T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

FARKLI ALIÇ (*Crataegus monogyna*) GENOTİPLERİNİN MOLEKÜLER, MORFOLOJİK ve BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN KARAKTERİZASYONU

Hazırlayan
Bora ERKEK

Danışman
Doç. Dr. Mehmet YAMAN

Yüksek Lisans Tezi

Şubat 2025
KAYSERİ

T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

FARKLI ALIÇ (*Crataegus monogyna*) GENOTİPLERİNİN MOLEKÜLER, MORFOLOJİK ve BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN KARAKTERİZASYONU

(Yüksek Lisans Tezi)

Hazırlayan
Bora ERKEK

Danışman
Doç. Dr. Mehmet YAMAN

Şubat 2025
KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Bora ERKEK

İmza

“Farklı Alıç (Crataegus monogyna) Genotiplerinin Morfolojik, Biyokimyasal ve Moleküler Karakterizasyonu” adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan	**Danışman**
Bora ERKEK	Doç. Dr. Mehmet YAMAN
İmza	İmza

Bahçe Bitkileri ABD Başkanı

Prof. Dr. Ercan YILDIZ

İmza

TEŞEKKÜR

Yapmış olduğum tez çalışmasının konu seçiminde, arazi çalışmalarında, verilerin elde edilmesinde ve hatta yazım aşamasında kısacası tezin her aşamasında bilgisini ve tecrübelerini esirgemeyen ve her konuda bana yardımcı olan değerli danışman hocam Doç. Dr. Mehmet YAMAN'a, çalışma materyallerinin analiz aşamasında gerekli tüm kolaylıkları sağlayan ve destek veren değerli hocam Prof. Dr. Ercan YILDIZ'a, arazi çalışmalarında, moleküler analizlerin yapılmasında ve verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde yardımlarını esirgemeyen sayın Öğr. Gör. Dr. Ahmet SÜMBÜL hocama teşekkürlerimi sunarım.

Maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen sevgili annem Songül ERKEK'e, eğitim hayatım boyunca her daim destekçim olan babam Meksenli ERKEK ve neşe kaynağım olan değerli kardeşim Bayram Can ERKEK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmalarında yardımını ve desteklerini esirgemeyen arkadaşım Resul SANRI, Ali Yavuz ÇAKIR, Ahmet YELİŞTAŞ ve Nihal BOZDOĞAN'a en içten dileklerimle sevgilerimi ve teşekkürlerimi sunuyorum.

Bora ERKEK

Ocak 2025, KAYSERİ

FARKLI ALIÇ (*Crataegus monogyna*) GENOTİPLERİNİN MORFOLOJİK, BİYOKİMYASAL VE MOLEKÜLER KARAKTERİZASYONU

Bora ERKEK

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Şubat 2025
Danışman: Doç. Dr. Mehmet YAMAN

ÖZET

Bu çalışma, Orta Kelkit vadisinde bulunan Sivas ilinin Suşehri ve Akıncılar ilçesinde doğal olarak yetişen farklı alıç (*Crataegus monogyna*) genotiplerinin morfolojik, biyokimyasal ve moleküler karakterizasyonu amacıyla yürütülmüştür. Genotiplerde, meyve ağırlığı 2.87 g ile 2.08 g, meyve eni 18.39 mm ile 16.07 mm arasında, meyve boyu 16.36 mm ile 15.25 mm arasında, meyve çekirdek ağırlığı 0.51 g ile 0.11 g arasında ve meyve çekirdek sayısı 1.00 ile 2.00 arasında değişmiştir. Yaprak eni 41.19 mm ile 19.53 mm arasında, yaprak boyu 47.85 mm ile 26.10 mm arasında, yaprak sapı boyu 23.53 mm ile 9.53 mm arasında ve yaprak sapı kalınlığı 0.86 mm ile 0.33 mm arasında değişişklik göstermiştir. Alıç genotiplerinin toplam fenolik madde içeriği 491.88 ile 151.34 mg GAE/100 g arasında, toplam flavonoid içeriği 48.13 ile 16.74 mg KE/ 100 g arasında, toplam antioksidan içeriği %56.70 ile %29.20 arasında ve toplam antosiyanin içeriği 79.79 ile 26.34 mg cyn-3-gluc/100g arasında değişmiştir. Alıç genotiplerinde en yüksek bireysel fenolikler rutin (74.05-1.57), aminobenzoik (38.56-23.15) ve kateşin (29.53-5.12) olarak belirlenmiştir. Çalışmada7 farklı ISSR primerinden 62 skorlanabilir bant elde edilmiş ve bu bantların 55'i polimorfiktir. Ortalama Çalışmada7 farklı ISSR primerinden 62 skorlanabilir bant elde edilmiş ve bu bantların 55'i polimorfiktir. Polimorfizm oranı %89.11 ve primerlerin bant uzunlukları 200 ile 1200 bp arasında değişmiştir. Moleküler analizler sonucunda oluşturulan dendogramda genotipler iki ana kümeye ayrılmıştır. Temel bileşen analizine göre, üç temel bileşen toplam varyasyonun %60,57'sini açıklamaktadır. Bölgedeki alıçlar arasında morfolojik ve moleküler düzeyde geniş varyasyon saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Alıç, *Crataegus monogyna*, Biyokimyasal, Bireysel fenolik, ISSR

MOLECULAR MORPHOLOGICAL AND BIOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF DIFFERENT HAWTHORN (*Crataegus monogyna*) GENOTYPES

Bora ERKEK

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences
Master Thesis, February 2025
Supervisor: Assoc. Prof. Mehmet YAMAN

ABSTRACT

This study was carried out for the morphological, biochemical and molecular characterization of different hawthorn (Crataegus monogyna) genotypes growing naturally in Suşehri and Akıncılar districts of Sivas province in the Middle Kelkit valley. In the genotypes, fruit weight varied between 2.87 g and 2.08 g, fruit width between 18.39 mm and 16.07 mm, fruit length between 16.36 mm and 15.25 mm, fruit seed weight between 0.51 g and 0.11 g, and fruit seed number between 1.00 and 2.00. Leaf width varied between 41.19 mm and 19.53 mm, leaf length varied between 47.85 mm and 26.10 mm, petiole length varied between 23.53 mm and 9.53 mm and petiole thickness varied between 0.86 mm and 0.33 mm. In hawthorn genotypes, total phenolic content varied between 491.88 and 151.34 mg GAE/100 g, total flavonoid content varied between 48.13 and 16.74 mg KE/100 g, total antioxidant content varied between 56.70% and 29.20% and total anthocyanin content varied between 79.79 and 26.34 mg cyn-3-gluc/100 g. The highest individual phenolics in hawthorn genotypes were determined as rutin (74.05-1.57), aminobenzoic (38.56-23.15) and catechin (29.53-5.12). In the study, 62 scorable bands were obtained from 7 different ISSR primers and 55 of these bands were polymorphic. The polymorphism rate was 89.11% and the band lengths of the primers varied between 200 and 1200 bp. In the dendogram created because of molecular analysis, genotypes were divided into two main clusters. According to the principal component analysis, three principal components explain 60.57% of the total variation. Wide variation was detected at morphological and molecular levels among hawthorns in the region.

Keywords: Crataegus monogyna, Biochemical, Individual phenolic, ISSR

İÇİNDEKİLER

FARKLI ALIÇ (*Crataegus monogyna*) GENOTİPLERİNİN MORFOLOJİK, BİYOKİMYASAL VE MOLEKÜLER KARAKTERİZASYONU

YÖNERGEYE UYGUNLUK....iii
KABUL VE ONAY....iv
TEŞEKKÜR....v
ÖZET....vi
ABSTRACT....vii
İÇİNDEKİLER....viii
KISALTMALAR....x
TABLOLAR LİSTESİ....xi
ŞEKİLLER LİSTESİ....xii
GİRİŞ....1

1. BÖLÜM
LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Önceki Çalışmalar ve Problem Durumu....4
1.1.1. Alıç ile İlgili Yapılan Morfolojik Çalışmalar....4
1.1.2. Alıç ile İlgili Yapılan Biyokimyasal Çalışmalar....6
1.1.3. Alıç ile İlgili Yapılan Genetik Çalışmalar....9

2. BÖLÜM
MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal....12
2.2.1. Araştırmanın Yürütüldüğü Bölgenin Coğrafik Yapısı....12
2.2.2. Araştırmanın Yürütüldüğü Bölgenin İklim Özellikleri....14
2.2. Yöntem....14
2.2.1. Morfolojik Karakterizasyon....14
2.2.2. Moleküler Karakterizasyon....15
2.2.3. Biyokimyasal Karakterizasyon....17
2.2.4. Bireysel Fenolikler....20
2.2.5. Verilerin Analizi....20

3. BÖLÜM
BULGULAR VE TARTIŞMA

3.2. Biyokimyasal Veriler 26
3.2.1. Toplam Fenolik Madde İçeriği 27
3.2.2. Toplam Flavonoid Madde İçeriği 27
3.2.3. Toplam Antioksidan Madde İçeriği 28
3.2.4. Toplam Antosiyanin Madde İçeriği 28
3.2.5. Bireysel Fenolikler 29
3.3. Moleküler Veriler 34
3.3.1. ISSR Primerlerine Ait Bant Özellikleri 34
3.3.2. ISSR Primerlerine Ait Benzerlik Dendogramı 37
3.4. Korelasyon, Temel Bileşen Analizi ve Hiyerarşik Heatmap Analizi 39

4. BÖLÜM

SONUÇ ve ÖNERİLER 45

KAYNAKÇA 48
ÖZGEÇMİŞ 54

KISALTMALAR

%	: Yüzde
°C	: Derece santigrad
µg	: Mikrogram
µL	: Mikrolitre
µmol	: Mikromolar
Bp	: Bant uzunluğu
dk	: Dakika
DNA	: Deoksribonükleik asit
DPPH	: 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
g	: Gram
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri
ISSR	: Inter Simple Sequence Repeat (Basit Dizi Tekrar Arası)
Mg	: Miligram
Mm	: Milimetre
P	: Korelasyon Katsayısı
PCA	: Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis)
PCR	: Polymerase Chain Reaction (Polimeraz Zincir Reaksiyonu)
rpm	: Dakikada devir
SÇKM	: Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı
TA	: Taze Ağırlık
TBA	: Temel Bişelen Analizi

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Genotiplere ait meyve ve yaprak özellikleri. 24
Tablo 2. Genotiplerin meyve renk özellikleri..... 26
Tablo 3. Genotiplerin biyokimyasal özellikleri. 29
Tablo 4. Genotiplerin bireysel fenolik özellikleri. 33
Tablo 5. ISSR Primerlerine ait bant bilgileri. 37
Tablo 6. Alıç genotiplerine ait özelliklerin temel bileşen analizleri. 40

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Örnekleri alınan genotiplerden görüntüler 12
Şekil 2. Örneklerin toplandığı Sivas ilinin haritası 13
Şekil 3. Örneklerin toplandığı Orta Kelkit Vadisi'nin topografya haritası 14
Şekil 4. Moleküler çalışmalara ait görüntüler 16
Şekil 5. Analizlere ait görüntüler 18
Şekil 6. Analizlere ait görüntüler 19
Şekil 7. Analizlere ait görüntüler 38
Şekil 8. Alıç genotiplerinde incelenen özelliklere ait iki boyutlu temel bileşen analizi grafiği 41
Şekil 9. Alıç genotiplerinde incelenen özelliklere ait hiyerarşik heatmap kümeleme analizi 42
Şekil 10. Alıç genotiplerinde meyve ve yaprak özelliklerine ait korelasyon matrisi 43
Şekil 11. Alıç genotiplerinde biyokimyasal özelliklere ait korelasyon matrisi 44

GİRİŞ

Bitkilerin genetik çeşitliliğini ifade eden bitki genetik kaynakları, tarım, biyoteknoloji, ekosistem sağlığı ve gıda güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır. Bu kaynaklar, akrabalıkları, yerel çeşitleri, kültüre alınmış türleri ve ve genetik materyali içerir. Bitkilerin büyüyüp geliştikleri ve evrimlerini tamamladığı bölgelere "Anavatan" veya "Gen Merkezi" "adı verilmektedir. Rus botanikçi Nikolay İvanoviç Vavilov dünyada 8 bitki gen merkezinin olduğunu belirtmiştir ve bunların: Orta Asya, Akdeniz Havzası, Çin, Hindistan, Yakın Doğu, Etiyopya, Güney Meksika ile Orta ve Güney Amerika olduğunu bildirmektedir. Türkiye'nin coğrafi konumu dikkate alındığında Yakın Doğu ve Akdeniz havzasının kesişim noktasında yer alması nedeniyle, bitki genetik kaynakları, biyolojik çeşitlilik ve insanlık için sürdürülebilir bir gelecek sağlama açsından kritik öneme sahip bir gen merkezidir (Ağaoğlu ve ark, 1995; Demir, 1990).

Alıç (Cratagus), Kuzey yarım küre'ye özgü bir bitki türüdür ve özellikle ılıman bölgelerde yaygındır. Alıç bitkisinin kökeni tam olarak belirli bir bölgeye dayandırılmasa da yayılış olarak göze alındığında Avrasya'nın büyük bir bölümünü kapsamakatadır. Bu nedenle alıçlar genetik çeşitliliği nedeniyle Batı ve Orta Asya coğrafyalarında doğal olarak yetişmektedir. Botanik açıdan Rosaceae familyasına ait çalı türü bir bitkidir. Alıç'ın geçmişten bugüne incelendiğimizde ve isminin kökenine bakıldığında Akdeniz ve fars kökenli olduğu görülmektedir. Bilimsel adı, ahşabın gücünü hatırlatmak için Yunanca Kratos = "güç" ten türemiş olup, monogyna iki kelimenin birliğinden oluşur, bunlar; Monos = "benzersiz" ve gyne = "kadın" demektir. Sebebi ise bitkinin çiçeğinin dişi üreme organının bir tane pistiline sahip olmasındandır. Cinsin Türkçe yaygın adı "alıç"tır ve Farsça kökenlidir, aynı dilde "alu" erik anlamına gelir, "aluç" ise küçük erik anlamındadır. Tür adı Antik Yunanca "tek tohumlu" anlamına gelir.

Alıç (*Crataegus monogyna*), Rosales takımının, Rosaceae (Gülgiller) familyasına mensup Amygdaloideae alt familyasının Crataegus cinsi içersinde yer almaktadır. Bu

familya, genellikle çiçekli bitkileri içerir ve birçok meyve ağacını da kapsamaktadır. Yetişme koşullarına göre değişmekle birlikte, alıç bitkisi 3-5 m kadar boylanmaktadır. Alıç bitkisinin kök yapısında kazık kök hakimdir. Yapraklarının üstü koyu yeşil renkli, altları ise bu renkten daha açık tonundadır. Yaprakları iki yapraklı brakte yapraklardan oluşmaktadır. Yaprakları basit yapraklıdır, 15 mm ile 5 cm uzunluğunda, tüysüz, geniş ovat veya obovat ve dişli kenarları üç ile yedi lob arasında değişmektedir. Çiçekler korimbusler yapıdadır, beş parçalıdır ve epikaliks bulunmamaktadır. Çiçek renkleri beyazdan pembeye, pembeden kırmızıya dönüktür ve monoiktir. Oval şekilde olan yalancı meyveleri, alıç bitkisinin meyveleri olarak bilinir. Bunlar ilk görüldüğünde yeşil olup, sonradan kırmızıya dönerler ve devamında koyu kırmızı renk alırlar. Petaller beyaz veya pembe renkte olup, genellikle kalıcı sepallerden daha uzundur. Stamenler 5 ile 25 arasında ve karpeller 1 ile 5 arasında değişiklik gösterir. Karpel, çiçek tablasının iç kenarlar ile birleşmiştir. Meyvesi drupamsıdır yani dış kısmı sulu, tohumu çevreleyen iç kısım ise sertleşmiş açılmayan meyve türüdür. Meyve kabuğu sarı, kırmızı, koyu mor veya siyah renktedir ve genellikle meyvenin mezokarp'ı yumuşak ve etlidir. Sert endokarp (iç kabuk) ise 1 ile 5 arasında değişmektedir.

Türkiye birçok bitiki türünün gen merkezi olması nedeniyle çok sayıda tür ve çeşit zenginliğinin sahiptir. Türkiye'nin göç yolları üzerinde bulunması, bahçe bitkileri yetiştiriciliği için ekolojik şartlarının uygun olması ve Anadolu tarihinin ilk çağlarından bugüne pek çok medeniyetin yaşamış olması bu zenginliğin sebeplerindendir (Ağaoğlu ve ark, 1995; Demir, 1990). Gen kaynakları bakımından birçok zenginliğe sahip olan ülkemiz, pek çok bitki türünün anavatanı olduğu gibi alıçın da anavatanıdır.

Bitki genetik kaynaklarının birçok kullanım olanağı vardır. Yeni ve daha dayanıklı bitki çeşitlerinin geliştirilmesinde kullanılır. Bu, özellikle kuraklık, hastalık ve zararlılara dayanıklı türlerin üretilmesinde önemlidir. Daha yüksek verimli bitkilerin üretilmesi, gıda güvenliğini artırır. Genetik çeşitlilik, belirli özelliklerin (örneğin, hastalıklara dayanıklılık veya hızlı büyüme) başka türlere aktarılmasına olanak tanır. Genetik çeşitlilik, ekosistemlerin istikrarı ve esnekliği için temel bir unsurdur. Yerel halkların yüzyıllardır kullandığı geleneksel bitki türleri, yerel kültürel mirasın korunmasında önemli bir role sahiptir. Genetik kaynaklardan elde edilen yeni ürünler, yerel ekonomilere katkı sağlar. İklim değişikliği etkilerine karşı uyum sağlamak için genetik olarak çeşitlendirilmiş bitkiler kullanılır. Bunların en başında ilkel form ve yabani türlerin doğadan toplanıp

doğrudan veya üretilerek kullanılması bulunmaktadır. Ancak bu kullanım yöntemi bugünün koşullarında kültür bitkilerindeki tür ve çeşit zenginliği açısından bakıldığında kısıtlı kalmakta ve ekonomik olmamaktadır. Yabani ve ilkel bitki popülasyonlarının bir başka kullanım alanıda, modern kültür çeşitlerinin zengin olmayan gen havuzlarının genişletilmesidir (Şehirali ve ark., 2005). Bitki genetik kaynaklarının sağlıklı değerlendirilmesiyle, sürdürülebilir kullanım sağlanabilir.

Alıç başta olmak üzere dünyada pek çok mevcut yabani türlerin çeşitliliğini ortaya çıkarmak için çalışmalar artmaktadır. Sivas ili ülkemizde yabani alıç popülasyonun yoğun olarak bulunduğu illerden birisidir. Bitki genetik kaynaklarının morfolojik, biyokimyasal ve moleküler açıdan tanımlanması ve yetiştiricilik ile ıslah çalışmalarında kullanılması açısından önem arz etmektedir. Sivas ilinde yabani alıç popülasyonu bulunduğu özellikle Suşehri ve Akıncılar ilçesi sınırları içerisinde yer alan Orta Kelkit vadisinde 2022 yılında yürütülen bu çalışmada bölgedeki yabani alıçların morfolojik, biyokimyasal ve moleküler karakterizasyonlarının araştırılması amaçlanmıştır. Çalışma sonunda elde edilecek bulgular ile mevcut varyasyonlar ortaya konularak bu genetik kaynakların korunması ve yetiştiricilikte anaç olarak kullanılabilme olanaklarının araştırılması ile ıslah çalışmaları için faydalı olacaktır.

1. BÖLÜM

LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Önceki Çalışmalar ve Problem Durumu

1.1.1. Alıç ile İlgili Yapılan Morfolojik Çalışmalar

Deligöz (2016), yaptığı çalışmada farklı yetiştirme sıklıklarının 1 yaşındaki alıç fidanlarının morfolojik özellikleri ile kök gelişme potansiyeli üzerindeki etkilerini araştırılmıştır. Eğirdir Orman Fidanlığında bulunan fidanlar arasında 3, 6, 9 ve 12 cm mesafe olacak şekilde kontrol dahil beş farklı yetiştirme sıklığı işlemi uygulanmıştır. Alıç fidanlarında farklı derecelerde uygulanan yetiştirme sıklığı, gövde: kök oranı ve kök gelişme potansiyeli hariç kök boğazı çapı, fidan boyu, gövde ve kök kuru ağırlığı üzerinde etkili olduğu tespit etmiştir.

