

**KARAMAN YEREL ELMA  
ÇEŞİTLERİNDE GENETİK  
ÇEŞİTLİLİĞİN BELİRLENMESİ**

**Ayşegül KÜTÜK**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Biyoloji Anabilim Dalı**

**Moleküler Biyoloji ve Genetik Programı**

**Yrd. Doç. Dr. Özlem ATEŞ SÖNMEZOĞLU**

**Eylül - 2013**

**T.C.**  
**KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KARAMAN YEREL ELMA ÇEŞİTLERİNDE GENETİK ÇEŞİTLİLİĞİN**  
**BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ayşegül KÜTÜK**

**Anabilim Dalı: BİYOLOJİ**

**Programı: MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK**

**Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Özlem ATEŞ SÖNMEZOĞLU**

**KARAMAN-2013**

## TEZ ONAYI

Ayşegül KÜTÜK tarafından hazırlanan “**Karaman Yerel Elma Çeşitlerinde Genetik Çeşitliliğin Belirlenmesi**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman:

Yrd. Doç. Dr. Özlem ATEŞ SÖNMEZOĞLU

Jüri Üyeleri

İmza

Doç. Dr. Muhammad AASIM

Yrd. Doç. Dr. Özlem ATEŞ SÖNMEZOĞLU

Yrd. Doç. Dr. Yakup ULUSU

Tez Savunma Tarihi: 06/09/2013

**Yukarıdaki Sonucu Onaylarım**

**Enstitü Müdürü**

Prof. Dr. Fevzi KILIÇEL

## **TEZ BİLDİRİMİ**

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

**Ayşegül KÜTÜK**

## ÖZET

**Yüksek Lisans Tezi**

### **KARAMAN YEREL ELMA ÇEŞİTLERİNDE GENETİK ÇEŞİTLİLİĞİN BELİRLENMESİ**

**Ayşegül KÜTÜK**

**Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Biyoloji Anabilim Dalı**

**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Özlem ATEŞ SÖNMEZOĞLU**

**Eylül, 2013, 70 sayfa**

Dünyada üretilen 75,4 milyon ton elmanın 2,6 milyon tonu ülkemizde üretilmekte olup, Türkiye bu üretimle dünyada dördüncü sırada yer almaktadır. Türkiye elma üretiminin % 17,3' ünü karşılayan Karaman ili, ülke üretiminde ikinci sırada yer almaktadır. Karaman ili zengin bir elma genetik çeşitliliğine sahiptir. Yerel elma çeşitlerinin tanımlanması elma ıslahı ve yetiştiriciliği açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma ile 11 mikrosatellit markörü kullanılarak, Karaman iline bağlı köy ve ilçelerden toplanan 23 adet yerel, 3 adet tescilli elma çeşidinin genetik karakterizasyonu yapılmıştır. Elma genotipleri, yapılan dendogram analizi sonucunda iki ana gruba ve pek çok alt gruba ayrılmış ve genotipler arasında zengin bir genetik çeşitlilik saptanmıştır. Kokulu Misket yerel çeşidi tek başına bir ana dal oluştururken, diğer elma genotipleri ikinci ana dalı oluşturmuştur. Çalışma sonuçları SSR'ların yerel elma çeşitlerinin genetik karakterizasyonunda ve genetik kaynakların değerlendirilmesinde başarıyla kullanılabileceğini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Elma, Genetik Çeşitlilik, Karaman, *Malus domestica*, SSR, Yerel Çeşit

Bu çalışma, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından finansal olarak desteklenmiştir (Proje No: 01-YL-13).

## **ABSTRACT**

**Ms Thesis**

### **DETERMINATION OF GENETIC DIVERSITY AMONG KARAMAN APPLE LANDRACES**

**Ayşegül KÜTÜK**

**Karamanoğlu Mehmetbey University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Biology**

**Supervisor: Asst. Prof. Dr. Özlem ATEŞ SÖNMEZOĞLU**

**Sep, 2013, 70 pages**

In Turkey, 2,6 milion tons apples were produced, while 75,4 milion tons apple were produced in the world. Turkey ranked fourth in the world's a total apple production. Karaman province produced 17,3 % of Turkey's total apple plays major role and ranked second. Karaman province has a rich apple genetic diversity. Identification of apple landraces for apple breeding and production. In this study, genetic variability of 23 local and 3 registered cultivars were determined using 11 microsatellite markers collected from village and towns of Karaman. Cluster analyses divided apple genotype into two major and many minor cluster along with determination of rich genetic diversity among genotypes. Kokulu Misket local cultivar formed a main branch itself whereas other apple genotypes formed the second main brunch. The results of this study confirm that SSRs can be employed successfully in genetic characterization of apple genotypes and evaluation of genetic resources.

**Keywords:** Apple, Genetic Diversity, Karaman, Landrace, *Malus domestica*, SSR

This research received financial support from Karamanoglu Mehmetbey University Scientific Research Projects (Project No: 01-YL-13).

## ÖN SÖZ

Öncelikle bana bu konuyu veren, araştırmaya yönlendiren ve bugüne kadar yapmış olduğumuz çalışmalarda yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, Yüksek Lisans'a başladığım günden itibaren çalışmalarına önder olan çok değerli danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Özlem ATEŞ SÖNMEZOĞLU'na yürekten teşekkürü borç bilirim. Tezimde kullanmış olduğum yerel çeşitlerin bulunmasında ve toplanmasında yardımcı olan Yrd. Doç. Dr. Cafer AKYÜREK'e, Ziraat Mühendisi Servet KARAZOR'a, Ayrancı Tarım İlçe Müdürlüğüne, Ayrancı ilçesinden çiftçi Hasan BOZOĞLU'na, Karaman Elma Üreticileri Birliği Başkanı Ahmet YILDIZ'a ve Karaman'dan çiftçi Mustafa BÜYÜKEKEN'e teşekkür ederim.

Laboratuar çalışmalarım sırasında değerli bilgilerini benimle paylaşan ve desteklerini esirgemeyen değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. Gökhan SADI'ye ve Doç. Dr. Muhammed AASIM'a, tez çalışmalarımda beni yalnız bırakmayan, beni destekleyen değerli arkadaşım Hilal KESKİN'e çok teşekkür ederim.

Bugüne kadar her zaman yanımda olan ve çalışmalarım sırasında maddi-manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen canım babacığım Muzaffer KÜTÜK'e, onu ne kadar üzsem de bana hiçbir zaman kızmayan anneciğim Hacer KÜTÜK'e, sırdaşım, yoldaşım, arkadaşım biricik kardeşim Berna KÜTÜK'e, her zaman yanımda olduklarını bildiğim ablam Esma POYRAZ ve muhteşem ailesine, hayatımın anlamı, gözlerine bakınca dünyayı unuttuğum minik oğluşum Akifcan'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

**Ayşegül KÜTÜK**

**Eylül - 2013**

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖZET</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>ÖN SÖZ</b> .....	iii
<b>İÇİNDEKİLER</b>	iv
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	v
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	vi
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	vii
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI</b> .....	3
2.1. Elma Üretimi.....	3
2.2. Elma Yetiştiriciliği.....	5
2.3. Karaman'ın Elma Yetiştiriciliğindeki Önemi.....	7
2.4. Yerel Çeşit.....	9
2.5. Moleküler Markörler.....	11
2.5.1. Mikrosatellitler.....	12
2.5.1.1. Elma Çeşitlerinin Mikrosatellitler Kullanılarak Genetik Karakterizasyonu.....	14
<b>3. MATERYAL VE METOT</b> .....	19
3.1. Bitki Materyali .....	19
3.2. DNA İzolasyonu.....	20
3.3. Polimeraz Zincir Reaksiyonu.....	24
3.4. Verilerin Değerlendirilmesi.....	31
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA</b> .....	32
<b>5. SONUÇ</b> .....	59
<b>6. KAYNAKLAR</b> .....	62
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	71



## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b><u>Çizelge</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
<b>Çizelge 2.1:</b> Dünya yaş meyve üretiminde ilk on ürün.....	3
<b>Çizelge 2.2:</b> Türkiye yaş meyve üretimindeki ürünler.....	4
<b>Çizelge 2.3:</b> Karaman ili arazi varlığı ve dağılımı.....	8
<b>Çizelge 2.4:</b> Karaman ili tarım alanlarının kullanım amaçlarına göre dağılımı.....	8
<b>Çizelge 2.5:</b> Karaman ilinin önemli meyve ürünlerinin ağaç sayısı ve üretim durumu.....	9
<b>Çizelge 3.1:</b> Araştırmada kullanılan yerel elma çeşitleri.....	19
<b>Çizelge 3.2:</b> Çalışmada kullanılan genomik DNA'ların spektrofotometre ölçümleri..	23
<b>Çizelge 3.3:</b> Çalışmada kullanılan SSR primerleri, sekans ve tekrar dizileri.....	25
<b>Çizelge 3.4:</b> GD 12, GD 15, GD 100, GD 103 ve CH04g10 primerleri için kullanılan PZR döngü koşulları.....	26
<b>Çizelge 3.5:</b> CH01h10, CH02f06, CH02b03b ve CH04e03 primerleri için kullanılan PZR döngü koşulları.....	26
<b>Çizelge 3.6:</b> CH03g07, CH02d11, GD 96, GD 142, GD 147 ve GD 162 primerleri için kullanılan PZR döngü koşulları.....	27
<b>Çizelge 3.7:</b> PZR'de kullanılan elma genotiplerinin jele yüklenme sırası.....	28
<b>Çizelge 3.8:</b> Program tarafından skorlanan bir jelin bant büyüklükleri.....	30
<b>Çizelge 4.1:</b> Kullanılan elma çeşitlerinin 12 lokustaki allel büyüklükleri (bç).....	47
<b>Çizelge 4.2:</b> Kullanılan mikrosatelit markörlerinin allel sayısı ve allel büyüklükleri..	53
<b>Çizelge 4.3:</b> Elma genotiplerine ait benzerlik indeksi.....	56

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b><u>Şekil</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 3.1: DNA izolasyonu için hazırlanmış yaprak örnekleri.....	20
Şekil 3.2: DNA izolasyonu yaparken bir görüntü.....	21
Şekil 3.3: Agaroz jelde koşulan DNA'lar.....	22
Şekil 3.4: Örneklerin agaroz jel elektroforezi.....	23
Şekil 3.5: Elektroforez görüntüleme cihazı.....	27
Şekil 3.6: Kuyucukları işaretlenmiş jel fotoğrafı.....	29
Şekil 3.7: Bantları işaretlenmiş jel fotoğrafı.....	29
Şekil 3.8: Ladder'ları işaretlenmiş jel fotoğrafı.....	29
Şekil 3.9: Bant büyüklükleri gösterilmiş jel fotoğrafı.....	30
Şekil 4.1: CH01h10 primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü .....	32
Şekil 4.2: CH04g10 primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü.....	33
Şekil 4.3: GD 15 primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü .....	34
Şekil 4.4: GD 96 primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü .....	35
Şekil 4.5: CH02b03b primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü .....	36
Şekil 4.6: CH02d11 primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü .....	37
Şekil 4.7: CH02f06 primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü .....	38
Şekil 4.8: CH03g07 primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü .....	39
Şekil 4.9: CH04e03 primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü .....	40
Şekil 4.10: GD 12 primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü .....	41
Şekil 4.11: GD 100 primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü .....	42
Şekil 4.12: GD 103 primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü .....	43
Şekil 4.13: GD 142 primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü .....	44
Şekil 4.14: GD 147 primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü .....	45
Şekil 4.15: GD 162 primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü .....	46
Şekil 4.16: Yerel ve tescilli elma çeşitleri arasındaki genetik ilişkiyi gösteren dendogram.....	54

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

bç

ha

M

mM

MgCl<sub>2</sub>

mg

µl

### Açıklama

Baz çifti

Hektar

Molar

Milimolar

Magnezyum klorür

Miligram

Mikrolitre

### Kısaltmalar

dNTP

dH<sub>2</sub>O

DNA

FAO

PZR/ PCR

sn

Taq

TBE

TÜİK

UPGMA

QTL

### Açıklama

Deoksiribonükleozid Trifosfat

Distile Su

Deoksiribonükleik Asit

Gıda ve Tarım Örgütü

Polimeraz Zincir Raksasyonu

Saniye

*Thermus aquaticus*

Tris Borat EDTA (Tampon çözelti)

Türkiye İstatistik Kurumu

Unweighted Pair Group Method  
with Arithmetic Average

Kantitatif Karakter Lokusu

## 1. GİRİŞ

Dünya çapında önemli bir meyve türü olan elmanın tarihi insanlık tarihi kadar eskidir. Anavatanı Kafkasya ve Hazar denizi kıyılarıdır. Günümüzde kültür elması dünyanın ılıman iklime sahip hemen hemen tüm bölgelerinde yetiştirilmektedir (Özbek, 1978; Güteryüz, 1979; Deveci, 2000). FAO'nun 2011 yılı verilerine göre dünyada üretilen 75,4 milyon ton elmanın 2,6 milyon tonu ülkemizde üretilmektedir. Türkiye elma üretiminde dünyada Çin, ABD ve Hindistan'dan sonra dördüncü sırada yer almaktadır (Anonim, 2013a).

Türkiye'de 2008 yılında üretilen 2,5 milyon ton elmanın 373,000 tonu Karaman'da üretilmiş ve bu üretim miktarıyla Karaman Isparta ilinden sonra ülke üretiminde ikinci sırada yer almıştır. Ülkemiz 2008 yılı elma üretiminin % 21,3' ü Isparta, % 14,9' u Karaman, % 9,6' sını Niğde, % 7,9' u Denizli ve % 7,4' ü Antalya illerinden karşılanmıştır (Anonim, 2008). Karaman, yetiştirme alanı ve üretim potansiyelinin yanı sıra zengin bir elma genetik çeşitliliğine de sahiptir. Doğal seleksiyonla, yabani formlardan kültür bitkilerinin gelişimi ve daha sonraki aşamalarda kültür bitkileri arasındaki yabancı tozlanma ve melezlemeler, elma genomuna yüksek oranda bir heterozigotluk kazandırmıştır (Özbek, 1978). Bölgedeki elma çeşitliliğinin bir sonucu olarak, aynı çeşidin farklı adlarla yetiştirilmesi, farklı bazı çeşitlere aynı adların verilmesi, henüz tanımlanmamış ya da isimlendirilmemiş çeşitlerin varlığı ve çeşit içi varyasyonlar çeşit konusunda karmaşaya neden olmaktadır. Bu nedenle, yerel elma çeşitlerinin hızlı ve güvenilir bir şekilde tanımlanması elma yetiştiriciliği, ıslahı, endüstrisi ve uluslararası veri paylaşımı açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu araştırmanın temel amacı; DNA markör teknolojisinden yararlanılarak Karaman'da yaygın olarak yetiştirilen ve bölge koşullarına adapte olmuş bazı yerel elma çeşitlerinin moleküler karakterizasyonlarının yapılarak, aralarındaki genetik çeşitliliğin belirlenmesidir.

Bu çalışma ile mikrosatellit markörleri (SSR) kullanılarak Karaman Tarım İl Müdürlüğü elma koleksiyonundan, Karaman Elma Üreticileri Birliği'nden, Karaman iline bağlı köy ve ilçelerdeki elma yetiştiricilerinden temin edilen 23 adet yerel ve 3

adet tescilli elma çeşidinin 11 adet SSR markörü kullanılarak genetik karakterizasyonu yapılmıştır. Genetik analizler sonucu SSR primerlerinden elde edilen amplifikasyon ürünlerinde 8-14 allel sayısı arasında değişen ortalama 11,2 allel olmak üzere toplam 59 allel belirlenmiştir. Moleküler tarama sonuçlarından elde edilen dendograma göre elma genotipleri temel olarak iki ana gruba ayrılmıştır. Kokulu Misket yerel çeşidi tek başına bir ana dal oluştururken, diğer elma genotipleri de ikinci ana dalı oluşturmuştur.

Çalışmada incelenen elma genotiplerinde yapılan SSR taramalarından elde edilen benzerlik indeksine göre, en yüksek benzerlik oranı (% 55) Başkışla ile Can Atan çeşitleri arasında gözlenirken, ikinci en yakın grubu % 50,5 'lik değerle Kumpanya ile Pomajin elmaları oluşturmuştur. En uzak akraba çeşitlerin ise 0,038 benzerlik ve 0,962 farklılık indeksi ile Starking Delicious ile Kara Mustafa genotipleri olduğu saptanmıştır.

Polimorfik bilgi içeriği (PIC) değerleri dikkate alındığında en düşük polimorfizm değeri 0,79 ile GD 103 primeri, en yüksek polimorfizm değeri ise 0,90 ile CH04e03 primerinde saptanmıştır. Çalışmada incelenen primerler bakımından ortalama PIC değerinin 0,85 olduğu belirlenmiştir. Bu veriler SSR'ların elma genotiplerinin genetik çeşitliliğinin belirlenmesinde başarıyla kullanılabilir etkili ve kullanışlı birer markör olduğunu göstermiştir.

