0 ±0,00 c	2,90±0,01e
Taznakht	0,00±0,00h	274,50±0,29g	667,60±1,45cde	86,20±0,11d	111,50±0,87d	17,00±0,29a	10,20±0,06e	63,77±0,50d	0 ±0,00 c	2,70±0,00f
F Değeri ve Önem Düzeyi	*8 730, 31****	*6 301,36****	*32,13****	*609,13****	*997,19****	*190,75****	*190,75****	*54,40****	*6 023,10****	*71,34****

Sodyum değerleri bakımından en yüksek sodyum değeri Lakhsass popülasyonunda kaydedilirken Admine, Aoulouz, Aıt Baha, Argana, Tasgou Drar ve Taznakht popülasyonlarında sodyum oranı sıfır olarak ölçülmüştür. Duncan testi verilerine göre 8 grup altında veri kaydı yapılmış olup sırasıyla en yüksek sodyum değeri Lakhsass > Şıdı Ifnı >Aoujdad Azıar > Tamanar Şud Tamrı > Argen > Aına Smama >Anzı popülasyonlarında olarak ölçülmüştür (Şekil 4.6).



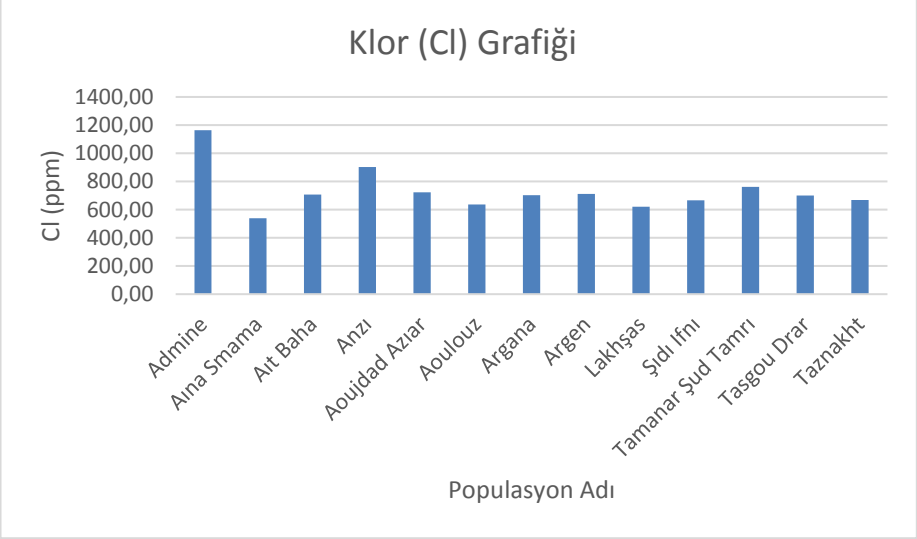
Şekil 4.6 Popülasyonlara göre sodyum (Na) değeri

Analiz sonuçlarına göre en yüksek silisyum (Si) değeri bakımından belirgin bir farkla Argen popülasyonu ön plana çıkarken en düşük ölçüm sonucu Aıt baha popülasyonunda kaydedilmiştir. Duncan testi verilerine göre analiz sonuçları 10 grup altında toplanmıştır. 1. grupta Argen popülasyonu, 2. grupta Lakhsass ve 3. grupta ise Admine ve Aına Smama popülasyonları birbirleri arasında yaklaşık değerler almışlardır. Sırasıyla en yüksek silisyum değeri Argen > Lakhsass > Admine > Aına Smama > Auojdad Azıar > Anzı > Tamanar Şud Tamrı > Aoulouz > Taznakht > Argana > Tasgou Drar > Şıdı Ifnı >Aıt Baha olarak ölçülmüştür (Şekil 4.7).



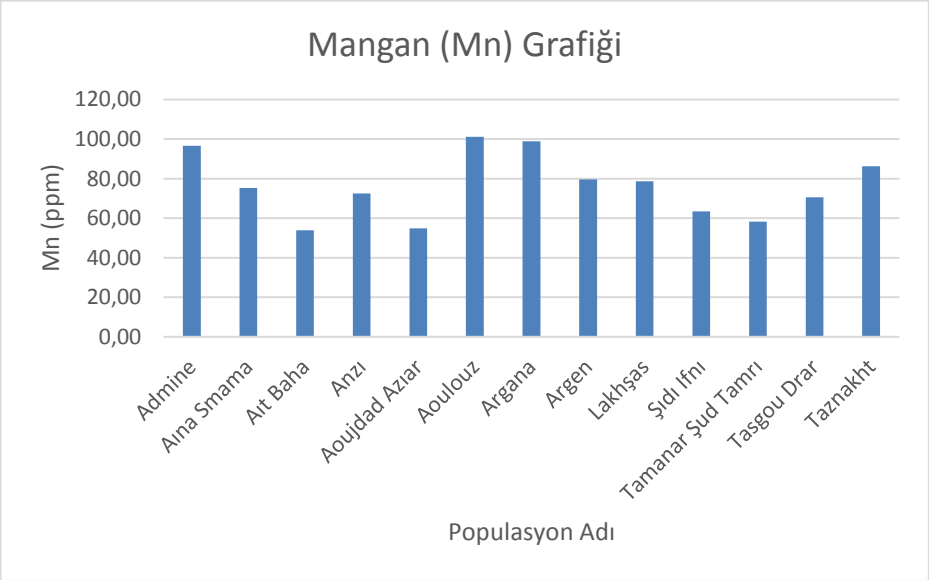
Şekil 4.7 Popülasyonlara göre silisyum (Si) değeri

En yüksek Klor değeri Admine popülasyonunda ölçülürken en düşük klor değeri Aına Smama popülasyonunda ölçülmüştür. Duncan testi verilerine göre ölçüm verileri 6 grup altında toplanmıştır. Admine en yüksek değer ile 1. grupta yer alırken Anzı popülasyonu 2. grupta ve sırasıyla Tamanar Şud Tamrı, Aoujdad Azıar, Argen, Aıt Baha, Argana, Tasgou Drar ve Taznakht popülasyonları 3. grupta yer almaktadır. Sırasıyla en yüksek klor değeri Admine>Anzı> Tamanar Şud Tamrı> Aoujdad Azıar >Argen>Aıt Baha> Tasgou Drar > Taznakht> Şıdı Ifnı >Aoulouz > Lakhass > Aına Smama olarak ölçülmüştür (Şekil 4.8).