Gürsoy (2016), alıç ve alt türlerine ait genotiplerin meyve özelliklerinin belirlenmesi amacıyla pomolojik çalışmalar yürütmüştür. Yapılan araştırmada incelenen türlere ait genotiplerin meyve ağırlığını 0.38 -2.41 g, meyve genişliğini 8,23 -18.62 mm, meyve yüksekliğini 9.79-16.02 mm, meyve çekirdek ağırlığını 0.10-0.53 g ve meyve çekirdek sayısını ise 1.00-3.66 adet arasında tespit etmiştir. Yapılan çalışmada renk değerlerine bakıldığında; L değerini 19.83-75.43, a değerini -1.78-44.95, b değerini 2.26±-50.43, croma değerini 14.27-58.83 ve hue değerini 8.22-92.23 arasında değiştiği görülmüştür.

Özderin (2016), yaptığı çalışmasında Batı Anadolu'da doğal yayılış gösteren alıç (*Crataegus* L.) taksonlarının pomolojik ve kimyasal özellikleri belirlemiştir. Çalışmadaki veriler Batı Anadolu'da en fazla yayılış gösteren alıç taksonlarının bulunduğu İzmit, Sakarya, Balıkesir, İzmir, Kütahya, Muğla ve Isparta illerinden toplam 13 örnek temin edilmiştir. Yörede 2010–2014 yılları arasında gerçekleştirilen arazi çalışmaları sonucunda 7 alıç taksonu bulunmuştur. Batı Anadolu'da yayılış gösteren 7 alıç taksonun

yaprak boyu, yaprak eni eni, yaprak sapı ve yapraktaki lop sayısını, çiçek rengini, sayısını ve çiçeklenme dönemini ve meyve çapı, meyve boyu, meyve çekirdek ağırlığı ve sayısı gibi morfolojik ölçümler yapılmış ve sonuçları verilmiştir. Yaprak özellikleri en büyük olan takson *Crateagus pentagyna* subsp. *pentagyna* ve yaprak özellikleri en küçük olan takson *Crateagus monogyna* var. *lasiocarpa* olarak tespit etmiştir. Bir çiçek kurulunda en fazla çiçek üreten takson 50 adete kadar *Crateagus pentagyna* subsp. *pentagyn*a, en az ise 3 adet *Crateagus azarolus* var. *aronia*'dır. En erken çiçek açan taksonlar Nisan ayı ile *Crateagus monogyna* var. *monogyna*, *Crateagus pentagyna* subsp. *pentagyna* ve en geç açan Temmuz ayı ile *Crateagus tanacetifolia*'dır. Meyvesi en büyük olan *Crateagus orientalis* subsp. *orientalis* ve en hafif olan *Crateagus monogyna* var. *monogyna* (0,26 g)'dır.

Kaman (2019), Iğdır bölgesinde doğal olarak yetişen alıç genotiplerinin belirlenmesi ve bölgedeki genetik çeşitliliğin tespiti amacıyla, 2015 ve 2016 yıllarında çalışma yürütmüştür. Yöredeki alıçlar fenolojik ve pomolojik özelliklerine göre incelenmiş ve toplam 57 alıç genotipini değerlendirmiştir. Yorumlanıp değerlendirilen alıç genotiplerinin 26 tanesinin *Crataegus petrodavisii* türüne, 18 adedinin *Crataegus ambigua* türüne ve 13 adedinin *Crataegus meyeri* türüne ait olduğu tespit etmiştir. İncelenen geneotiplerde, tomurcuk kabarması 8-19 Nisan, tomurcuk patlaması 11-23 Nisan, ilk çiçeklenme 15-27 Nisan, tam çiçeklenme 19 Nisan-1 Mayıs, çiçeklenme sonu 3-15 Mayıs tarihleri arasında değiştiği belirlemiştir. 2015 yılında incelenen genotiplerin meyve ağırlığı 0.69-2.55 g, meyve genişliği 10.63-16.80 mm, meyve yüksekliği 11.27-15.61 mm, meyve hacmi 0.85-2.50 ml ve çekirdek ağırlığı 0.21-0.48 g arasında tespit etmiştir. 2016 yılında ise meyve ağırlığı 1.01- 2.31 g, meyve genişliği 11.05- 18.44 mm, meyve yüksekliği 12.18-16.39 mm, 0.85-2.39 ml ve çekirdek ağırlığı 0.23-0.50 g arasında bulmuştur. Alıç meyvelerinin meyve suyunda titre edilebilir asitlik % 0.50-1.22, pH 4.15-6.26, suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM) %8.61-13.10 arasında saptamıştır. *Crataegus meyeri* türünde yer alan 76ALÇ12, 76ALÇ45 ve 76 ALÇ50 numaralı genotipleri, *Crataegus ambigua* türü içerisinde yer alan 76ALÇ1, 76ALÇ42 ve 76ALÇ54 numaralı genotipleri ortalama meyve ağırlığı 2 g'ın üzerinde ve *Crataegus petrodavisii* türüne ait 76ALÇ52 numaralı 1,89 g meyve ağırlığı ile incelenen genotipler içerisinde ümitvar oldukları saptamıştır.

Yanar (2021), Türkiye florasında doğal olarak yetişen 53 genotip ve Kayısı Araştırma Enstitü Müdürlüğü ülkesel alıç koleksion bahçesinde yer alan 12 genotip ile toplamda 65 alıç genotipinin fenolojik, pomolojik, kimyasal ve moleküler karekterizasyonu yapmıştır. Araştırmada yer alan alıç genotiplerinde tür teşhisi yapılmış, 13 farklı alıç türü belirlemiştir. Meyve ağırlığı değerlerinin 13.7 g ile 0.46 g arasında değiştiği ve en yüksek meyve ağırlığı değerleri 13.7 g ile 50-2 (*Crataegus orientalis* var. *obtusata*) ve 13.64 ile 50-1 (*Crataegus orientalis* var. *obtusata*) numaralı genotiplerde tespit etmiştir.

Göztak (2023), 2021-2022 yılları arasında yaptığı çalışmayı Kırşehir'in Boztepe ilçesinde doğal olarak yayılış gösteren alıç genotipleri üzerinde yürütmüştür. Binlerce bitkinin olduğu bölgeden seleksiyon kriterlerine uygun ümitvar olabilecek genotipleri tespit etmek amacıyla, Eylül ayında meyve özelliklerine göre bir ön seleksiyon çalışması yapmış ve bu çalışma sonrası 50 genotip belirlemiştir. Seçilen bu genotiplerden Ekim ayında (hasat olumunda) pomolojik analizler için meyve örnekleri alınmıştır. Pomolojik analizlerde; meyve ağırlığı, meyve eni ve boyu, meyve eti oranı, çekirdek sayısı, çekirdek ağırlığı, çekirdek eni ve çekirdek boyu ile meyve kabuk rengi, meyve şekli, meyve dış tüylülük, suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM), toplam kuru madde, titre edilebilir asit miktarı (TA) ve pH gibi morofolojik ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Genotiplerin meyve ağırlıkları 0.89 g ile 2.79 g, meyve eni 12.33 mm ile 18.89 mm, meyve boyu 10.77 mm ile 16.01 mm, SÇKM miktarı %4.20 ile %19.30 ve toplam kuru madde miktarının %49 ile %90 arasında dağılım gösterdiği belirlemiştir. Elde edilen sonuçlara göre 9 adet genotip ümitvar olarak tespit etmiştir.

1.1.2. Alıç ile İlgili Yapılan Biyokimyasal Çalışmalar

Dikici (2012), çalışmasında alıç bitkisinin yapraklarının biyokimyasal yapısı içerisinden antioksidan aktivitesini belirlemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu amaçla alıçın yaprak kısımları Erzincan'nın İliç ilçesi Bağıştaş köyünden 2011 yılı mayıs ayında toplanmış, kurutulmuş ve etanol ekstresi ile hazırlamıştır. Etanol ekstresi hazırlanan alıç (*Crataegus monogyna*) yaprakları üzerinde ferrik tiyosiyanat metoduna göre total antioksidan aktivite, kuprak metodu ile Cu_2^+ ve potasyum ferriksiyanat indirgeme metodu ile Fe_3^+ iyonları indirgeme kapasitesi, DPPH aktivitesi tayinleri, toplam fenolik ve flavonoid bileşik miktar tayinleri yaparak belirlemiştir.

Akbulut (2016), bitkisel materyallerden biyoaktif bileşiklerin ekstraksiyonu ile besinsel destek üretimi ve endüstriyel atıklardan bileşiklerin geri kazanımı amacıyla çalışma yürütmüştür. Ekstraksiyon, solvent çeşidi, partikül boyutu, ekstraksiyon süresi ve sıcaklığı gibi faktörlerden etkilendiğini belirtmiş. Bu araştırmada farklı çözgenlerle ekstrakte edilen alıç (*Crataegus orientalis*) meyvesinin toplam fenolik madde içeriğinin, antioksidan aktivitesinin ve fenolik madde profilinin belirlenmesi ve en uygun çözgenin tespiti ile en doğru analiz protokolü belirleyerek doğru sonuç elde edilmesi amaçlanmıştır.

Gürsoy (2016), alıç ve alt türlerine ait genotiplerin kimyasal özellikleri, meyve pulpundaki organik asit içerikleri, fenolik bileşikler, C vitamini ve şeker içeriklerinin belirlenmesi amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Çalışmada genotiplere ait kimyasal özeliklerden SÇKM %2.80-%4.16, pH içerikleri 3.89-4.53, asitlik içerikleri %0.76-%2.23, g arasında belirlenmiştir. Alıç genotiplerinin meyve pulplarındaki organik asit içerikleri bakımından incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar ile tartarik asit içeriği'nin 0.038 - 0.149 mg/100g arasında, sitrik asit içeriği'nin 0.424-4.740 mg/100g arasında, malik asit içeriği'nin 1.51-4.76 mg/100g arasında, suksinik asit içeriği'nin 1.50 -10.68 mg/100g arasında ve fumarik asit içeriği'nin 0.054-0.254 mg/100g arasında olduğunu tespit etmiştir. Araştırmada incelenen genotiplere ait meyve pulplarında fenolik bileşik içerikleri incelendiğinde ise gallik asit'in 0.348-7.160 mg/100g arasında, kateşin'in 11.270-0.485 mg/100g arasında, klorojenik asit'in 1.38-9.82 mg/100g arasında, kafeik asit'in 17.86-108.41mg/100g arasında, siringik asit'in 1.05-15.42 mg/100g arasında, p-kumarik asit'in 2.96-8.94 mg/100g arasında, ferulik asit'in 0.747-3.680 mg/100g arasında, phlorodizin 0.613-6.090 mg/100g arasında, protokateşuik asit'in 1.69-6.76 mg/100g arasında, q-kumarik asit 0.493-1.105 mg/100g arasında, rutin 13.33-96.30 mg/100g arasında ve kuersetin 1.85-4.20 mg/100g arasında değiştiği tespit etmiştir. İncelenen türe ait genotiplerin C vitamini içeriği 17.91-35.17 mg/100g arasında tespit edilirken, şeker içerikleri bakımından ise fruktoz 18.98-6.05 mg/100g arasında, glikoz 2.99-12.22 mg/100g arasında, sakkaroz 0.005-5.27 mg/100g arasında ve maltoz 0.010-661 mg/100g arasında olduğunu tespit etmiştir. Bu çalışma sonuncunda alıç türlerine ait genotiplerin içerdikleri kimyasal bileşenler, organik asitler, bireysel fenolik bileşikler ve şeker bakımından incelenmiş ve meyveyi oluşturan kimyasal bileşenleri bakımından çeşit

tespiti bakımından seleksiyona ve sonraki çalışmalara katkı sağlayacak veriler elde etmiştir.

Keles (2018), 2014-2015 yıllarında Yozgat ili ve ilçelerinde bulunan doğal alıç populasyonları içinden belirledikleri kriterlere göre 103 adet alıç genotipi üzerinden çalışma yürütmüştür. Genotiplerin morfolojik ve pomolojik bazı özellikleri UPOV kriterlerine göre incelemiştir. Seçilen tiplerin toplam fenolik madde içerikleri 1055.35 – 3206.43 µg GAE/g TA arasında tespit etmiştir. Toplam antioksidan içeriğini 1.40 – 5.69 µmol TE/g TA arasında tespit etmiştir. Toplam antosiyanin miktarı içeriğinin 0.00- 3.04 µg cy-3-glu/g TA arasında değiştiğini tespit etmiştir. Bazı fenolik asit ve organik asit içerikleri arasında en baskın fenolik asit olarak, klorojenik asit miktarını 89.60-415.65 µg/g KA arasında, baskın organik asit olan sitrik asit içeriğini ise 4476.98-40669.32 µg/g KA arasında değiştiğini tespit etmiştir. Çalışma sonucunda Yozgat bölgesinde 4 adet alıç genotipinin (*Crataegus tanacetifolia* (Lam.) Pers., *Crataegus orientalis* subsp. *orientalis, Crataegus meyeri* Pojark, *Crataegus monogyna* Jacq. var *monogyna*) yetiştiğini tespit etmiştir.

Oğuzbey (2021), alıç bitkisinin yıllardır birçok hastalığın tedavisi için kullanılan tıbbi ve şifalı meyveler grubunda olduğunu belirtmiş ve bu rahatsızlıklar arasında kanser, diyabet, enfeksiyöz hastalıklar ve koroner rahatsızlıklar yer aldığını çalışmasında belirtmiştir. Şimdiye kadar yapılan çalışmaların daha çok meyvenin kendisi üzerine yoğunlaşıldığı ve daha çok protein yapısı ile ilgili kısımlar irdelendiği tespit edilmiştir. Bu çalışmasında sarı alıç meyvesinin (*Crataegus tanacetifolia*) çekirdeklerinden elde edilecek yağ ile biyokimyasal karakterizasyonunun ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu meyveden çıkarılan çekirdekler güneşte kurutulduktan ekstraksiyon sistemi sonucunda kullanılarak ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyon sonucunda elde edilen yağ'ın analizleri için birden fazla cihaz kullandığını belirtmiştir. Bunlara ek olarak serbest yağ asidi tayini titrasyon ile gerçekleştirilmiş, yapılan analizler sonucunda alıç çekirdeği yağında en baskın yağ asidinin oleik asit olduğu ve bunu sırasıyla linoleik asit ile palmitik asitin takip ettiği tespit etmiştir.

Sağbaş (2022), 2018-2019 yıllarında Çoruh Vadisi ekolojisinde bulunan yabani alıç (*Crataegus* Spp.) popülasyonları içinden ve meyvecilik bakımından üstün özellikli ümitvar genotiplerin seleksiyonunu yapmak ve biyokimyasal yöntemlerle karakterize

ederek, genotipler arasındaki yakınlığını tespit etmek amacıyla çalışma yürütmüştür. Çalışma yöntemi belirlendikten sonra 101 alıç genotipinin UPOV kriterleri dikkate alınarak morfolojik ve pomolojik ölçümler gerçekleştirmiştir. Seçilmiş olan alıç genotiplerinin tür teşhisi yapılmıştır. Alıç genotiplerinin toplam fenol içeriği 90.21-758.69 mg GAE/100g TA arasında, toplam antioksidan aktivitesi 21.09-37.99 µmol TE/g TA arasında değiştiği tespit edilmiş olup, en fazla bulunan fenolik bileşiklerin klorojenik asit, rutin ve gallik asit olduğu tespit etmiştir.

Güler (2023), yaptığı çalışmada alıç bitkisi'nin insan beslenmesinde önemli rol oynadığını ve eski çağlardan günümüze dek birçok hastalığın tedavisinde kullanıldığını, yenilebilir bitki ve meyvesine ise büyük ilgi gösterdiğini belirtmiştir. Elâzığ ilinde yetişen ve tüketilen alıç bitkisi meyvesinin biyoaktif bileşenleri hakkında literatürde herhangi bir bilgi bulunmadığını gözlemlemiş ve tespit etmiştir. Bu nedenle Elâzığ'da, farklı lokasyonlarda toplanan alıç (*Crataegus monogyna*) meyvesinin, mezokarp kısmının kimyasal ve biyoaktif karakterizasyonunu yapmıştır. Kimyasal karakterizasyonunu, yağ asitlerinin gaz kromatografisi ile analiz etmiş, D, E, K vitaminlerini HPLC ile analiz etmiş fenolikleri ve flavonoidleri ise spektrofotometrik teknikler ile analiz ederek belirlemiştir. Biyoaktivite antioksidan özelliklerin taranmasıyla değerlendirmiş. Elde edilen veriler incelendiğinde özellikle Ağın yöresinde yetişen alıç meyvesinin bioaktif bileşenler bakımından daha yüksek veri sonuçlarına ulaşıldığı ve sağlık açısından değerlendirildiğinde ise tüketilmesi dahilinde faydalı olacağı belirlenerek, bölgedeki genotipleri hem karakterize etmek bakımından hem de sağlık açısından olumlu yönde, önemli bulgular elde etmiştir.

1.1.3. Alıç ile İlgili Yapılan Genetik Çalışmalar

MirAli (2009), moleküler bakımdan genotiplerin karakterizasyonunu belirlemek amacıyla çalışmalar yürütmüş, 49 alıç genotipi ile yaptığı çalışmada polimorfizm oranının % 91 olduğunu tespit etmiştir. 14 adet ISSR primeri kullanarak yürüttüğü bu tez çalışmasında, 111 bant elde etmiş bunların 97'si poliformik bant olduğunu belirlemiştir.

Yılmaz (2010), yaptığı araştırmada moleküler yönden genotiplerin karakterizasyonunu belirlemek amacıyla genetik analiz çalışması yapmıştır. Çalışmasında kullandığı 20 adet ISSR primerinden güvenilir bant veren 14 adet ISSR primerleri ile çalışmıştır. Moleküler çalışmalarda 78 genotip ile çalışılmıştır. Kullanılan 14 ISSR primerleri sonucunda 103

bant elde etmiştir. En düşük bant sayısı GACA4 (4 bant) ve CAC6 (4 bant) primerlerinden elde ederken, en yüksek bant sayısını ise CA8R (13 bant) primerinden elde etmiştir. En az bant sayısına sahip GACA4 ve CAC6 primerlerinin polimorfizm oranları sırasıyla %75 ve % 100 olurken, en yüksek bant sayısına sahip olan CA8R primerinin polimorfizm oranı % 100 olmuştur. Diğer primerlerin polimorfizm oranı da % 100 olarak tespit etmiştir. Tüm primerlerin ortalama polimorfizm oranı da % 97,42 olarak tespit etmiştir.

MirAli (2011), yaptığı bu araştırmada moleküler bakımdan genotiplerin karakterizasyonunu belirlemek amacıyla çalışmalar yürütmüş, ISSR markırını kullanarak, Suriye'de bulunan 4 farklı alıç türüne ait genotipler arasındaki akrabalık ilişkilerini tespit etmek için genetik analiz çalışması yürütmüştür. Kullandığı 20 adet ISSR primerinden elde ettiği verilere göre dendrogramda *Crataegus monogyna* türüne ait genotiplerin bir tarafta toplandığını tespit etmiştir. Diğer türlerin ait olduğu genotipler ise farklı konumlarda ve dağınık olarak yer aldığı belirlemiştir. Bununla birlikte CAPS markör yöntemi ile moleküler çalışma yürütmüş fakat alıç türlerinin moleküler karakterizasyonunda kullanılamayacağı ifade etmiştir.

Fang (2017), yaptığı araştırmada moleküler yönden genotiplerin karakterizasyonunu belirlemek amacıyla genetik analiz çalışması yapmıştır. 5 farklı popülasyondan elde ettiği, 92 genotip de 12 ISSR primeri kullanarak moleküler karakterizasyon çalışması yürütmüştür ve çalışma sonucunda 303 bant elde ettiğini, bu bantlardan 298 tanesinin polimorfik bant olduğunu tespit etmiştir. Polimorfizm oranı % 98.38 iken, lokus başına allel sayısının 16 ve 30 arasında değiştiğini, ortalamanın 25.25 olduğunu tespit etmiştir.

Emami (2018), yaptığı araştırmada İran'ın kuzey bölgesinde yer alan Zagros'ta 6 farklı alıç türüne ait 16 farklı popülasyondan toplam 201 genotip elde ederek, bu genotipler üzerinde 3 farklı markör yöntemi (ISSR, SSR, SCoT) kullanarak moleküler karakterizasyon çalışması yürütmüştür. Kullandığı 13 ISSR markörü 130 bant vermiş ve polimorfizm oranını %88,94 olarak tespit etmiştir. Kullandığı 13 SCoT markörü 132 bant vermiş ve polimorfizm oranını %86,54 olarak tespit etmiştir. ISSR, SSR, SCoT markör yöntemleri alıç genetik kaynaklarının genetik ilişkilerini belirlemede moleküler çalışmalarda kullanılabilecek uygun genetik yöntemler olduğu ifade etmiştir.