Karaman ili yerel elma çeşitlerinin SSR düzeyinde tanımlanmasına yönelik gerçekleştirilen bu çalışma bulguları, ileride yürütülecek diğer çalışmalara ön veri oluşturacaktır. Aynı zamanda, bu çalışma sonuçlarının elma gen kaynaklarının belirlenmesi ve korunması, elma ıslahı (ıslahta kullanılacak olan ebeveynlerin genetik benzerliklerinin belirlenmesi, seçimi vb) ve yetiştiriciliği alanlarında da katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

## 2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Elma Üretimi

Türkiye, ekolojisi ve iklim çeşitliliği nedeniyle birçok bitki türü açısından son derece zengin bir gen potansiyeline sahiptir. Ekonomik öneme sahip olan bitkiler içinde yetiştirme alanları, üretim miktarı ve ihracattaki payı ile elma dikkat çekmektedir. *Rosaceae* (gülgiller) familyasının *Pomoidae* (*Maloideae*) alt familyasında yer alan elma, *Malus* cinsine aittir (*Malus x domestica* Borkh). Geniş yayılım alanları gösterdiği ve değişik ekolojilerde üretimi yapılabildiği için elma önemli bir meyve türüdür. Elma 2010 verilerine göre dünya çapında yetiştirilen meyveler arasında 69,6 milyon tonluk üretimiyle (Çizelge 2.1) muzdan sonra ikinci sırada yer almıştır (Anonim, 2012a).

**Çizelge 2.1.** Dünya yaş meyve üretiminde ilk on ürün (ton) (Anonim, 2012a)

Sıra	Ürün Adı	2009	2010	Değişim (%)
1	Muz	95,816,627	102,114,819	6,57
2	Elma	70,516,242	69,567,526	-1,35
3	Portakal	67,594,523	69,507,617	2,83
4	Üzüm	67,901,744	68,350,535	0,66
5	Mango	35,617,696	38,673,116	8,58
6	Plantain (Hint Muzu)	36,719,005	36,561,851	-0,43
7	Armut	22,480,320	22,638,098	0,70
8	Mandalina	21,967,158	21,317,592	-2,96
9	Şeftali	20,389,575	20,278,439	-0,55
10	Ananas	19,099,017	19,418,306	1,67
	Genel Toplam	595,555,679	609,369,083	2,32

Elma, Türkiye’de 2012 yılı verilerine göre yaklaşık 2,9 milyon tonluk üretimiyle (Çizelge 2.2) üzümünden sonra ikinci sıradadır (Anonim, 2012b).

**Çizelge 2.2.** Türkiye yaş meyve üretimindeki ürünler (ton) (Anonim, 2012b)

Meyveler, içecek ve baharat bitkileri	Üretim (ton) 2011	Pay (%)	Üretim (ton) 2012	Pay (%)	Değişim (%)
Üzüm	4 296 351	24,99	4 195 469	23,35	-2,3
<b>Elma</b>	<b>2 680 075</b>	<b>15,59</b>	<b>2 872 885</b>	<b>0,01</b>	<b>-1,9</b>
Muz	206 501	1,20	206 347	1,15	-0,1
İncir	260 508	1,52	274 179	1,53	5,2
Kivi	29 231	0,17	37 409	0,21	28,0
Avakado	1 316	0,01	1 463	0,01	11,2
Turunçgiller (toplam)	3 613 766	21,02	3 453 385	19,22	-4,4
Portakal	1 730 146	10,06	1 647 683	9,17	-4,8
Mandalina	872 251	5,07	874 731	4,87	0,3
Limon	790 211	4,60	702 104	3,91	-11,1
Greyfurt (altıntop)	218 988	1,27	226 738	1,26	3,5
Turunç	2 170	0,01	2 129	36,89	10,8
Diğer meyveler (toplam)	5 980 455	34,78	6 627 661	15,99	7,2
Armut	386 382	2,25	441 423	2,46	14,2
Ayva	127 767	0,74	136 070	0,76	6,5
Yenidünya	12 093	0,07	12 103	0,07	0,1
Muşmula	4 323	0,03	4 590	0,03	6,2
Taş çekirdekli meyveler (toplam)	2 128 852	12,38	2 369 459	13,19	11,3
Toplam	17 194 626	100,00	17 967 97		

2010 yılı FAO verilerine göre; yaş meyve üretiminde Çin, yaklaşık % 20’lik pay ve 122,2 milyon tonluk üretim ile ilk sırada yer alırken bu ülkeyi sırasıyla Hindistan (84,8 milyon ton), Brezilya (39,3 milyon ton), ABD (25,4 milyon ton) ve İtalya (16,9 milyon ton) izlemiştir. Ülkemiz yaklaşık 14,2 milyon tonluk yaş meyve üretimi ile dünya üretiminde onuncu sırada yer almış ve küresel üretimde % 2,3’lük pay almıştır (Anonim, 2012c).

FAO’nun 2010 yılı verilerine göre; dünyada yaklaşık 4,7 milyon hektarlık alanda elma üretimi yapılmaktadır (Anonim, 2012c). 2011 yılında dünya elma üretimi 75,4 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Çin, 35,9 milyon tonluk üretim hacmiyle dünya üretiminde % 47,6’lık pay almıştır. Bu ülkeyi sırasıyla ABD (4,2 milyon ton), Hindistan (2,8 milyon ton) ve Türkiye (2,6 milyon ton) takip etmiştir. Ülkemizin önemli meyve çeşitlerinden biri olan elma üretiminde Türkiye, dünya elma üreticileri içinde dördüncü sırada yer almaktadır. Dünyada üretilen elmanın büyük bir bölümü üretici ülkelerde yaş olarak tüketilmekte ve işleme sanayinde kullanılmaktadır. Dünyada üretilen elma çeşidi

6,500 civarında olup, bilinen en verimli çeşitler Starking, Golden, Starkrimson, Granny Smith ve Amasya'dır (Anonim, 2013a).

İnsanlık tarihinin ilk meyvesi sayılan elma, sağlık açısından ve beslenme yönünden oldukça yararlıdır. Kültür elması (*Malus domestica*) yetiştiriciliği Türkiye genelinde yapılmaktadır, fakat en uygun kültür merkezleri yabanisinin yetişme yerlerine paralel olarak Kuzey Anadolu'da bulunmaktadır. Bileşiminde % 85 su, % 12 şeker, pektin, organik asitler, soda, fosfor, tanen, potasyum ile çeşitli vitaminler (A, B1, B2, C, E) ve mineraller (P, K, Ca, Na, Mg, Fe) bulunmaktadır (Anonim, 2003; Küçükyumuk, 2007).

Elmanın içerdiği vitaminler, mineraller ve diğer besinler insan sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır. Son olarak Amerika'da yapılan araştırmalar, her gün yenilen elmanın kanser ve kalp rahatsızlıkları gibi hastalıklara yakalanmaya karşı korunmada yardımcı olduğunu göstermiş ve bununla birlikte elmanın kolay soluk almayı, diş sağlığını, kolay kilo kaybını ve kadınların menopoz dönemleri boyunca östrojen hormonu salgılamasını olumlu yönde etkilediğini göstermiştir (Anonim, 2010). Elma, C vitamini açısından oldukça zengin olup 100 g meyve eti yaklaşık olarak 13 mg askorbik asit kapsamaktadır (Ateşalp ve Işık, 1978).

## **2.2. Elma Yetiştiriciliği**

İnsanlar elma yetiştiriciliğine milattan önce başlamışlardır. Elmanın ilk olarak Kuzey Anadolu'da, Rusya'nın güney batısındaki bölgelerde, Güney Kafkaslar ve Orta Asya (Kazakistan'ın doğusu) dolaylarında ortaya çıktığı sanılmaktadır, dünyaya Orta Asya'dan yayılmıştır (Anonim, 2011a).

Kültür elması (*Malus communis* L.) yetiştiriciliği ülkemiz genelinde yapılmaktadır, fakat en uygun kültür merkezleri yabanisinin yayılma alanlarına paralel olarak Kuzey Anadolu'da bulunmaktadır. Kuzey Anadolu, Karadeniz Kıyı Bölgesi ile İç Anadolu ve Doğu Anadolu yaylaları arasındaki geçit bölgeleri ve son yıllarda Güneyde Göller Bölgesi elmanın önemli yetiştiricilik alanlarını oluşturmaktadır (Anonim, 2013b).



Elma ılıman, özellikle soğuk ılıman iklim meyvesidir. Genellikle dünyada 30°-50° enlemlerde yetişmektedir. Türkiye’de Ege Bölgesi’nde 500 metre, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nin sıcak ve kurak yerlerindeki 800 metreden daha yukarı yerlerde yetişmektedir. Yüksek ışık yoğunluğu elmada çok iyi renk oluşumunu sağlar. Elma ağacı düşük sıcaklıkların olduğu sert kışlara dayanıklıdır. Kış dinlenmesi sırasında odun kısımları -35°C ile -40°C’ye, açmış çiçekler -2.2°C ile -2.3°C ve küçük meyveler ise -1.1°C ile -2.2°C’ye dayanırlar (Anonim, 2013b).

Elma kış dinlenmesine en fazla ihtiyaç duyan meyve türüdür. Yapılan denemelerde elmaların soğuklama ihtiyacını karşılayabilmesi için + 7.2°C’nin altında çeşitlere bağlı olarak 2322-3648 saat kalması gerekir. 0°C’nin altında ise 1081-2094 saat soğuklamaya ihtiyacı vardır. Yetersiz soğuklama sonucu çiçeklerin bir kısmı ölür, geriye kalan çiçeklerin açılması da normale göre hem düzensiz, hem de daha geç olur. Böylece geç açan çiçekler döllenme yetersizliğine bağlı olarak dökülür. Soğuklamasını giderememiş elma ağaçlarında yaprak gözleri sürmez ve ağaç çıplak kalır. Elma yüksek yaz sıcağından da hoşlanmaz. Sıcaklık 40°C’nin üzerine çıktığı zaman büyüme durur, daha yüksek sıcaklıklarda ise zarar görmeye başlar (Anonim, 2013b).

Elma çoğunlukla birçok toprak tipinde başarılı sonuç verir. Bahçe kurulacak yerin alt toprak yapısı önemlidir. Alt toprak, bitki kökleri hiçbir zaman su içinde kalmayacak ve köklerin yayılmasını kolaylaştıracak şekilde drene edilmelidir. Sert ve suyu tutan alt toprak gelişmeye engel olur, ağacın büyümesini ve bunun sonucu olarak da ömrünü olumsuz yönde etkiler. En iyisi alt toprağın çakıllı-tınlı olmasıdır. Toprak derinliğinin 2 metre veya daha fazla olması istenir. Elma yetiştiriciliği için en iyi topraklar optimal olarak 6.0-6.5 pH ve içerisinde normal kireci ve yeteri kadar humus ve nemi bulunan tınlı, tınlı-kumlu veya kumlu-tınlı geçirgen topraklardır (Anonim, 2013b).

Ülkemiz bağ bahçe tarımı açısından son derece elverişli iklim özelliklerine sahip olduğu için tarımsal alanların % 12’sinde meyvecilik yapılmaktadır. Ekolojik şartların uygun olması dolayısıyla yurdumuzun her yerinde elma yetiştirilmesine rağmen son yıllarda belirli bölgelerde yoğunlaşmış ve bu bölgelerde çiftçilerin önemli tarımsal uğraşlarından biri olmuştur.

Dünyada ve ülkemizde elma dikili alanlardaki son 40 yıl boyunca üretim ve verimdeki gelişmeler dikkate alındığında; elma üretimindeki artış göze çarpmaktadır. TÜİK verilerine göre 2012 yılında meyve ürünlerinin üretim miktarının bir önceki yıla kıyasla % 4,5 oranında artarak yaklaşık 17,9 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir. Meyveler içinde önemli ürünlerin üretim miktarlarına bakıldığında elma, 2011 yılında % 15,59 pay oranıyla 2,680,075 ton üretilirken, 2012 yılında % 15,99 pay oranıyla 2,872,885 ton üretilip bir önceki yıla göre % 7,2 oranında bir artış olmuştur (Anonim, 2012b).

Türkiye’de elma üretiminin bölgelere göre dağılımında, Marmara Bölgesi (Balıkesir, Bursa ve Çanakkale illeri); Karadeniz-İç Anadolu geçit bölgesi (Kocaeli, Amasya, Kastamonu, Tokat illeri); Akdeniz-İç Anadolu geçit bölgesi (Isparta, Denizli, Burdur illeri) ve kurak iklim koşullarına sahip İç Anadolu Bölgesi (Karaman, Nevşehir, Niğde, Konya illeri) elma yetiştiriciliğinin yoğun yapıldığı merkezlerdir (Özçağırın ve ark., 2004).

### **2.3. Karaman’ın Elma Yetiştiriciliğindeki Önemi**

Karaman, yurdumuzun İç Anadolu bölgesinde 37°-11’ kuzey enlemi; 33°-13’ doğu boylamları arasında yer almakta olup, güneyinde Mersin ve Antalya, batı, kuzey ve doğusunda Konya ili ile çevrilidir. Karaman ilinin yüzölçümü 8,851 km<sup>2</sup> ve il merkezinin denizden yüksekliği 1,033 m’dir. Biri merkez ilçe olmak üzere toplam altı ilçesi, 10 kasabası ve 154 köyü bulunmaktadır. Karaman ili topraklarının kuzey kesimi step bitkileri, güney kesimi ise orman örtüsü ile kaplıdır. Topraklarının 2/3’ü dağlıktır. İl merkezi ovada kurulmuş, hemen güneyinde Torosların uzantıları yer almaktadır (Anonim, 2013b).

Karaman ili toplam arazilerinin % 39’unu tarım arazileri, % 27’sini orman arazileri, % 23’ünü çayır mera arazileri ve % 11’ini diğer alanlar kaplamaktadır (Çizelge 2.3).

**Çizelge 2.3.** Karaman ili arazi varlığı ve dağılımı (Anonim, 2013b)

<b>Tarım Alanı (ha)</b>	<b>Orman ve Fundalık (ha)</b>	<b>Çayır ve Mera (ha)</b>	<b>Diğer Alan (ha)</b>	<b>Toplam (ha)</b>
346,848	241,152	201,363	95,737	885,100

Karaman'ın 346,848 ha'lık alanında bitkisel üretim yapılmaktadır. Bitkisel üretim yapılan bu alanların % 80'i tarla bitkilerine tahsis edilmiştir. Nadas alanları % 6,7'lik paya sahiptir. Tarım arazilerinin % 7,7'sinde meyvecilik, % 1,3'ünde bağcılık ve % 3,5'inde sebzeçilik yapılmaktadır (Çizelge 2.4).

**Çizelge 2.4.** Karaman ili tarım alanlarının kullanım amaçlarına göre dağılımı (Anonim, 2013b)

<b>Sebzelikler (ha)</b>	<b>Meyvelikler (ha)</b>	<b>Bağlar (ha)</b>	<b>Tarla Alanı</b>		<b>Kullanılmayan Alan (ha)</b>	<b>Toplam Tarım Alanı (ha)</b>
			<b>Ekilen (ha)</b>	<b>Nadas (ha)</b>		
12,578	26,749	4,560	278,387	23,404	1,170	346,848

Ülkemizde yılda yaklaşık 2,9 milyon ton elma üretimi gerçekleştirilirken bunun 350-450 bin tonu Karaman'da üretilmekte ve bu da Türkiye üretiminin yaklaşık altıda birine denk gelmektedir (Anonim, 2013b). Ülkemiz elma ihracatı 80 bin tondur ve ilimizin ihracatı ise 5,500 tondur (Anonim, 2012d).

Karaman, yetiştirme sahası ve üretim potansiyelinin yanında, zengin bir elma genetik çeşitliliğine de sahiptir. Doğal seleksiyonla, yabani formlardan kültür bitkilerinin gelişimi ve sonraki aşamalarda kültür bitkileri arasındaki yabancı tozlanma ve melezlemeler, elma genomuna yüksek oranda bir heterozigotluk kazandırmıştır (Özbek, 1978). Karaman'da 1960'lı yıllarda başlayan elmacılık çöğür üzerine aşılı Starking, Golden ve Amasya çeşitleri ile 1980'li yılların başına kadar devam etmiştir. Elma çeşitliliği klon anaçları üzerine aşılı çeşitler ve yerel çeşitler ile zenginleşmiştir. Tarım İl Müdürlüğü verilerine göre Karaman'da 1976 yılında toplam 252,000 adet elma ağacı dikili iken, bu rakam 2008 yılında 5,339,920 adet elma ağacına, 2009 yılı verilerine

göre 21 bin 273 hektar alanda tespit edilebilen yaklaşık 5,8 milyon elma ağacına ulaşmıştır (Çizelge 2.5).

**Çizelge 2.5.** Karaman ilinin önemli meyve ürünlerinin ağaç sayısı ve üretim durumu (Anonim, 2013b)

Meyveler	Ağaç Sayısı	Ekiliş (ha)	Üretim (Ton)	Verim (Kg/Ağaç)
Elma	5,841,849	21,273	190,291	33
Kiraz	358,012	14,791	9,071	25
Ceviz	143,663	9,876	3,570	24,8
Badem	97,192	5,519	1,402	14,4
Üzüm	-	4,561	36,337	796 (kg/da)

Karaman ilindeki elma bahçeleri Starking, Starkrimson, Golden, Starkspur Golden, Granny Smith ve Amasya çeşitleri ile son yıllarda Vista Bella, Summer Red, Jersey mac, Gala, Elstar, Redchief, Scarlet Spur, Topred, Jonagold, Braeburn ve Fuji çeşitlerinden oluşmaktadır. Bu çeşitlerin yanı sıra Karaman’da özellikle MM-106 ve M-9 anaçları üzerine aşılı Vistabella, Jersey mac, Summerred, Gala, Redchief, Topred, Pinova, Elstar, Jonagold, Braeburn ve Fuji gibi çeşitlerde yetiştirilmektedir (Anonim, 2011b; Anonim, 2013b).