Şekil 4.8 Popülasyonlara göre Klor (Cl) değeri

Mangan değeri bakımından en yüksek değer Aoulouz popülasyonunda ölçülürken en düşük değer Aıt Baha ve Aoujdad Azıar popülasyonlarında ölçülmüştür. Duncan testi verilerine göre analiz verileri 10 grup altında toplanmıştır. Aoulouz popülasyonu 1. grupta, Argana popülasyonu 2. grupta ve Admine popülasyonu 3. grupta yer almaktadır. En yüksek mangan değerinden en düşük mangan değerine göre popülasyon sıralaması ise Aoulouz> Argana> Admine > Taznakht>Argen> Lakhsass >Aına Smama> Anzı >Tasgou Drar> Şıdı Ifnı> Tamanar Şud Tamrı> Aoujdad Azıar> Aıt Baha şeklindedir (Şekil 4.9).

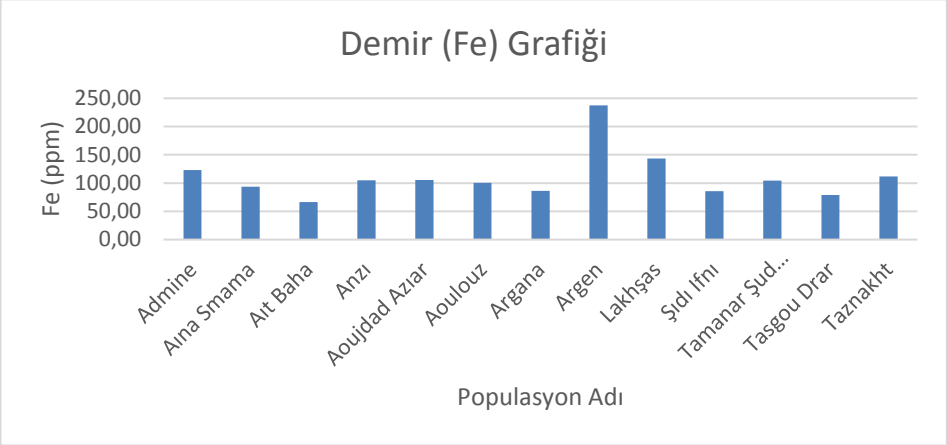


Şekil 4.9 Popülasyonlara göre Mangan (Mn) değeri

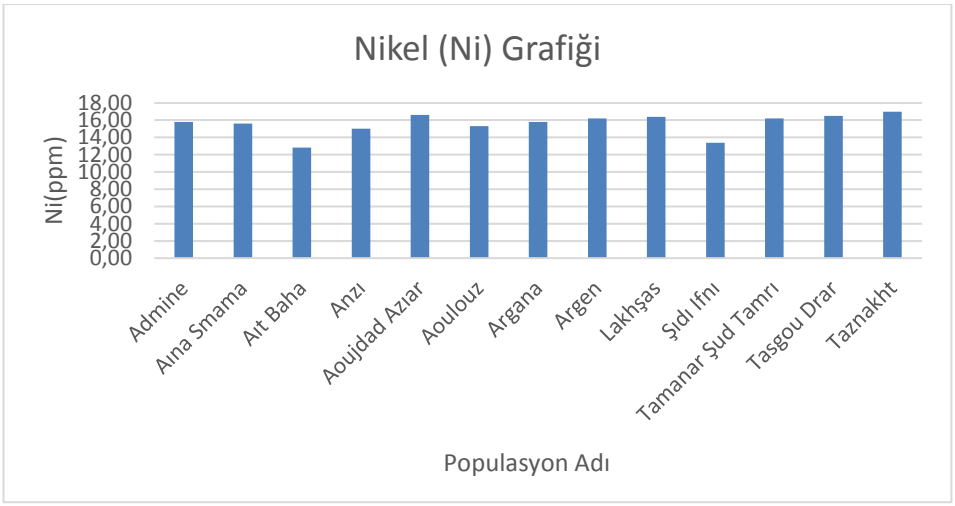
Demir (Fe) değeri bakımından en yüksek değer Argen popülasyonunda, en düşük değer ise Aıt baha popülasyonunda ölçülmüştür. Duncan testi verilerine göre ölçüm verileri 10 grup altında toplanmıştır. Argen popülasyonu 1. grupta, Lakhsass popülasyonu 2. grupta ve Admine popülasyonu 3. grupta yer alarak birbirleri arasında benzerlik göstermiştir. En yüksek demir oranı sıralaması ise Argen > Lakhsass > Admine > Taznakht >Aoujdad Azıar > Anzı > Tamanar Şud Tamrı > Aoulouz >Aına Smama >Argana > Şıdı Ifnı > Tasgou Drar > Aıt baha şeklindedir (Şekil 4.10).

Nikel (Ni) oranı bakımından en yüksek değer Taznakht popülasyonunda, en düşük değer ise Aıt baha popülasyonunda ölçülmüştür. Duncan testi verilerine göre analiz verileri 6 grup altında toplanmıştır. En yüksek nikel bulundurma oranı sıralaması ise Taznakht > Aoujdad Azıar > Tasgaou drar > Lakhsass >Argen > Tamanar Şud Tamrı

>Admine > Argana>Aına Smama > Aoulouz >Anzı > Şıdı Ifnı > Aıt baha şeklinde ölçülmüştür (Şekil 4.11)