Gürlen (2018), Bolu ilinde yetişen *Crataegus tanacetifolia* (Poir.) ve *Crataegus monogyna* Jacq. var. *monogyna* alıç türlerine ait 25 genotipin pomolojik, biyokimyasal,

moleküler karekterizasyonu yapılmıştır. Nitekim çalışma sonuçlarına göre *Crataegus tanacetifolia* türüne ait 12 genotip ve *Crataegus monogyna* türüne ait 13 genotip olduğunu tespit etmiştir. Alıç genotiplerinin moleküler karakterizasyonu ise iPBS markörlerini kullanılarak belirlemiştir. Kullanılan bu markör sisteminin alıç bitkisinde ilk defa kullanıldığını, genotiplerin genetik farklılıklarını ve birbirleri ile olan ilişkilerini ortaya koymada oldukça olumlu katkı sağladığını ve genotipleri tür bazında iki ana gruba ayırdığını belirlemiştir. Nitekim incelenen iki farklı alıç türünün fiziksel ve biyokimyasal içerikleri bu türlerin değerlendirilmesi gereken önemli genetik kaynaklar olduğunu tespit etmiştir.

Yanar (2021), Türkiye florasında doğal olarak yetişen 53 genotip ve Kayısı Araştırma Enstitü Müdürlüğünde bulunan alıç koleksiyon bahçesindeki 12 genotip olmak üzere toplam 65 alıç genotipinin moleküler çalışmasını yapmıştır. Moleküler karekterizasyon çalışmalarında, 14 ISSR primeri, 7 SRAP primer kombinasyonu ve 8 SSR primer çifti kullanmıştır. Bu yöntemler arasında en yüksek polimorfizm oranı % 100 ile SSR markörlerinden elde etmiştir. Bu oranları % 90.62 ile SRAP ve % 87.32 ile ISSR yöntemleri izlemiştir. Moleküler karakterizasyon çalışmalarında elde edilen sonuçlara göre, araştırmada yer alan ve Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanan *Crataegus* L. türlerinin genetik olarak moleküler karakterizasyon çalışmlarında büyük bir çeşitlilik gösterdiği gibi pomolojik veriler ve kimyasal içerik açısından da alıç ıslah çalışmalarında değerlendirilmesi gereken önemli bir genetik kaynaklar olduğunu tespit etmiştir.

Sağbaş (2022), 2018-2019 yıllarında Çoruh Vadisi ekolojisinde bulunan yabani alıç genotiplerinin moleküler karakterizasyonunda SSR primerlerini kullanarak elde ettiği verilere göre oluşturduğu dendrogramda genotiplerin 8 ana grupta toplandığını tespit etmiştir.

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada bitkisel materyal olarak 15 Ekim 2022 - 28 Kasım 2022 tarihleri arasında Orta kelkit vadisinde bulunan Sivas ilinin Suşehri ve Akıncılar ilçesinden seleksiyonla belirlenen 21 farklı alıç genotipi kullanılmıştır. Farklı genotiplere ait ağaçlar üzerinden yaprak ve meyve örnekleri toplanarak muhafaza edilmiştir. Bu tez çalışmasında alıç bitkisinin yaprakları ve meyveleri, tohumları kullanılmıştır.

2.1. Materyal

Bu çalışmanın materyalini Sivas ilçelerinden seçilmiş 21 adet alıç genotipi oluşturmaktadır. Arazi çalışmasın ait görüntüler Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Örnekleri alınan genotiplerden görüntüler

2.2.1. Araştırmanın Yürütüldüğü Bölgenin Coğrafik Yapısı

35°50' ile 38°14' doğu boylamları ve 38°32' ile 40°16' kuzey enlemleri arasında kalan Sivas ili, 28,488 km² lik yüzölçümü ile Türkiye'nin toprak bakımından en büyük ikinci ilidir. Sivas ilinin topraklarının büyük bölümü Kızılırmak havzasına girerken, bir bölümü

de Yeşilırmak ve Fırat havzalarına girer. Sivas ili coğrafi olarak İç Anadolu, Doğu Anadolu ve Karadeniz bölgelerinin kesişim nokktasında bulunmaktadır. Bundan dolayı Karadeniz bölgesine yakın olan: Suşehri, Akıncılar, Gölova, Koyulhisar ve kısmen Kuzey Zara ve Doğanşar ilçeleri'nin bitki örtüsü, havanın sertliği, sıcaklığı ve yağış oranı da farklıdır. Bu bölgelerde merkez ilçeden farklı olarak Giresun dağları üzerinde yaylaları ve çok endemik orman alanları da bulunmaktadır. Sivas iline ait harita Şekil 2'de verilmiştir.

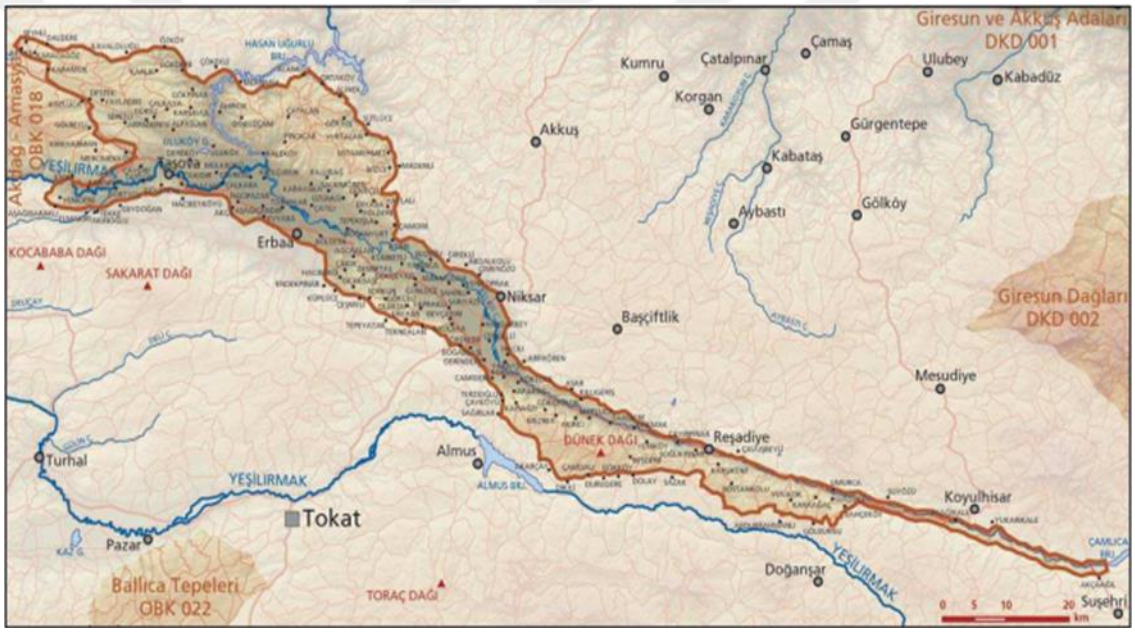


Şekil 2. Örneklerin toplandığı Sivas ilinin haritası

Sivas il alanı kuzey kesiminden incelendiğinde Kelkit Vadisi, doğu kesiminden incelendiğinde Köse Dağları'nın uzantıları, Kızıldağ, Kuruçay Vadisi ve Yama Dağı, güney kesiminden incelendiğinde Kulmaç Dağları ile Tahtalı Dağları'nın uzantıları ve Hezanlı Dağı, batı kesiminden incelendiğinde ise Karababa, Akdağlar ve İncebel Dağları gibi doğal sınırlarla çevrilidir. Kızılırmak, Kelkit Çayı, Tozanlı Çayı, Yıldız Irmağı, Çallı Çayı ve Tohma Çayı ilin en önemli akarsularıdır. Sivas ilinde yeryüzü şeklini en çok platolar oluşturmakladır, il oranının % 47,6'sı platolarla, % 46,2'si dağlarla, %6,2'si ise ovalarla kaplıdır. Sivas'ın en büyük platosu Uzunyayla platosudur. Ayrıca, Uzunyayla'ya oranla daha zengin otlaklara sahip olan Meraküm Platosu da ilin ender yüksek düzlüklerindendir.

2.2.2. Araştırmanın Yürütüldüğü Bölgenin İklim Özellikleri

Sivas ili, sert karasal iklim yapısına sahiptir. Kışları sert ve soğuk geçer yazları ise sıcak ve kurak geçer. Kış aylarında bol kar yağışı görülür ve ortalama 4-5 ay yeryüzü karla örtülüdür. Bahar ve güz mevsimleri ise kısa süreli olarak yağmurlu geçer. Yapılan gözlem ortalamalarına göre (son 50 yıl içinde gözlenen) en soğuk ay -34.6 derece ile Ocak ayıdır. En sıcak ay 38.3 derece ile Temmuz ayıdır, aylık yağış ortalaması en yüksek ay Mayıs, en düşük ay Ağustostur. 1992 yılında gözlenen en yüksek nem oranı %80.0 ile Aralık ayı; en düşük nem %55.2 ile Ağustos ayıdır. Aynı yılda en yüksek basınç 874,1 mb olarak Ocak ayı, en düşük basınç ise 868 mb olarak Şubat ayıdır.



Şekil 3. Örneklerin toplandığı Orta Kelkit Vadisi'nin topografya haritası

2.2. Yöntem

2.2.1. Morfolojik Karakterizasyon

Morfolojik karakterizasyon üç tekerrürlü ve her tekerrüde 30 adet yaprak ve meyve olacak şekilde rastgele örnekleme yapılmıştır. Fotoğrafları çekilen farklı türlere ait örneklerin bitkisel özellikleri bilgisayar ortamında kayıt altına alınmıştır. Yapraklarda; yaprak eni, yaprak boyu, yaprak sap uzunluğu ve yaprak sap kalınlığı gibi ölçümler cm olarak dijital kumpas yardımıyla mm cinsinden belirlenmiştir. Meyve özellikleri olarak;

Meyve ağırlığı (g): Meyvelerin 0.01 g hassasiyetindeki terazi ile tek tek tartılıp ortalamasının alınmasıyla belirlenmiştir.

Meyve eni (mm): Meyvenin ekvator bölgesindeki en geniş kısmından dijital kumpasla (0.01 mm'ye duyarlı) ölçüm yapılarak saptanmıştır.

Meyve boyu (mm): Meyvenin sap çukuru ile çiçek çukuru arasındaki en uzun mesafenin ölçülmesiyle bulunmuş olup, ölçümlerde 0.01 mm'ye duyarlı dijital kumpas kullanılmıştır.

Meyve rengi (L, a, b): Meyvenin tam merkezinden iki yönlü olmak üzere, renk ölçer (Konica Minolta CR-300 marka) ile belirlenmiştir (McGuire, 1992). Ölçümler sonucu L*, a* ve b* değerleri elde edilmiş ve buradan aşağıda yer alan formüller ile kroma (C) ve açı (hue, h^o) değerleri hesaplanmıştır. L* değeri, rengin parlaklığında meydana gelen değişimi, kroma değeri, renk yoğunluğunu, hue değeri ise renk açı değeri olup rengi (0kırmızı-mor, 90 sarı, 180 mavimsi yeşil, 270 mavi) ifade etmektedir.

Kroma (C): (a*2 + b*2) ½), Hue (h^o): (tan ½ b*/a*)

Çekirdek sayısı (adet/meyve): Ölçümleri yapılan her çeşide ait meyvelerin çekirdekleri sayılıp ortalaması alınmıştır.

Diğer ölçümler: Ayrıca örneklenen meyvelerde dijital kumpas (0.01 mm'ye duyarlı) kullanılarak; meyve sapı uzunluğu (mm), meyve sapı kalınlığı (mm) ölçülmüştür.

2.2.2. Moleküler Karakterizasyon

DNA İzolasyonu: Alıç genotiplerinden alınan genç yapraklardan DNA izolasyonu Yaman (2020)'nın belirttiği yönteme göre yapılmıştır. Su banyosu 62°C dereceye çalışma öncesinde ayarlanır. 2 ml'lik tüplerde 30 mg genç yaprak dokuları, doku parçalayıcıda parçalanarak üzerine 1.2 ml ektraksiyon bufferı eklenir. 62°C'de su banyosunda 30-60 dk boyunca inkubasyon ara sıra ters- düz edilerek inkübasyon yapılır. 300 ul cloroform: octanol (24:1 volume) çözeltisi ilave edilir ve yavaşça ters-düz yaparak karıştırılır. 14000 rpm' de 5 dk boyunca santrifüj edilir. Üstte kalan sulu kısım pipetle çekerek başka temiz 2 ml'lik bir tüpe aktarılır. 500 ul cloroform: octanol (24:1volume) çözeltisi ilave edilir ve yavaşça ters-düz yaparak karıştırılır.14000 rpm'de 5 dk santrifüj edilir. 2. kez 500 ul

cloroform: octanol (24: 1 volume) çözeltisi ilave edilir ve yavaşça ters düz yaparak karıştırılır.14000 rpm' de 5 dk boyunca santrifüj edilir. Yine üstte kalan sulu kısım pipetle çekerek başka temiz 2 ml'lik bir tüpe aktarılır. Üzerine toplam hacmin 2/3'‟ü kadar (yaklaşık olarak 550 ul) soğuk isopropanol ilave edilir. En az 30 dk veya daha fazla – 20oC' de bekletilir. 14.000 rpm' de 2 dk boyunca santrifüj edilir ve sıvı kısmı uzaklaştırılır. Kalan beyaz çökeltinin üzerine 500 ul yıkama çözeltisi (%76 EtOH, 10 mM amonyum asetat) ilave edilir ve oda sıcaklığında 10 dk bekletilir. 14000 rpm' de 3 dk santrifüj yapılır ve sıvı kısmı uzaklaştırılır. Beyaz çökelek tamamen kuruyuncaya kadar çeker ocakta bekletilir. Beyaz çökelti üzerine 300 ul TE (10 mM Tris, 0,1 mM EDTA, pH 7,4) ilave edilir. Çökelti tamamen çözünene kadar oda sıcaklığında gece boyunca veya 650C' de 60 dk boyunca bekletilir. 10 ug/ml son konsantrasyonda olacak şekilde RNAse ilave edilir ve 37ºC' de 30 dk inkube edilir. 200 ul TE ve 15 ul amonyum asetat (10 mM, pH 7,7) ilave edilir. Son olarak çözelti üzerine 2 hacim kadar soğuk etanol ilave ettikten sonra 20 dk veya gece boyunca – 20ºC'de bekletilir.14000 rpm' dk 3 dk santrifüj yapılır ve sulu kısım dikkatlice döktükten sonra havada çökelek iyice kurutulur. Uygun miktarda TE (10 mM Tris, 0.1mM EDTA, pH 7.4) ilave edilir (100-200ul). ISSR primeri olarak Köse (2017)'nin kullandığı 20 primerden yapılan testlemeler sonucunda en iyi bant veren 7 ISSR primeri kullanılmıştır. Bunlar, HVH (TCC)7, (GA)8YG, (AGC)6G, (GAA)6, (GT)6GG, (CAC)3GC, BDB (CA)7C primerleridir.



Şekil 4. Moleküler çalışmalara ait görüntüler

PCR Çalışmaları: PCR bileşenleri ve döngüsü Ullah ve ark. (2017)'na göre gerçekleştirilmiştir.

95 0C'de 5 dk

95 0C'de 1 dk

53 0C'de 1 dk 30 s — 40 döngü

72 0C'de 1 dk 30 s

72 0C'de 7 dk

PCR karışımları, 12 pM ileri ve geri primer, 1x Buffer, 35 µM MgCl2, 27 µM dNTPs, 3.5-25 ng DNA ve 0.2 µl DNA polimeraz içeren toplam 15 µl hacim olacak şekilde ayarlanmıştır. PCR ürünleri; 180 dakika boyunca 90 voltta 1x TBE tamponu içinde % 2 agaroz jel üzerinde yürütülmüş ve UV ışık altında görüntülenmiştir. Görüntüleme işlemi sonrasında jellerden elde edilen görüntülerde bant varlığı durumunda (1), yoksa (0) ve amplifikasyon oluşmamış ise (9) rakamları verilerek skorlama yapılmıştır.

2.2.3. Biyokimyasal Karakterizasyon

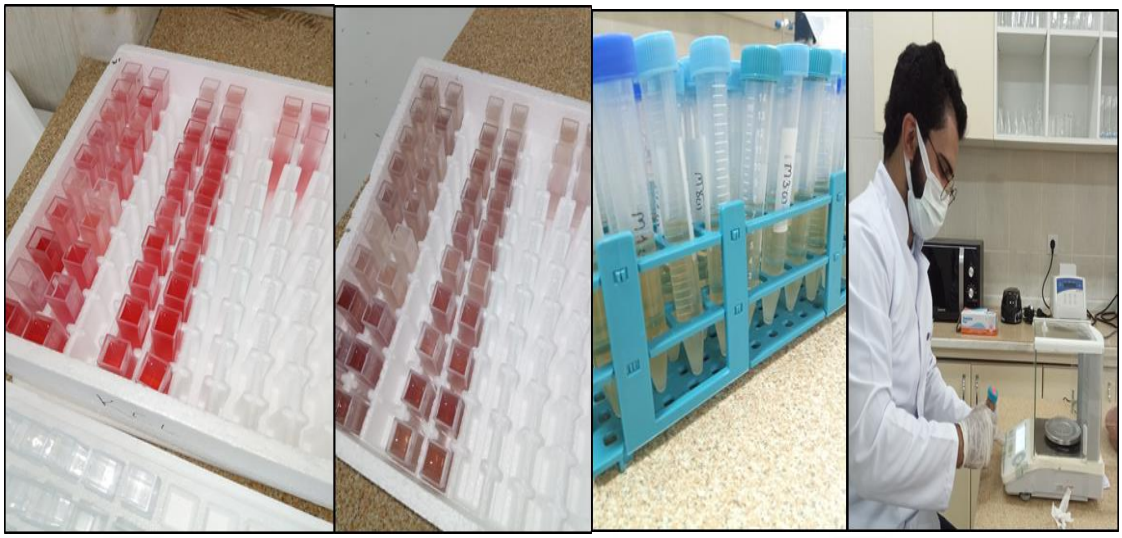
Toplam Fenolik Madde Analizi: Bir g parçalanmış alıç meyvesi numunesi, 30 ml metanol:su çözeltisi (80:20) ile karıştırılmış ve 1 saat çalkalayıcıda tutulmuştur. Ekstraksiyondan sonra örnekler 4100 ppm'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Daha sonra süpernatant 0.45 µm şırıngalı filtre ile süzülmüştür. Örneklerin toplam fenolik içeriği Singleton ve Rossi'nin (1965) yöntemlerine göre belirlenmiştir. Bu amaçla, 200 µL alıç özütü (1:1 metanol:su-80:20 ile seyreltilmiş) 1800 µL distile su ile karıştırılmıştır ve daha sonra içine 1 mL Folin Ciocalteu (1/10 oranında su ile seyreltilmiş) reaktifi eklenmiştir. Daha sonra örneklere 2 mL sodyum karbonat (%2 w/v) eklenip, tüpler sıkıca kapatıldıktan sonra kortekslenerek oda sıcaklığında ve karanlıkta 2 saat inkübe edilmiştir. Süre sonunda numunelerin absorbans değerleri UV-vis spektrofotometre (UV-vis 1800, Shimadzu, Japonya) ile 765 nm'de ölçülmüştür. Toplam fenolik içerik, gallik asit standardı ile hazırlanan kalibrasyon eğrisi kullanılarak mg GAE/100 g olarak hesaplanmıştır.

Toplam Flavonoid Madde Analizi: Zhishen (1999), tarafından uygulanan metod, kümülatif flavonoid içeriğinin belirlenmesinde tatbik edilmiştir. Çalışmada, kuersetin çözeltisi standart olarak kullanılmıştır. Herbir genotipe ait ekstraktlar ve bu çözelti etanolde 1 mg/mL konsantrasyonunda çözülmüştür. Bu şekilde hazırlanan çözeltilerden 500 µL alınacak saf su ilave edilerek toplam hacim 5000 µL' e tamamlanmıştır. Bu karışımın üzerine % 5'lik NaNO2 çözeltisinden 300 µL eklenip 5 dk oda sıcaklığında inkübasyona bırakıldıktan sonra % 10'luk AlCl3 çözeltisinden 300 µL eklenmiştir. Ardından, 6 dk oda sıcaklığında tutulduktan sonra 1.0 M NaOH çözeltisinden 2 mL ilave edilecek ve 20 mL'ye tamamlanmıştır (saf su ile). Elde edilen çözeltinin absorbansı 510 nm'de belirlenmiştir. Bitkilerin toplam flavonoid içeriği, mg kuersetin eşdeğeri (KE)/100 g ekstrakt olarak gösterilmiştir.