#### 2.4. Yerel Çeşit

Avrupa ülkelerinde 203 familyaya ilişkin 2,500’ü endemik, 12,000 tür bulunmasına karşın Türkiye florasında 163 familyaya bağlı 1,225 cins ve 9,000 tür bulunmakta ve bunların 3,000 türü endemik niteliktedir (Özgen ve ark., 2000). Sayısal istatistikler, Türkiye’nin bitkisel gen kaynakları bakımından ne kadar zengin bir ülke olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, genetik materyallerin korunması ve kullanılmasına ilişkin yapılan çalışmaların önemi ülkemiz açısından oldukça büyüktür.

Bitkisel gen kaynaklarından doğrudan ya da genitör olarak günümüze kadar çeşitli şekillerde yararlanılmıştır. Bunun yanı sıra gen kaynaklarının çoğu, genetik yapılarının tam olarak araştırılmaması ve özelliklerinin bilinmemesi sebebiyle ıslah çalışmalarında

yeterince kullanılamamaktadır (Özgen ve ark., 2005). Ayrıca gen kaynaklarının çoğunun yurtdışına götürülerek başka ülkeler adına tescil edilmeleri nedeniyle bunlardan elde edilebilecek ekonomik yarar çoğu zaman sağlanamamaktadır. Ülkemizdeki gen kaynaklarının yeteri kadar tanımlanmamış ve tescil edilmemiş olması, bu materyallerin korunmasını da zorlaştırmaktadır.

Günümüzde yerel elma çeşitlerinin genetik tanımlanması yapılmadığı için, bu çeşitler arasındaki genetik varyasyon bilinmemekte ve bir çok yerel çeşit yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalmaktadır (Dreisigacker ve ark., 2004). Bundan dolayı yerel çeşitlerden sınırlı şekillerde faydalanılmaktadır.

Bölgedeki elma çeşitliliğinin bir sonucu olarak, aynı çeşidin farklı adlarla yetiştirilmesi, farklı bazı çeşitlere aynı adların verilmesi, henüz tanımlanmamış ve adlandırılmamış çeşitlerin varlığı ve çeşit içi varyasyonlar çeşit konusunda karmaşaya neden olmaktadır. Bunun yanı sıra yetiştiricilikte ticari bazı elma çeşitlerinin ön plana çıkması sonucu, bölge koşullarına adapte olmuş yerel çeşitlerin giderek kaybolma riski bulunmaktadır. Bu nedenlerle, yerel elma çeşitlerinin hızlı ve güvenilir bir şekilde tanımlanması elma yetiştiriciliği, ıslahı, endüstrisi ve uluslararası veri paylaşımı açısından büyük önem taşımaktadır.

Yerel çeşitler arasında genetik varyasyonun belirlenmesi, herhangi bir türün genetik kaynaklarının korunması ve kullanımı açısından çok önemlidir. Eskiden yerel çeşitlerdeki genetik çeşitlilik yalnızca fenotipik özelliklere bakılarak belirlenmeye çalışılıyordu. Ancak, morfolojik karakterlerin çevresel faktörlerden fazla etkilenmeleri ve tanılarının güç olması bu tanımlamaların güvenilirliğini azaltmıştır. 1960'lı yıllar ve daha sonraları daha güvenilir bir yöntem olan çevreden etkilenmeyen, bitkinin olgunlaşmasının beklenmesine gereksinim göstermeden, bitkilerin gelişme devrelerinin her aşamasında faydalanılabilen ve geniş bir varyasyon gösteren moleküler DNA markörleri geliştirilmiştir (Özcan ve ark., 2001; Akar, 2002; Parmaksız, 2004).

## 2.5. Moleküler Markörler

Bitki genetik kaynaklarının karakterizasyonu için biyokimyasal markörler, morfolojik markörler ve moleküler markörler kullanılmaktadır. Biyokimyasal markörlerin sayıları az olduğu için kullanımları sınırlıdır. Morfolojik markörler de sınırlı sayıda olduklarından ve çevre koşullarının etkisi altında kalabildikleri için az kullanılırlar. Moleküler markörler genotiplere ait DNA'nın nükleik asit diziliş farklılığını çeşitli şekillerde gösterirler. Bu belirleyicilerin polimorfizm oranı morfolojik ve biyokimyasal markörlerden çok daha fazladır (Özcan ve ark., 2001).

Polimorfizm, kullanılan bir markörün farklı genotipleri ayırt edebilmesidir. Markörlerin haritalamada kullanılabilmesi için polimorfik olmaları zorunludur. Yani; bir melezleme sonucu oluşan yavrularda inceleme yapılabilmesi için alternatif formlarının bulunması gerekir. Polimorfizm DNA dizisinde yaklaşık her 300 veya 500 nükleotidde bir oluşan varyasyonlardır. Herhangi bir özelliği kodlayan diziler (ekzonlar) içerisinde oluşan varyasyonlar gözle görülebilir fiziksel değişikliklere (tohum rengi, bitki boyu, hastalığa karşı dayanıklılık vb.) neden olurlar. Oysa varyasyonların çoğu herhangi bir özelliği kodlamayan diziler (intronlar) içerisinde gerçekleşir ve bir organizmanın fiziksel görünüşü veya fonksiyonu üzerinde hiçbir etkisi yoktur. Ancak, bunlar DNA düzeyinde belirlenebilir ve markör olarak kullanılırlar. Markörlerin farklılık gösterme oranları kullanılan bitki türüne ve markör tipine göre farklılık göstermektedir (Özcan ve ark., 2001).

Moleküler markörler; bitkilerde genetik materyalin karakterizasyonu, bitkilerin DNA parmak izlerinin çıkarılması, çeşit tanımlaması, transformantların karakterize edilmesi ve filogenetik analizlerde yaygın bir biçimde kullanılmaktadırlar (Rafalski ve ark., 1996; Ateş Sönmezoğlu, 2006). Tescile sunulan çeşit adaylarının parmak izi analizleri kullanılarak genetik özellikleri saptanabildiği gibi çeşit adayının elde edilmesinde kullanılan anaçlarda belirlenebilmektedir. Markörler, ekonomik açıdan önemli gen kaynaklarının belirlenmesi ve Türkiye gibi birçok bitkinin gen merkezi durumunda olan ülkelerde yabani ve yerel gen kaynaklarının korunması açısından da büyük öneme sahiptir (Yıldırım, 1999).

Moleküler DNA markörlerinden en önemlilerini hibridizasyona dayalı olan sınırlandırılmış parça uzunluğu polimorfizmi (RFLP) (Bolstein ve ark., 1980), polimeraz zincir reaksiyonuna (PZR) dayalı olan; basit dizi tekrarları (mikrosatellitler veya SSR) (Hamada ve ark., 1982), rastgele çoğaltılmış polimorfik DNA (RAPD) (Welsh ve McClelland, 1990), dizisi etiketlenmiş alanlar (STS) (Talbert ve ark., 1994) ve çoğaltılmış parça uzunluğu polimorfizmi (AFLP) (Vos ve ark., 1995) gibi belirleyiciler oluşturmaktadır.

DNA belirleyicileri bitki ve hayvan türlerinde çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. En önemlileri; genetik ve fiziksel kromozom haritaları, bir belirleyici yardımıyla ıslah, gen klonlama, tohum saflığı testleri ve saflık tayinidir (Ayres ve Thomas, 1990; Brown ve ark., 1996; Yıldırım ve ark., 2004). Bu belirleyiciler kullanılarak genetik çeşitlilik araştırılmakta ve türlerin taksonomik tanımlaması yapılarak, filogenetik akrabalıkları bulunabilmektedir (Lowe ve ark., 1996).

Günümüzde elmada genetik çeşitliliğin saptanmasında; AFLP (Cao ve Chao, 2002; Coart ve ark., 2003; Kenis ve Keulemans, 2004), RAPD (Goulao ve ark., 2001; Royo ve Itoiz, 2004; Ertürk ve Akçay, 2010), STS (Naik ve ark., 2006), RFLP (Antanaviciute ve ark., 2013) ve SSR (Farrokhi ve ark., 2011; Fu ve Ma, 2012; Jin ve ark., 2012; Potts ve ark., 2012; Reim ve ark., 2012; Urrestarazu ve ark., 2012) belirleyicileri kullanılmaktadır.

### **2.5.1. Mikrosatellitler**

Mikrosatellitler; basit dizi tekrarları (Simple Sequence Repeats, SSR) ya da kısa ard arda tekrarlar (Short Tandem Repeats, STR) olarak da isimlendirilirler. Mikrosatellitler ökaryotik genomlar boyunca dağılmış bulunan 2-6 nükleotid uzunluğunda kısa, tekrarlanan ve polimorfik özellikteki DNA dizileridir. Bu diziler (AT)<sub>n</sub>, (GT)<sub>n</sub>, (ATT)<sub>n</sub> veya (GACA)<sub>n</sub> şeklinde gösterilir ve n ardışık tekrar sayısını belirtir (Gupta ve ark., 1994). Ardışık SSR tekrarlarının sayısındaki farklılık PZR sonucunda farklı uzunlukta parça çoğaltımı ile sonuçlanır (Yıldırım ve Kandemir, 2001). Mikrosatellitlerin yüksek derecede polimorfik olmasının nedeni; tekrar birimlerinin sayısındaki değişimden

dolayıdır. Polimorfikliğin seviyesi tekrar ünitelerinin uzunluğu ile orantılıdır (Saghai Maroof ve ark., 1994). Uzunluk polimorfizmleri yüksek çözünürlüğe sahip jellerde kolaylıkla tespit edilebilir. SSR'lar yüksek polimorfizm seviyelerinden dolayı birçok organizma için populasyon genetiği ve gen haritalamada kullanılacak bol bulunan bir genetik markör kaynağıdır (Holton, 2001).

Mikrosatellitlerin, ko-dominant ve tekrarlanabilir olmaları, dolayısıyla daha çok bilgi üretebilmeleri PZR'ye dayalı diğer belirleyicilere göre başlıca avantajlarıdır. RFLP belirleyicileri mikrosatellitler gibi ko-dominant olmalarına rağmen mikrosatellitler kadar polimorfizm göstermemekte ve bu yüzden çalışılan ürün hakkında daha az bilgi vermektedirler. Mikrosatellit kullanımı daha az miktarda DNA'ya ihtiyaç duyulması, otomasyona uygunluğu ve verdiği yüksek polimorfizm oranı nedeniyle RFLP'den daha kolaydır. RAPD'ler ise dominant belirleyicilerdir. SSR analizleri RAPD'den daha güvenilir ve AFLP'ye göre daha transfer edilebilirdir (Akkaya ve Akın, 1996; Holton, 2001).

SSR markörleri günümüzde genotiplerin tanımlanması (Kotoda ve ark., 2010), kantitatif karakter lokuslarının (QTL) saptanması (Dyk ve ark., 2010) ve haritalanması (Wang ve ark., 2010; Antanaviciute ve ark., 2013) ile genetik çeşitlilik (Fu ve Ma, 2012; Jin ve ark., 2012; Potts ve ark., 2012; Reim ve ark., 2012; Urrestarazu ve ark., 2012) araştırmalarında sıkça kullanılmaktadır.

SSR markörlerinin polimorfik yapıları ve frekansları bitkilerde ilk kez Akkaya ve ark. (1992) tarafından incelenmiştir. Akkaya ve ark., SSR'ları soya fasulyesi çeşitlerinde polimorfizm saptamada kullanmışlar, SSR'ların bitki türlerinde bol miktarda bulunduğunu, yüksek derecede polimorfik olduğunu ve geniş bir dağılım gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmanın ardından SSR belirleyicileri, agronomik açıdan önemli karakterlerin markör destekli seleksiyonu, genotiplerin ayırt edilmesi ve genom haritalama gibi genomla ilgili pek çok çalışmada kullanılmıştır (Röder ve ark., 1998).

SSR markörleri, kayısı (Romero ve ark., 2003), elma (Akpınar, 2009; Jin ve ark., 2012; Potts ve ark., 2012; Reim ve ark., 2012; Urrestarazu ve ark., 2012), armut (Monte-Corvo ve ark., 2001; Hemmat ve ark., 2003; Brini ve ark., 2008), şeftali (Dirlewanger



ve ark., 2003), fıstık (Pazouki ve ark., 2010), yaban mersini (Boches ve ark., 2006), muz (Ning ve ark., 2007) ve vişne (Lacis ve ark., 2009) gibi meyve türlerinde genetik çeşitliliğin belirlenmesinde ve genetik haritalamada kullanılan faydalı ve etkili bir araçtır.

### **2.5.1.1. Elma Çeşitlerinin Mikrosatellitler Kullanılarak Genetik Karakterizasyonu**

Günümüzde farklı bitki türlerinde yapılan genetik çalışmalar sonucunda elde edilen veriler, çalışılan tür için maksimum allelik varyasyonu içeren bir koruma stratejisi geliştirilmesinin yanı sıra özel çalışmalara yönelik uygun fonksiyonel allellerin belirlenmesine de yardımcı olmaktadır. Elma gibi türlerde etkin ve seri araştırmaya imkan sağlayan moleküler belirteçlerin kullanılması oldukça önemlidir. Elmada kullanılan moleküler markörlerin en önemlilerinden biri mikrosatellit markörleridir (Pereira-Lorenzo ve ark., 2008; Akpınar, 2009; Kiraly ve ark., 2012; Patzak ve ark., 2012; Sikorskaite ve ark., 2012).

Mikrosatellit markörleri başta genetik tanımlama olmak üzere, elmada birçok amaçla (genetik haritalama, moleküler evrim gibi) kullanılmıştır (Hokanson ve ark., 2002; Oraguzie ve ark., 2005; Jin ve ark., 2012; Potts ve ark., 2012; Reim ve ark., 2012; Urrestarazu ve ark., 2012). Elmada, SSR markörlerinin kullanıldığı genetik karakterizasyon araştırmalarına ait bazı kaynak özetleri aşağıda sunulmuştur.

Silfverberg-Dilworth ve ark. (2006), haritalama ve genetik analizler üzerine yoğunlaştırdıkları araştırmalarında; GA, GT, AAG, AAC ve ATC'ce zenginleştirilmiş kütüphanelerinden ve 31 EST bölgesinden toplam 148 adet SSR lokusu belirlemişler ve elma SSR veritabanı (database) olarak "<http://www.hidras.unimi.it>" web adresinde kullanıma sunmuşlardır.

Türkiye, Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü-Yalova elma koleksiyonundan alınan 35 yerli ve 2 referans elma genotipiyle yapılan araştırmada, 17 SSR markörü kullanılarak genetik tanımlama yapılmıştır (Akpınar, 2009). Elde edilen verilerde farklı isimlerle adlandırılan ancak genetik açıdan aynı olan bireylere yani sinonim genotiplere

rastlanmamıştır. Tavşanbaşı, Tokat, Yaz Elması ve Demir gruplarında homonim durum tespit edilmiştir. Yani bu grupların aynı isimle adlandırılırken genetik açıdan farklılık gösterdikleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda kullanılan SSR markörlerinden elma genotiplerini tanımlamada CH01d08 lokusunun tanımlama olasılığı en yüksek lokus olduğu ve genotipler arası en yüksek benzerlik oranının % 94 olduğu tespit edilmiştir.

Urrestarazu ve ark. (2012)'ın Kuzeydoğu İspanya'da korunan üç elma genotipini ve eski İspanyol ve uluslararası çeşitleri içeren 45 farklı elma genotipini kullandığı çalışmada, yerel ve eski çeşit aksesyonlarından olmak üzere toplam 493 elma genotipinde 16 SSR markörü kullanılarak genetik tanımlama yapmışlardır. Faktöriyel ilişki ve moleküler farklılığın incelendiği Bayesian analizi sonuçları doğrultusunda 6 alt grup ve 2 ana grup arasındaki farklılıkları ortaya çıkarmışlardır. Çalışma sonucunda, kültüre alınan elma genotipleri içerisindeki genetik çeşitlilik türler içerisinde var olan küçük fraksiyonları ortaya çıkarmış ve Avrupa meyve bahçelerindeki esas çeşitlerdeki genetik farklılıklara güzel bir örnek oluşturduğu ifade edilmiştir.

Guilford ve ark. (1997), elma genomik kütüphanesini (GA)15 ve (GT)15 tekrarları açısından taramışlar, daha sonra da (GA)-zenginleştirilmiş kütüphanelerini kullanarak 14 SSR lokusu saptamışlardır. Sonuç olarak elde ettikleri lokusların polimorfizm oranlarının yüksek olduğunu ve bunlardan üçünün 21 elma genotipini tanımlamada kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Goulao ve Oliveira (2001) yaptıkları çalışmada, Guilford ve ark. (1997) tarafından geliştirilen SSR lokuslarını kullanarak SSR tekniğini, AFLP tekniği ile karşılaştırmalı olarak elma genotiplerinde uygulamışlardır. 41 adet ticari elma çeşidi arasındaki genetik benzerlik ve farklılığın araştırıldığı bu çalışmada; kullanılan SSR markörlerinin elmada polimorfizm oranının yüksek, güvenilirliğinin ise AFLP markörlerinden daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Gianfranceschi ve ark. (1998), geliştirdikleri 16 SSR marköründen faydalanarak 19 elma genotipini tanımlamışlar ve bu markörlerden ikisinin Starking ve Red Delicious çeşitleri hariç çalışmada kullanılan diğer tüm genotipleri tanımlamak için yeterli olduğunu bildirmişlerdir.