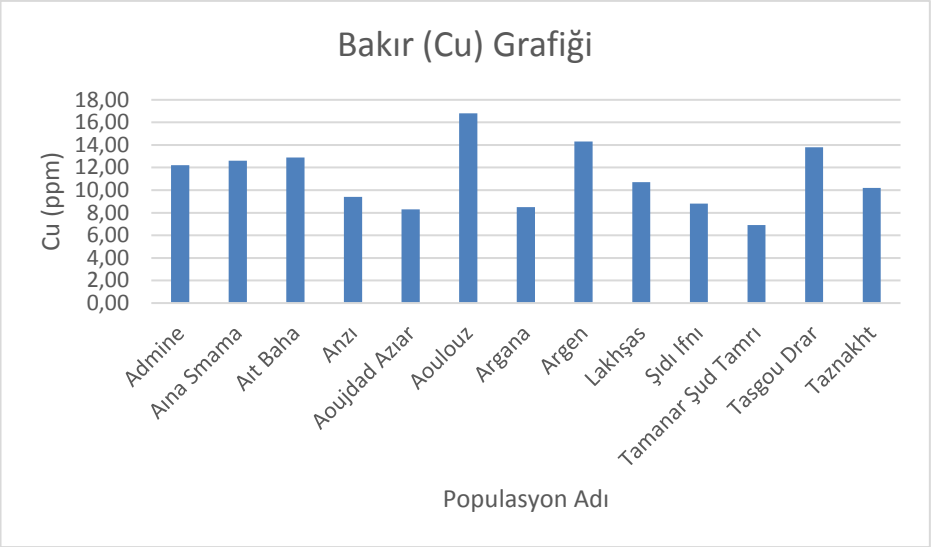


Şekil 4.10 Popülasyonlara göre Demir (Fe) değeri



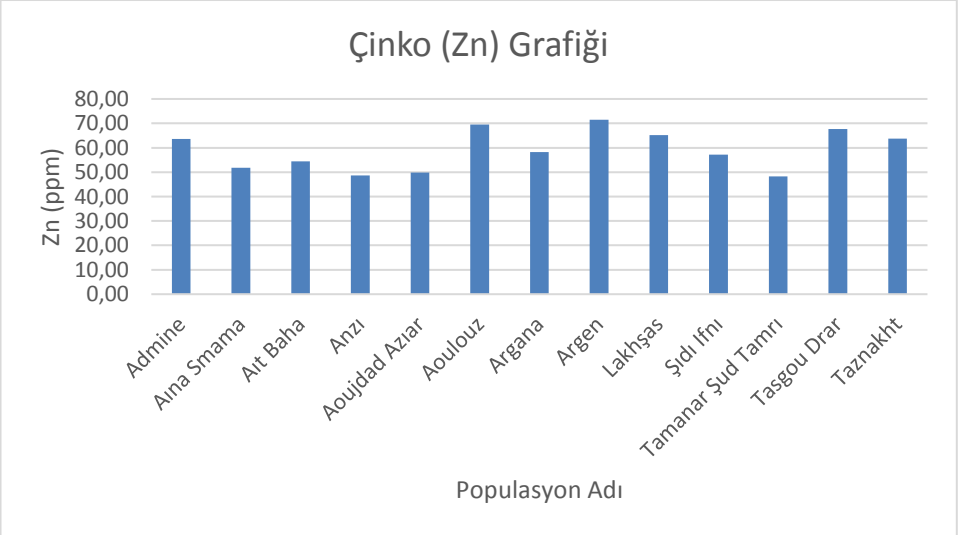
Şekil 4.11 Popülasyonlara göre Nikel (Ni) değeri

Bakır (Cu) bulundurma oranı bakımından en yüksek veri Aoulouz popülasyonunda, en düşük bakır oranı ise Tamanar Şud tamrı popülasyonunda ölçülmüştür. Duncan testi verilerine göre analiz verileri 8 grup altında toplanmıştır. Aoulouz popülasyonu 1. grupta, Argen ve Tasgou Drar popülasyonları 2. grupta; Aıt baha ve Aına Smama popülasyonları 3. grupta yer alarak veri grupları arasında yaklaşık değerler göstermektedir. En yüksek bakır bulundurma oranı sıralaması ise Aoulouz > Argen > Tasgaou Drar >Aıt Baha > Aına Smama > Admine > Lakhsass > Taznakht > Anzı > Şıdı Ifnı > Argana >Aoujdad Azıar > Tamanar Şud Tamrı şeklindedir (Şekil 4.12).



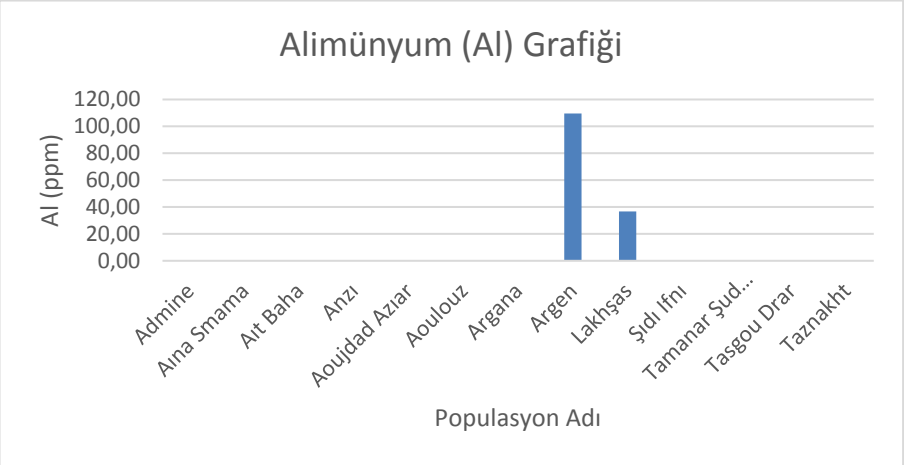
Şekil 4.12 Popülasyonlara göre Bakır (Cu) değeri

Çinko (Zn) değerleri bakımından en yüksek çinko değeri Argen ve Aoulouz popülasyonlarında, en düşük çinko değeri ise Tamanar şud Tamrı popülasyonunda ölçülmüştür. Duncan testi verilerine göre ölçüm verileri 9 grup altında toplanmıştır. Argen popülasyonu 1. grupta, Aoulouz popülasyonu 1. ve 2. grupta, Tasgou Drar popülasyonu ise 2. ve 3. grupta beraber yer alırken Lakhsass popülasyonu 3. grupta yer almaktadır. En yüksek çinko bulundurma sıralaması ise Argen > Aoulouz > Tasgou Drar > Lakhsass > Taznakht >Admine > Argana > Şıdı Ifnı > Aıt baha >Aına Smama > Aoujdad Azıar > Anzı > Tamanar Şud Tamrı şeklindedir (Şekil 4.13).