Şekil 5. Analizlere ait görüntüler

Toplam Antioksidan Madde Analizi: DPPH yöntemi için Thaipong ve ark. (2006)' ın metodu tatbik edilmiştir. 0.12 mg DPPH hesaplanarak 50 ml'lik balon jojede çözdürülmüş stok çözelti, -20°C'de muhafaza edilmiştir. Çalışma solüsyonu; 10 ml stok çözeltiye 45 mL metanol eklenerek 515 nm dalga boyunda 1.1 absorbans değeri ölçülerek belirlenmiştir. -20°C'de muhafaza edilen stoktan alınan 150 µl ekstrakta, 2850 µL DPPH solüsyonu eklenerek 24 saat karanlık koşullarda bekletilmiştir. Spektrofotometrede 515 nm'de okuma yapılmıştır. Toplam antioksidan kapasitenin belirlenmesi % inhibasyon olarak hesaplanmıştır.



Şekil 6. Analizlere ait görüntüler

Toplam Antosiyanin Madde Analizi: Örneklerin antosiyanin içeriği, pH diferansiyel metoduna göre yapılmıştır. Antosiyanin miktarları tüm örneklerde, siyanidin 3-glikozit cinsinden belirlenmiştir. 1 ml alıç özütü üzerine 4 ml CH3COONa (pH:4.5) eklenir. 520 nm ve 700 nm ile Spektrofotometrede okunur. İkinci pH diferansiyel metoduna göre 1 ml alıç özütü üzerine 4 ml KCI (pH:1.0) eklenir, 520 nm ve 700 nm ile Spektrofotometrede okunur. Kontrol örneğinde, örnek yerine metanol kullanılmış ve spektrofotometre metanol ile sıfırlanmıştır. Sonuçlar mg cyn-3-gluc/100g olarak ifade edilmiştir.

(MW=449.2, molar absorbans, ε=26.900). Örneklerin antosiyanin miktarları aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır:

Antosiyanin mg/L = (ΔA/ε.L)103 x (MW) x (SF)

ΔA: Absorbans farkı (uygulanan yönteme göre pH 1.0 ve pH 4.5değerlerinde ölçülen absorbans farkı)

ε: Molar absorbans

L: Absorbans ölçüm küvetinin tabaka kalınlığı, cm

MW: Molekül ağırlığı

SF: Seyreltme faktörü

2.2.4. Bireysel Fenolikler

Çalışmada aminobenzoik asit, kateşin, epikateşin, hidroksibenzoik asit, protokateşik asit, rutin, klorojenik asit, p-kumarik asit, kafeik asit ve ferulik asit dahil olmak üzere çeşitli biyoaktif bileşikler tanımlandı. Ozturk ve ark. (2015) tarafından uygulanan yöntemi takiben, bu araştırmada kromatografik ayırma için DAD dedektörü (DAD 3000, ABD) ile ultra yüksek performanslı sıvı kromatografisi (UHPLC, Thermo-Scientific, Ultimate-3000, ABD) kullanıldı.

Damıtılmış suyla (1:1 oranında) seyreltildikten ve 15.000 g'de 20 dakika santrifüj edildikten sonra, elde edilen sıvı 0,45 µm'lik bir milipor filtreden süzüldü ve ultra yüksek performanslı sıvı kromatografisine (UHPLC) enjekte edildi. Ayırma, 30°C'lik bir kolon sıcaklığında 250× 3,0µm, 5m Hypersil GD kolonu (Thermo Scientific tarafından ABD'de üretilmiştir) kullanılarak gerçekleştirildi. Elüsyon çözücüleri çözücü A'dan (sulu %2,5 formik asit) ve çözücü B'den (%100 metanol) oluşuyordu ve tespit 274 nm'de gerçekleştirildi. Toplam çalışma süresi, 20 µL enjeksiyon hacmi ve 1,0 ml dak-1 mobil faz akış hızıyla 60 dakikaydı. Sonuçlar mg kg-1 olarak bildirildi.

2.2.5. Verilerin Analizi

Çalışma sonucunda elde edilen morfolojik, pomolojik ve biyokimyasal verilerin değerlendirilmesinde JMP Pro 17 istatistik paket programı kullanılmıştır. Yapılan istatistik analizler sonucunda genotiplere ait ortalamalar varyans analizine tabi turulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey testi ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca çalışmada incelenen özelliklerin etkinliğini ve genotiplerin çeşitliliğini ortaya koyabilmek için TBA ve heatmap hiyerarşik kümeleme analizi JMP Pro 17 istatistiksel paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Veriler arasındaki ölçekleme farklılıklarından kaynaklanan etkilerden kaçınmak için her parametrenin ortalaması, Z-puanları kullanılarak TBA analizi ve heatmap hiyerarşik kümeleme analizi yapılırken standardizasyon seçeneği ile normalleştirilmiş ve daha sonra analizler gerçekleştirilmiştir. Heatmap hiyerarşik kümeleme analizi Öklid uzaklık katsayılarına dayalı Ward yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. İncelenen verilerin korelasyon analizi Origin Pro2024 istatistik paket programında gerçekleştirilmiştir.

Çalışma kapsmında elde edilen molakeüler verilerin analizi NTSYSpc 2.1 bilgisayar paket programı kullanılarak yapılmıştır (Rohlf, 2000). Bireyler arasında benzerlik indeksleri Jaccard yöntemine göre belirlenmiştir Jaccard benzerlik matriksine dayalı UPGMA metoduna göre alıç genotiplerinin dendrogramı oluşturulmuştur. Oluşturulan Jaccard benzerlik matriksinde yer alan genotiplerin birbirine ne kadar uzak oldukları OUTPUT modülünde matriks değerleri hesaplanarak belirlenmiştir. Jaccard benzerlik katsayısına dayalı matriks, COPH modülü kullanılarak ağaç matrisi ultrametrik benzerlik matriksine çevrilmiş ve MxCOMP modülü kullanılarak ultrametrik benzerlik matriksi ile benzerlik matrisinin uyumu karşılaştırılmıştır. Ayrıca çalışmada kullanılan her bir markör için toplam bant sayısı, polimorfik bant sayısı ve polimorfizm oranı da belirlenmiştir. Polimorfizm oranı hesaplanırken (Polimorfik Bant sayısı * 100 / Toplam Bant sayısı) formülü kullanılmıştır.

3. BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Morfolojik Veriler

Meyve özellikleri bakımından genotipler incelendiğinde en yüksek meyve ağırlığı değeri 2.87 g ile M12 numaralı genotipte belirlenmiştir. Bunu daha sonra sırasıyla 2.44 g ile M11, 2.08 g ile M10 numaralı genotipler takip etmiştir. En düşük değer ise 0.55 g ile M6 numaralı genotip oluşturmuştur. Alıç genotiplerinde meyve ağırlığı Keles (2018) tarafından 0.83 – 6.36 g arasında, Türkoğlu (2022) tarafından 1.03 - 5.50 g arasında ve Göztak (2023) tarafından 0.89 – 2.79 g arasında tespit etmiştir. Yapılan çalışma genel olarak literatürdeki diğer çalışmalar ile benzer özellik taşımamaktadır.

Meyve eni bakımından genotipler incelendiğinde en yüksek meyve eni değeri 18.39 mm ile M12 numaralı genotip oluşturmuştur. Bunu daha sonra 16.58 mm ile M11 numaralı genotip, 16.07 mm ile M10 numaralı genotip takip etmiştir. En düşük değer ise 9.74 mm ile M6 numaralı genotip oluşturmuştur. Alıç genotiplerinde meyve eni değerini Keles (2018), 10.15 – 24.19 mm arasında, Türkoğlu (2022) 12.83-23.53 mm arasında ve Göztak (2023) 12.33 – 18.89 mm arasında tespit etmiştir. Yapılan çalışma genel olarak literatürdeki diğer çalışmalar ile benzer özellik taşımaktadır.

Meyve boyu bakımından genotipler incelendiğinde ise en uzun meyve değeri 16.36 mm ile M12 numaralı genotip oluşturmuştur. Bu uzunluk değerini sırasıyla 15.85 mm ile M11 numaralı genotip, 15.25 mm ile M10 numaralı genotip takip etmiştir. En düşük değer ise 10.47 mm ile M6 numaralı genotip oluşturmuştur. Alıç genotiplerinde meyve boyunu Türkoğlu (2022) 12.57 - 20.86 mm arasında tespit ederken Göztak (2023) 10.77 - 16.01 mm arasında tespit etmiştir. Yapılan çalışma genel olarak literatürdeki diğer çalışmalar ile benzer özellik taşımaktadır.

Meyve çekirdeği özellikleri açısından incelendiğinde en ağır meyve çekirdeği değeri 0.51 g ile M12 numaralı genotip oluşturmuştur. Bunu daha sonra 0.45 g ile M10, 0.32 g ile M11 numaralı genotip takip etmiştir. En düşük değer ise 0.11 g ile M6 numaralı genotip oluşmuştur. Alıç genotiplerinin meyve çekirdeği ağırlık değerini Aydemir (2016) 0.08 – 3.12 g arasında, Bektaş (2017) 0.22 – 0.97 g arasında, Kaman (2019) 0.23 – 0.50 g arasında, Göztak (2023) 0.23 – 2.05 g arasında tespit etmiştir. Yapılan çalışma genel olarak literatürdeki diğer çalışmalar ile çoğunluktaki değerler ile benzer özellik taşımaktadır.

Meyve çekirdek sayısı bakımından incelendiğinde en fazla çekirdek sayısına sahip 2.00 (2 adet) ile M12 ve M10 numaralı genotipler belirlenmiştir. Diğer genotipler 1.00 (1 adet) olmak üzere en az çekirdek sayısına sahip olduğu tespit edilmiştir. Aydemir (2016) alıçta meyve çekirdeği sayısını 1 - 5 adet arasında tespit edilmiştir. Göztak (2023) ise alıçta meyve çekirdek sayısını 2- 5 adet arasında tespit etmiştir. Yapılan çalışma genel olarak literatürdeki diğer çalışmalar ile benzer özellik taşımaktadır.

Genotiplerde en geniş yaprak eni değeri 41.19 mm ile M19 numaralı genotipte tespit edilmiştir. Bunu daha sonra 37.90 mm ile M11 numaralı genotip, 37.71 mm ile M10 numaralı genotip takip etmiştir. En düşük değer ise 19.53 mm ile M7 numaralı genotipte tespit edilmiştir. Çalışkan (2017), en geniş yaprak eni değerini 4.84 cm olarak tespit etmiştir. Alıçlarda yaprak eni değerlerini Keles (2018) 1.57 – 2.82 cm arasında, Akca (2020) 11.63 – 31.39 mm arasında ve İkinci (2022) 2.52-6.96 cm arasında bildirmişlerdir. Yapılan çalışma genel olarak literatürdeki diğer çalışmalar ile benzer özellik taşımaktadır.

Yaprak özelliği bakımından en uzun yaprak boyu değerine 47.85 mm ile M15 numaralı genotip sahip olmuştur. Bunu daha sonra 46.18 mm ile M11 numaralı genotip, 46.17 mm ile M10 numaralı genotip takip etmiştir. En düşük yaprak boyu değerine ise 26.10 mm ile M7 numaralı genotip sahip olmuştur. Çalışkan (2017), en uzun yaprak boyu değerini 6.72 mm olarak tespit etmiştir. Keles (2018) yaprak boyu değerini 2.92 - 4,68 cm arasında, Akca (2020) yaprak boyu değerini 17.45 – 38.85 mm arasında ve İkinci (2022) yaprak boyu değerini 2.88-6.64 cm arasında tespit etmişlerdir. Yapılan çalışma genel olarak literatürdeki diğer çalışmalar ile benzer özellik taşımaktadır.

Yaprak sapı özelliği bakımından en uzun yaprak sapı değeri 23.53 mm ile M19 numaralı genotipte belirlenmiştir. Bu değeri daha sonra 22.96 mm ile M3 ve 17.85 mm ile M6

numaraları genotip takip etmiştir. En düşük değer ise 9.53 mm ile M1 numaralı genotipte belirlenmiştir. Çalışkan (2017) en yüksek yaprak sapı uzunluk değerini 1.46 cm olarak tespit etmiştir. Akca (2020) ise yaprak sapı uzunluk değerini 2.31 – 16.14 mm olarak tespit etmiştir. Yapılan çalışma genel olarak literatürdeki diğer çalışmalar ile benzer özellik taşımaktadır.

Çalışmada en kalın yaprak sapı değeri 0.86 mm ile M11 numaralı genotipinde belirlenmiştir. Bu değeri daha sonra 0.68 mm ile M4, 0.65 mm ile M15 numaralı genotip takip etmiştir. En düşük değer ise 0.33 mm ile M1 numaralı genotip oluşturmuştur. Çalışkan (2017) en yüksek yaprak sapı kalınlığı değerini 1.38 mm olarak tespit etmiştir. Akca (2020) ise yaprak sapı kalınlığının değerini 0.25 – 0.72 mm arasında tespit etmiştir. Yapılan çalışma genel olarak literatürdeki diğer çalışmalar ile benzer özellik taşımaktadır.

Tablo 1. Genotiplere ait meyve ve yaprak özellikleri.

Genotip	Meyve Ağırlığı	Meyve Eni	Meyve Boyu	Çekirdek Ağırlığı	Çekirdek Sayısı	Yaprak Eni	Yaprak Boyu	Yaprak Sapı Uzunluğu	Yaprak Sapı Kalınlığı
M1	0.97ı-l	11.48 jk	12.14 gh	0.18 fg	1.00	20.38 j	26.67 ı	9.53 f	0.33 m
M2	0.85 m	11.45 jk	11.90 h	0.16 f-ı	1.00	29.64 d-h	36.75 de	14.26 b-e	0.38 k-m
M3	1.28 e	13.28 d	13.63 e	0.16 f-ı	1.00	32.63 b-e	35.17 ef	22.96 a	0.45 h-l
M4	1.01 h-j	12.13 g-ı	12.53 fg	0.18 fg	1.00	35.33 a-d	40.18 cd	15.96 b-d	0.68 b
M5	0.94 kl	11.77 h-j	12.13 gh	0.18 fg	1.00	24.49 g-j	29.08 g-ı	12.52 d-f	0.49 e-ı
M6	0.55 n	9.74 l	10.47 j	0.11 j	1.00	30.62 d-f	33.78 ef	17.85 b	0.56 c-g
M7	0.92 l	11.78 h-j	12.58 fg	0.15 hı	1.00	19.53 j	26.10 ı	10.57 ef	0.52 d-h
M8	1.03 h	11.73 ı-k	12.71 f	0.19 ef	1.00	26.34f-ı	31.02 f-h	14.40 b-e	0.58 c-e
M9	1.13 g	12.59 f	13.56 e	0.19 ef	1.00	27.37 e-ı	32.98 e-g	15.75 b-d	0.6 lm
M10	2.08 c	16.07 c	15.24 c	0.45 b	2.00	37.71 a-c	46.17 ab	17.08 bc	0.60 b-d
M11	2.44 b	16.58 b	15.85 b	0.32 c	1.00	37.90 ab	46.18 ab	13.58 c-f	0.86 a
M12	2.87 a	18.39 a	16.36 a	0.51 a	2.00	27.79 e-h	31.13 f-h	15.82 b-d	0.38 k-m
M13	1.37 d	13.24 de	14.74 d	0.21 de	1.00	24.28 h-j	32.33 fg	13.03 c-f	0.39 j-m
M14	1.26 ef	12.84 ef	15.38 bc	0.22 d	1.00	30.23 f-g	32.07 fg	14.05 b-e	0.41 ı-m
M15	1.12 g	12.16 gh	12.64 f	0.17 f-h	1.00	37.21 a-c	47.85 a	17.25 bc	0.65 bc
M16	0.84 m	11.40 jk	11.36 ı	0.14 ıj	1.00	21.88 ıj	27.09 hı	10.42 ef	0.45 h-l
M17	0.96 j-l	11.32 k	11.38 ı	0.14 ıj	1.00	35.48 a-d	42.07 bc	13.97 b-e	0.57 c-f
M18	0.96 j-l	11.61 jk	12.99 f	0.16 f-ı	1.00	28.25 e-h	32.02 fg	14.00 b-e	0.48 f-j
M19	0.99 h-k	11.34 k	13.52 e	0.14 ıj	1.00	41.19 a	41.50 c	23.53 a	0.47 g-k
M20	1.02 hı	12.05 g-ı	12.69 f	0.17 f-h	1.00	31.86 c-f	40.38 cd	16.73 b-d	0.46 h-k
M21	1.22 f	12.45 fg	15.48 bc	0.21 de	1.00	27.19 e-ı	31.89 fg	13.84 b-e	0.35 m
LSD	0.06**	0.42**	0.50**	0.02**	$0.00^{n.s}$	5.86**	4.16**	4.22**	0.09**

L*a*b* (Lab) renk modeli, renkleri üç temel bileşene göre tanımlar: L* (ışıklık), a* (yeşil-kırmızı ekseni) ve b* (mavi-sarı ekseni). Bu model, renklerin insan gözüyle algılanan tonlarını daha doğru şekilde temsil etmek için tasarlanmıştır ve genellikle dijital görüntü işleme, grafik tasarım ve renk bilimlerinde kullanılır. L* değeri, bir rengin ne kadar açık veya koyu olduğunu belirtir. 0 değeri en koyu (siyah) rengi, 100 değeri ise en açık (beyaz) rengi ifade eder. Bu bileşen, bir rengin parlaklık düzeyini gösterdiği için renk tonları arasındaki farkı anlamada önemli bir rol oynar. a* bileşeni, renklerin yeşil (negatif değerler) ve kırmızı (pozitif değerler) arasında nasıl bir eğilim gösterdiğini belirler. a* =

0 olduğunda renk, nötr bir değere sahip olup, tam olarak yeşil ile kırmızı arasında değildir. b* bileşeni, renklerin mavi (negatif değerler) ve sarı (pozitif değerler) arasındaki farkı gösterir. b* = 0 olduğunda, renk sarı ile mavi arasında nötrdür.

Genotiplerin meyve L* değeri en yüksek 27.93 ile M12 numaralı genotipte tespit edilmiştir. 27.72 ile M3, 26.87 ile de M4 numaralı genotip diğer yüksek genotiplerdir. En düşük değer ise 24.25 değeri ile M6 ve M21 numaralı genotipte belirlenmiştir. İstatiksel bakımından değerlendirme yapıldığında 21 genotip arasında L* değerlerinde herhangi bir fark görülmediği görülmüştür. Fakat genel olarak meyve kabuğunda açıklık rengi değerlendirildiğinde bütün genotiplerin koyu renge yakın olduğu tespit edilmiştir. Gürlen (2020), Bolu ilinde doğal olarak yetişen Crataegus monogyna ve Crataegus tanacetifolia alıç türlerinin biyokimyasal ve bazı pomolojik özelliklerini belirlemişlerdir. Genotipler arasında en yüksek L* değeri 58.11 (14BL19) ve en düşük L* değeri ise 23.984 (14BL10) olarak kaydedilmiştir. Alirezalu (2020), İran'ın farklı bölgelerinde toplanan 15 alıç genotipinin pomolojik özelliklerini incelemişlerdir. En yüksek L* değerini 37.36 ile Crataegus azarolus var aronia türlerinde tespit etmiştir.

Genotiplerin meyve kabuğundaki kırmızı/yeşil renk parametreleri incelendiğinde en yüksek a* değer 114.73 ile M11 numaralı genotipte belirlenmiştir. 111.07 değeri ile M10 ve 107.03 değeri ile M12 numaralı genotip M11 genotipini takip etmiştir. En düşük değer ise 78.20 ile M19 numaralı genotip oluşturmuştur. Genel olarak meyvelerdeki kırmızı/yeşil renk parametreleri değerlendirildiğinde bütün genotiplerin kırmızıya yakın renklerde olduğu tespit edilmiştir. Alirezalu (2020) çalışmasında en yüksek a* değerini 40.63 ile Crataegus atrasanguniea türünde tespit etmiştir. Gürlen (2020), alıç meyvelerinde renk ölçümlerinde en yüksek a* değerini 41.93 - -2.81 arasında belirlemiştir.