Farklı bölgelerden elde edilen 66 adet elma anacının genetik tanımlamalarına yönelik yapılan araştırmada yedi SSR lokusu kullanılmış ve Aotea40 ve Aotea106 anaçları dışındaki bütün genotiplerde tam olarak genetik ayırım sağlandığı bildirilmiştir (Oraguzie ve ark., 2005).

Amerika'da yapılan bir çalışmada ise farklı araştırmacılar tarafından elma için tespit edilen SSR markörleri kullanılarak 142 elma genotipi tanımlanmıştır (Hokanson ve ark., 2002). Araştırmacılar, lokus başına polimorfizm oranının ortalama 26,4 allel olduğunu belirlemiş ve kullanılan primerlerden sadece sekiz tanesinin tanımlama için yeterli olduğunu ifade etmişlerdir.

Fransa'da Laurens ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada, 142 yerel elma çeşidinde dokuz SSR lokusu kullanılarak tanımlama yapılmıştır. Bu çeşitlerden 122'si monomorfik allelik profille tanımlanmıştır. Beş çeşidin sinonim olduğu, yedi çeşidin ise genetik açıdan aynı olduğu belirtilmiştir. Çalışma sonucunda 139 polimorfik allel bulunduğu, ortalama polimorfizm oranının 15,3, heterozigotluk oranlarının ise 0.68 ile 0.95 arasında olduğu saptanmıştır.

Altı SSR lokusu kullanılarak 66 adet ticari elma çeşidinin tanımlandığı bir çalışmada ise (Galli ve ark., 2005), araştırmacılar ortalama polimorfizm oranı 9,2 allel olmak üzere toplam 55 polimorfik allel tespit etmişler ve mutant çeşitler dışındaki genotiplerin temel olarak dört SSR primeri (CH03g07, CH04e03, CH05d11 ve CH05e03) ile ayırt edilebildiğini belirtmişlerdir.

İtalya'nın Campania bölgesinde yetiştirilen 48 eski elma çeşidi ile 6 referans çeşidin, dokuz SSR lokusu kullanılarak tanımlandığı araştırmada, 95 polimorfik allel saptandığı bildirilmiştir (Guarino ve ark., 2006). Lokusların heterozigotluk oranlarının 0.148 ile 0.926 arasında olduğu ve kullanılan lokusların her bir çeşidin ayırımında etkin olduğu bildirilmiştir.

İspanya'da 2008 yılında yapılan bir çalışmada, 10 SSR lokusu kullanılarak 27 adet La Palma ve 66 adet İspanyol elma çeşidi incelenmiştir (Pereira-Lorenzo ve ark., 2008).

İspanyol elmaları için toplam 122, La Palma elmaları için ise 75 polimorfik allel elde edilmiştir. Her iki bölge için lokuslarda belirlenen beklenen ve gözlenen heterozigotluk değerlerinin benzer olduğu görülmüş, değerlerin sırasıyla 0,28-0,86 ve 0,11-0,93 arasında değiştiği belirtilmiştir.

Garkava-Gustavson ve ark. (2008)'in İsveç'te yaptığı araştırmada ise, 68 yerel elma çeşidi 10 SSR lokusu kullanılarak tanımlanmıştır. Çalışmada toplam 113 polimorfik allel tespit edilmiş, polimorfizm oranının ortalama 10,27 olduğu, lokusların heterozigotluk oranlarının ise 0,36 ile 0,88 arasında olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar, çalışma sonucunda SSR'ların elma çeşitleri arasındaki genetik tanımlamada başarıyla kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Reim ve ark. (2012), Avrupa'ya özgü nesli tükenen yabani elma türlerini uzun dönemde korunması ve koruma aktivitelerinin uygulanması amacıyla, bu çeşitlerin hibridizasyonu ve genetik farklılıklarını araştırmışlardır. Yapılan çalışmada; 284 adet *M. sylvestris* elma ağacı ve 13 eski elma çeşidinde 12 mikrosatellit markörü kullanılmıştır. Doğru tipin *M. sylvestris* popülasyonundaki genetik çeşitliliği yüksektir. Ancak birkaç SSR lokusunun *M. sylvestris*'daki bir veya birkaç allele sabitlendiğinden dolayı genetik farklılığın *M. sylvestris* da yüksek diğer elma çeşitlerinde daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Böylece *M. sylvestris* ve farklılaşan çeşitler arasında açık bir ayırım yapılabildiğini saptamışlardır.

ABD'nin Illiouis Üniversitesinde muhafaza edilen elma koleksiyonlarından 164 adet aksesyonun genetik akrabalık ve genetik farklılığının incelenmesi amacıyla SSR markörleri kullanılmıştır (Potts ve ark., 2012). Aksesyondan her biri elmada 17 farklı bağlantı grubunun her birinden bir güçlü SSR markörü kullanılıp genotiplendirilmiştir. Bu koleksiyonda yüksek oranda çeşitlilik ve daha önce rapor edilenlerden daha yüksek allelik farklılık gözlenmiştir.

Bodur, yarı bodur ve erken çiçeklenen 41 elma anacında genetik farklılığın belirlenmesi için yapılan bir araştırmada da çoklu oluşturulan SSR primerlerinin 112 çiftinin 42'si ölçülebilir fragmentlerdir (Jin ve ark., 2012). % 22 - 68 aralığında polimorfizm frekansı ve 737 allelindeki % 58,5'lik anlam değeriyle skorlanan toplam bant sayısı 4138'dir. Üç

bileşene dayalı SSR bilgilerine göre incelenen genotipler beş gruba ayrılmıştır. Sonuç olarak, araştırmacılar bu elma anaçlarında karmaşık bir genetik geçmiş ve genetik farklılık olduğunu belirlemişlerdir. Kullanılan 41 elma anacında SSR markörleriyle prensip olarak üç bileşene dayanan beş grup bulmuşlardır. Araştırmacılar büyük gruplardan ziyade gen kaynaklarının bu beş grup arasında daha güçlü anaçlarla melezleme yapılırsa ıslahta büyük bir performans elde edilebileceğini göstermişlerdir.

Patzak ve ark. (2012), 33 adet Çek elma çeşidi ve yabancı 97 referans çeşitte 10 SSR primeri kullanmış, 89 polimorfik allel çoğaltmış ve lokus başına allel sayısının 4-14 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. SSR verilerinden elde edilen dendogram sonucunda kullanılan elma çeşitlerinin üç ana gruba ayrıldığı ve kümelenmenin elma çeşitlerinin soy ve kökenine bağlı olduğu saptanmıştır. Araştırmacılar, bu çalışma ile mikrosatellit belirteçlerinin elmada çeşit saptamasında, genetik tanımlamada ve gen kaynaklarının değerlendirilmesinde yararlı olduğunu tespit etmişlerdir.

Yakın zamanda ülkemizde bazı meyve türlerinin genetik tanımlama çalışmalarına başlanmasına karşın (Ayanoglu ve ark., 2007; Bayazit ve ark., 2007), elma gen kaynaklarının incelenmesine ve tanımlanmasına yönelik bilimsel araştırmalar sınırlı sayıdadır (Akpınar, 2009).

Bu araştırmada SSR markör teknolojisinden yararlanılarak Karaman'da yaygın olarak yetiştirilen ve farklı bölge koşullarına adapte olmuş bazı yerel elma çeşitlerinin moleküler karakterizasyonları yapılarak, aralarındaki genetik çeşitlilik belirlenmiştir.

Karaman ili yerel elma çeşitlerinin SSR düzeyinde tanımlanmasına yönelik gerçekleştirilen bu çalışma bulguları, ileride yürütülecek diğer çalışmalara ön veri oluşturacaktır. Aynı zamanda, bitki genetiği (genetik haritalama, gen klonlama vb), ıslahı (ıslahta kullanılacak olan ebeveynlerin seçimi ve genetik benzerliklerinin belirlenmesi vb) ve yetiştiriciliği alanlarında da katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Bitki Materyali

Bu çalışmada materyal olarak Karaman Tarım İl Müdürlüğü elma koleksiyonu ile Karaman Elma Üreticileri Birliği ve Karaman iline bağlı köy ve ilçelerdeki elma yetiştiricilerinden temin edilen 23 adet yerel elma çeşidi (Çizelge 3.1) ve 3 adet referans çeşit (Golden Delicious, Granny Smith ve Starking Delicious) kullanılmıştır.

**Çizelge 3.1.** Araştırmada kullanılan yerel elma çeşitleri

No	Yerel Çeşit Adı
1	Altın Çekirdek
2	Amasya
3	Arap Kızı
4	Başkışla (Manyan)
5	Can Atan
6	Dağ Elması
7	Dalda Bir
8	Göcer Elması
9	Gönen Elması
10	Hanım Teni
11	Kaba Elma
12	Kara Mustafa
13	Kokulu Misket
14	Koraş Elması
15	Kumpanya
16	Pomajin
17	Şafran
18	Şeker Elması
19	Çekirdek
20	Ekin Elması
21	Boyacı Elması
22	Yaz Elması
23	Tavşan Başı

Yerel çeşitlere ait genç yapraklar 2012 yılı Eylül ayında alınmış, Şekil 3.1’de görüldüğü gibi tasniflenmiş ve DNA izolasyonunda kullanılmıştır.



**Şekil 3.1.** DNA izolasyonu için hazırlanmış yaprak örnekleri

Çalışmada elma genotiplerinin SSR markörleriyle genetik karakterizasyonu her bir çeşitte iki tekerrürlü olarak yapılmıştır.

### **3.2. DNA İzolasyonu**

Bu çalışmada kullanılan elma genotiplerine ait ağaçlardan alınan genç yapraklar ile yapılan DNA izolasyonu DNeasy Plant Mini Kit kullanılarak aşağıda açıklanan protokolle yapılmıştır (Şekil 3.2). DNA izolasyonunda kullanılan yaprak örnekleri ağacın en genç yapraklarından alınmıştır.



**Şekil 3.2.** DNA izolasyonu yaparken bir görüntü

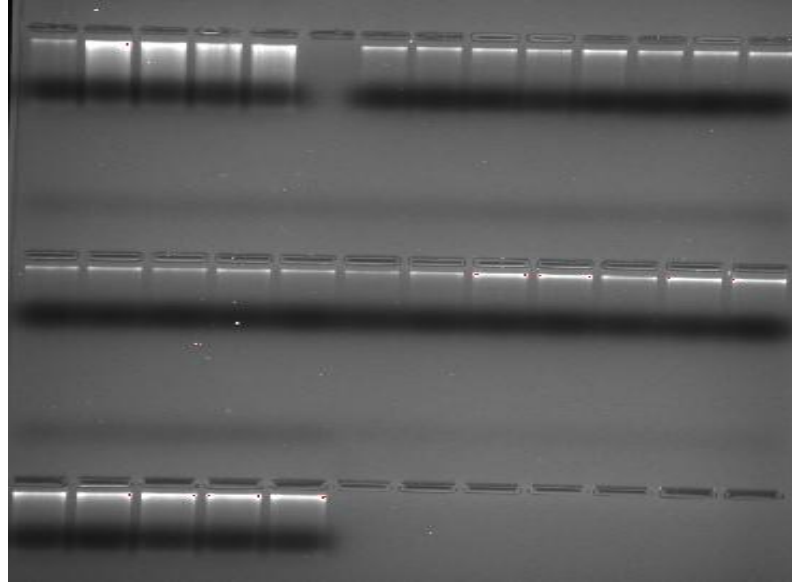
DNA izolasyonu protokolü (DNeasy Plant Mini Kit) aşamaları aşağıda verilmiştir.

1. Genç yaprak veya sürgün ucu sıvı azotla ezilir,
2. Öğütülen her bir örnekten 100 mg alınarak 2 ml'lik ependorf tüplere aktarılır,
3. Tüplerin üzerine 400 µl Buffer API ve 4 µl RNase A solüsyonu eklenir,
4. 65 °C su banyosunda ara sıra karıştırılarak 10 dk bekletilir,
5. Örnekler oda sıcaklığına geldiğinde, 130 µl Buffer P3 eklenerek, 5 dk buz üzerinde bekletilir,
6. Oda sıcaklığında, 14,000 rpm'de 5 dk santrifüj edilir,
7. Üst sıvı temiz bir QIA shredder spin kolon tüpüne aktarılır,
8. Oda sıcaklığında, 14,000 rpm'de 2 dk santrifüj edilir,
9. Alttaki sıvı yeni bir ependorf tüpe aktarılıp, üzerine 1,5 hacim Buffer AW1 eklenir ve pipetleme ile karıştırılır,
10. DNeasy mini spin kolon içine karışımdan 650 µl alınır,
11. Örnekler oda sıcaklığında, 8,000 rpm'de 1 dk santrifüj edilir ve alttaki sıvı atılır,
12. Kalan karışım DNeasy mini spin kolon içine aktarılır,
13. Oda sıcaklığında, 8,000 rpm'de 1 dk santrifüj edilir,



14. Spin kolon, yeni bir toplama tüpüne aktararak, üzerine 500  l Buffer AW2 eklenir,
15. Oda sıcaklığında, 8,000 rpm'de 2 dk santrifüj edilir,
16. Alttaki sıvı uzaklaştırılır, üzerine 500  l Buffer AW2 eklenir,
17. Oda sıcaklığında, 14,000 rpm'de 2 dk santrifüj edilir,
18. Spin kolon, yeni bir mikrosantrifüj tüpüne aktarılır,
19. Eritme için üzerine 100  l Buffer AE eklenerek, oda sıcaklığında 5 dk bekletilir,
20. Örnekler oda sıcaklığında 8,000 rpm'de 1 dk santrifüj edilir.

İzole edilen DNA'lar % 1'lik agaroz jelde koşulmuş ve görüntülenmiştir (Şekil 3.3). DNA miktarı ya da kalitesi yetersiz olan çeşitlerde izolasyon işlemi tekrarlanmıştır.



**Şekil 3.3.** Agaroz jelde koşulan DNA' lar

Bu çalışmada izole edilen DNA  rnekleri Şekil 3.4'deki agaroz jel elektroforezinde yürütülerek kontrol edilmiştir. Örneklerin yüklendiği % 1'lik agaroz jel; 2,25 gr agaroz, 44 ml 5 x TBE buffer ve 176 ml ddH<sub>2</sub>O'dan oluşmaktadır.



**Şekil 3.4.** Örneklerin agaroz jel elektroforezi

Genomik DNA'nın miktarını ve saflığını belirlemek için spektrofotometre (Optizen 3220UV, Kore) ile örneklerin absorbans ( $A_{260}$  /  $A_{280}$ ) değerleri ölçülmüştür (Çizelge 3.2).

**Çizelge 3.2.** Çalışmada kullanılan genomik DNA'ların spektrofotometre ölçümleri

Örnek No	$A_{260}$ nm	$A_{280}$ nm	$A_{260}/ A_{280}$	$A_{260} * 50 * 50$
1-1	0,019	0,013	1,462	47,500
1-2	0,022	0,016	1,375	55,000
2-1	0,028	0,019	1,474	70,000
2-2	0,035	0,023	1,522	87,500
3-1	0,039	0,024	1,625	97,500
3-2	0,033	0,020	1,650	82,500
4-1	0,020	0,013	1,538	50,000
4-2	0,023	0,014	1,643	57,500
5-1	0,018	0,011	1,636	45,000
5-2	0,014	0,009	1,556	35,000
6-1	0,026	0,016	1,655	65,000
6-2	0,053	0,014	1,643	57,500
7-1	0,017	0,010	1,700	42,500
7-2	0,021	0,014	1,500	52,500
8-1	0,028	0,017	1,647	70,000
8-2	0,021	0,013	1,615	52,500
9-1	0,014	0,009	1,556	35,000
9-2	0,013	0,009	1,444	32,500
10-1	0,013	0,007	1,857	32,500
10-2	0,010	0,006	1,667	25,000
11-1	0,008	0,004	2,000	20,000
11-2	0,008	0,005	1,600	20,000
12-1	0,012	0,008	1,500	30,000

Çizelge 3.2'nin devamı

Örnek No	A <sub>260</sub> nm	A <sub>280</sub> nm	A <sub>260</sub> / A <sub>280</sub>	A <sub>260</sub> *50*50
12-2	0,018	0,014	1,286	45,000
13-1	0,012	0,007	1,714	30,000
13-2	0,017	0,011	1,455	40,000
14-1	0,013	0,007	1,857	32,500
14-2	0,014	0,008	1,750	35,000
15-1	0,013	0,009	1,444	32,500
15-2	0,013	0,009	1,444	32,500
16-1	0,020	0,015	1,333	50,000
16-2	0,019	0,014	1,357	47,500
17-1	0,017	0,012	1,417	42,500
17-2	0,016	0,012	1,333	40,000
18-1	0,013	0,010	1,300	32,500
18-2	0,014	0,010	1,400	35,000
19-1	0,011	0,006	1,833	27,500
19-2	0,020	0,016	1,250	50,000
20-1	0,017	0,013	1,308	42,500
20-2	0,015	0,012	1,250	37,500
21-1	0,017	0,012	1,417	42,500
21-2	0,022	0,017	1,294	55,000
22-1	0,017	0,010	1,700	42,500
22-2	0,013	0,008	1,623	32,500
23-1	0,014	0,009	1,556	35,000
23-2	0,014	0,010	1,400	25,000
<b>Referans Çeşit</b>	<b>A<sub>260</sub> nm</b>	<b>A<sub>280</sub> nm</b>	<b>A<sub>260</sub>/ A<sub>280</sub></b>	<b>A<sub>260</sub>*50*50</b>
Golden d. - 1	0,012	0,008	1,500	30,000
Golden d. -2	0,016	0,012	1,333	40,000
Granny s. -1	0,011	0,006	1,833	27,500
Granny s. -2	0,012	0,007	1,714	30,000
Starking d. -1	0,011	0,007	1,571	27,500
Starking d. -2	0,021	0,015	1,400	52,500

### 3.3. Polimeraz Zincir Reaksiyonu

İzolasyonu yapılan tüm DNA'lar, genetik benzerlik ve farklılıkların tespit edilmesi amacıyla Çizelge 3.3'de verilen SSR markörleriyle taranmıştır. Araştırmada 15 adet SSR lokusu (Hokanson ve ark., 1998; Liebhart ve ark., 2002) denenmiş ve bu primerlerden en polimorfik ve belirleyici olan 11 tanesi belirlenip çalışmada kullanılmıştır.