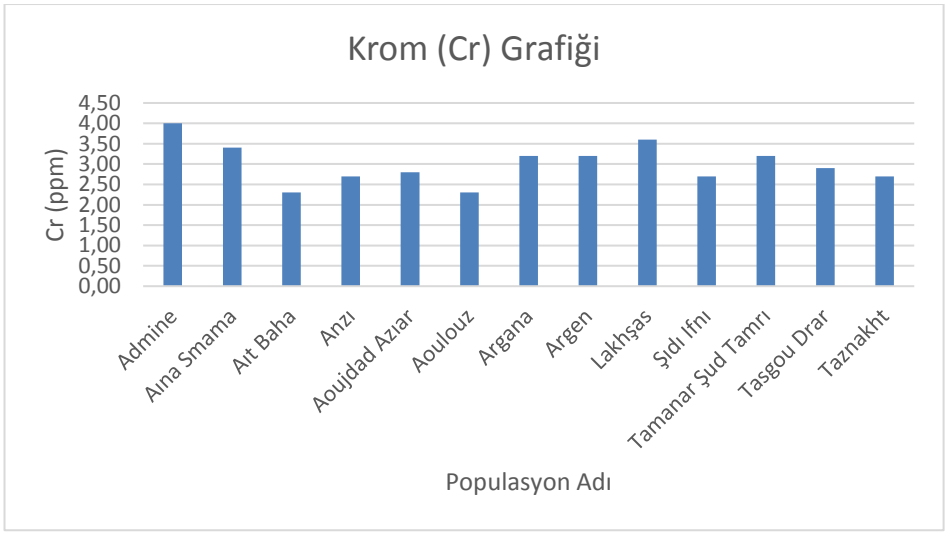
Şekil 4.13 Popülasyonlara göre Çinko (Zn) değeri

Alimünyum (Al) değerlerine göre en yüksek değer Argen popülasyonunda daha sonra ise Lakhsass popülasyonunda ölçülmüştür. Diğer popülasyonlar için ölçüm değeri sıfırdır (Şekil 4.14).



Şekil 4.14 Popülasyonlara göre Alimünyum (Al) değeri

Krom (Cr) değeri bakımdan en yüksek analiz değeri Admine popülasyonuna, en düşük krom değeri ise Aoulouz ve Aıt baha popülasyonlarında ölçülmüştür. Duncan testi verilerine göre ölçüm verileri 7 grup altında toplanmıştır. Admine popülasyonu 1. grupta, Lakhsass popülasyonu 2. grupta ve Aına Smama popülasyonu 3. grupta yer almaktadır. En yüksek krom bulundurma oranı ise Admine > Lakhsass > Aına Smama > Argana = Tamanar Şud Tamrı = Argen >Tasgou Drar > Aoujdad Azıar > Şıdı Ifnı = Taznakht >Anzı > Aoulıuz = Aıt Baha şeklindedir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15 Popülasyonlara göre Krom (Cr) değeri

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan bu çalışma boyunca argan tohumu ve meyveleri üzerinde 16 adet ölçülen morfolojik değeri, 18 adet hesaplanan morfolojik değeri, 11 adet biyokimyasal analiz değeri ve 15 farklı besin element değeri yönünden kıyaslama yapılarak toplamda 60 farklı değişken üzerinden kıyaslama yapılmıştır.

Ölçülerek ve hesaplanarak tespit edilen toplam 34 pomolojik özellikten toplam 30'u arasında popülasyon faktörüne göre önemli vasyasyon tespit edilmiştir. Popülasyonlar arasında ayrıca analizi yapılan 11 biyokimyasal değişkenin tamamı açısından önemli farklılık saptanmıştır. Analizi yapılan tohumların içeriğinde tespit edilen 15 besin elementinin 15'i arasında da popülasyon bazında önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir.

Arganın genetik çeşitliliği konusunda birçok çalışma yapılmış ve bu çalışmalarda esas olarak morfolojik özellikler kullanılarak fenotipik değişkenlikler üzerine odaklanılmıştır. Argan üzerindeki bu morfolojik karakterizasyon kıyaslamalarında çiçekler, yapraklar, meyveler ve tohumlardaki fenolojik ve morfolojik özelliklere göre değerlendirmelere yer verilmiştir (Naima ve vd., 2015).

Yürütülen bu çalışmada morfolojik karakterlerin ekseriyetinde popülasyon bazlı varyasyon olduğu ve coğrafi konumuna göre iç kesim ve kıyı kesim özellikleri, kuraklık-yarı kuraklık durumları, Yüksek Atlas Dağları, Anti Atlas Dağları ve iki sıradağ arasındaki düzlük alanda bulunma durumlarına göre kıyaslama yapılabilmektedir.

Bani-Aameur ve Ferradous (2000)'un argan tohumları üzerinde morfolojik değişkenliğin ortaya konulması açısından yaptıkları çalışmada kıyaslanan Aıt baha ve Argana popülasyonları için metrik özellikler bakımından Argana bölgesindeki ağaçlardan alınan örnekler Aıt Baha bölgesindeki örneklere kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Yaptığımız çalışmada ise bu iki bölge için meyve, tohum, almond ve tohum kabuğuna ait boy, genişlik, kalınlık ve ağırlıkları bakımından Argana bölgesindeki tohumlar daha yüksek değerde ölçülmüştür.

Ölçülen değerlerde meyve, tohum ve badem boyları Aoulouz popülasyonunda her üç birim içinde en yüksek veriler elde edilmiştir. Hesaplanan değerlerde ise yine aynı popülasyon üzerinde meyve, tohum ve şekil indeksleri, meyve, tohum ve almond şekil oranları, meyve, tohum ve badem ölçüleri için en yüksek veriler elde edilmiştir.

Meyve, tohum ve badem iriliği bakımından Argana, Aoulouz ve Taznakht popülasyonları diğer popülasyonlara kıyasla aynı istatistiki grup içerisinde değerlendirilmiş ve üç popülasyonun da Yüksek Atlas Dağları lokasyonu içerisinde yer alan bölgeler olduğu görülmüştür.

Renk durumları açısından değerlendirildiğinde Anti Atlas Dağları hattı üzerinde kıyı kesime yaklaşıldıkça meyve kabuğu renkleri koyu kahverenginden ton farkları ile açılarak sırasıyla açık kahve ve açık sarı tonlarında renklerinde gözlemlenirken iki dağ arasındaki düzlükten kuzey hattına doğru gidildikçe meyve kabuğu rengi açık kahverengi tonlarından koyulaşarak üst kesimlerin koyu kahverengi tonlarında meyve kabuğuna sahip olduğu görülmüştür. Aynı kıyı hattı boyunca açık sarı, açık kahve ve koyu kahverengi meyve kabuğunun gözlemlenmesi kıyı kesime yaklaştıkça meyve kabuğu renklerinin açılmasından ziyade lokasyonların haritadaki konumları ile ilişkilendirildiğinde güney cepheyi çevreleyen çöl ikliminden uzaklaşılması meyve renklerinde genel itibari ile koyulaşmaya neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tohum içi doluluk oranları kıyaslandığında Anti Atlas Dağları lokasyonu içerisinde bulunan popülasyonların ikili ve üçlü almond bulundurma yüzdesi Yüksek Atlas Dağları hattı içerisinde bulunan popülasyonlardan yüksek çıkmıştır. Aynı zamanda iç randıman oranı bakımından da en yüksek veri gruplarının Anti Atlas Dağları içerisinde bulunan ekotiplerde olduğu sonucuna varılmıştır.