Genotiplerin meyve kabuğundaki sarı/mavi renk parametreleri incelendiğinde en yüksek b* değeri 10.08 ile M9 numaralı genotipte saptanmıştır. M9 genotipini 8.88 ile M6, 8.73 ile de M8 numaralı genotipler takip etmiştir. En düşük değer ise 7.21 ile M20 numaralı genotipte bulunmuştur. Alirezalu (2020), İran'ın farklı bölgelerinde toplanan 15 alıç genotipinde en yüksek b* değerini 56.93 Crataegus azarolus var aronia türünde tespit etmiştir. Gürlen (2020), alıç meyvelerindeki renk ölçümlerinde en yüksek b* değerini 46.56 ile 14BL12 numaralı genotipte ölçmüştür. Bu genotipin diğer genotiplere göre daha

sarı renge sahip olduğunu belirlemiştir. En düşük değer ise 14BL10 genotipinde 7.06 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 2. Genotiplerin meyve renk özellikleri.

Genotip	L*	a*	b*
M1	26.53 a-e	98.11 e	7.89
M2	25.67 b-f	102.10 c-e	7.69
M3	27.72 ab	84.90 f	8.12
M4	26.87 a-d	104.88 b-e	8.27
M5	26.41 a-f	101.32 c-e	7.68
M6	24.25 f	106.50 b-d	8.88
M7	25.10 c-f	106.43 b-d	7.25
M8	26.51 a-e	107.87 a-c	8.73
M9	27.60 ab	99.34 de	10.08
M10	27.26 a-c	111.07 ab	7.74
M11	26.45 a-f	114.73 a	8.39
M12	27.93 a	107.03 a-d	7.36
M13	26.48 a-f	106.07 b-d	8.26
M14	25.27 c-f	83.42 f	7.40
M15	26.09 a-f	100.60 c-e	8.50
M16	26.09 a-f	100.60 c-e	8.50
M17	24.53 ef	104.73 b-e	7.91
M18	26.05 a-f	81.32 f	8.02
M19	25.30 c-f	78.20 f	7.87
M20	24.88 d-f	101.83 c-e	7.21
M21	24.25 f	83.25 f	7.22
LSD	2.24*	7.81**	$1.54^{n.s}$

3.2. Biyokimyasal Veriler

Genetik varyasyon, geleneksel olarak çiçek rengi, meyve büyüklüğü, habitus, verim potansiyeli gibi fenotopik özelliklerdeki farklılıklar ölçülerek değerlendirilmiştir. Ancak, bu yaklaşımın bazı sınırlamaları vardır. Morfolojik karakterler tarafından sağlanan genetik bilgi genellikle sınırlıdır ve nicel özelliklerin ifadesi güçlü çevresel etkiye maruz kalır. Genetik karakterizasyon çalışmalarında, 1960 yıllarında biyokimyasal markörler kullanılmaya başlanmıştır. Biyokimyasal markörler, tohum depolama proteinleri veya bir (allozimler) veya daha fazla gen lokusundaki (izozimler) farklı aleller tarafından kodlanan enzimler arasındaki farklılıkların belirlenmesi temeline dayanır. Biyokimyasal markörlerin kullanılması çevresel etkiyi ortadan kaldırır; ancak, düşük varyasyon seviyelerini tespit edemedikleri için yararlılıkları sınırlıdır (Rao, 2004).

3.2.1. Toplam Fenolik Madde İçeriği

Genotiplerde en yüksek toplam fenolik madde içeriği 491.88 mg GAE/100 g olarak M7 numaralı genotipin meyvelerinde belirlenmiştir. M7 genotpini 445.93 mg GAE/100 g ile M18 numaralı genotip takip etmiştir. En düşük toplam fenolik madde içeriği 151.34 mg GAE/100 g olarak M10 numaralı genotipte tespit edilmiştir. Sorkun (2012), Hakkari ili ve çevresinde alıç üzerine yapmış olduğu çalışmada maunsiyah renkli alıç genotiplerinin toplam fenol içeriğini kırmızı ve sarı meyveli alıçlara göre daha yüksek olduğunu ifade etmiş ve genotiplerin toplam fenol içeriğini ortalama 9391 µg GAE/g TA olarak tespit etmiştir. Çalışkan (2012), Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesinden seçmiş oldukları 5 farklı alıç türüne ait 15 genotipte fitokimyasal özelliklerin araştırılması üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırmada alıç genotiplerin toplam fenol içeriği 26.60-57.10 mg GAE/g KA olarak bulmuştur. Simirgiotis (2013), Crataegus monogyna'ya ait 23 genotipte yürütmüş olduğu çalışmada alıç genotiplerinin toplam fenol içeriğini ortalama 28.30 mg GAE/g KA olarak bulmuştur. Yanar (2021), yaptığı araştırmada alıç genotiplerine ait toplam fenolik madde miktarının 56.39 mg GAE/100 g ile 838.72 mg GAE/100 g arasında değiştiği gözlenmiştir. Sağbaş (2022) inceledikleri genotipler arasında 25C08 numaralı genotipi 758.69 mg GAE/100g TA ile en yüksek toplam fenol içeriğine sahip olurken, 25C13 numaralı genotipi 90,21 mg GAE/100gTA ile en düşük toplam fenol içeriğine sahip genotip olmuştur.

3.2.2. Toplam Flavonoid Madde İçeriği

Toplam flavonoid madde içeriği Zhishen (1999), tarafından uygulanan metod ile belirlenen 21 ümitvar genotipin toplam flavonoid madde içeriği belirlenmiştir. En yüksek toplam flavonoid madde içeriği 48.13 mg KE/100 g ile M7 ve M21 numaralı genotipte saptanmıştır. 45.17 mg KE/100 g ile M9 numaralı genotip yüksek içeriğe sahip diğer genotip olmuştur. En düşük toplam flavonoid madde içeriği 16.74 mg KE/100 g ile M10 numaralı genotipte belirlenmiştir. Simirgiotis (2013), Şili de bulunan alıç türünde yaptığı biyokimyasal içerik analizlerinde, toplam flavonoid madde içeriğinin (8.77 mg KE/g) Crataegus monogyna meyvelerinde yüksek olduğunu belirlemiştir. Copra-Janicijevic ve ark. (2018), Bosna'da doğal olarak yetişen endemik alıç (Crataegus microphylla Koch) türünün, toplam kimyasal içeriğini incelemişlerdir ve toplam flavonoid içeriği AlCl3 yöntemi kullanılarak belirlemişlerdir. Flavonoidlerin içeriği 0.01-1.09 mg KE/ g DW

aralığında tespit etmişlerdir. Güler (2023), inceledikleri 3 ayrı alıç genotipte sırasıyla 15.13 mg KE/g, 6.11 mg KE/g, 6.94 mg KE/g olarak tespit etmiştir.

3.2.3. Toplam Antioksidan Madde İçeriği

DPPH yöntemi için Thaipong (2006)' in metodu ile belirlenen toplam antioksidan kapasiteleri tespit edilmiştir. En yüksek toplam antioksidan kapasite %56.70 ile M7 numaralı genotip ve %56.20 ile M18 numaralı genotipte tespit edilmiştir. En düşük toplam antioksidan kapasite %29.20 ile M10 numaralı genotipte saptanmıştır. Sorkun (2012), Hakkari ili ve çevresinde alıç üzerine yapmış olduğu çalışmada toplam antioksidan aktiviteyi TEAC metoduyla ortalama 13.81 µmol TE/g TA ve FRAP metoduyla ortalama 12.3 µmol TE/g TA olarak bulmuştur. Çalışkan (2012), Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesinden seçmiş oldukları 5 farklı alıç türüne ait 15 genotipte fitokimyasal özelliklerin araştırılması üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırmada alıç genotiplerin DPPH metodunun kullanılmasıyla toplam antioksidan aktivite ortalama 27.1 µmol/g KA olduğu ifade edilmiştir. Simirgiotis (2013), Crataegus monogyna'ya ait 23 genotipte yürütmüş olduğu çalışmada alıç genotiplerini FRAP metodunu kullanarak toplam antioksidan aktiviteyi ortalama 85.65 µmol TE/g KA olarak tespit etmiştir. Sağbaş (2022), inceledikleri genotipler arasında alıç genotiplerinin toplam antioksidan aktivitesi en yüksek 25C08 numaralı genotipinde 37.99 µmol TE/g TA, en düşük 25C61 numaralı genotipinde tespit etmiştir.

3.2.4. Toplam Antosiyanin Madde İçeriği

Örneklerin antosiyanin içeriği, pH diferansiyel metodu ile belirlenen toplam antosiyanin kapasiteleri belirlenmiştir. En yüksek toplam antosiyanin içeriği 79.79 mg cyn-3-gluc/100g ile M18 numaralı genotipte saptanmıştır. M18 genotipini 79,43 mg cyn-3-gluc/100g ile M7 numaralı genotip ve 72.54 mg cyn-3-gluc/100g ile M15 numaralı genotip takip etmiştir. En düşük toplam antosiyanin içerik 26.34 mg cyn-3-gluc/100g ile M16 numaralı genotipte tespit edilmiştir. Saraçoğlu (2011), Hakkari ilinde yaptığı bir çalışmada antosiyanin içeriklerini kırmızı ve siyah-maun renkli alıç meyvelerinde tespit etmiştir. Bu meyvelerin içerdiği antosiyanin miktarlarının ortalamasını 76.09 µg siy-3-glk/g ta olarak hesaplanmıştır. Sarı renkli 30-S1 ve 30-S2 numaralı genotiplerde antosiyanin miktarları önemsiz olarak belirlemiştir. Kostic (2012), yaptığı bir çalışmada Sırbistan'ın güney bölgesinden topladıkları alıç (*Crataegus oxyacantha*) türünün, meyve

ekstraktlarının antosiyanin içeriklerini 0.320 – 3,168 mg of cyanidin-3-O-glukoside/g TA arasında olarak tespit etmiştir. Mraihi (2015), yaptığı bir çalışmada Tunus'ta bulunan alıç türlerinin (*Crataegus monogyna* ve *Crataegus azarolus*) meyvelerinde bazı fitokimyasal analizler yapmışlardır. Her iki türün meyve ekstraktında da antosiyanin bulunamamıştır. Okatan (2017), yaptığı bir çalışmada Uşak ilinde doğal olarak yetişen 15 farklı alıç genotipinde pomolojik ve biyokimyasal özelliklerin belirlenmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır ve genotiplerin toplam antosiyanin miktarları 2.38-6.12 µg siy-3-glk/g arasında tespit etmişlerdir.

Tablo 3. Genotiplerin biyokimyasal özellikleri.

Genotip	Toplam Fenolik İçerik	Toplam Flavonoid İçerik	Toplam Antioksidan İçerik	Toplam Antosiyanin İçerik
M1	299.99 k	27.39 m	47.10 j	52.96 l
M2	321.61 ı	28.50 l	49.90 f	57.14 j
M3	170.26 s	19.15 q	35.60 p	34.18 s
M4	283.77 n	24.80 o	43.60 l	56.53 k
M5	294.58 l	29.61 k	43.90 l	51.67 n
M6	248.63 q	32.08 h	37.10 o	44.71 q
M7	491.88 a	48.13 a	56.70 a	79.43 b
M8	329.72 h	30.35 j	49.30 g	63.49 g
M9	364.85 f	45.17 b	50.70 d	64.89 f
M10	151.34 u	16.74 r	29.20 r	26.83 t
M11	259.45 o	26.53 n	43.10 m	45.71 p
M12	345.93 g	37.76 e	47.50 ı	62.60 h
M13	251.34 p	31.84 ı	39.90 n	46.20 o
M14	370.26 e	32.58 g	50.20 ef	65.88 e
M15	405.39 c	39.98 c	52.20 c	72.54 c
M16	154.04 t	19.52 p	32.30 q	26.34 u
M17	178.36 r	18.96 q	37.00 o	35.67 r
M18	445.93 b	39.61 d	56.20 b	79.79 a
M19	291.88 m	32.95 f	44.30 k	52.66 m
M20	316.20 j	31.84 ı	48.70 h	62.00 ı
M21	381.07 d	48.13 a	50.30 e	67.87 d
LSD	1.70**	0.23**	0.31**	0.17**

3.2.5. Bireysel Fenolikler

Alıç meyvesinin bileşiminde aminler, tanen, askorbik asit, tri-terpen türevleri, flavon türevleri ve acı maddeler (amigdalin) bulunmaktadır. Alıcın mineral maddeler açısından da zengin bir meyve olduğu bilimsel çalışmalarla belirlenmiştir (Özcan ve ark. 2005). İçerdiği yüksek miktardaki flavonoid bileşiklerinin her biri, bitkiye çok güçlü antioksidan

özellikler kazandırmaktadır. Yüksek fenolik içeriği, flavonoidler, proantosiyanidinler, kateşinler, fenolik asitler, uçucu yağlar ve terpenoidler alıç meyvesinin nörodejeneratif hastalıklar, bazı tipteki kanserler ve kardiyovasküler rahatsızlıkların tedavisi ile immünolojik sistemin etkilenmesinde doğal terapi olarak kullanımını açıklamaktadır (Bahorum, 1994; Edwards, 2012; Garcia-Mateos, 2012).

Fenolik bileşiklerin bir kısmı meyve ve sebzelerin lezzetinin oluşmasında, özellikle ağızda acılık ve burukluk gibi iki önemli tat unsurunun oluşmasında etkilidirler. Bir kısmı ise meyve ve sebzelerin sarı, sarı-esmer, kırmızı-mavi tonlardaki renklerinin oluşmasını sağlamaktadırlar (Nizamlıoğlu, 2010). Ayrıca gıda bileşeni olarak fenolik bileşikler; enzim inhibisyonuna neden olmaları ve değişik gıdalarda kalite kontrol kriteri olmaları gibi nedenlerle de önem taşımaktadırlar (Bayram, 2013).

Fenolik asitler, fenolik bileşiklerin büyük gruplarından biridir ve yapı çeşitliliğine göre sınıflandırılırlar. Basit fenoller (fenol, katekol), fenolik asitler (galik asit, kafeik asit), flavonoidler (kuersetin), tanenler, stilbenler (resveratrol) , lignin ve lignanlar olmak üzere 6 gruba ayrılırlar. En baskın bulunan fenolik asitler; hidroksibenzoik ve hidroksisinnamik asitler olmak üzere iki alt gruba ayrılmaktadır. Çok yaygın olanları; kafeik asit, ferulik asit, p-kumarik asit ve o-kumarik asitlerdir (Yavaşer, 2011). Kateşinler ise renksiz bileşiklerdir. Bütün meyvelerde bulunmamak üzere hemen hemen her meyvede bulunan kateşinler, flavonoid biyosentezinde ara ürün olarak yer alırlar ve gıdalarda en yaygın olarak bulunan flavonoid grubunu oluştururlar (Kalaç, 2017).

Crataegus, cinsi ve doğasından dolayı çok fazla değişken tür ve genotipe sahiptir. Yabani bir bitki olduğundan ötürü Türkiye'de iyi bir dağılıma sahiptir. Ayrıca alıç, Anadolu'da kendiliğinden doğal olarak yetişebilen endemik bir meyve türüdür. Alıç meyvesine yapılan çalışma sonuçlarında; hiperosid, epikateşin ve klorojenik asit gibi farklı fenolik bileşiklerin varlığından dolayı serbest radikal temizleme aktivitesi yani DNA zincirine zarar verebilecek ve hastalıklara yol açacak yapıları oksidatif reaksiyon ile başlatarak savaşması ve güçlü antioksidan özelliklerine sahip olduğunu için mücadele göstermesidir. Bu bileşikler, yapılan çalışmalar ile farmakolojik etkisinin de olduğu belirlenmiştir. Yapılan araştırmalar ve kanıtlara rağmen bugüne kadar alıç bitkisinin, sağlık potansiyelinin etkilerini daha çok kanıtlanmaya ve ve etkilerinin gösterilmesi için araştırılması gereklidir (Şükran, 2023).

Çalışma kapsamında alıç meyvelerinin bireysel fenolik bileşik içeriklerinin miktarının değerlendirililmiştir. Meyvelerde ihtiva eden Aminobenzoik, protokatesin, hidroksibenzoik, katesin, klorjenik asit, kafeik, epikatesin, p-kumarik, ferulik, rutin içerikleri incelenmiştir.

Genotiplerin aminobenzoik asit içeriği 38.56 (M16) – 10.46 (M10) tespit edilmiştir. Literatür taramalarında alıçta aminobenzoik ile ilgili gerekli bulgular bulunamamıştır. Genotiplerin protokatesin içeriği 2.00 (M7) ile 0.14 (M9) arasında tespit edilmiştir. Gürlen (2018), yaptığı çalışmada meyve suyunda bireysel fenolik bileşik değerlerini incelemiş ve protokateşuik asit verilerini gözlemlediğinde istatistiksel bakımdan farklılıklar bulmuştur. Genotipler protokateşuik asit değerini 1.964 – 0.064 mg 100 g-1 arasında tespit etmiştir. Genel olarak incelendiğinde Crataegus monogyna türüne ait olan genotiplerin protokateşuik asit değerleri daha yüksek olarak tespit etmiştir. Genotiplerin hidroksibenzoik asit içeriği 0.60 (M9) – 0.36 (M12, M14) arasında değişmiştir. Keleş (2018), yaptığı bireysel fenolik bileşik değerlerini incelemiş hidroksibenzoik asit içeriklerini 42,87 (66 SK 011) - 184.81 (66 MK 044) µg/g KA arasında bulmuştur. Genotiplerin kateşin içeriği 29.53 (M17) – 5.12 (M10) arasında saptanmıştır. Gürlen (2018), yaptığı bireysel fenolik bileşik değerlerini incelemiş, 25 genotipte incelenen kateşin miktalarında önemli derecede farklılılar olduğunu tespit etmiştir. Genotipler arasından kateşin miktarını 51.393 – 4.140 mg 100 g-1 değer arasında kaydedilmiştir. Genel olarak incelendiğinde Crataegus monogyna türüne ait genotiplerin kateşin miktarı diğer türlere göre daha fazla oldukları tespit edilmiştir. Genotiplerin klorjenik asit içeriği 10.98 (M17) – 1.02 (M21) arasında belirlenmiştir. Gürlen (2018), yaptığı bireysel fenolik bileşik değerlerini incelemiş, sonuçlara alıç genotiplerinin klorojenik asit içeriklerine incelemiştir, önemli derece farklılılar tespit etmiştir. İncelenen genotiplerde en yüksek klorojenik asit değerini 42.361 – 25.400 mg 100 g -1 arasında tespit edilmiştir. Genotiplerin kafeik asit içeriği 10.21 (M7) – 1.06 (M10) arasında belirlenmiştir. Gürlen (2018), yaptığı çalışmada kafeik asit miktarını 4.407 - 0.624 mg 100 g -1 arasında bildirmiştir. Genotiplerin epikateşin içeriği 13.83 (M7) – 2.06 (M11) arasında saptanmıştır. Emrem (2008), yaptığı bireysel fenolik bileşik değerlerini incelemiş, inceleme sonucunda elde ettiği sonuçlara göre alıç meyvesinde epikateşin varlığı için önemli sonuçlar elde etmiştir. Genotipler arasında epikateşin miktarını 8.66 mg g -1 olarak tespit etmiştir ve diğer fenolik değerler içerisinden epikateşinin alıç meyvesin de

temel fenolik olduğu ve diğer bireysel fenolik değerler içerisinden en yüksek miktarda olduğu sonucuna varmıştır. Genotiplerin p-kumarik asit içeriği 7.43 (M3) – 0.24 (M10) arasında belirlenmiştir. Gürlen (2018), yaptığı bireysel fenolik bileşik değerlerini incelemiş, inceleme sonucunda elde ettiği sonuçlara göre alıç meyvesinde p-kumarik asit varlığı için önemli sonuçlar elde etmiştir. Genotipler arasında p-kumarik asit değerini 0.369 – 0.013 mg 100 g-1 arasında ifade etmiştir. Genotiplerin ferulik asit içeriği 5.06 (M1) – 0.29 (M10) arasında saptanmıştır. Gürlen (2018), yaptığı bireysel fenolik bileşik değerlerini incelemiş, inceleme sonucunda elde ettiği sonuçlara göre alıç meyvesinde ferulik asit miktarları açısından genotipler arasında önemli derecede farklılıklar tespit etmiştir. Genotipler arasında ferulik asit miktarını 1.068 – 0.014 mg 100 g -1 olarak tespit etmiştir. Genotiplerin rutin içeriği 74.05 (M7) – 1.57 (M18) arasında belirlenmiştir. Gürlen (2018), yaptığı bireysel fenolik bileşik değerlerini incelemiş, inceleme sonucunda elde ettiği sonuçlara göre alıç meyvesinde genotiplerin rutin değerleri incelendiğinde, genotipler arasında önemli derecede farklılıklar tespit etmiştir. Genotipler arasında en yüksek rutin değerini 10.029 – 9.595 arasında belirlemiştir.