**Çizelge 3.3.** Çalışmada kullanılan SSR primerleri, sekans ve tekrar dizileri

SSR Primeri	5' Primer Sekansı	3' Primer Sekansı	Tekrar Dizisi
GD 12	ttgaggtgtttctcccattgga	ctaacgaagccgccatttcttt	(CT) <sub>32</sub>
GD 96	cggcggaaagcaatcacct	gccagccctctatggtccaga	(TC) <sub>22</sub>
GD 100	acagcaaggtgttggtgaagaaggt	tgccgacaaaggaaaaaaaaaagtg	(GA) <sub>12</sub>
GD 103	cggcgagaaaaaaaaacaatg	ggataaccgtccccctcttc	(GA) <sub>20</sub>
GD 142	ggcacccaagcccctaa	ggaacctacgacagcaaagttaca	(TC) <sub>19</sub>
GD 147	tcccgccatttctctgc	aaaccgctgctgctgaac	(AG) <sub>7</sub>
GD 162	gaggcaagtgacaaagaagatg	aaaatgtaacaaccgtccaagtg	(GA) <sub>23</sub>
GD 15	cgaagtgagcaacgaactcc	actccatcatcgggtggtg	(AGC) <sub>5</sub>
CH02b03b	ataaggatacaaaaacctacacag	gacatgtttggtgaaaactg	-
CH02d11	agcgtccagagcaacagc	aacaaaagcagatccgtt	-
CH02f06	ccctcttcagacctgcatatg	actgtttccaagcgtcagg	-
CH03g07	aataagcattcaaagcaatccg	ttttccaatcgagtttcgtt	-
CH04e03	ttgaagatgtttggctgtgc	tgcattgtctctcctccat	-
CH04g10	caaagatgtggtgtgaagagga	ggaggcaaaaagagtgaacct	-
CH01h10	tgcaaagataggtagatatatgcca	aggagggtattgttgcac	-

PZR için her bir reaksiyon; 1,5 µl DNA, 4 µl 10 x PZR tamponu, 3,2 µl MgCl<sub>2</sub> (25 mM), 3,2 µl dNTP (10 mM), her primerden (10 pmol/µl) 1 µl, 0,1 µl Taq DNA polimeraz (Promega 5 ünite/ µl) ve 26 µl ddH<sub>2</sub>O kullanılarak toplam 40 µl hacimde yapılmıştır.

PZR döngüsü farklı primerler için, Hokanson ve ark. (1998) ile Liebhard ve ark. (2002)'in çalışmalarında belirttiği şartlara göre gerçekleştirilmiştir. GD 12, GD 15, GD 100, GD 103 ve CH04g10 primerleri için Çizelge 3.4'de verilen PZR döngü koşulları kullanılmıştır.

**Çizelge 3.4.** GD 12, GD 15, GD 100, GD 103 ve CH04g10 primerleri için kullanılan PZR döngü koşulları

Program No	İşlem	Sıcaklık (°C)	Süre	Döngü Sayısı
1	Ön denatürasyon	94	4 dk	1
2.1	Denatürasyon	94	1 dk	35
2.2	Primerin DNA'ya yapışma safhası	60	1 dk	
2.3	Uzama safhası	72	2 dk	
3	Son uzama safhası	72	10 dk	1

CH01h10, CH02F06, CH02b03b ve CH04e03 primerleri için uygulanan PZR döngü koşulları Çizelge 3.5'de verilmiştir.

**Çizelge 3.5.** CH01h10, CH02F06, CH02b03b ve CH04e03 primerleri için kullanılan PZR döngü koşulları

Program No	İşlem	Sıcaklık (°C)	Süre	Döngü Sayısı
1	Ön denatürasyon	94	4 dk	1
2.1	Denatürasyon	94	1 dk	35
2.2	Primerin DNA'ya yapışma safhası	55	1,5 dk	
2.3	Uzama safhası	72	2 dk	
3	Son uzama safhası	72	10 dk	1

CH03g07, CH02d11, GD 96, GD 142, GD 147 ve GD 162 primerleri için kullanılan döngü koşulları Çizelge 3.6'da verilmiştir.

**Çizelge 3.6.** CH03g07, CH02d11, GD 96, GD 142, GD 147 ve GD 162 primerleri için kullanılan PZR döngü koşulları

Program No	İşlem	Sıcaklık (°C)	Süre	Döngü Sayısı
1	Ön denatürasyon	94	3 dk	1
2.1	Denatürasyon	94	1 dk	30
2.2	Primerin DNA'ya yapışma safhası	65	30 sn	
2.3	Uzama safhası	72	1 dk	
3	Son uzama safhası	72	10 dk	1

PZR ürünleri; 6,75 gr metaphore agaroz, 44 ml 5 x TBE buffer ve 176 ml ddH<sub>2</sub>O'dan oluşan % 3'lük metaphore agaroz jelde yürütülmüştür. Jeller ethidium bromür (10 mg/ml) ile boyanmış ve jel imaj sisteminde (Biorad ChemiDoc MP) görüntülenerek polimorfizm özellikleri belirlenmiştir (Şekil 3.5).



**Şekil 3.5.** Elektroforez görüntüleme cihazı

Araştırmada kullanılan yerel ve referans elma çeşitlerinin PZR ürünlerinin tüm jellerde koşulma sırası Çizelge 3.7'deki gibi düzenlenmiştir.

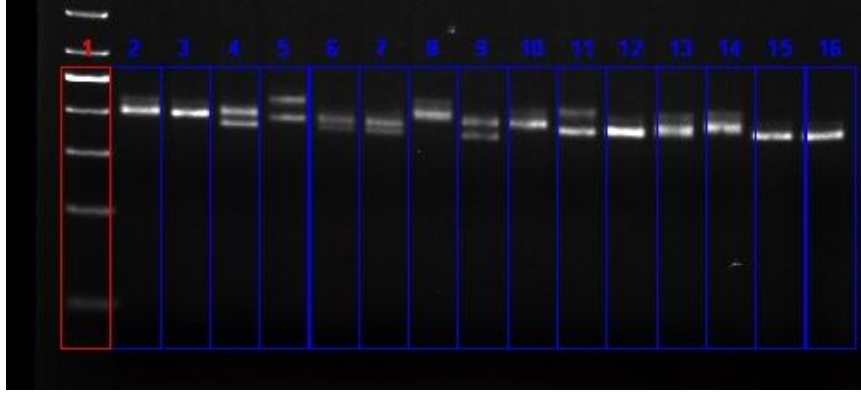
**Çizelge 3.7.** PZR'de kullanılan elma genotiplerinin jele yüklenme sırası

<b>1. Sıra No</b>	<b>Çeşit Adı</b>
1	Ladder
2	Starking Delicious*
3	Altın Çekirdek
4	Amasya
5	Arap Kızı
6	Başkışla (Manyan)
7	Can Atan
8	Dağ Elması
9	Dalda Bir
10	Göcer Elması
11	Gönen Elması
12	Hanım Teni
13	Kaba Elma
14	Kara Mustafa
15	Golden Delicious *
16	Granny Smith *
<b>2. Sıra No</b>	<b>Çeşit Adı</b>
1	Starking Delicious*
2	Kokulu Misket
3	Koraş Elması
4	Kumpanya
5	Pomajin
6	şafran
7	şeker Elması
8	Çekirdek
9	Ekin Elması
10	Boyacı Elması
11	Yaz Elması
12	Tavşan Başı
13	Golden Delicious*
14	Granny Smith*
15	N.K.
16	Ladder

\*Referans çeşit

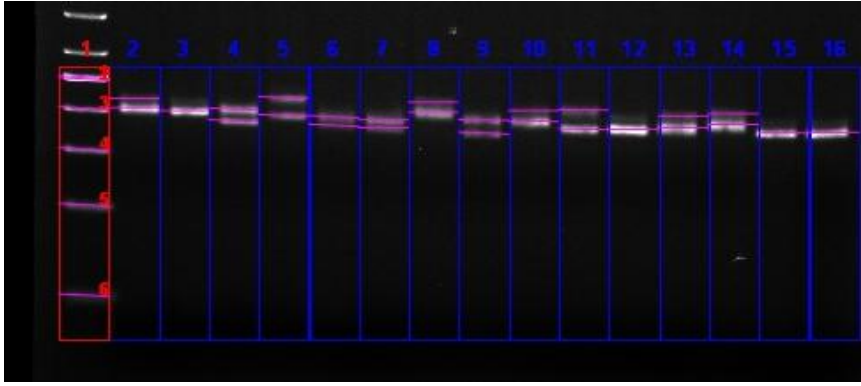
N.K.: Negatif Kontrol

Jel imaj sisteminde görüntülenen jellere ait fotoğraflar Biorad ChemiDoc MP programında açıldıktan sonra kuyucuklar (lane) işaretlenmiştir (şekil 3.6).



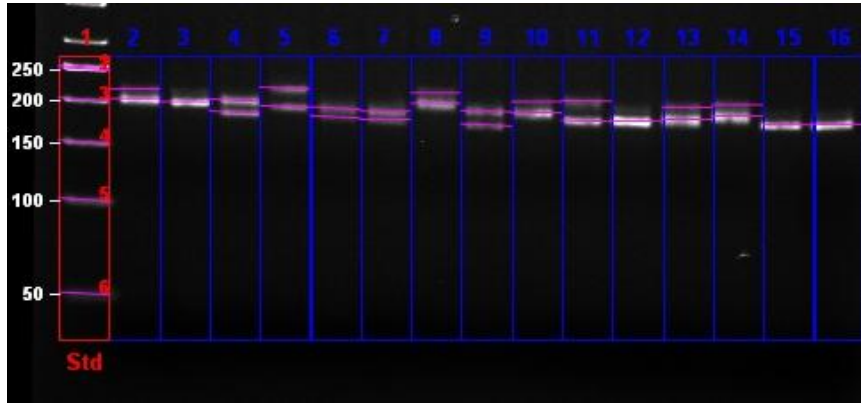
Şekil 3.6. Kuyucukları işaretlenmiş jel fotoğrafı

“Detect bants” imgesi ile bantlar otomatik olarak işaretlenmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Bantları işaretlenmiş jel fotoğrafı

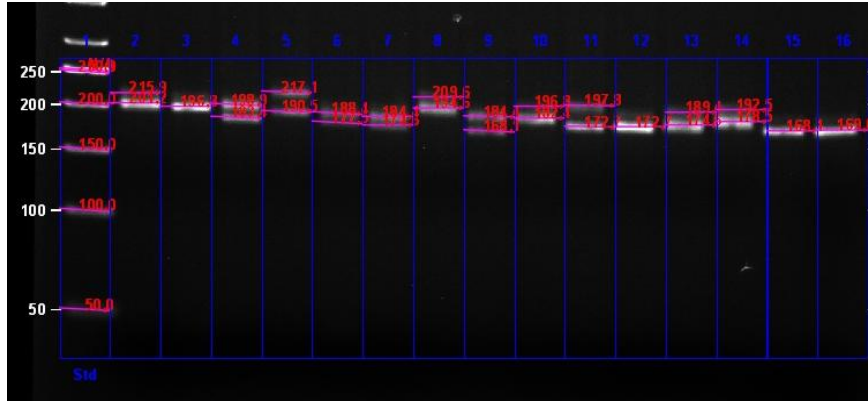
Ladder’ın baz çifti (bç) bakımından bant büyüklükleri ve bulunduğu kuyucuk numarası girilmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Ladder’ları işaretlenmiş jel fotoğrafı



Programın “Reports” imgesi kullanılarak bantların gruplandırılmış tablosu elde edilmiştir (Çizelge 3.8). Bant büyüklüklerinin belirlenmesinde jelden kaynaklanan hataların önüne geçebilmek için bütün jeller resimler üzerinde manuel olarak iki farklı araştırmacı tarafından gözle de skorlanmıştır. Böylece tüm bu skorlamalar karşılaştırılarak yanlış okumaların önüne geçilmeye çalışılmıştır. Analizler bant büyüklükleri tüm primerlerin bantlarını içeren tabloya yazıldıktan sonra yapılmıştır. Bant büyüklükleri tabloya yazılırken yoksa 0 varsa 1 yazılmıştır.



Şekil 3.9. Bant büyüklükleri gösterilmiş jel fotoğrafı

Çizelge 3.8. Program tarafından skorlanan bir jelin bant büyüklükleri

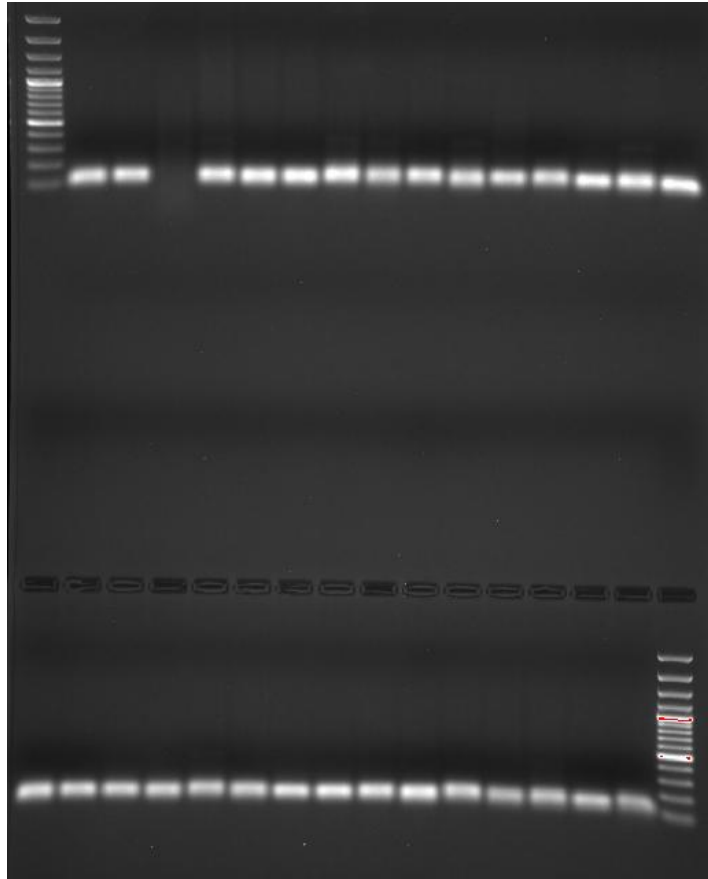
Bant No	Lane 1	Lane 2	Lane 3	Lane 4	Lane 5
	Baz çifti (bç)	Baz çifti (bç)	Baz çifti (bç)	Baz çifti (bç)	Baz çifti (bç)
1	50.0	201.2	196.3	183.4	190.5
2	100.0	215.3		198.9	217.0
3	150.0				
4	200.0				
5	250.0				

### 3.4. Verilerin Değerlendirilmesi

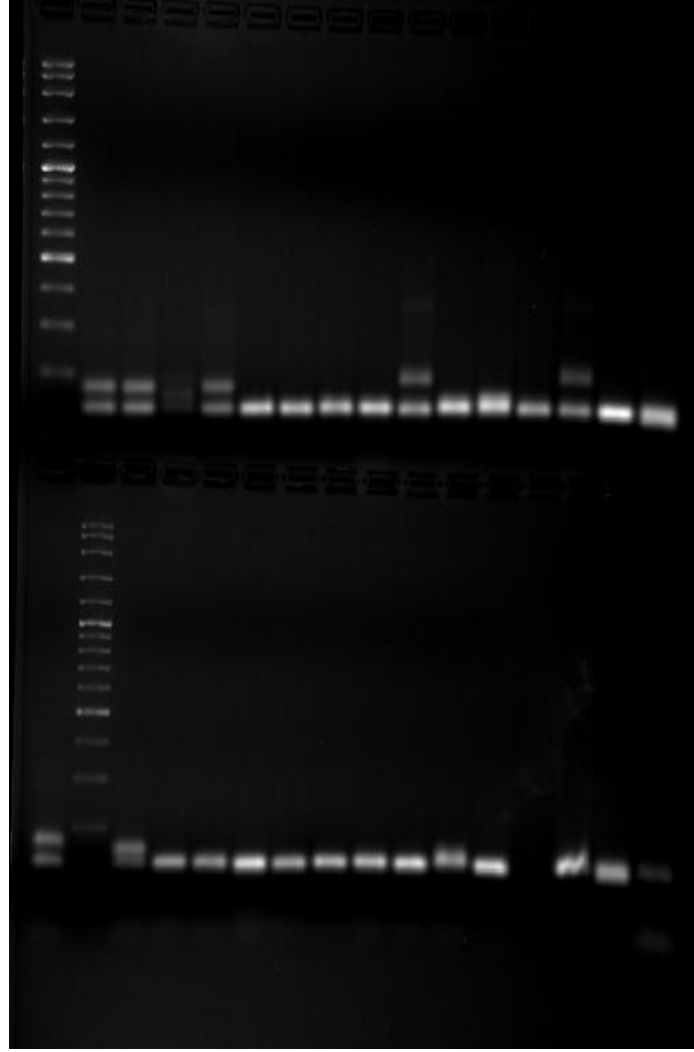
Tüm primerlerin bantlarını içeren tabloya skorlamalar sonucu elde edilen baz çifti birimindeki bant büyüklükleri yazılmıştır. Dendogram tablosu hazırlanırken olan bant büyüklükleri yerine 1, olmayan bant büyüklükleri yerine 0 yazılmıştır. Genotip analizlerde UPGMA dendogramlarının oluşturulmasında dendro-UPGMA (Unweighted Pair Group of Arithmetic mean) programı kullanılmıştır (<http://genomes.urv.es/UPGMA/>). İncelenen genotipler arasındaki genetik benzerlik ve uzaklıklar Jaccard (1908)'ın genetik benzerlik indeksi kullanılarak hesaplanmıştır. Polimorfizm bilgi içeriği (PIC) Anderson ve ark. (1992) göre hesaplanmıştır.