Chakhchar vd., (2016) yapmış oldukları çalışmada; kıyı ve iç ekotipe ait argan ağaçları kullanılarak dört farklı ekotip arasındaki kuraklık stresi ve ekotipler arasındaki toparlanma için fizyolojik ve antioksidatif değerlendirmeler ölçülmeye çalışılmıştı. Örnek olarak kullanılan iki zıt kıyı ekotipi Admine ve Rabia, iki zıt iç ekotip olarak ise Aoulouz ve Lakhssas bölgelerine ait argan bitkileri için yapılan deney sonucunda kuraklık stresi argan ağacının yapraklarındaki izoenzimlerin aktivitesinde önemli bir

artışa neden olmuştur. İç ekotiplerin kıyı ekotiplere kıyasla koruyucu mekanizmalarının daha iyi şekilde düzenlendiği sonucuna ulaşılmıştır. Yürütülen bu tez çalışmasında ise yapılan çalışmayı destekler nitelikte en yüksek SOD değerine Yüksek Atlas Dağları iç ekotip içerisinde yer alan Aına Smama ve Taznakht popülasyonlarında en yüksek değere ulaşılırken beraberinde SOD enzimini ve bunların izoenzimleri (Cu/Zn –SOD aktiviteleri) bakımından değerlendirildiğinde Cu ve Zn enzimleri açısından ise Argen ve Aoulouz popülasyonları ön plana çıkmaktadır. SOD enzimi için ön plana çıkan popülasyonlar Yüksek Atlas Dağları rejyonu içerisinde kalan ekotipler olmuştur.

Kuraklık stresi süperoksit anyonu, hidroksil radikali (OH) ve H_2O_2 (hidrojen peroksit) gibi reaktif oksijen türlerinin artmasına neden olabilmektedir (Chakhchar vd. 2016). Ayrıca, kuraklık süreci *A.spinosa* da stres süresinin yoğunluğu ve süresi ekotip etkilerine bağlı olarak farklı fizyolojik ve biyokimyasal farklılıklar ortaya koymaktadır (Chakhchar vd. 2016). Kuraklık stresi olan ekotiplerde H_2O_2 miktarı belirgin bir şekilde artmıştır. Metabolitin birikimi kıyı ekotiplerinde iç kesim ekotiplerine kıyasla daha belirgin çıkmıştır (Chakhchar vd. 2016). Kuraklık stresi SOD enzimi ve argan ağacının yapraklarındaki izoenzimlerin aktivitesinde önemli bir artışa neden olmuştur (Chakhchar vd. 2016).

H_2O_2 hücresel doku ve hücrelerde sinyal molekül olarak iş gören önemli bir bileşiktir. H_2O_2 normal metabolik reaksiyonlarda hücre içerisnde birikebilir ancak bu bileşiğin eşik değeri üzerinde toksit etkilidir. Hücresel kompanentlerde oksitatif stresin lipit peroksidasyonu uyarır. H_2O_2 seviyesinin düşmesi antioksidan enzim aktivitelerinin indirgenmesinde etkin olmaktadır (Gill ve Tuteja 2010 ; Foyer 2017).

MDA (Melondialdehit) ROS'ların (Reaktif Oksijen türleri) mebran fosfolipitlerinde oluşturduğu reaksiyonların son ürünüdür. Bitki dokuları büyüme gelişme döneminde mitoz bölünmeleri artırmaktadır. MDA birikerek hücre çeper aktivitesini artırmaktadır fakat yüksek dozda bu birikim toksit etki göstermektedir. Bu durumda hücre zar lipitleri yapısı, preoksidasyon reaksiyonları bozulmaktadır. Yapılan çalımalarda enzim aktivitelerinin düşük olması MDA miktarını yükselmesine neden olmuş olabilir (Quan 2008).

Prolin, metabolik hızı ve sentez olayını sitümüle eder (uyarır). Prolin miktarının yüksek olması MDA ve ROS gibi toksit bileşiklerin detoksifikasyonuna sebep olur. Prolinin artış göstermesi hücre turgorunu ve ozmatik potansiyelin düzenlenmesini sağlar (Jiang ve Huang 2001; Reich 1999).

Bitkilerin büyüme ve gelişmelerinde proteinler enerji ve karbonhidrat kaynağı olarak önemlidirler (Chapin 1995). Bitkilerde protein içeriğinin artması H_2O_2 ve MDA içeriğinin indirgenmesinden ve enzim aktivitelerinin artmasından kaynaklı olabilir (Renger, 2010).

Süperoksit (O_2^-) iyonlarını hidrojen peroksite (H_2O_2) katalize eder. Daha sonra CAT enzimi bu bileşiği su ve moleküler oksijene dönüştürür. SOD enzim aktivitesi H_2O_2 toksit etkisini inhibe etmektedir (Del Río vd., 2018). Aynı zamanda literatürde; CAT enzim aktivitesininde hücrede artış göstererek H_2O_2'i su ve oksijene dönüştürerek onun toksit etkisini önlemektedir (Buchert ve Forreiter, 2010;Genestra ,2007). Çalışmamızda SOD ve POD enzim aktivitelerinin artış gösterdiği popülasyonlarda hücresel dayanıklılığı artırdığı düşünülmektedir. Hücresel bozulmanın göstergesi olan MDA ve H_2O_2 miktarını arttığı tespit edilmiştir. Özellikle yüksek atlas zonunda kalan popülasyonlarda enzim aktivitelerinin koruyucu rol üstlendiği görülmüştür. Düşük SOD ve POD enzim aktiviteleri gösteren popülasyonlarda bu etkiyi protein miktarındaki artış sağlayabilmektedir. Çünkü proteinlerin hidrolizinden sorumlu enzimlerin aktivitasyonu baskılanabilir. Prolin ve protein miktarlarının en yüksek ilk üç değeri dikkate alındığında kuzeyde kalan yüksek atlas zonunda yer alan popülasyonlarda daha yüksek değerler tespit edilmiştir.