Tablo 4. Genotiplerin bireysel fenolik özellikleri.

Genotip	Aminobenzoik	Protokatesin	Hidroksibenzoik	Katesin	Klorjenik asit	Kafeik	Epikatesin	p-kumarik	Ferulik	Rutin
M1	17.06 ı	1.21 e	0.15 de	17.23 f	9.53 e	4.07 l	6.96 ı	1.65 e	5.06	35.08 f
M2	20.92 d	0.19 kl	0.06 kl	11.02 n	4.24 j	4.24 k	3.22 n	1.16 j	1.62	12.12 q
M3	10.60 s	0.22 k	0.07 jk	7.29 q	3.14 k	3.30 n	2.62 r	7.43 a	2.17	23.80 j
M4	36.90 b	0.17 lm	0.12 g	19.12 d	6.08 f	6.38 ı	5.80 j	1.13 j	2.14	25.90 h
M5	17.19 h	0.35 ı	0.12 g	15.69 ı	4.39 ı	6.90 h	7.99 g	0.86 l	1.75	22.04 l
M6	12.04 o	1.70 c	0.12 g	24.54 c	10.10 d	9.66 b	9.86 e	1.30 h	2.52	22.56 k
M7	15.38 j	2.00 a	0.14 ef	25.83 b	16.16 b	10.21 a	13.83 a	3.94 b	2.70	74.05 a
M8	10.95 r	0.22 k	0.08 j	16.55 g	1.74 p	7.38 f	11.35 b	1.27 hı	2.68	19.70 n
M9	11.37 q	0.14 m	0.60 a	13.50 l	1.91 o	9.43 c	10.15 d	0.46 p	3.26	21.15 m
M10	10.46 t	0.59 g	0.05 l	5.12 t	2.42 l	1.06 t	2.30 s	0.24 q	0.29	4.53 s
M11	15.18 k	1.68 c	0.12 g	11.65 m	5.97 g	2.55 q	2.06 t	2.06 d	0.79	38.89 e
M12	12.33 n	1.95 b	0.01 n	15.95 h	3.15 k	3.66 m	5.50 k	3.71 c	1.31	48.89 c
M13	13.73 m	1.57 d	0.13 fg	14.95 j	5.02 h	7.19 g	8.78 f	1.24 ı	2.67	26.12 g
M14	11.34 q	0.32 ı	0.01 n	5.52 r	1.55 q	3.23 o	3.27 n	1.07 k	1.64	10.54 r
M15	11.54 p	0.77 f	0.10 h	8.42 p	5.00 h	2.45 r	3.13 o	0.52 o	0.66	16.52 p
M16	38.56 a	0.51 h	0.12 g	13.77 k	10.88 c	5.34 j	5.24 l	1.39 g	1.89	52.41 b
M17	19.69 e	0.33 ı	0.19 c	29.53 a	10.98 a	8.28 e	7.86 h	1.60 f	2.64	48.36 d
M18	23.15 c	0.28 j	0.36 b	9.07 o	2.32 m	2.65 p	2.73 q	1.07 k	1.39	1.57 u
M19	18.97 f	0.58 g	0.03 m	5.44 rs	2.10 n	2.61 p	4.96 m	2.04 d	1.32	17.58 o
M20	14.79 l	1.56 d	0.10 h	18.65 e	4.25 j	8.35 d	10.96 c	0.66 n	2.58	24.08 ı
M21	18.39 g	0.33 ı	0.17 d	5.24 st	1.02 r	1.73 s	3.01 p	0.74 m	0.70	4.34 t
LSD	0.12**	0.04**	0.02**	0.25**	0.04**	0.06**	0.06**	0.04**	2.38	0.09**

3.3. Moleküler Veriler

Pomolojik, morfolojik ve biyokimyasal çalışmalar günümüzde önemini korumaktadır. Yalnz bu çalışmaların özellikleri ancak ve kesin olarak moleküler çalışmalar ile desteklenmeside büyük derecede önem taşımaktadır. Son yıllarda artan teknolojik gelişmeler sayesinde, genotipler arasında farklılığı genetik düzeyde tespit etmek daha olağan bir duruma gelmiştir (Duminil and Michele 2009). Moleküler tekniklerin kullanılması ile bitkiler arasındaki genetik varyasyonlar tespit edilmek için araştırılabilmektedir. Taksonomik olarak tülerin tanımlanabilmekte, filogenetik akrabalıkları bulunabilmekte ve ıslah süreleri kısaltılabilmektedir (Aka-Kaçar et al. 2005; Yamamoto et al. 2009; Jing et al. 2013).

3.3.1. ISSR Primerlerine Ait Bant Özellikleri

Araştırmada alıç genotipleri arasındaki genetik ilişkilerinin belirlenebilmesi amacıyla 7 ISSR primeri kullanmıştır. Çalışmada yer alan ISSR primer çiftlerine ait baz uzunlukları 200-1200 bp arasında değişmiş ve farklı gen bölgelerinin amplifikasyonu açısından geniş bir yelpazeyi temsil etmiştir. Bu, bu primerlerin çeşitli genetik bölgeleri taramak için uygun olduğunu göstermektedir. En düşük baz uzunluğu 200 Bp (GAA)6 primer çiftinden, en yüksek baz uzunluğu 1200 Bp ile HVH (TCC)7 primer çiftinden elde edilmiştir. Yapılan çalışmada toplam allel sayısı 62 olarak belirlenmiştir. Primer başına düşen allel sayısı 6 ile 10 arasında değişmiş, ortalama allel sayısı 8 olmuştur. Kullanılan 7 ISSR primerinden toplamda 55 polimorfik bant elde edilmiştir. Bütün primerlerin ortalama polimorfizm oranları da % 89,1 olarak belirlenmiştir.

Tabloda yer alan primerler arasında polimorfizm oranları, genetik çeşitliliğin tespiti açısından önemli bilgiler sağlamaktadır. En düşük polimorfik bant sayısı (GA)8YG (5 bant) ve (GAA)6 (6 bant) primerleri oluştururken en yüksek bant sayısını ise HVH (TCC)7 (10 bant) primerinden elde edilmiştir. En az bant sayısına sahip (GA)8YG (5 bant) ve (GAA)6 (5 bant) primerlerinin polimorfizm oranları sırasıyla %71,4 ve %85,7 olurken, en yüksek bant sayısına sahip HVH (TCC)7, (AGC)6G, (GT)6GG ve (CAC)3GC primerleri, %100 polimorfizm oranı ile genetik çeşitliliğin yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durum, bu primerlerin genotipler arasındaki farklılıkları ayırt etmede yüksek bir performansa sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle HVH (TCC)7 primeri 10 bant üreterek hem toplam bant sayısı hem de polimorfizm açısından önemli

bir sonuç vermiştir. Diğer yandan, (GAA)6 primeri %85,71 polimorfizm oranı ile yüksek bir varyasyon tespit etmiştir. Ancak (GA)8YG ve BDB (CA)7C primerleri sırasıyla %71,42 ve %66,66 polimorfizm oranları ile diğer primerlere kıyasla daha düşük bir genetik çeşitlilik göstermiştir. Bu primerlerin yine de belirli varyasyonları ortaya koyduğu, ancak genetik çeşitliliği tespit etme kabiliyetinin sınırlı olduğu söylenebilir. Yılmaz (2010), yaptığı moleküler çalışma değerlerini incelemiş, inceleme sonucunda elde ettiği sonuçlara göre değerlendirmeler yapmıştır. Araştırmasında 8 farklı tür içinde, toplamda 17 alıç genotipinde genetik akrabalıkların belirlenmesi üzerine RAPD primeri ile bir çalışma yürütülmüş ve yapılan çalışmada 10 adet genotipte polimorfizm oranını %88 olarak belirlenmiştir. Serçe (2011), Doğu Akdeniz (Hatay) bölgesinden aldıkları genotip adayları ile moleküler çalışma ile genetik değerleri incelemiş, inceleme sonucunda elde ettiği sonuçlara göre değerlendirmeler yapmıştır. Alıç türlerine 19 RAPD primeri kullanarak 15 genotip arasındaki genetik akrabalık düzeyini incelemiştir. Çalışmada kullanılan primerler toplam 107 bant elde etmiş olup, polimorfizm oranı %76 olarak tespit etmiştir. Çalışmada kullanılan RAPD primerlerinin kullanılmasıyla oluşan soy ağacında 3 ana grup oluşmuştur. Bu gruplardan birincisi, Crataegus aronia var. arona genotipleri; ikincisi, Crataegus aronia var. dentata genotipleri ve son olarak üçüncüsü, Crataegus monogyna subsp. azarella dır. Çalışmada Crataegus orientalis var. orientalis genotipleri Crataegus aronia var. aronia genotipleri ile aynı dalda yer almıştır. Genotiplerin pomolojik özellikleri ile moleküler sonuçları arasında da büyük benzerlikler de ortaya çıkmıştır. Rahmani (2015), yaptığı moleküler çalışma değerlerini incelemiş, inceleme sonucunda elde ettiği sonuçlara göre değerlendirmeler yapmıştır. 164 genotipi 3 farklı moleküler teknik (IRAP, ISSR, SCoT) kullanarak genetik çeşitliliği araştırmıştır. IRAP, ISSR ve SCoT analizlerinin sırasıyla 126, 254 ve 199 bant verdiği ve yine sırasıyla % 90,48; % 93,37 ve % 83,78'sinin polimorfik olduklarını tespit etmiştir. Bu çalışmada ISSR yönteminin diğer IRAP ve SCoT markırlarından daha etkili oluğunu belirlemiştir. Emami (2018), yaptığı moleküler çalışma değerlerini incelemiş, inceleme sonucunda elde ettiği sonuçlara göre değerlendirmeler yapmıştır. Yapılan çalışmada 13 ISSR ve 13 SCoT primeri kullanmıştır ve bu primerlerden sırasıyla 130 ve 132 bant üretildiğini ve polimorfizm oranlarının da sırasıyla % 88,94 ve % 86,54 olduğunu tespit etmiştir. Keleş (2018), yaptığı moleküler çalışma değerlerini incelemiş, inceleme sonucunda elde ettiği sonuçlara göre değerlendirmeler yapmıştır. Çalışmalarda kullanılan 20 ISSR primeri içinden sadece güvenilir bant veren 14 ISSR primeri ile çalışılmış ve dendrogram

oluşturulmuştur. Genotipler içinden çalışmalarda sadece güvenilir bant görüntüsü elde ettikleri 78 genotip ile çalışılmıştır. Çalışılan 14 ISSR primerinden toplamda 103 bant elde etmiştir. En yüksek bant sayısı ise CA8R (13 bant) primerinden elde etmiştir. En düşük bant sayısı GACA4 (4 bant) ve CAC6 (4 bant) primerlerinden elde etmiştir. En yüksek bant sayısına sahip CA8R primerinin polimorfizm oranı % 100 olmuştur. En az bant sayısına sahip GACA4 ve CAC6 primerlerinin polimorfizm oranları sırasıyla %75 ve % 100 olurken, diğer primerlerin polimorfizm oranları da % 100 olarak tespit etmiştir. Bütün primerlerin ortalama polimorfizm oranları da % 97,42 olarak elde etmiştir. Güney (2018), yaptığı moleküler çalışma değerlerini incelemiş, inceleme sonucunda elde ettiği sonuçlara göre değerlendirmeler yapmıştır. Çalışmasında alıç genotiplerinde ISSR markırını kullanmış ve analizinde markır başına ortalama bant sayısını 8.53 olarak tespit etmiştir. Gurlen (2020), yaptığı moleküler çalışma değerlerini incelemiş, inceleme sonucunda elde ettiği sonuçlara göre değerlendirmeler yapmıştır. Çalışmasında toplam allel sayısı, polimorfik allel sayısı ve polimorfizm oranları ile ilgili değerler tespit etmiştir. Primerlerden elde edilen bantlar incelendiğinde primerlerin belli aralık oranlarında polimorfik bant oluşturduklarını tespit etmiştr. Bu oran sırasyla % 66.67 ve % 100 oranındatespit etmişti ve ortalama polimorfizm oranını %95,59 olarak elde etmiştir. Yanar (2021), yaptığı moleküler çalışma değerlerini incelemiş, inceleme sonucunda elde ettiği sonuçlara göre değerlendirmeler yapmıştır. Çalıştığı SSR primer çiftlerine ait baz uzunlukları 110 ve 245 Bp arasında belirlemiştir. En yüksek baz uzunluğu 245 Bp ile CH04G04 primer çiftinden elde etmiştir. En düşük baz uzunluğunu ise 110 Bp ile CH05G11 primer çiftinden elde etmiştir. Yapılan çalışma sonucunda toplamda 64 allel sayısı elde etmiştir. Primer başına düşen allel sayısı 6 ile 11 arasında değişmiştir ve ortalama allel sayısı 8 olarak tespit etmiştir. Genotiplerin polimorfizm % 100 olarak tespit etmiştir.

Yapılmış çalışmalar ile karşılaştırıldığında elde ettiğimiz sonuçların aynı veya farklı markır sistemleri ile yapılmış çalışmaların polimorfizm oranları ile uyumlu olduğu, literatür taramasındaki moleküler verilerle aynı olmamakla birlikte, farklılar görüldüğü tespit edilmiştir.

Tablo 5. ISSR Primerlerine ait bant bilgileri.

Primer	Toplam Bant Sayısı (Adet)	Polimorfik Bant Sayısı (Adet)	Polimorfizm Oranı (%)	Bant Uzunluğu (Bp)
HVH(TCC)7	10	10	100	300-1200
(GA)8YG	7	5	71.42	200-950
(AGC)6G	9	9	100	350-1050
(GAA)6	7	6	85.71	200-900
(GT)6GG	9	9	100	400-900
(CAC)3GC	8	8	100	200-1200
BDB(CA)7C	12	8	66.66	350-1000
Ortalama	8.85	7.85	89.11	-
Toplam	62	55	-	-

3.3.2. ISSR Primerlerine Ait Benzerlik Dendogramı

ISSR tekniği ile yapılan çalışma ile analizlerinden faydalanılarak dendrogram oluşturulmuştur. Bu dendrogram, genotiplerin farklılaşma düzeylerini ve çeşitliliğini anlamada önemlidir. Örneğin, genetik olarak farklı dallarda yer alan genotipler (M3 ve M20) arasında büyük bir uzaklık bulunmaktadır, bu da onların daha farklı genetik yapılara sahip olduğunu göstermektedir. Genotipler 2 ana gruba ayrılmıştır. Ancak genotiplerin çoğunluğunun bulunduğu grup kendi içerisinde tekrardan 2 alt gruba (yeşil-mavi) ayrılmıştır

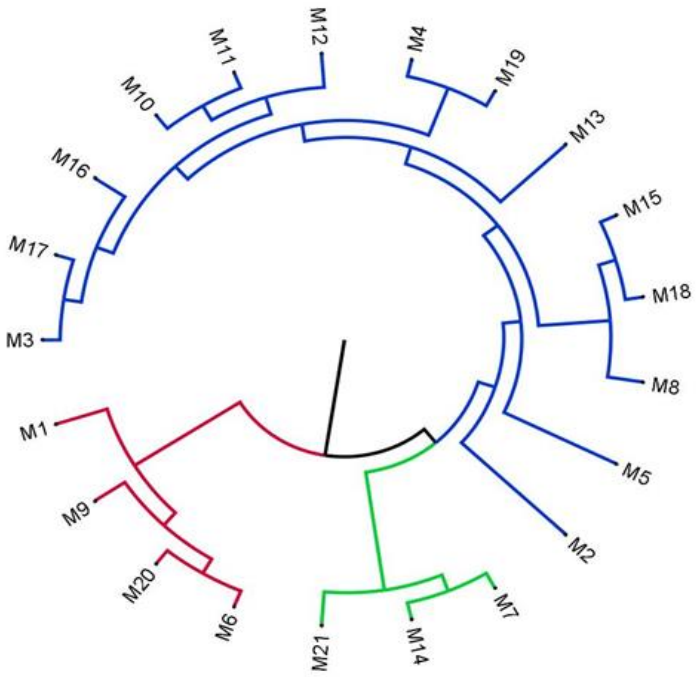
Mavi grup: M2, M3, M4, M5, M8, M10, M11, M12, M13, M15, M16, M17, M18 ve M19 genotiplerini içeren bu grup, genetik olarak birbirine yakın genotipleri temsil etmektedir. Bu genotipler arasında belirgin bir benzerlik olduğu ve muhtemelen aynı genetik havuzdan geldikleri anlaşılabilir. Nitekim M10, M11 ve M12 genotipleri ısı haritasında da (Şekil 8) benzer bir grupta kümelenmişlerdir.

Yeşil grup: M7, M14, M21 genotiplerini içermektedir ve diğer gruplara kıyasla farklı bir genetik yapıya sahip oldukları tespit edilmiştir. Yeşil grup içerisindeki M14 ve M21 genotipleri ısı hartasında da (Şekil 8) benzer bir grupta kümelenmiş olduğu belirlenmiştir.

Kırmızı grup: M1, M6, M9 ve M20 genotiplerini kapsar ve bu genotipler diğer gruplardan daha farklı bir genetik profile sahip olduğu belirlenmiştir. Kırmızı grup içindeki M6 ile M20 genotipleri arasında benzer kümeleşme görülürken, bu kümenin M9 ile birlikte; ayrı bir kümeleşme gösterdiği tespit edilmiştir.

Renklerin ayrımı, genetik uzaklığın derecesini temsil etmektedir. Mavi renkli genotipler arasında genetik yakınlık daha fazlayken, kırmızı ve yeşil gruptaki genotipler diğer gruplara kıyasla genetik olarak daha farklıdır. Yeşil ve kırmızı gruplar, mavi grup ile ortak bir atadan ayrılarak kendi içlerinde dallanmıştır. Yapılan pomolojik çalışmalar ile biyokimyasal analiz sonuçlarının verilerine göre; belirli özellikler ile öne çıkan genotiplerin birbirileri içinde anlamlı bir ilişki görüldüğü tespit edilmiş olup, benzer özellikteki genotiplerin diğer genotipler ile ayrılarak, her renk grubunun farklı bir karakterizasyon gösteridiği ve bunun genetik farklılaşmanın bir sonucu olduğunun bir göstergesidir. Nitekim 21 genotipin ISSR markörleri ile genetik benzerlik çalışmaları tamamlanmış olup, genotipler arasında yukarıdaki bilgiler incelendiğinde geniş bir genetik varyasyon olduğu görülmüştür.

Dendrogram sonucuna göre, genetik çeşitliliğin korunması, ıslah programlarının planlanması ve belirli agronomik özelliklere sahip genotiplerin seçilmesi için kullanılabilir. Mavi grup gibi daha benzer genotipler, aynı özellikleri taşırken, bazı genotipler arasında akrabalık derecelerinin yüksek oranda benzerlik göstermemesi çalışmamızın ileriki yıllarda yapılabilecek melezleme ıslahı gibi çalışmalarda önemli katkılarda bulunacağını göstermektedir. Yeşil ve kırmızı grup gibi daha uzak genotipler, genetik çeşitliliği artırmak için potansiyel adaylar olarak değerlendirilebilir.



Şekil 7. Analizlere ait görüntüler

3.4. Korelasyon, Temel Bileşen Analizi ve Hiyerarşik Heatmap Analizi

Korelasyon, iki ya da daha fazla değişken arasındaki ilişkinin ölçülmesidir. Yani, bir değişkenin değerindeki değişikliklerin, diğer bir değişkenin değerini nasıl etkilediğini gösterir. Korelasyon, iki değişken arasındaki ilişkinin gücünü ve yönünü belirler.

Temel Bileşenler Analizi (TBA), veri setlerinde boyut azaltma amacıyla kullanılan güçlü bir istatistiksel tekniktir. Bu yöntem, özellikle çok sayıda değişkenin bulunduğu veri setlerinde, verinin temel desenlerini ortaya çıkarmak ve veriyi daha düşük boyutlara indirgemek için kullanılır. TBA'nın temel amacı, veri setindeki en önemli bilgiyi (varyans) koruyarak, yeni ve daha az sayıda özellik (temel bileşen) oluşturmak ve bu bileşenler sayesinde veriyi daha kolay analiz edebilmek, görselleştirebilmek ve işleyebilmek. TBA, özellikle yüksek boyutlu veri setlerinde önemli yer tutar ve veri setinin anlaşılmasını, analiz edilmesini kolaylaştırır.