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

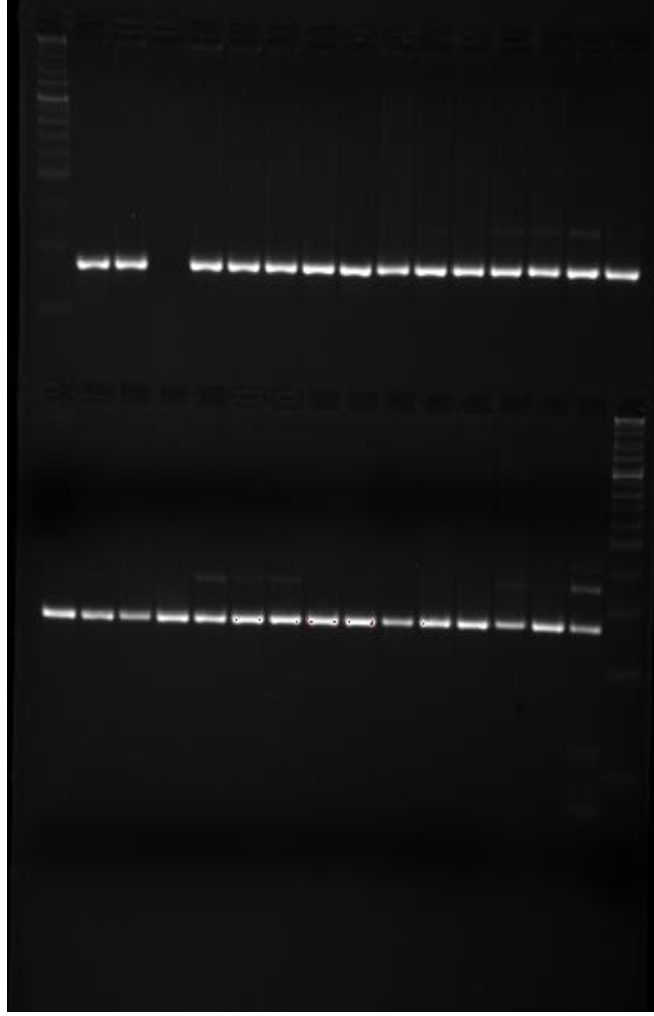
Yerel ve tescilli çeşitler arasındaki genetik ilişkinin saptanması amacıyla 15 adet primer denenmiş ve moleküler taramalarda polimorfizm göstermeyen dört primer (CH01h10, CH04g10, GD 15, GD 96) haricindeki 11 adet primer (CH02b03b, CH02d11, CH02f06, CH03g07, CH04e03, GD 12, GD 100, GD 103, GD 142, GD 147, GD 162) çalışmada kullanılmıştır. Moleküler taramalarda polimorfizm göstermeyen CH01h10, CH04g10 GD 15 ve GD 96 primerlerine ait jel görüntüleri Şekil 4.1 - 4.4'de verilmiştir.



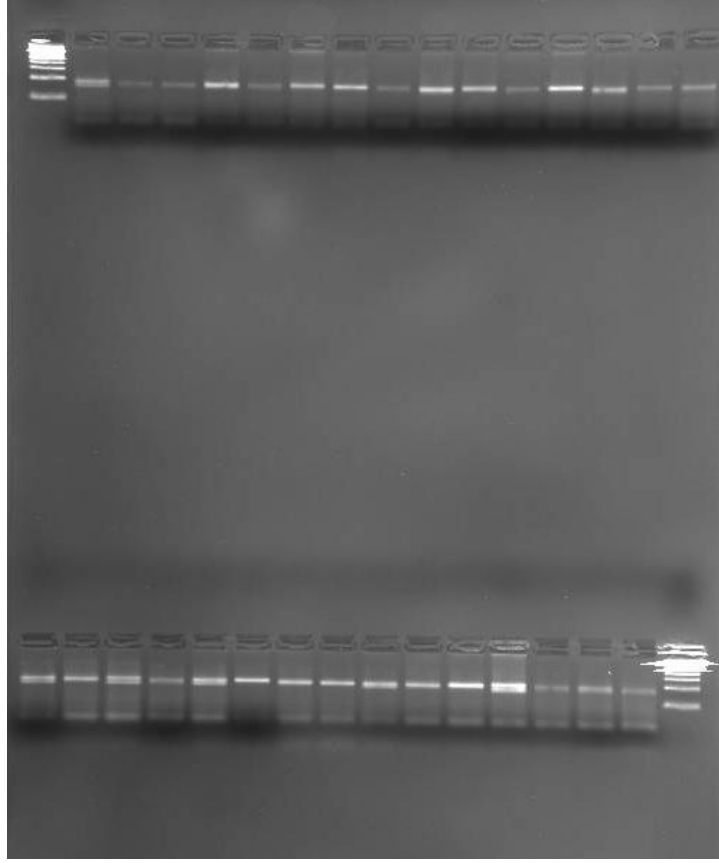
Şekil 4.1. CH01h10 primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü



**Şekil 4.2.** CH04g10 primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü

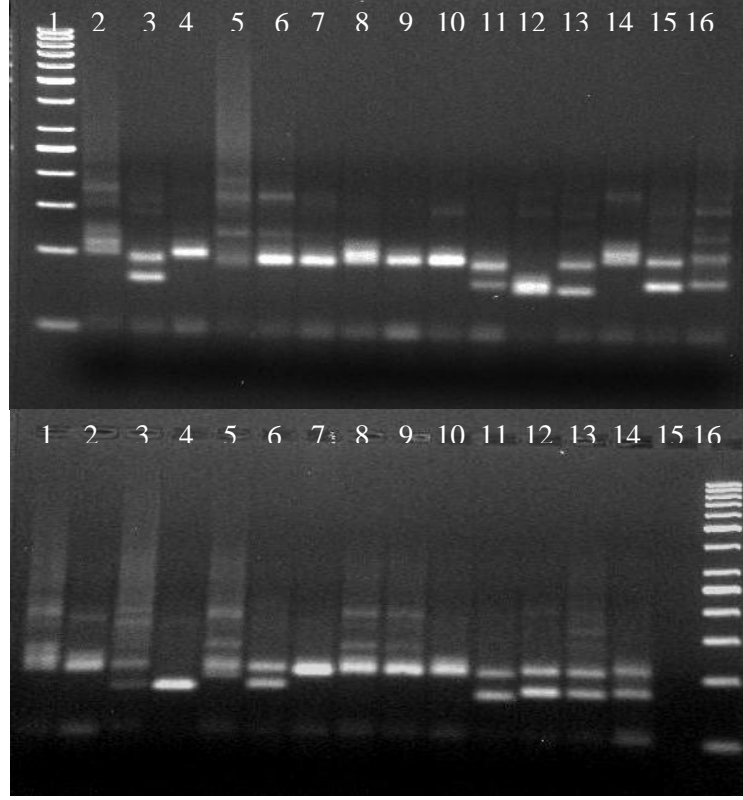


**Şekil 4.3.** GD 15 primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü



**Şekil 4.4.** GD 96 primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü

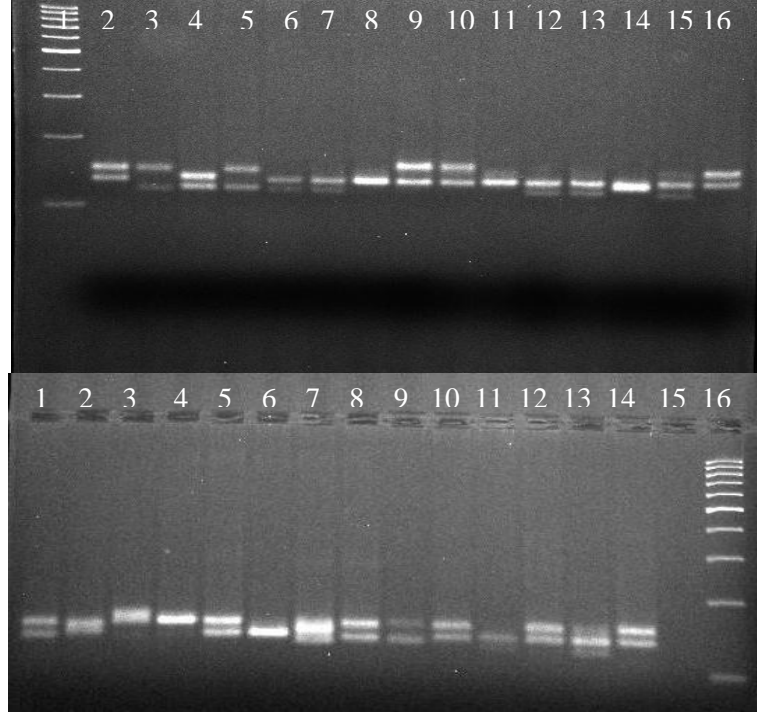
Yerel çeşitler arasında polimorfizm gösteren ve çalışmada kullanılan SSR primerlerinden (CH02b03b, CH02d11, CH02f06, CH03g07, CH04e03, GD 12, GD 100, GD 103, GD 142, GD 147, GD 162) elde edilen PZR ürünlerinin % 3'lük metaphore agaroz jelde yürütülmesinden elde edilen görüntüler Şekil 4.5 - 4.15'de verilmiştir.



**Şekil 4.5.** CH02b03b primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü

Çalışmada kullanılan yerel ve referans elma çeşitleri, CH02b03b primeri ile elde edilen PZR ürünlerine göre, 70-110 bp arasında değişen bant profilleri ile 10 ana grupta toplanmıştır.

İncelenen primer bulgularına ait sonuçlara göre Arap Kızı, Başkışla (Manyan), Can Atan, Dalda Bir, Göcer elması ve Kara Mustafa ile Amasya, Kokulu Misket, Koraş elması, Pomajin, Şafran ve Çekirdek elma genotiplerinde benzer bant büyüklüklerine sahip olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.5).

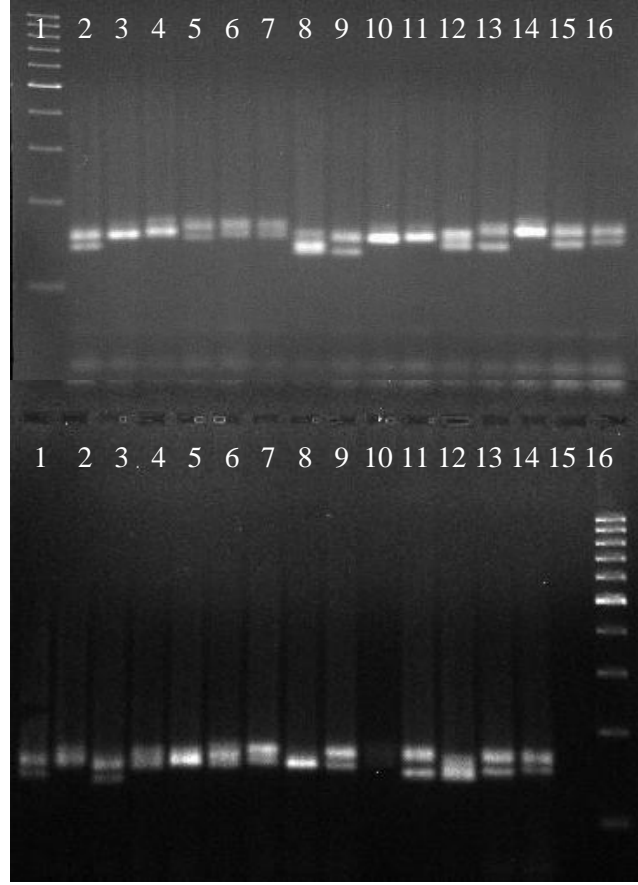


**Şekil 4.6.** CH02d11 primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü

Çalışmada kullanılan yerel ve referans elma çeşitleri, CH02d11 primeri ile elde edilen PZR ürünlerine göre, 122-160 bç arasında değişen bant profilleri ile 10 ana grupta toplanmıştır.

Bu primer ile yapılan moleküler taramalar sonucunda Dağ Elması, Kara Mustafa, Kumpanya ve Şafran elma genotiplerinin tekli bant, Starking Delicious, Altın Çekirdek, Amasya, Arap Kızı, Başkışla (Manyan), Can Atan, Dalda Bir, Göcer Elması, Gönen Elması, Hanım Teni, Kaba Elma, Golden Delicious, Granny Smith, Kokulu Misket, Koraş Elması, Pomajin, Şeker elması, Çekirdek, Ekin elması, Boyacı Elması, Yaz Elması ve Tavşan Başı genotiplerinin ise çift bant profili verdiği saptanmıştır (Şekil 4.7).

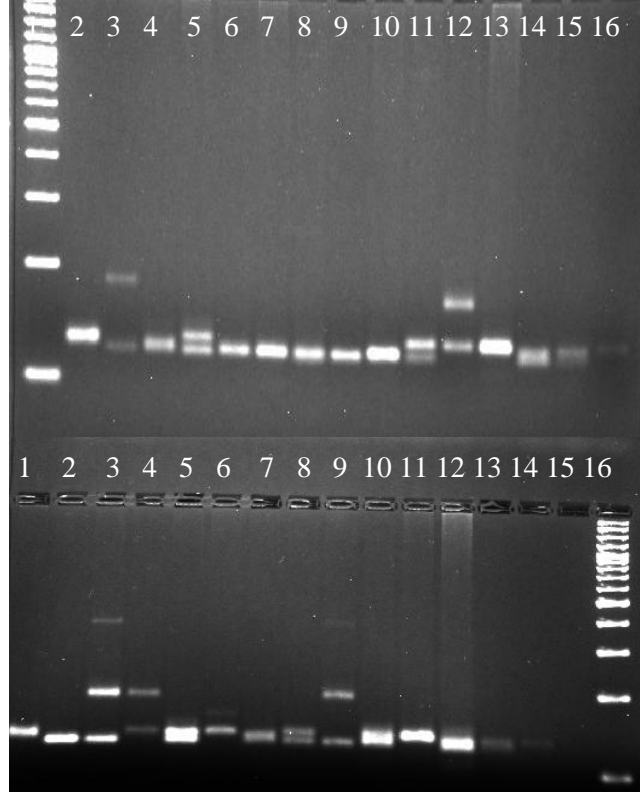




**Şekil 4.6.** CH02f06 primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü

Çalışmada kullanılan yerel ve referans elma çeşitleri, Ch02f06 primeri ile gerçekleştirilen PZR ürünlerine göre, 134-164 bç arasında değişen bant profilleri ile 10 ana grupta toplanmıştır.