Fotosentezde görev alan karbonun kloroplastlarda ya da sitozolde rol almasını sağlayan monosakkarit fruktozdur (Huber 1986; Schulz 1994; Stitt 2007). Nisasta sentezinde ve hücresel solunumun başlangıç aktivitesinde görev alan bileşik ise glikozdur (Plaxton 1996; Winter ve Huber 2000; Zeaaman ve Smith 2007). Osmatik potansiyelin düzenlenmesinde rol alan çözünür bileşik ise sukrozdur. Sukroz içeriğinin artmış olması protein miktarını yüksek olmasına katkıda bulunabilir (Geiger ve Fuchs 2002). Fotosentez solunum olaylarında sukroz, fruktoz ve glikoz molekülleri hücre içi basıncın düzenlenmesinde etkili olmaktadır.

Kuzeyde ve yüksek atlas zonunda en düşük fruktoz değeri Aoujdad Azıar popülasyonunda görülürken aynı popülasyonda sukroz değerinin en yüksek bulunduğu tespit edilmiştir. Bu durum hücrede nişasta sentezinde glikoz, fruktoz ve sukroz monomerlerinin görev aldığının ve metabolik reaksiyonlar için kilit bileşikler olduğunun göstergesi olabilmektedir (Kuruger ve Volin 2006).

Flavonoidler bitkilerin ikincil metaboliklerindendir. İskelet yapılarının farklı olmasından dolayı flovon, flavanol, flovonon ve biflovaoid gibi çok önemli türevleri vardır. Flavonoidler fenolik bileşiklerin en yaygınlarındandır. Kristalik bileşiklerdir. Bitkinin yer üstü kısımlarında çiçek ve tomurcukların oluşmuş olduğu zamanda, yer altı kısımlarında ise tohumlama zamanında flavonoidler salgılanmaktadır. Genç dokularda salgılanan flavonoid miktarı yaşlı dokulara nazaran daha fazladır. Flavonoidler çiçekli bitkilere renk verem maddelerdir bu maddelerin lokalizasyonu genelde bitki dokularının tümünde gerçekleşmektedir. Bitkilerin gelişme dönemine ve yaşına bağlı olarak salgılanma dereceleri faklılık göstermektedir. Metal iyonları ile etkileşimi antioksidan özelliklerini değiştirebilir. Falovonoidler serbest radikal savar (ROS) olmaları, enzim aktivitelerini düzenleyici görev almalarından dolayı önem taşımaktadırlar (Mammadov 2014). Fenoller organik ve kristal yapıda maddelerdir. Oksijenli aromatik bileşiklerden bir veya daha fazla hidroksil (OH^-) grubu taşıyan en az bir aromatik halkaya sahip renksiz maddelerdir. Ancak hava le temas ettiklerinde kırmızı renk gösteririler. Fenolik maddeler açısından kuzey atlas zonu popülasyonlarının zengin olduğu tespit edilmiştir. Bu durum oksidatif bozulmanın korunmasını sağlamış olabilir. Fenolik bileşikler bitkilerin hayatını idame ettirmlerini sağlayan bir enerji kaynağıdır. Olumsuz iklim koşullarında bitkiler çok miktarda fenolik bilekşikler sentezleyerek iklim şartlarına dayanıklılığı artırmış olurlar. Aynı zamanda bu bileşikler hücre ve dokuların destekleyici maddelerinin oluşumunda rol almaktadırlar. Mekanik dokuların önemli polimeri olan lignin hücre duvarının yapısını oluşturmaktadırlar. Çalışmamızda kuzey atlas zonunda yer alan popülasyonlarda fenolik bileşiklerin biyosentezi artış göstermiştir. Bu durum membranların lipit katını dağılmaktan koruyarak bitkinin dayanıklılığını artırmıştır (Mammadov, 2014).

Arganın badem kısmı için yapılan elementel analizde populasyonlara minimum ve maksimum değerler; Mg (221,00-1177 mg/kg), P (2260-3769,33mg/kg), S (2160-3748,68 mg/kg), K (6977-11190 mg/kg) ve Ca (2356-5897 mg/kg) şeklinde tespit edilmiştir. Argan bademlerinin muhteviyatındaki en yüksek değere sahip makro element K elementidir. K'dan sonra Ca, P ve S bakımından da Argan bademlerinin zengin olduğu görülmektedir. Çınar (2012) araştırmasında; Antepfıstığı çeşitlerinde belirlenen mineral maddelerin miktarları 313,0-477.7 mg/100 g fosfor, 1866,7-2567,0 mg/100 g potasyum, 85,2-242,1 mg/100 g kalsiyum, 77,5-128,1 mg/100 g magnezyum, 3,03-6,43 mg/100 g demir, 0,10-1,00 mg/100 g bakır ve 1,15-6,01 mg/100 g çinko olarak tespit etmiştir.

Mikro elementlerden; Al, 13 populasyondan sadece Argen ve Lakhsass populasyonlarında tespit edilirken, Na elementi; Admine, Ait Baha, Aoulouz, Argana, Tasgou Drar ve Taznakht populasyonlarında tespit edilmemiştir. Çınar (2012) benzer şekilde çalışmasında antepfıstığı çeşitlerinin sodyum (Na) içeriklerinin ölçülemeyecek düşük seviyelerde olduğunu vurgulamıştır. Argan bademlerinde Mn içeriği 53,9-101,12 mg/kg aralığında araştırma kapsamındaki 13 populasyonun tamamında tespit edilirken, Çınar (2012) Antepfıstığı çeşitlerinde Mn içeriğinin cihazın okuyabileceği sınırların altında olduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte; mineral madde oranları yıllara (Doğruer Kalkancı vd., 2007), tozlayıcı türlere (Afshari vd., 2008), yetişme ortamı ve bitki beslenme koşullarına (Kacar, 1972) bağlı olarak da değişimler gösterebildiği de belirtilmektedir.

Araştırmada elde edilen sonuçlar; türün doğal yayılış alanlarındaki farklı habitatların yüksek varyasyonunu doğrulamaktadır. Bu çalışmada popülasyonlar arasında değerlendirilen morfolojik özellikler, biyokimyasal değişkenler ile makro ve mikro besinler açısından önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

Bu durum uzun yıllardır degredasyona maruz kalan Argan türü ve popülasyonların hem in-situ hem de ex-situ koruma stratejisinin entegre bir şekilde hazırlanmasının ve etkin bir şeklide uygulanmasının aciliyetini göstermektedir.

KAYNAKLAR

Aameur, F.B., Ferradous, A., (2001). Fruit and stone varıability in three argan (*Argania spinosa* (L.) Skells) populations, Forest Genetics 8 (1):39-45,2001

Abdelaziz, Z., Fouzia, B-A., Abdelhamid, M. (2014). Morphological Variability in Argan Seedlings (*Argania spinosa* (L.) Skeels) and Its Implications for Selecting Supperior Planting Material in Arid Environments. International Journal of Agriculture and Foresty, 4 (6):419-434.