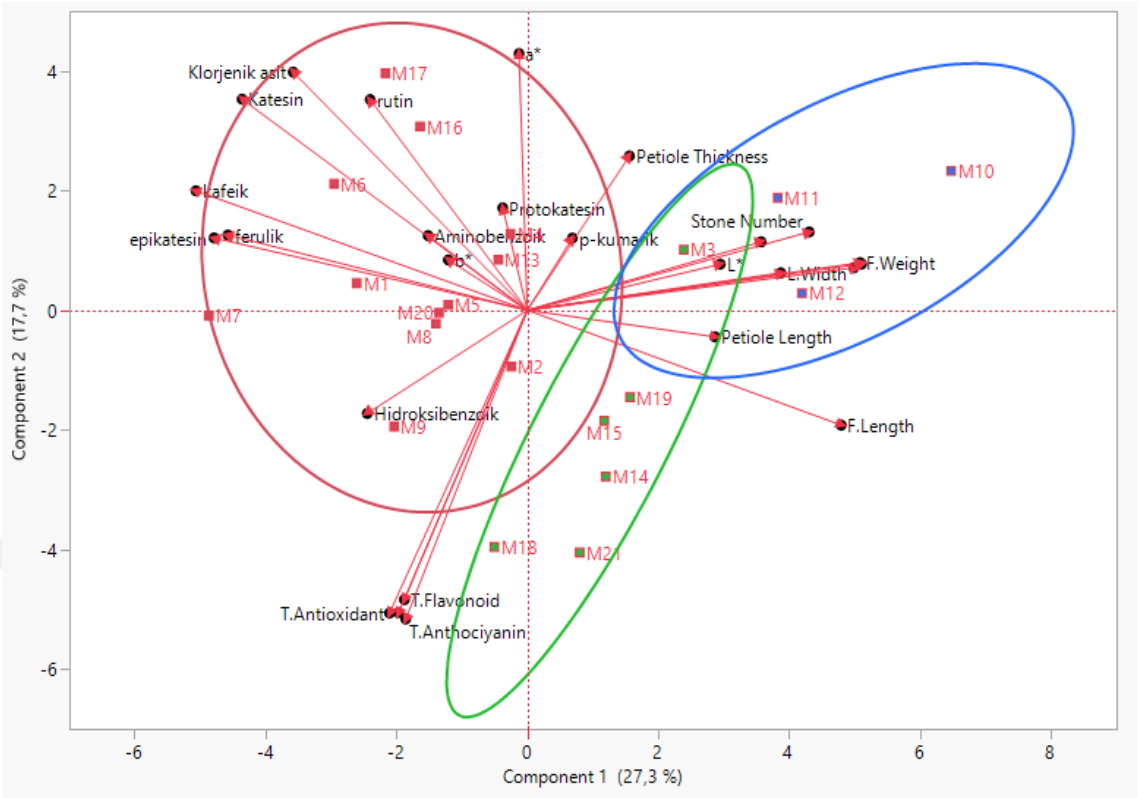
Hiyerarşik Heatmap Analizi (Isı Haritası), verilerdeki ilişkileri, desenleri ve yoğunlukları görselleştirmek için kullanılan bir grafik türüdür. Heatmap'ler, genellikle iki boyutlu verilerdeki değişimlerin renklerle ifade edilmesiyle, verinin hızla anlaşılmasını sağlar. Verinin farklı hücrelerinde renk yoğunluğu, belirli bir metriğin (örneğin, korelasyon katsayıları, sıklık, değerler vs.) büyüklüğüne karşılık gelir.

Çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden biri olan temel bileşen analizi (TBA), veri setindeki en önemli nitelikleri belirlemek için ve çeşitli bitki türlerinin çeşitliliğini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Temel bileşen analizi, bir veri setindeki değişimi belirlemek ve güçlü ilişkileri ortaya çıkarmak için etkili bir istatistiksel yöntemdir (Hair vd. 2006). TBA'nın sahip olduğu üstün özelliği nedeniyle birçok araştırıcı tarafından ıslah ve popülasyon genetiği çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır (Yildiz ve ark., 2023; Elikara ve ark., 2024; Say ve ark., 2024; Sümbül ve Yıldız, 2024). Bu çalışma kapsamında, elma çeşitlerinin morfolojik ve biyokimyasal özellikleriyle ilgili toplam 26 özellikte TBA gerçekleştirilmiştir (Tablo 6; Şekil 8). Temel bileşen analizi sonucuna göre eigen değeri 1'den büyük olan yedi temel bileşen tespit edilmiştir. İlk üç temel bileşen toplam varyansın %60.57'sini açıklamıştır. Bu sonuç ilk üç temel bileşende önemli olan özelliklerin alıç genotipleri arasında en fazla çeşitliliğe sahip olduğunu ve alıç genotiplerinin farklılaşması üzerinde en büyük etkiye sahip olduğunu göstermektedir. İlk üç temel bileşende incelenen özelliklerin etkileri farklılık göstermiştir. Toplam varyansın %27.34'ünü açıklayan birinci temel bileşene meyve ağırlığı, meyve eni, meyve

boyu, çekirdek ağırlığı, çekirdek sayısı, yaprak eni ve yaprak boyu özellikleri pozitif etki gösterirken kateşin, klorojenik asit, kafeik, epikateşin ve ferulik özellikleri negatif etki göstermiştir. Toplam varyansın %17.74'ünü açıklayan ikinci temel bileşen üzerine a*, kateşin, klorojenik asit ve rutin özellikleri pozitif etki gösterirken toplam fenolik, toplam flavonoid, toplam antioksidan, toplam antosiyanin özellikleri negatif etki göstermiştir. Toplam varyansın %15.49'unu açıklayan üçüncü temel bileşende ise meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu, çekirdek ağrılığı, çekirdek sayısı, a*, toplam fenolik, toplam flavonoid, protoateşin ve rutin özellikleri pozitif etki gösterirken yaprak eni, yaprak boyu ve yaprak sapı uzunluğu özellikleri negatif etki göstermiştir. Muradoğlu ve ark. (2021) 44 adet genotipte 13 adet özelliği inceledikleri çalışmada, toplam değişkenliğin %90'ının üç temel bileşenle, Yildiz ve ark. (2023) 22 adet genotipdeki 14 adet özelliğe ait değişkenliğin %72'sinin üç temel bileşenle, Alirezalu ve ark. (2020) ise 56 adet genotipdeki 20 adet özelliğin oluşturduğu değişkenliğin % 58'inin iki bileşenle açıklanabileceğini bildirimsilerdir. Çalışma sonuçları arasındaki farklılıkların incelenen genotip/tür sayısı ve değerlendirilen parametrelerden kaynaklandığı söylenebilir.

Tablo 6. Alıç genotiplerine ait özelliklerin temel bileşen analizleri.

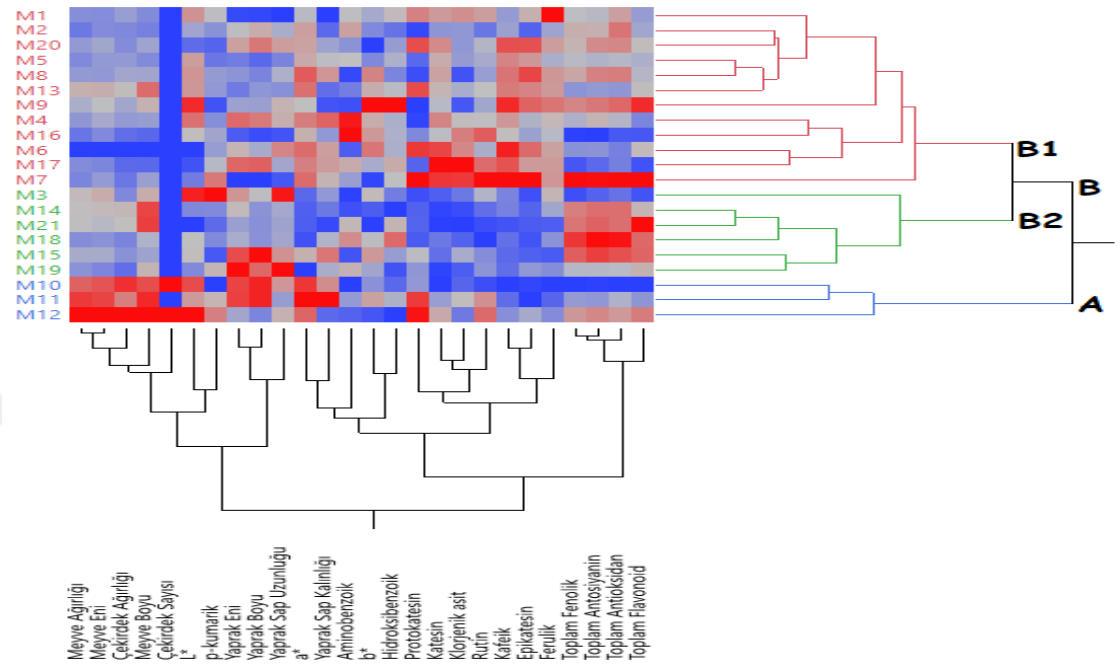
Özellikler	**TBA1**	**%Katkı**	**TBA2**	**%Katkı**	**TBA3**	**%Katkı**	**TBA7**
Meyve Ağırlığı	0.29	8.67	0.06	0.33	0.28	7.85	0.09
Meyve Eni	0.30	8.75	0.06	0.31	0.28	7.90	0.10
Meyve Boyu	0.28	7.72	-0.14	1.91	0.21	4.54	0.01
Çekirdek Ağırlığı	0.29	8.35	0.05	0.26	0.28	7.93	-0.11
Çekirdek Sayısı	0.25	6.22	0.09	0.89	0.23	5.09	-0.23
L*	0.17	2.92	0.06	0.31	0.13	1.62	0.29
a*	-0.01	0.01	0.31	9.52	0.22	4.76	-0.11
b*	-0.07	0.49	0.06	0.37	-0.12	1.45	0.15
Toplam Fenolik	-0.11	1.30	-0.36	13.22	0.20	4.08	0.13
Toplam Flavonoid	-0.11	1.18	-0.35	12.10	0.21	4.52	0.02
Toplam Antioksidan	-0.12	1.48	-0.36	13.26	0.17	2.84	0.17
T.Antosiyanin	-0.11	1.16	-0.37	13.77	0.17	3.05	0.12
Aminobenzoik	-0.09	0.77	0.09	0.81	-0.17	2.79	0.40
Protokatesin	-0.02	0.05	0.12	1.52	0.35	12.29	-0.11
Hidroksibenzoik	-0.14	2.01	-0.12	1.54	-0.01	0.01	0.18
Katesin	-0.25	6.37	0.25	6.45	0.15	2.22	-0.01
Klorjenik asit	-0.21	4.29	0.29	8.20	0.06	0.32	0.17
Kafeik	-0.29	8.60	0.14	2.07	0.10	1.06	-0.14
Epikatesin	-0.28	7.68	0.09	0.76	0.19	3.49	-0.24
p-kumarik	0.04	0.16	0.09	0.75	0.10	1.01	0.45
Ferulik	-0.26	7.02	0.09	0.82	0.07	0.54	-0.06
Rutin	-0.14	1.93	0.25	6.43	0.27	7.19	0.36
Yaprak Eni	0.22	5.04	0.05	0.20	-0.23	5.48	0.05
Yaprak Boyu	0.21	4.28	0.08	0.68	-0.18	3.20	0.01
Yaprak Sapı Uzunluğu	0.17	2.76	-0.03	0.10	-0.21	4.46	-0.02
Yaprak Sapı Kalınlığı	0.09	0.82	0.19	3.45	-0.06	0.32	0.30
Eigen değeri	7.11		4.61		4.03		1.16
Varyans	27.34		17.74		15.49		4.44
Toplam varyans	27.34		45.08		60.57		88.06



Şekil 8. Alıç genotiplerinde incelenen özelliklere ait iki boyutlu temel bileşen analizi grafiği

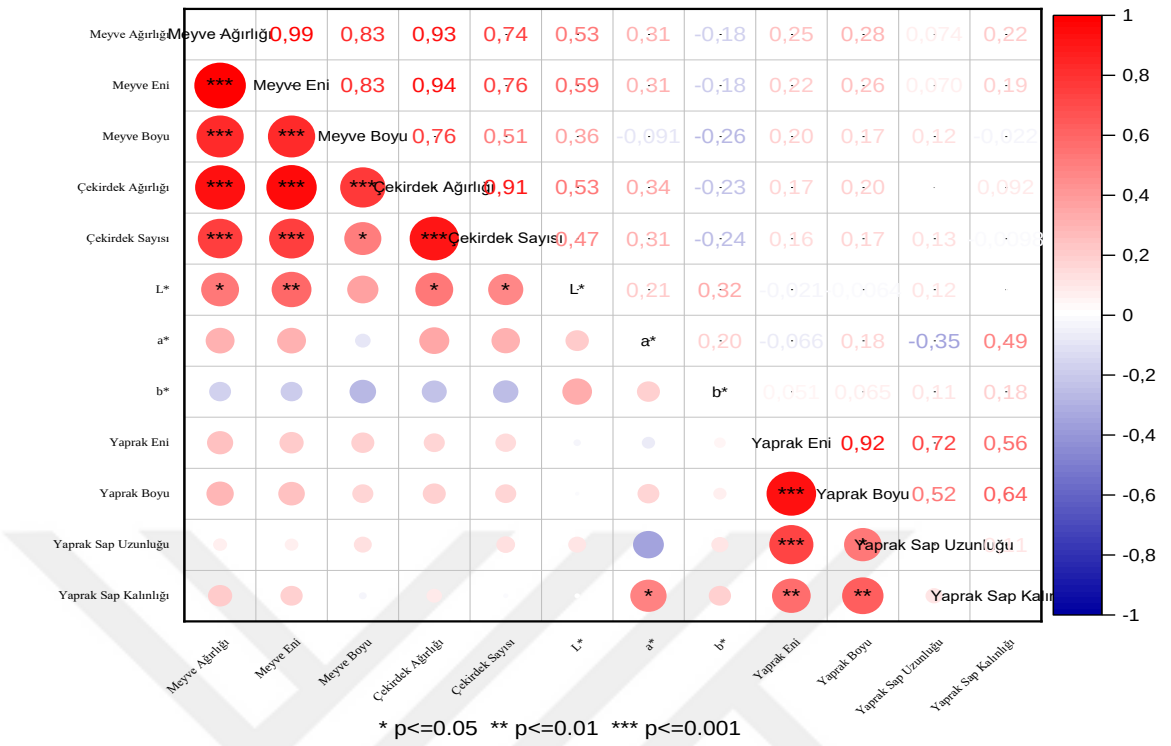
Heatmap hiyerarşik kümeleme analizi, çalışmalarda yer alan genotiplerin ve incelenen özelliklerin birlikte değerlendirilmesini sağlayan çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden en yaygın kullanılanıdır. İncelenen alıç genotiplerinin morfolojik ve biyokimyasal özelliklerine göre sınıflandırılması için hiyerarşik heatmap kümeleme analizi yapılmıştır (Şekil 9). Heatmap hiyerarşik kümeleme analizinde maviden kırmızıya doğru değişen renk yoğunluğu genotiplerin özelliklerinin değerlerindeki yüksekliği göstermektedir. Buna göre heatmap hiyerarşik kümeleme analizi sonucunda genotipler iki ana gruba ayrılmıştır. Her grup kendi içerisinde iki alt gruba ayrılmıştır. M10, M11 ve M12 genotipleri A grubunda yer alırken diğer genotipler B gurubunda yer almıştır. M3, M14, M15, M18, M9 ve M21 genotipleri B2 grubunda diğer genotipler ise B1 grubunda yer almıştır. A grubunda yer alan genotipler meyve ve yaprak özellikleri açısından yüksek değerlere sahip olurken B grubunda yer alana genotipler ise daha çok biyokimyasal özellikler açısından yüksek değerlere sahip olmuştur. Isı haritası analizi, bağımlı ve bağımsız değişkenlerin kümelenmesi ve bunlar arasındaki ilişki hakkında bilgi sağlamaktadır. (Yaman vd., 2024). Heatmap hiyerarşik kümeleme analizi alıç (Muradoğlu ve ark., 2021), üzüm (Sümbül ve Yıldız, 2024), çilek (Elikara ve ark. 2024)

ve iğde (Say ve ark., 2024) gibi birçok meyve türünde genotip veya çeşitlerin özelliklerine göre kümelenmesi amacıyla yaygın olarak kullanılmıştır.



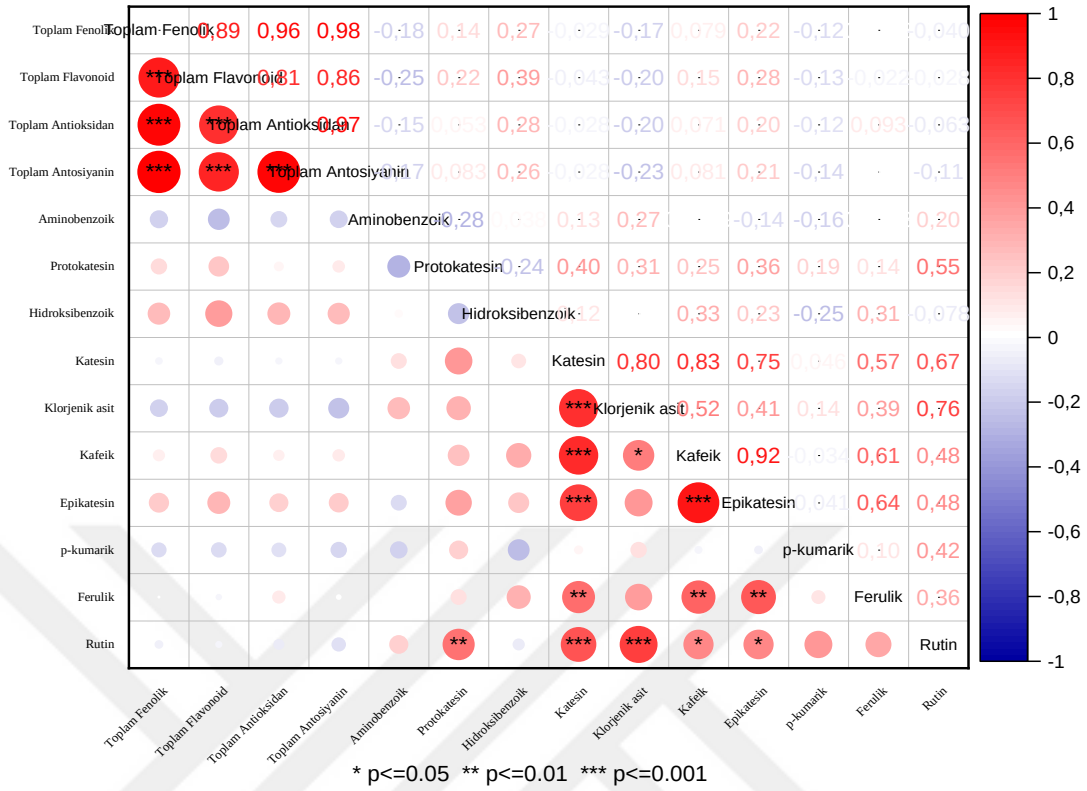
Şekil 9. Alıç genotiplerinde incelenen özelliklere ait hiyerarşik heatmap kümeleme analizi

Korelasyon matrisi, birden fazla değişken arasındaki ilişkilerin incelendiği bir tablodur. Bu matris, her bir değişkenin diğer değişkenlerle olan korelasyon düzeylerini gösterir. Korelasyon, iki değişken arasındaki ilişkinin gücünü ve yönünü belirten bir istatistiksel ölçüdür. Korelasyon matrisi, genellikle sayısal veri kümesindeki tüm değişkenlerin birbirleriyle ne kadar ilişkili olduğunu anlamak için kullanılır. Çalışmada incelenen pomolojik, biyokimyasal ve bireysel fenolik analiz verilerinin korelasyon matrisi analizi grafiği şekil 10'da sunulmuştur. Pomolojik verilerin korelasyon matris analizi incelendiğinde; meyve ağırlığı, meyve genişliği, meyve boyu, çekirdek ağırlığı, çekirdek sayısı arasında pozitif bir ilişki ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Meyve kabuk rengi (L*, a*, b*) arasında korelasyon değerleri negatife yakın olmasına rağmen istatiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Yaprak eni, yaprak boyu, yaprak sapı uzunluğu ve yaprak sapı kalınlığı arasında korelasyon değerleri negatife yakın ilişki olmasına rağmen istatiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Meyve uzunluğu, çekirdek ağırlığı ve çekirdek sayısı ile b* değeri (meyvelerdeki sarı/mavi renk) değerinde yüksek negatif korelasyon değeri nedeniyle ilişki bulunamamıştır.