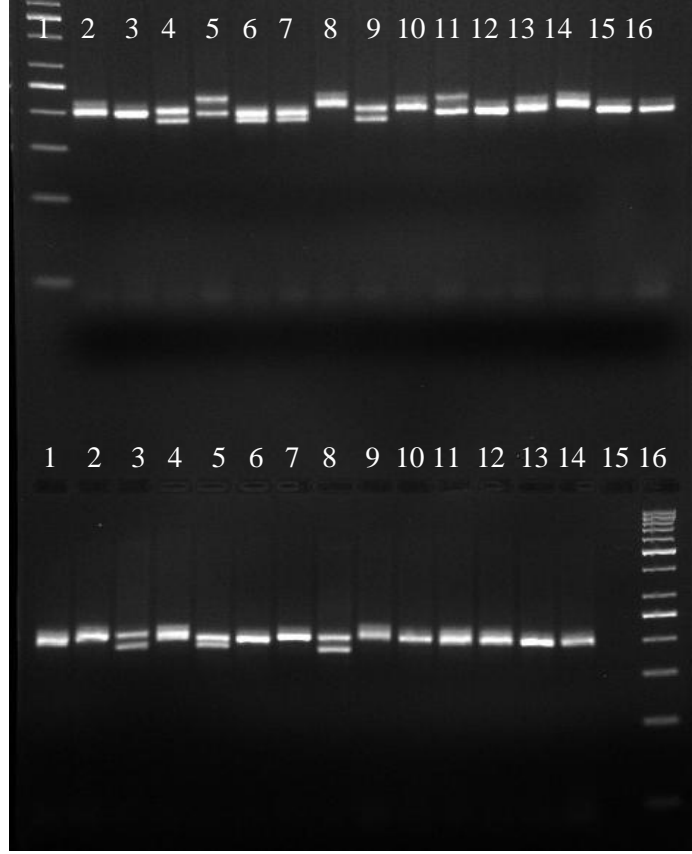
Bu primere göre, Altın Çekirdek, Amasya, Göcer elması, Gönen elması, Kara Mustafa, Kokulu Misket, Kumpanya, Pomajin, Çekirdek genotipleri tekli bant verirken, Starking Delicious, Arap Kızı, Başkışla (Manyan), Can Atan, Dağ elması, Dalda Bir, Hanım Teni, Kaba elma, Golden Delicious, Granny Smith, Koraş elması, Şafran, Şeker elması, Ekin elması, Boyacı elması, Yaz elması, Tavşan Başı genotipleri ise çift bant vermiştir (Şekil 4.6).



**Şekil 4.8.** CH03g07 primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü

Çalışmada kullanılan elma genotipleri, CH03g07 primeri ile elde edilen PZR ürünlerine göre, 122-200 bp arasında değişen bant profilleri ile 9 ana grupta toplanmıştır.

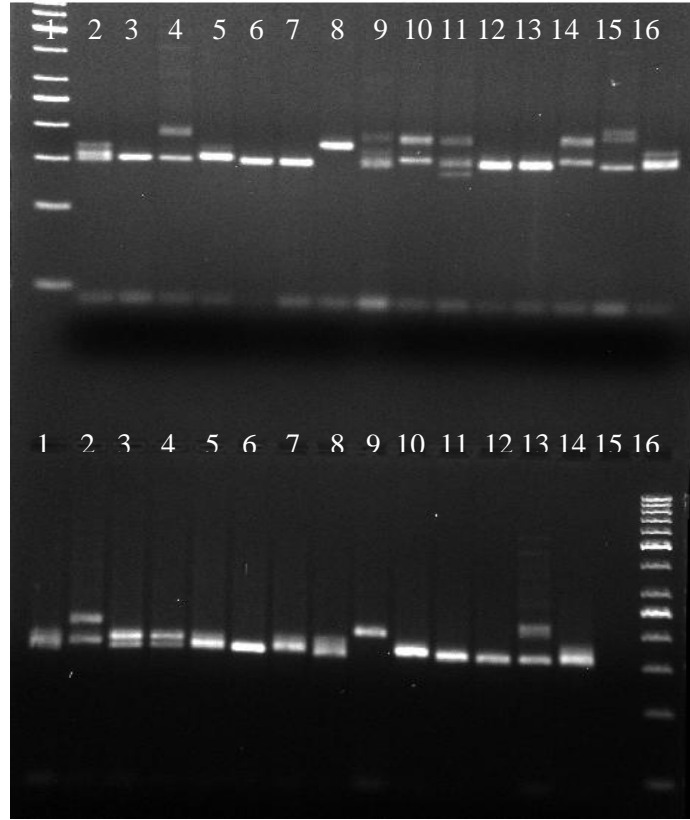
CH03g07 primerine göre Starking Delicious, Amasya, Başkışla (Manyan), Can Atan, Dağ Elması, Dalda Bir, Göcer Elması, Kaba Elma, Granny Smith, Kokulu Misket, Şafran, Şeker Elması ve Yaz Elması genotipleri tekli bant verirken diğer çeşitler (Altın Çekirdek, Arap Kızı, Gönen Elması, Hanım Teni, Kara Mustafa, Golden Delicious, Koraş Elması, Kumpanya, Pomajin, Çekirdek, Ekin Elması, Boyacı Elması ve Tavşan Başı) çift bant profili göstermiştir (Şekil 4.8). Bu primer bakımından Can Atan, Dağ elması ve Göcer elması aynı bant büyüklüklerine sahiptir.



**Şekil 4.9.** CH04e03 primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü

Çalışmada kullanılan yerel ve referans elma çeşitleri, CH04e03 primeri ile elde edilen PZR ürünlerine göre, 172-222 bç arasında değişen bant profilleri ile 13 ana grupta toplanmıştır.

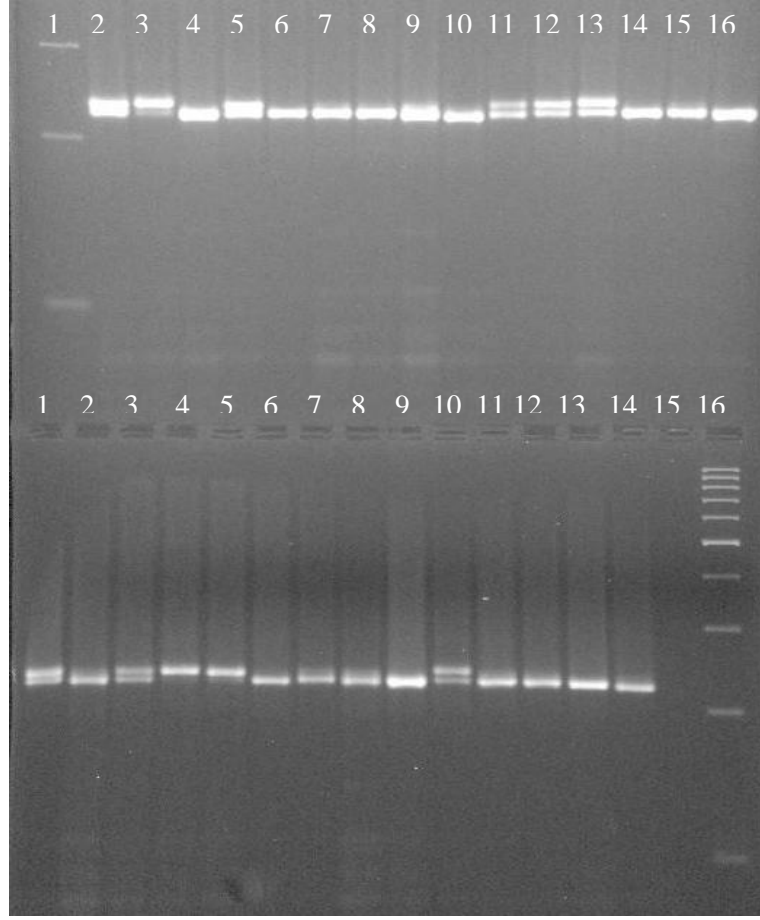
CHO4e03 primerine göre tüm elma çeşitlerimiz (Starking Delicious, Altın Çekirdek, Amasya, Arap Kızı, Başkışla (Manyan), Can Atan, Dağ Elması, Dalda Bir, Göcer Elması, Gönen Elması, Hanım Teni, Kaba Elma, Kara Mustafa, Golden Delicious, Granny Smith, Kokulu Misket, Koraş Elması, Kumpanya, Pomajin, Şafran, Şeker Elması, Çekirdek, Ekin Elması, Boyacı Elması, Yaz Elması ve Tavşan Başı çift bant profili göstermektedir. Ayrıca Başkışla (Manyan) elma genotipi ile Can atan elması ve Şafran elması ile Boyacı elmasının aynı bant büyüklüklerine sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.9).



**Şekil 4.10.** GD 12 primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü

Çalışmada kullanılan yerel ve referans elma çeşitleri, GD 12 primeri ile elde edilen PZR ürünlerine göre, 148-192 bç arasında değişen bant profilleri ile 13 ana grupta toplanmıştır.

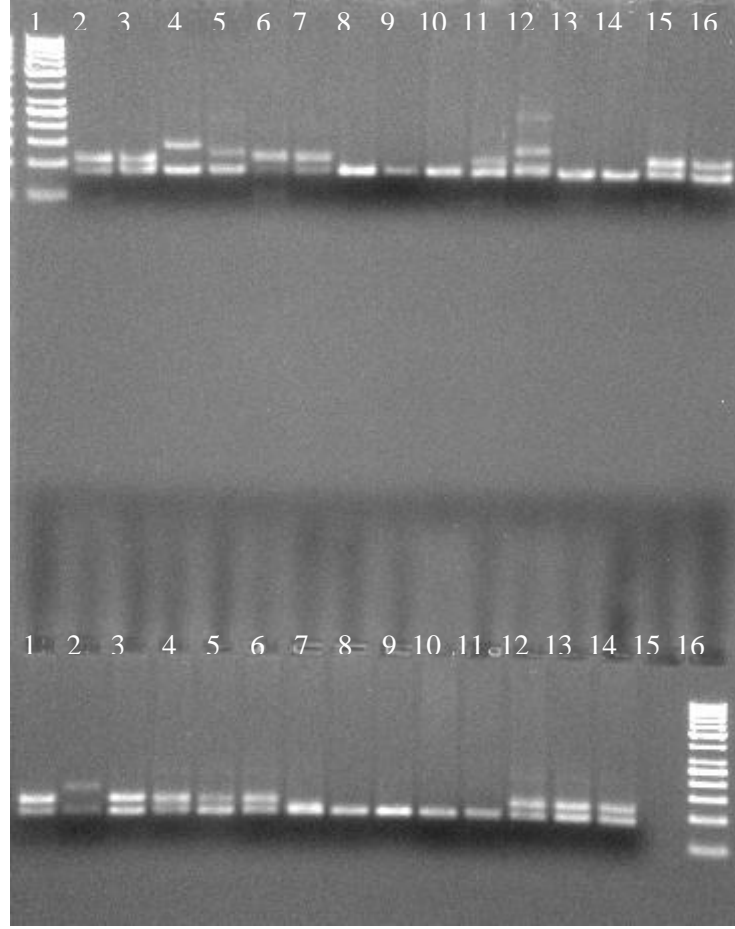
Bu primer bakımından Altın Çekirdek, Başkışla (Manyan), Can atan, Hanım Teni, Kaba elma, Yaz elması ve Tavşan Başı elma genotipleri bant profilleri (bç) bakımından aynıdır. Ayrıca GD 12 primerine göre Starking Delicious, Amasya, Dalda Bir, Göcer elması, Gönen elması, Kara Mustafa, Golden Delicious, Granny Smith, Kokulu Misket, Koraş elması, Kumpanya, Pomajin, Şeker elması, Çekirdek çift bant profiline sahipken, Altın Çekirdek, Arap Kızı, Başkışla (Manyan), Can Atan, Dağ elması, Hanım Teni, Kaba elma, Şafran, Ekin elması, Boyacı elması, Yaz elması, Tavşan Başı genotipleri ise tek bant profiline sahiptir (Şekil 4.10).



**Şekil 4.11.** GD 100 primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü

Çalışmada kullanılan yerel ve referans elma çeşitleri, GD 100 primeri ile elde edilen PZR ürünlerine göre, 210-230 bç arasında değişen bant profilleri ile 8 ana grupta toplanmıştır.

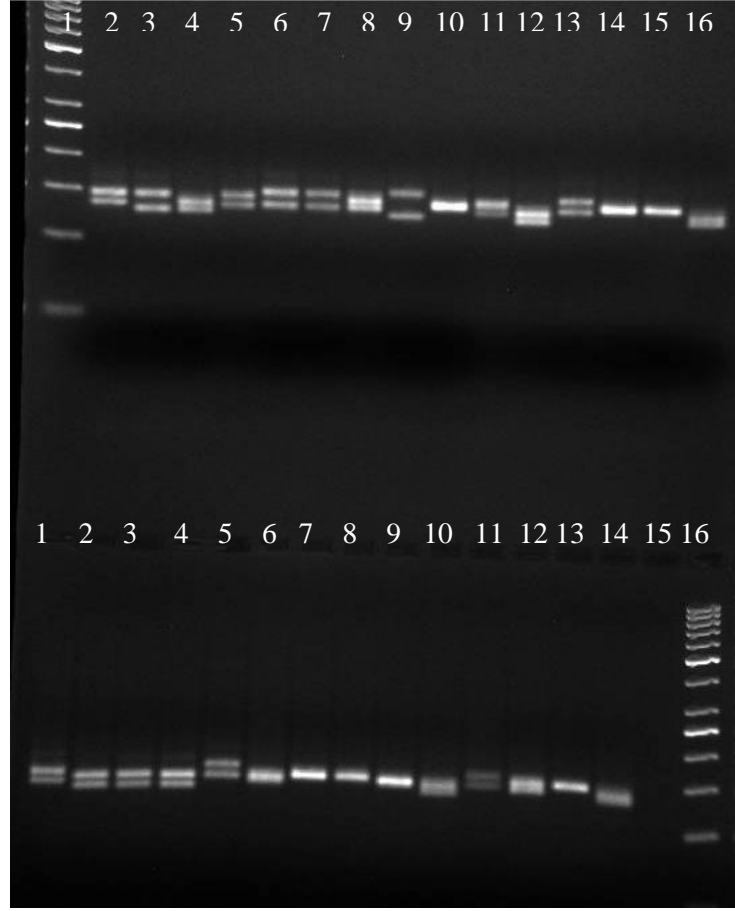
İncelenen primer bakımından Amasya, Başkışla (Manyan), Can Atan, Dağ Elması, Dalda Bir, Göcer Elması, Kara Mustafa, Golden Delicious, Granny Smith, Kokulu Misket, Kumpanya, Pomajin, Şafran, Şeker Elması, Çekirdek, Ekin Elması, Yaz Elması ve Tavşan Başı genotiplerinin tekli bant, Starking Delicious, Altın Çekirdek, Arap Kızı, Gönen Elması, Hanım Teni, Kaba elma, Koraş Elması ve Boyacı Elması genotiplerinin ise çift bant profili gösterdikleri saptanmıştır. Ayrıca GD 100 primeri bant büyüklükleri bakımından Amasya, Başkışla (Manyan), Şafran, Ekin Elması ve Yaz Elması genotiplerinin benzer olduğu görülmüştür (Şekil 4.12).



**Şekil 4.12.** GD 103 primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü

Çalışmada kullanılan elma genotipleri, GD 103 primeri ile elde edilen PZR ürünlerine göre, 84-144 bp arasında değişen bant profilleri ile 9 ana grupta toplanmıştır.

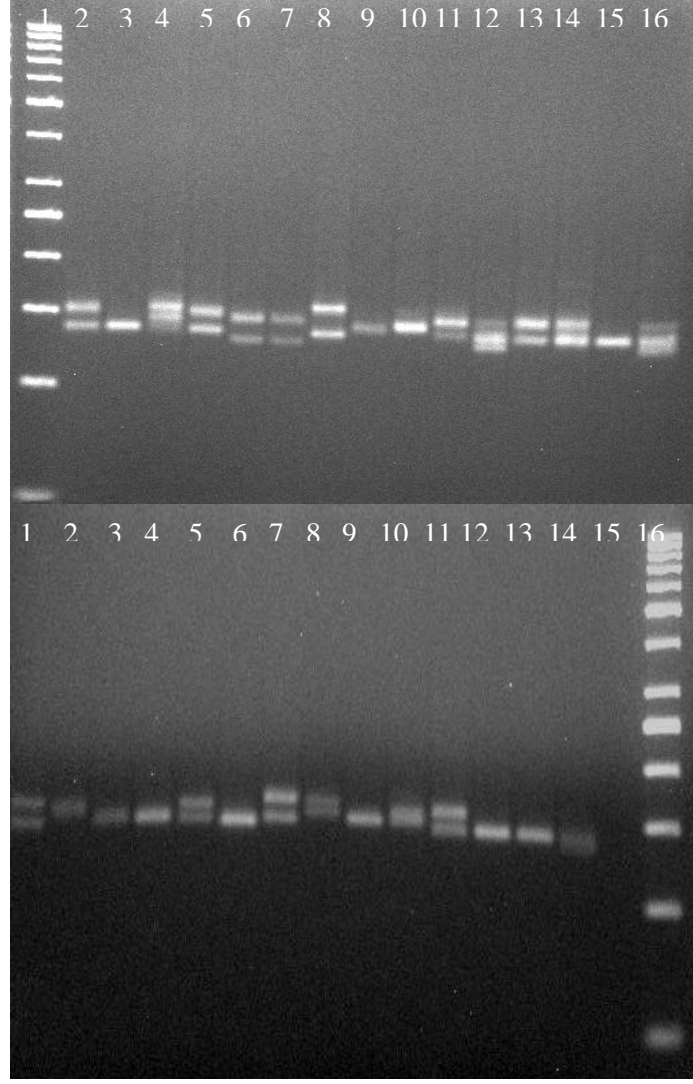
GD 103 primerine göre Can Atan, Göcer Elması, Kara Mustafa, Şeker elması, Çekirdek, Ekin elması, Boyacı Elması ve Yaz Elması genotipleri tekli bant verirken diğer çeşitlerde; Starking Delicious, Altın Çekirdek, Amasya, Arap Kızı, Başkışla (Manyan), Dağ Elması, Dalda Bir, Gönen Elması, Hanım Teni, Kaba Elma, Golden Delicious, Granny Smith, Kokulu Misket, Koraş Elması, Kumpanya, Pomajin, Şafran ve Tavşan Başı genotiplerinde çift bant profili gözlenmiştir (Şekil 4.12).