Afshari, H., Tajabadipour, A., Mogdaham, M. M., Hokmabadi, H., Laee, G. (2008). Studying some compounds existing in pistachio fruits and the effect of pollen grains of different male genotypes on the changes in their quantity. World Applied Sciences Journal, 5(1); 105-110

Aıt Aabd, N., Msanda, F., El Mousadık, A. (2012). Univariate and Multivariate Analysis of Agronomical Traits of Preselected Argan Trees. Not Bot Horti Agrobo, 40 (2): 308-316

Ait Aabd, N., Msanda, F., El Mousadik, A. (2015). Genetic diversity of the endangered argan tree (*Argania spinosa* (L.) (Sapotaceae) revealed by ISSR analysis. Basic Research Journal of Agricultural Science and Review (46pp. 176-186).

Alay, M., (2018). Çınar Ağaçlarında (*Platanus orientalis* L.) Yaşa Bağlı Olarak Bazı Kimyasal Bileşenlerin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı.

Amakhir, S.M., Abajan A. (2008), Argan trees a natural heritage: functions numerous and restrictions increasing

Angelini R, Manes F, Federico R, 1990. Spatial an funtional correlation between daimine-oxsidase and peroxidase activities and their dependence upon deetilation and wounding in chick-pea. Planta, 182: 89-96.

Asfoor, A. (2017). Argan Yağı Tağşisi ve Kalitesini Belirlemede Hatüstü Sıvı Kromatoğrafik Yöntemler Geliştirilmesi. İstanbul Üniversitesi, Kimya Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.

Ay, O., (2014). Trakya Bölgesinde Yetiştirilen Ayçiçeği Tohumlarında Bazı Ağır Metal ve Mikrobesin Elementlerin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniveristesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Bari-Aameur, F., Ferradous.A., (2000). Fruit and Stone Variability in There Argan (*Argania spinosa* (L.) Skeels) Populations, Forest Genetics, 8 (1):39-45

Bates, L., Waldern, R. P., Teare, I. D. (1973). Rapid Determination of Free Proline For Water-Stress Studies. *Plant and Soil, 39,* 205-207.

Beyer Jr, W. F., Fridovich, I. (1987). Effect of hydrogen peroxide on the iron-containing superoxide dismutase of *Escherichia coli*. Biochemistry, 26 (5), 1251-1257.

Bohalima, A.A.O. (2017). Tuz ve Kuraklık Stresinin Domates Gelişimi Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı

Bolat, İ., Kara, Ö. (2017). Bitki Besin Elementleri: Kaynakları, İşlevleri, Eksik ve Fazlalıkları, Bartın Orman Fakultesi Dergisi, 19 (1): 218-228.

Bostan, S.Z. (2005). Fındıkta pomolojik ve teknolojik özellikler üzerine ocaktaki dal sayısının etkisi. Ziraat Mühendisliği, 344:4-7.

Bradford, M.M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical biochemistry, 72 (1-2), 248-254.

Buchert, F., & Forreiter, C. (2010). Singlet oxygen inhibits ATPase and proton translocation activity of the thylakoid ATP synthase CF1CFo. FEBS letters, 584 (1), 147-152.

Chakhchar, A., Lamaoui,M., Aissam, S.,Ferradous,A., Wahbi ,S., El Mousadik, A., Ibnsouda-Koraichi, S., Filali-Maltouf, A. & El Modafar, C. (2016) Differential physiological and antioxidative responses to drought stress and recovery among four contrasting *Argania spinosa* ecotypes, Journal of Plant Interactions, 11(1) 30-40.

Chapin III, F. S. (1995). New cog in the nitrogen cycle. Nature, 377 (6546), 199

Çınar, B. (2012). Türk antepfıstığı çeşitlerinin vitamin, mineral madde, yağ ve yağ asitleri bileşimi üzerinde araştırmalar, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, s. 171, Ankara.

Del Río L.A., Corpas F.J., López-Huertas E., Palma J.M. 2018. Plant Superoxide Dismutases: Function Under Abiotic Stress Conditions. In: Gupta D., Palma J., Corpas F. (eds) Antioxidants and Antioxidant Enzymes in Higher Plants. Springer, Cham.

Eken, A., Baldemir Kılıç, A., Endirlik Ünlü, B., Bakır, E., İlgün, S. (2017). Karayemiş (*Laurocerasus officinalis* Roem.) Meyvesi ve Tohumlarının Esansiyel Element ve Metal İçerikleri, Sağlık Bilimleri Dergisi, 1-4.

El Abbasi, A., Khalid, N., Zbakh, H., Ahmad, A. (2014). Physicochemical Characteristics, Nutritional Properties and Health Benefits of Argan Oil: A Review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 54: 1401-1414.

Esim, N & Atıcı, Ö. 2014. Nitrik Oksit'in Mısır (*Zea mays* L) Bitkisinde Oksidatif Stres ve Antioksidan Enzimler Üzerine Etkisi, Türk Doğa ve Fen Dergisi

Ferradous A., Hafidi M., Alifriqui ˙ , Ouhammou A., (2017). Fas'ta argan bitkilerinin (*Argania spinosa*) üretimi: konteyner ve substrat seçimi. Tropical Woods ve Ormanlar, 333 : 37-47.

Folin O., Denis W. (1915). A colorimetric estimation of phenol and phenol and derivatives in urine. *J. Biol. Chem.*, 22; 305-308.

Foyer, C. H., Ruban, A. V., & Noctor, G. (2017). Viewing oxidative stress through the lens of oxidative signalling rather than damage: Portland Press Limited.

Geiger, D. R., M.A. Fuchs. (2002). Inhibitors of aromatic amino acid biosynthesis (glyphosate). Pages 59-85 in P. Boger, K. Wakabayashi, and K. Hirai, eds. Herbicide Classes in Development. Berlin: Springer- Verlag

Genestra, M. (2007). Oxyl radicals, redox-sensitive signaling cascades and antioxidants. Cell. Signalling, 19: 1807-1819.

Gill, S.S., Tuteja, N. (2010). Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. Plant physiology and biochemistry, 48 (12), 909-930.

Güneş, A., Sönmez, O. (2019). Kükürt Uygulamalarına Bağlı Olarak Hıyar Bitkisinin (*Cucumis sativus* L.) Antioksidant Enzim Aktivitesindeki Değişimler, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme. 1186-1192.