Şekil 10. Alıç genotiplerinde meyve ve yaprak özelliklerine ait korelasyon matrisi

Şekil 11'de sunulan biyokimyasal verilerinin korelasyon matris analizi incelendiğinde; toplam fenolik, flavonoid, antosiyanin ve antioksidan değerleri kendi içlerinde pozitif ve anlamlı bir ilişki içinde iken bireysel fenolik değerleri içinden Aminobenzoik asit ile negatif korelasyon değeri göstererek aralarında olumsuz bir ilişki tespit edilmiştir. Bu ilişki kateşin, klorjenik asit, p-kumarik asit ve rutin değerleri ile de aynı olumsuz ilişkide olduğunu göstermektedir. Bireysel fenolik verilerinin korelasyon matris analizi incelendiğinde; Aminobenzoik ve protokatesin arasında negatif korelasyon değeri göstemiş olup aralarında olumsuz anlamda bir ilişki tespit edilmiştir. Epikatesin değeri ile p-kumarik asit değeri arasında negatif korelasyon değeri tespit edilmiş ve aralarında olumsuz anlamda bir ilişki tespit edilmiştir. P-kumarik asit değeri kateşin, protokateşin, klorjenik asit ile aralarında pozitif korelasyon değeri ile aralarında anlamlı bir ilişki bulunur iken diğertüm değerler ile arasında negatif korelasyon değeri nedeni ile olumsuz anlamda bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Rutin, hidrobenzoik asit ve toplam fenolik, flanovoid, antosiyanin, antioksidan arasında negatif korelasyon tespit edilmiştir ve aralarında bir ilişki bulunamamıştır.



Şekil 11. Alıç genotiplerinde biyokimyasal özelliklere ait korelasyon matrisi

4. BÖLÜM

SONUÇ ve ÖNERİLER

Alıç (*Crataegus monogyna*), Rosaceae familyasının içerisinde yer alan ve Türkiye florasında da doğal olarak yetişebilen en yaygın yabani türlerden birisidir. Kısmen kültür çeşitlerinin de var olması ile yetiştirilebilen bir meyve olması, tüketici – üretici istekleri ile ıslah çalışmalarının kesişimi ve yeni ümitvar karakterlerin hem piyasa taleplerini karşılayacak ürünlerin elde edilebilmesi hem de seleksiyon çalışmaları için ıslah metaryali olarak kullanılması elde edilen sonuçlar ile gelecekteki çalışmalara ışık tutacaktır. Yetiştiricilik kapsamı dâhilinde, anaç olarak kullanımı ile seleksiyon çalışmalarına katkı sağlaması, genotipler arasındaki akrabalık ilişkilerinin belirlenebilmesi ile alıç genotiplerinin seçilimi ve tanımlanması amaçlanmıştır. Nitekim yaptığımız çalışma ile ülkemizde önceden üzerinde hiç çalışması yapılmamış olan ve Orta Kelkit Vadisi'nde bulunan ümitvar olacak alıç genotiplerini detaylı incelemeler yapıldıktan sonra elde edilmiştir. Seçilen ümitvar genotipler morfolojik, biyokimyasal ve moleküler yöntemlerle karakterize edilmiş, varyasyon çemberi daraltılarak daha doğru sonuçlar elde edilmiş, ülke genetik kaynaklarının verimli kullanılması hedeflenmiştir.

Araştırmada elde edilen sonuçlar ise şu şekilde olmuştur;

Pomolojik çalışmalardaki meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu ve çekirdek ağırlığı ile çekirdek adet sayısı bakımından incelendiğinde; M12, M11, M10 numaralı genotipler elde edilen bulgular ile diğer genotipler arasında farklılıkları görülmektedir. Yaprak verilerine incelendiğinde; yaprak eni, yaprak boyu, yaprak sap uzunluğu ve yaprak sap kalınlığı incelendiğinde; M19, M15, M6, M4, M11 ve M10 genotiplerinin öne çıktığını ve diğer genotipler arasında farkılıkları görülmüştür. Meyve kabuk rengi bakımından incelendiğinde M12, M11, M10, M9, M8, M6, M4 ve M3 genotiplerinin diğer genotipler arasında farklılıklar görülmektedir. Nitekim meyve verilerinde öne çıkan M11 ve M10

numaralı genotiplerin yaprak verilerinde de öne çıkarak, meyve ve yaprak arasında anlamlı bir ilişki içinde oldukları görülmüş, birbirileri arasında yakınlık derecesinin fazla olduğu tespit edilmiştir. Ümitvar olarak tespit edilen 21 genotipin pomolojik derecelendirmeler ve istatiksel çalışmalar ile M11 ve M10 numaralı genotiplerin diğer genotiplere üstün geldiği tespit edilmiştir.

Biyokimyasal çalışmalardaki toplam fenolik, toplam flavonoid, toplam antioksidan ve toplam antosiyanin verileri bakımından incelendiğinde; M21, M18 ve M7 numaralı genotipler, elde edilen bulgular ile diğer genotipler arasında farklılıkları görüldüğü, nitekim çoğunlukta M18 ve M7 numaralı genotiplerin bu verilerinde öne çıkarak biyokimyasal açıdan aralarında anlamlı bulundukları tespit edilmiştir. Biyokimyasal verilerin, bireysel fenolik çalışmalar ile örtüştürüldüğünde; aminobenzoik, protokatesin, hidroksibenzoik, katesin, klorjenik asit, kafeik, epikatesin, p-kumarik, ferulik, rutin verilerinde M17, M16, M9, M7, M3 ve M1 genotiplerinin diğer genotipler arasında farklılıklar görülmektedir. Nitekim biyokimyasal ve bireysel fenolik verilerinde öne çıkan M7 numaralı genotip'in biyokimyasal ve bireysel fenolik verilerin arasında anlamlı bir ilişki içinde oldukları görülmüş, birbirileri arasında yakınlık derecesinin fazla olduğu tespit edilmiştir.

Morfolojik, biyokimyasal ve moleküler düzeyde incelenen genotipleri ortak paydalarda birleştirildiğinde; morfolojik olarak M11 ve M10 numaralı genotiplerin öne çıktığını, biyokimyasal ve bireysel fenolik olarak ise M7 numaralı genotip'in öne çıktığını bu bulguların ise moleküler olarak desteklendiği tespit edimiştir.

Araştırmada yer alan genotipler arasında genetik çeşitliliği belirlemek için moleküler tekniklerden faydalanılmıştır. Çalışmalarda 20 primerle yapılacak testlemelerden en iyi sonuç veren 7 ISSR primeri kullanılmıştır. Yukarıdaki bilgiler incelendiğinde genotipler arasında geniş bir genetik varyasyon olduğu, yapılan çalışmada toplam allel (bant) sayısı 62 olarak belirlenmiştir. Primer başına düşen allel (bant) sayısı 6 ile 10 arasında değişmiş, ortalama allel sayısı (bant) 8 olmuştur. Kullanılan 7 ISSR primerinden toplamda 55 polimorfik bant elde edilmiştir. Genotiplerin moleküler sonuçları incelendiğinde ortalama polimorfizm oranının %89,1 olduğu belirlenmiştir. Her çalışmanın kendi içinde öne çıkan genotiplerinin var olduğu ve bu genotiplerin yakınlık derecesi incelenmiş olup, birbirleri ile olan ilişkileri anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak yürütülen bu çalışma, alıç ıslahı ile ilgili yapılmış çalışmaların devamı niteliğinde olup, ülkemiz genetik kaynaklarında doğal olarak yetişen alıç popülasyonunun içerisinde bulunan ümitvar genotiplerin ortaya çıkartılmasına katkı sağlayacaktır. Ülkemizde hak ettiği değeri görebilmesi, alıcın içindeki potansiyeli bulmaya yönelik araştırmalar ile gerek ülkenin ekonomisine destek sağlayacak ve bilim'e ışık tutacaktır. Nitekim elde edilen veriler hem uygulamadaki hem de literatürdeki boşlukları doldurma konusunda katkıda bulunacaktır.

KAYNAKÇA

Akca, N., Bostan S. Z. 2022. Niksar'da (Tokat) doğal olarak yetişen alıç (Crataegus spp.) genotiplerinin seleksiyonu. **Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 9**(3): 598-607.

Alirezalu, A., Salehi, P., Ahmadi, N., Sonboli, A., Aceto, S., Hatami Maleki, H., Ayyari, M. 2018. Flavonoids profile and antioxidant activity in flowers and leaves of hawthorn species (Crataegus spp.) from different regions of Iran. **International journal of Food Properties, 21**(1): 452-470.

Anonim, 2021. **https://dogal-tarim.org/index.php/2021/04/15/alic-crataegus-monogyna/** (Erişim Tarihi: Ocak 2025).

Bağran, C. 2018. Orta Kelkit Vadisinde Doğal Olarak Yetişen Alıç Genotiplerinin (*Crataegus spp.*) Seleksiyon Yolu ile Islahı. Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bolu, 60 s.

Bayar, E., & Deligöz, A. 2016. Alıç (Crataegus monogyna Jacq.) fidanlarının morfolojisi ve kök gelişme potansiyeli üzerinde yetiştirme sıklığının etkisi. **Turkish Journal of Forestry, 17**(1): 7-11.

Çalışkan, O., Gündüz, K., Serçe, S., Toplu, C., Kamiloğlu, Ö., Şengül, M., Ercişli, S., 2012. Phytochemical characterization of several hawthorn (Crataegus spp.) species sampled from the Eastern Mediterranean region of Turkey. **Pharmacognosy Magazine, 8**: 16-21

Çoklar, H., & Akbulut, M. 2016. Alıç (Crataegus orientalis) meyvesinin antioksidan aktivitesi ve fenolik bileşiklerinin ekstraksiyonu üzerine farklı çözgenlerin etkisi. **Derim, 33**(2): 237-248.

Dikici, E. 2012. Alıç (*Crataegus monogyna*) bitkisinin yapraklarının antioksidan aktivitesinin belirlenmesi. Erzincan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bolu, 73 s.

Dönmez A. A. 2014. Nomenclatural, taxonomic and biogeographic novelties in the Turkish Crataegus L. (Rosaceae-Maleae) taxa. **Adansonia, sér.** 3 (36-2): 245-253.

Elikara, A. U., Popescu, G. C., Demirel, S., Sümbül, A., Yaman, M., Demirel, F., ... & Güneş, A. 2024. Effect of rhizobacteria application on nutrient content, bioactive compounds, antioxidant activity, color properties and fruit characteristics of strawberry cultivars. **Processes, 12**(10): 2242.

Emamia, A., Shabaniana, N., Rahmania, M.S., Khadivib, A., Panah, N.M., 2018. Genetic Characterization of the Crataegus Genus: Implications for in Situ Conservation. **Scientia Horticulturae, 231**: 56–65.

Ercisli, S., Yanar, M., Sengul, M., Yildiz, H., Topdas, E. F., Taskin, T., ... & Yilmaz, K. U. 2015. Physico-chemical and biological activity of hawthorn (Crataegus spp. L.) fruits in Turkey. **Acta scientiarum Polonorum. Hortorum cultus, 14**(1): .

Ercisli, S., Yanar, M., Sengul, M., Yildiz, H., Topdas, E. F., Taskin, T., ... & Yilmaz, K. U. 2015. Physico-chemical and biological activity of hawthorn (Crataegus spp. L.) fruits in Turkey. Acta scientiarum Polonorum. **Hortorum cultus, 14**(1): 83-93.

Fang, S., Chen, S.Y., Tıan, J., Peng, L., Xue, Q., Lei, W., Luo, S.P., Jiang, L., (2017). Morphological and issr molecular markers reveal genetic diversity of wild hawthorns (Crataegus songorica K. Koch.) in Xinjiang, China. **Journal of Integrative Agriculture, 16**(11): 2482–2495.

Göztak, G. 2023. Kırşehir (Boztepe) Yöresinde Doğal Olarak Yetişen Alıç Genotiplerinin Bazı Meyve Özelliklerinin Belirlenmesi. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kırşehir, 49 s.

Gürlen, A. 2018. Bolu İlinde Yetişen Alıç (Crataegus spp.) Genetik Kaynaklarının Fiziko-Kimyasal ve Moleküler Karakterizasyonu. Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bolu, 179 s.

Güzel, N. 2021. Alıç: Biyoaktif bileşenlerin termosonikasyon ile ekstrasyonu ve fiziko-kimyasal özelliklerinin değerlendirilmesi. **Gıda, 46**(4): 939-948.

Gürsoy, S. 2016. Bahçesaray Yöresi Alıç (Crataegus) Türlerinin Pomolojik ve Biokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Van, 108 s.

Güney, M., Kafkas, S., Keles, H., Aras, S., & Ercişli, S. 2018. Characterization of hawthorn (Crataegus spp.) genotypes by SSR markers. **Physiology and Molecular Biology of Plants, 24**(6): 1221-1230.

Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J., Anderson, R.E. & Tatham, R.L., 2006. Multivariate data analysis. Upper Saddle River, New Jersey.

İkinci, A., Ak, B. E., Dikmetaş, B., & Hatipoglu, I. H. 2022. Şanlıurfa ve Diyarbakır illerinde yetişen alıç (Crataegus spp.) genotiplerinin bazı meyve, yaprak ve stoma özelliklerinin belirlenmesi. **Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 9**(4): 850-859.

Işeri Erten, S. Ö. 2014. Biyotinidaz Enzim Eksikliğinin Değerlendirilmesinde Spektrofotometrik ve Florometrik Yöntemlerin Karşılaştırılması. Hacettepe Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıpta Uzmanlık Tezi, 62 s.

Kaman, S. 2019. Iğdır Yöresinde Yetişen Alıçların Tür Teşhisi ve Bitkisel Özelliklerinin Belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans Tezi, Iğdır, 67 s.

Karataş, A., Büyükdinç, D. T., İpek, A., Yağcıoğlu, M., Sönmez, K., & Ellialtıoğlu, Ş. Ş. 2017. Türkiye'de fasulyede yapılan morfolojik ve moleküler karakterizasyon çalışmaları. **Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 10**(1): 16-27.

Kasun, Ş. (2017). Tunceli Yöresinde Yetişen Kuşburnu (Rosa canina) ve Alıç (Crataegus orientalis) Yabani Meyvelerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı, Fenolik Kompozisyonu, Antioksidan Kapasitesi ile Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Munzur Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 115 s.

Köse, A. M. 2021. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesinden Toplanan Pazı (Beta Vulgaris Var. Cicla) Genotiplerinin Biyokimyasal, Morfolojik ve Moleküler Karakterizasyonu. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ordu, 99 s.

Keles, H. 2018. Yozgat İli ve İlçelerinde Bulunan Alıç (Crataegus spp.) Genetik Kaynaklarının Seleksiyonu Morfolojik, Biyokimyasal ve Moleküler Karakterizasyonu. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum, 125 s.

MirAli, N., Alodatb, M., Haidera, N. And Nabulsia, I., 2011. The Genus Crataegus L.: An Ecological and Molecular Study. **Russian Journal of Genetics, 47**(1): 26–34

Muradoğlu, F., Gürsoy, S. & Güler, E., 2021. Multivariate analysis revealed the morphological variability among Crataegus species. **Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences, 31**(4): 961-972.

Oğuzbey, D. 2021. Alıç Çekirdeği Yağının Biyokimyasal Karakterizasyonu. Mersin Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 90 s.

Özderin, S., Fakir, H., & Dönmez, E. 2016. Chemical properties of hawthorn (Crataegus L. spp.) taxa naturally distributed in Western Anatolia part of Turkey. **Šumarski list, 140**(7-8): 369-375.

Öztürk N. & Tunalıer, Z. 2002. Antioksidan Etki ve fenolik Bileşikler. Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.

Özkan N.G. ve Aslan S. Fırat M. (2014) "Crataegus L. [Alıçlar]"; Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları II. [Editör Ü. Akkemik], Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara: ss. 58-65.

Ozturk, B., Yıldız, K., & Kucuker, E. (2015). Effect of pre-harvest methyl jasmonate treatments on ethylene production, water-soluble phenolic compounds and fruit quality of Japanese plums. **Journal of the Science of Food and Agriculture, 95**(3): 583-591.

Rahmani, M. S., Shabanian, N., Khadivi-Khub, A., Woeste, K. E., Badakhshan, H., & Alikhani, L. 2015. Population structure and genotypic variation of Crataegus pontica inferred by molecular markers. **Gene, 572**(1): 123-129.

Say, A., Sümbül, A., Dirim, E., Yaman, M., & Yildiz, E. 2024. Unravelling the Genetic Diversity of Oleaster (Elaeagnus Angustifolia L.) with Multivariate Analysis. **Applied Fruit Science, 66**(2): 719-730.

Sağbaş, H.İ. 2022. Çoruh vadisi alıç (Crataegus spp.) genotiplerinin seleksiyonu, biyokimyasal ve moleküler karakterizasyonu. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum, 133 s.

Serçe, S., Şimşek, Ö., Toplu, C., Kamiloğlu, Ö., Çalışkan, O., Gündüz, K., ve Kacar, Y.A., 2011. Relationships among Crataegus accessions sampled from Hatay,

Turkey, as assessed by fruit characteristics and RAPD. **Genetic Resources and Crop Evolution, 58**(6): 933-942.

Sharma S (1996). Applied Multivariate Techniques. John Wiley and Sons, Inc., ISBN 0.471.31064.6, 493p. USA.

Sümbül, A., & Yıldız, E. (2024). Explanation of morphological and biochemical diversity of autochthonous grapes grown in Türkiye (Kelkit Basin) using multivariate analysis. **Turkish Journal of Food and Agriculture Sciences, 6**(2): 160-172.

Taylan, A. 2015. Hakkâri ili Şemdinli Yöresi Üstün Nitelikli Alıç (Crataegus spp.) Genotiplerinin Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Van, 57 s.

Uzun, A., Yesiloglu, T., Aka-Kacar, Y., Tuzcu, O., Gulsen, O. 2009. Genetic diversity and relationships within Citrus and related genera based on sequence related amplified polymorphism markers (SRAPs). **Scientia Horticulturae, 121**(3): 306-312.

Yaman, M., Uğur, R., Sümbül, A., Keçe, Y., Gönültaş, M., Ünsal, H. T., ... & Yilmaz, K. U. 2024. Determination of fruit characteristics, nutrients and biochemical contents of Transvalia (Prunus persica L.) peach cultivar grafted on different clonal rootstocks obtained by selection and hybridization. **Scientia Horticulturae, 330:** 113093. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113093.

Yaman, S., Öcal, Ö., Toprak, Z., Avcý, F., Bayazit, S., & Çalýþkan, O. 2015. Determination of fruit quality characteristics of ‘Hicaznar’ cultıivar grown in different elevations. **Fruit Science. 2** (2): 9-15.

Yanar, M., Ercisli, S., Yilmaz, K.U., Sahiner, H., Taskin, T., Zengin, Y., Akgul. I., Celik, F., 2011. Morphological and chemical diversity among hawthorn (Crataegus spp.) genotypes from Turkey. **Scientific Research and Essays, 6**(1): 35-38.

Yanar, M. 2016. Bazı Kayısı Çeşit ve Genotiplerinin Fenolojik, Morfolojik, Pomolojik ve Moleküler Karakterizasyonu. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Hatay, 110 s.

Yilmaz , K.U., Yanar, M., Ercisli, S., Sahiner, H., Taskin, T., Zengin, Y., 2010. Genetic relationships among some hawthorn (Crataegus spp.) species and genotypes. **Biochem Genet. 48**: 873–878.

Yildiz, E., Sümbül, A., Yaman, M., Nadeem, M.A., Say, A., Baloch, F.S., Popescu, G.C., 2023. Assessing the genetic diversity in hawthorn (Crataegus spp.) genotypes using morphological, phytochemical and molecular markers. **Genetic Resources and Crop Evolution, 70**(1): 135-146

Wikipedia. 2024. Sivas ili. https://tr.wikipedia.org/w/index.php?title=Sivas_(il)&oldid=34155131> [Erişim: Kasım 2024]

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Bora ERKEK

Uyruğu: Türkiye (T.C)

Doğum Tarihi ve Yeri:

Medeni Durum:

e-mail:

Yazışma Adresi:

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi, Bahçe Bitkileri	Yıl
Lisans	Erciyes Üniversitesi, Bahçe Bitkileri	2022
Lise	Selçuklu Anadolu Lisesi, Kayseri	2017

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2024	PepsiCo / Frito-Lay	2 ay
2024	Avrupa Tarım	1 ay

YABANCI DİL

İngilizce (A1)

YAYINLAR

1. Erkek, B. (2022). Determination Of The Effect Of Distance To Hıghway On The Accumalation Of Some Heavy Metals In Apple Orchards. Current Trends in Natural Sciences, 11(2), ss 145-152.