Hılalı, M., Charrouf, Z., Soulhı, Abd El A., Hachımı, L., Guıllaume, D. (2005). Influenceof Origin and Extraction Method on Argan Oil Physico- Chemical Characteristic and Composition. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2081-2087.

Huber, S.C. (1986). Fructose 2,6 biphosphate as a regulatory metabolits in plants. Annu. Rev. Plant. Physiol. Plant Mol Biol. 37:233- 246.

İslam, A. (2000). Ordu İli Merkez İlçede Yetiştirilen Fındık Çeşitlerinde Klon Seleksiyonu. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Adana, 192 s.9-

Jiang, Y., Huang, B., (2002). Protein alterations in tall festcue in response to drought stress and abscisic Acid. Crop Sci., 42(1): 202-207.

Kacar, B. (1972). Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. II. Bitki Analizleri, A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 453, Uygulama Kılavuzu: 155, A. Ü. Basımevi, Ankara.

Doğruer Kalkancı, N., Bayram, M., Aydın, Y., Karadağ, S. (2007). Bazı antepfıstığı meyvelerinde vitamin E, omega-3 yağ asitleri ve fitosterol kapsamlarının belirlenmesi. Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları: 34, Gaziantep.

Khayi, S., Unver, T., Gaboun, F. (2018). First Draft Genome Assembly of the Argana Tree (*Argania spinosa*). F1000Research

Köksal, A.İ. (2002). Türk Fındık Çeşitleri. Ankara Üniveristesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara. 0-5

Kruger, E. L., & Volin, J. C. (2006). Reexamining the empirical relation between plant growth and leaf photosynthesis. Functional Plant Biology, 33(5) 421-429.

Laaribya ,S., Alaoui, A., Gmira, N. (2017). The Moroccan forest and sustainable development case of the argan tree (*Argania spinosa* (L.) Skells) in Morocco. Biological Diversity and Conservation 10/2 (S2) 01-07

Lutts, S., Kinet, J. M., & Bouharmont, J. (1996). NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. Annals of Botany, 78(3), 389-398.

Luximon-Ramma A., Bahorum T., Soobratee M. A., Aruoma O.I. (2002). Antioxidamt activities of flavonoid compounds in extracts of *Cassia fistula*. *Journal of Agriculture and food chemistry*, 50: 5042-5047.

Mammadov, R. (2014). Tohumlu Bitkilerde Sekonder Metabolikler, Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Ticaret Limited Şirketi Yayın No:841.

Matougui, M. L. Mokhtari, M., Maughan, P.J. (2017). Morphological Variability and Correlation Studies within an Argan Tree Population (*Argania spinosa* (L.) Skells) Preserved in situ. International Journal of Agriculture and Foresty, 7 (2): 42-51

Milosevic, T. & Milosevic, N.(2017), Determination of Size and Shape Features of Hazelnuts Using Multivariate Analysis, Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus. 16 (5) 49-61.

Naima, A.A., Abdelhamid. El M., & Msanda. F. (2015). Genetic diversity of the endangered argan tree (*Argania spinosa* L.) (Sapotaceae) revealed by ISSR analysis, Basic Research Journal, 176-196.

Nouaim, R., Mangin, G., Breuil, M.C., Chaussod, R. (2002). The argan tree (*Argania spinosa*) in Morocco: Propagation by seeds, cuttings and in-vitro techiques. Agroforestry Systems, 54:71-81

Pearson, D., Melon, H.K., & Ronald, S. (1976). Chemical analysis of Food, 8th edition. Churchill Livingstone. Pp 5-63.

Plaxton, W.C. (1996). The organisation and regulation of plant glycolysis. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. Pp:47:185-214.

Quan LJ, Zhang B, Shi WW, Li HY (2008). Hydrogen peroxide in plants: A versatile molecule of the reactive oxygen species network. Journal of Integrative Plant Biology, 50 (1):2-18.

Reich, G. (1999). The structural changes of collagen during the leather making processes 1998 Atkin Memorial Lecture, JSLTC, Vol. 83, p.63.

Renger, G. (2010). The light reactions of photosynthesis. Current Science, 1305- 1319.

Ruas, M-P., Tengberg, M., Ettahiri A.S., Fili, A., Staevel J-P.V. (2011). Archaebotanical research at the medieval fortified site of İgiliz (Anti-Atlas, Morocco) with particular reference to the exploitation of the argan tree. Veget Hist Archaeobot, 20:419-433

Schulz, A. (1994). Phloem transport and differential unloading in pea seedlings fluorescense microscopy. Protoplasma, 166:153-164.

Semiz, M. (2016). Çarşamba ovasında (Samsun) Yetişen Bazı Fındık (*Corylus avellana* L.) çeşit ve genotiplerinin morfolojik, pomolojik özellikleri ile akrabalık ilişkilerinin belirlenmesi. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bilimleri Anabilm Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 89s.

Stitt, M., Gibon, Y., Lunn, J. E., Piques, M. (2007). Multilevel genomics analysis of carbon signalling during low carbon availability: Coordinating the supply and utilisation of carbon in a fluctuating environment. Funct Plant Biol 34:526-549.

Turna, İ., (2001). Doğu Ladini (*Picea orientalis (*L.) Link.) Tohum Meşcereleri Genel Değerlendirmesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi, Sayı: 1 (28-35).

URL-1. pfaf.org/ plants of a future / *Argania spinosa* (L.) Skells Afrika Fas (Kuzey Afrika)gösteren Fas haritası - Harita - (maps-morocco.com)

Üçler, A.Ö. (1988). Sarıçam Karaçam ve Halep Çamında Tohum Büyüklüğü ve Ağırlığının Çimlenme Yüzdesi, Fidan Boyu Ve Fidan Kalitesine Etkisi, Yüksek lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Velikova V., Yordanov I, Edrava A. (2000). Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants. Plant Science, 151: 59-66.

Winter, H., Huber, S. C. (2000). Regulation of Sucrose Metbolism in Higher Plants: Localisation and Regulation of Activity of Key Enzymes. Critical Review Plants Sciences 19:31-67.

Yılmaz, M. (2009). Bazı Fındık Çeşit Ve Genotiplerinin Pomolojik, Morfolojik ve Moleküler Karakterizasyonu, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü , Bahçe Bilimleri Anabilim Dalı

Zeaaman, S.C., Smith, S.M., Smith, A.M. (2007). The diurnal metabolism of leaf starch. Biochemical Journal, 401:13-28.