**Şekil 4.13.** GD 142 primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü

Çalışmada kullanılan elma genotipleri, GD 142 primeri ile elde edilen PZR ürünlerine göre, 118-156 bp arasında değişen bant profilleri ile 14 ana grupta toplanmıştır.

GD 142 primerine göre Göcer Elması, Kara Mustafa, Golden Delicious, Şafran, Şeker elması, Çekirdek, Ekin elması ve Tavşan Başı genotipleri tekli bant verirken diğer çeşitlerde (Starking Delicious, Altın Çekirdek, Amasya, Arap Kızı, Başkışla (Manyan), Can Atan, Dağ Elması, Dalda Bir, Gönen Elması, Hanım Teni, Kaba Elma, Granny Smith, Kokulu Misket, Koraş Elması, Kumpanya, Pomajin, Boyacı Elması ve Yaz Elması) çift bant profili gözlenmiştir (Şekil 4.13).

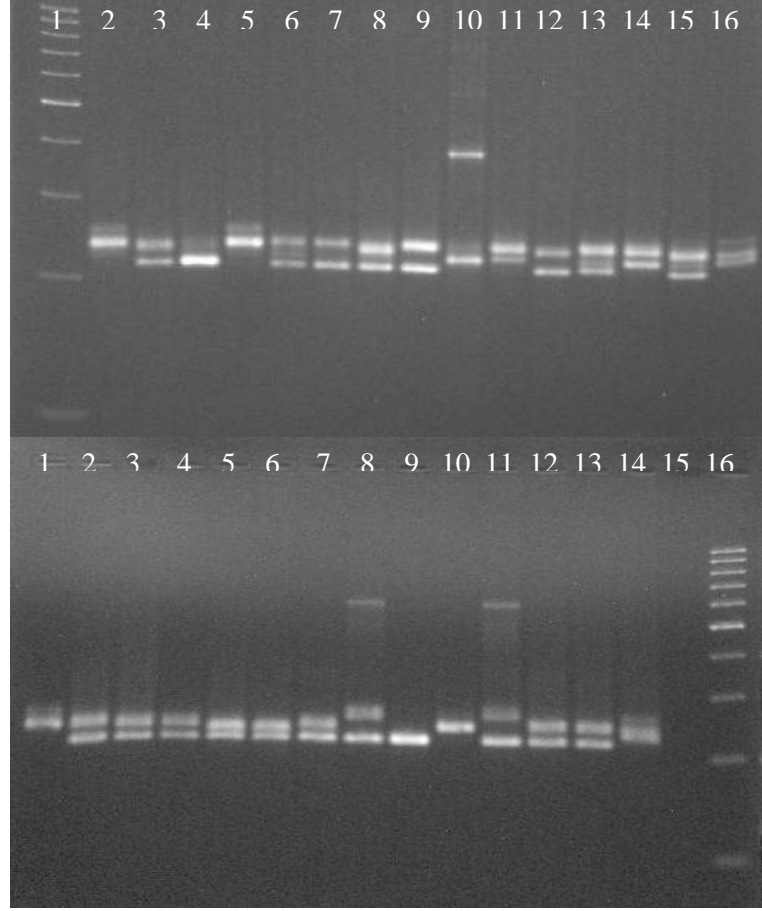


**Şekil 4.14.** GD 147 primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü

Çalışmada kullanılan yerel ve referans elma çeşitleri, GD 147 primeri ile elde edilen PZR ürünlerine göre, 114-152 bç arasında değişen bant profilleri ile 14 ana grupta toplanmıştır.

İncelenen primer bakımından Altın Çekirdek, Dalda Bir, Göcer Elması, Gönen Elması, Hanım Teni, Golden Delicious, Kokulu Misket, Koraş Elması, Kumpanya, Şafran, Ekin elması, Boyacı Elması ve Tavşan Başı genotipleri haricindeki yerel ve tescilli elma çeşitlerinin (Starking Delicious, Amasya, Arap Kızı, Başkışla (Manyan), Can atan, Dağ Elması, Kaba elma, Kara mustafa, Granny Smith, Pomajin, Şeker elması, Çekirdek ve Yaz elması) çift bant profili gösterdiği gözlenmiştir (Şekil 4.14).





**Şekil 4.15.** GD 162 primeri ile yapılan moleküler taramalara ait jel görüntüsü

Çalışmada kullanılan yerel ve referans elma çeşitleri, GD 162 primeri ile elde edilen PZR ürünlerine göre, 203-252 bp arasında değişen bant profilleri ile 14 ana grupta toplanmıştır.

İncelenen primer bulgularına ait sonuçlara göre Altın Çekirdek ile Amasya, Başkışla (Manyan) ile Can atan, Kaba elma ile Kara Mustafa, Koraş elması ile Kumpanya genotiplerinin benzer bant büyüklüğüne sahip olduğu gözlenmiştir. Altın Çekirdek, Gönen elması, Şafran, Ekin elması ve Boyacı elması genotiplerinin ise aynı bant büyüklüğüne sahip olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.15).

Jel görüntüleme sisteminde görüntülenen jeller Biorad ChemiDoc MP programında skorlanmıştır. Her bir primerden elde edilen bant büyüklükleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Kullanılan elma genotiplerinin 12 lokustaki allel büyüklükleri (bç)

<b>Elma Genotipi Adı</b>	<b>CH02b03b</b>	<b>CH02d11</b>	<b>CH02f06</b>	<b>CH03g07</b>
Starking Delicious*	110:100	148:138	152:140	140
Altın Çekirdek	96:80	148:122	152	192:134
Amasya	100	138:122	156	134
Arap Kızı	92	148:122	160:148	138:130
Başkışla (Manyan)	92	134:122	164:152	130
Can Atan	92	134:122	164:152	126
Dağ Elması	96	134	148:138	126
Dalda Bir	92	148:134	144:134	126
Göcer Elması	92	148:134	144	126
Gönen Elması	86:72	144:134	144	138:126
Hanım Teni	72	134:122	148:140	160:134
Kaba Elma	88:70	134:122	152:138	134
Kara Mustafa	92	130	156	126:122
Golden Delicious*	88:72	144:138	156:140	126:122
Granny Smith*	90:72	148:138	156:144	130
Kokulu Misket	100	148:144	156	134
Koraş Elması	100:80	160:152	148:138	200:134
Kumpanya	80	152	152	200:140
Pomajin	100	152:138	152	140:130
Şafran	100:80	138	156:148	140
Şeker Elması	96	140:130	164:150	134
Çekirdek	100	144:134	148	138:130
Ekin Elması	96	148:130	156:148	200:126
Boyacı Elması	96	148:138	160:152	134:130
Yaz Elması	88:70	138:126	156:140	134
Tavşan Başı	90:72	148:138	144:138	126:122

\*: Referans çeşit

**Çizelge 4.1'in devamı**

<b>Elma Genotipi Adı</b>	<b>CH04e03</b>	<b>GD 12</b>	<b>GD 100</b>	<b>GD 103</b>
Starking Delicious*	214:200	164:152	226:218	114:86
Altın Çekirdek	210:196	152	230:212	114:84
Amasya	200:184	192:152	218	140:86
Arap Kızı	218:198	156	226:222	122:86
Başkışla (Manyan)	198:188	152	222	118:86
Can Atan	198:188	152	218	118
Dağ Elması	222:214	172	218	114:86
Dalda Bir	200:184	184:152	218	114:86
Göcer Elması	218:202	180:156	214	84
Gönen Elması	222:196	176:152	226:222	110:86
Hanım Teni	206:196	152	226:222	140:90
Kaba Elma	220:200	152	230:222	110:86
Kara Mustafa	222:206	180:156	214	84
Golden Delicious*	214:196	192:148	214	114:84
Granny Smith*	214:198	160:152	210	114:86
Kokulu Misket	218:206	192:162	218	144:84
Koraş Elması	210:184	170:160	230:222	114:86
Kumpanya	218:206	170:160	230	114:84
Pomajin	200:188	170:160	230	114:84
Şafran	210:198	158	218	114:86
Şeker Elması	214:202	172:160	220	84
Çekirdek	198:172	160:152	218	86
Ekin Elması	214:206	188	218	84
Boyacı Elması	210:198	156	230:222	84
Yaz Elması	214:198	152	218	90
Tavşan Başı	210:196	152	218	114:84

\*: Referans çeşit

**Çizelge 4.1'in devamı**

<b>Elma Genotipi Adı</b>	<b>GD 142</b>	<b>GD 147</b>	<b>GD 162</b>
Starking Delicious*	148:140	146:138	252:234
Altın Çekirdek	148:132	138	230:214
Amasya	140:132	148:140	230:214
Arap Kızı	146:138	146:134	252:234
Başkışla (Manyan)	150:138	140:126	234:210
Can Atan	150:134	140:126	234:206
Dağ Elması	148:134	148:130	226:206
Dalda Bir	140:134	134	234:206
Göcer Elması	138	136	228:218
Gönen Elması	140:130	138	230:220
Hanım Teni	130:122	122	228:206
Kaba Elma	140:132	134:122	234:206
Kara Mustafa	134	134:122	228:214
Golden Delicious*	134	122	226:203
Granny Smith*	122:118	118:114	238:222
Kokulu Misket	142:132	144	238:210
Koraş Elması	144:134	140	238:214
Kumpanya	144:134	140	234:214
Pomajin	156:140	144:138	230:214
Şafran	140	138	230:214
Şeker Elması	144	152:138	234:214
Çekirdek	144	148:140	252:210
Ekin Elması	140	138	210
Boyacı Elması	134:126	138	230
Yaz Elması	144:134	144:136	250:206
Tavşan Başı	134	124	230:206

\*: Referans çeşit

Çalışmada incelenen 23 adet yerel ve 3 adet referans elma çeşidinin 11 SSR lokusu ile analizi sonucu toplam 59 polimorfik allel belirlenmiştir. SSR primerleri ile yapılan PZR reaksiyonu sonucunda elde edilen amplifikasyon ürünlerinin metaphore agaroz jelde gözlenen allel sayılarının primere göre farklılık göstermekle birlikte 8-14 arasında değiştiği gözlenmiştir (Çizelge 4.2). Ortalama allel sayısı 11,2 olarak belirlenmiştir. Primerlerin amplifikasyon ürünleri incelendiğinde, 14 allel ile ortalama allel sayısından daha fazla allele sahip 3 primerden GD 142 primerinden elde edilen bant büyüklüklerinin 118-156 baz çifti, GD 147 primerinden elde edilen bant büyüklüklerinin 114-152 bç ve GD 162 primerinden elde edilen bant büyüklüklerinin 203-252 baz çifti arasında olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte 13 allel oluşturan CH04e03 ve GD 12 primerlerinin bant büyüklüklerinin sırayla 172-222 baz çifti ve 148-192 baz çifti arasında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca 10 allel ile ortalamanın altında allel veren CH02b03b, CH02d11 ve CH02f06 primerlerinin bant büyüklüklerinin ise sırasıyla 70-110 bç, 122-160 bç ve 134-164 baz çifti arasında değiştiği gözlenmiştir. Bunları 9 allel sayısı ile CH03g07 (122-200 bç) ve GD 103 (84-144 bç) primerleri takip etmiştir. GD 100 primerinde ise 210-230 bç arasında bant büyüklükleri gösteren 8 allel tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Genel olarak allelerin lokuslardaki dağılımlarına bakıldığında, her bir primerin en yüksek allel frekansları; GD 12’de 13 adetle 152 baz çiftinde, GD 100’de 11 adetle 218 baz çiftinde, GD 103’de 11 adetle 84 baz çiftinde, GD 142’de 9 adetle 134 baz çiftinde, GD 147’de 8 adetle 138 baz çiftinde, GD 162’de 8’er adetle 214, 230, ve 234 baz çiftlerinde, CH02b03b’de 7 adetle 100 baz çiftinde, CH02d11’de 10 adetle 148 baz çiftinde, CH02f06’da 8’er adetle 152 ve 156 baz çiftlerinde, CH03g07’de 9 adetle 134 baz çiftinde ve CH04e03’de 8 adetle 198 baz çiftinde belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

Elde edilen sonuçlara göre, CH02b03b primerinde 10 adet allel, 75- 110 baz çifti arasında değişen gözlenen ürün büyüklüğü ve 100 bç’lik en yüksek allel frekansı gözlenmiştir. Benzer şekilde farklı bir araştırmada da bu lokusta 11 adet allel, 75-109 baz çifti arasında ürün büyüklüğü ve en yüksek allel frekansının 95 baz çifti olduğu belirlenmiştir (Akpınar, 2009).

CH02d11 lokusunda 10 allel, gözlenen ürün büyüklüğü 122-160 baz çifti arasında ve en yüksek allel frekansı 148 baz çifti tespit edilirken, Akpınar (2009) tarafından da benzer değerler (13 allel, 116-148 baz çifti arasında değişen ürün büyüklüğü) elde edilmiştir.

CH02f06 lokusunda incelenen genotipler için elde edilen ürün büyüklüğünün 134-164 baz çifti arasında değişen 10 adet allel ve en yüksek allel frekanslarının ise 152 ve 156 baz çiftleri olduğu belirlenmiştir. Bir diğer araştırmada da aynı SSR lokusu için 9 allel, 130- 156 baz çifti arasında gözlenen ürün büyüklüğü ve en yüksek allel frekansı 156 baz çifti olduğu ifade edilmiştir (Akpınar, 2009).

Yapılan çalışmada CH03g07 lokusunda 9 allel, 122-200 baz çifti arasında gözlenen ürün büyüklüğü ve en yüksek allel frekansı 134 baz çiftinde tespit edilirken, aynı şekilde Akpınar (2009) da bu lokusta 9 adet allel, 116-180 baz çifti arasında tespit edilen ürün büyüklüğü ve farklı olarak, en yüksek allel frekansının 118 baz çiftinde gözlendiğini bildirmiştir.

CH04e03 lokusunda 13 allel, gözlenen ürün büyüklüğü 172-22 baz çifti arasında ve en yüksek allel frekansı 198 baz çiftinde tespit edilmiştir.

Elde ettiğimiz sonuçlara göre, GD 12 primerinden ortalama allel sayısının üstünde 13 adet allel, 148-192 baz çifti arasında gözlenen ürün büyüklüğü, en yüksek allel frekansı 152 baz çiftinde tespit edilirken, benzer şekilde farklı araştırmacılar da bu lokusta saptanan ürün büyüklüğünün 141-191 baz çifti (Hokanson, 1998) ve 138-198 baz çifti (Volk ve ark., 2008) olduğunu bildirmişlerdir.

GD 100 primerinde ortalama allel sayısının üstünde 13 adet allel, gözlenen ürün büyüklüğü 148-192 baz çifti arasında, en yüksek allel frekansı 152 baz çifti olarak tespit edilirken, benzer şekilde aynı primer için Volk ve ark. (2008) 11 allel, Hokanson (1998) da bu lokusta saptanan ürün büyüklüğünün 141-191 baz çifti arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Yapılan çalışma sonucunda, GD 103 primerinden ortalama allel sayısının altında 9 adet allel, 84-144 baz çifti arasında gözlenen ürün büyüklüğü, en yüksek allel frekansı 84

baz çifti olarak tespit edilirken, benzer şekilde Hokanson (1998) da yaptığı çalışmada bu lokusta saptanan ürün büyüklüğünün 90-133 baz çifti arasında olduğunu ifade etmiştir.

Kullanılan primerler içerisinde en fazla allel (14) sayısına sahip 3 primerden biri olan GD 142 primeri incelendiğinde, elde edilen ürün büyüklüğü 118-156 bç ve en yüksek allel frekansı 9 adetle 134 baz çiftinde saptanmıştır. Bizim sonuçlarımızla paralel olarak Hokanson (1998) tarafından yapılan çalışmada da ürün büyüklüğü 123-158 bç arasında, Volk ve ark. (2008) çalışmasında ise ürün büyüklüğü 128-172 bç arasında bulunmuştur.

GD 147 primerinden ortalama allel sayısının üstünde 14 adet allel, gözlenen ürün büyüklüğü 114-152 baz çifti arasında ve en yüksek allel frekansı ise 152 baz çifti olarak tespit edilirken, aynı primer için farklı çalışmalarda saptanan ürün büyüklüğü 124-156 bç (Hokanson, 1998) ve 117-173 bç (Volk ve ark., 2008) aralığında değişmiştir.

Ortalama allel büyüklüğünün üstünde (14) allel sayısına sahip olan GD 162 primerinden elde edilen ürün büyüklüğü 203-252 baz çifti arasında ve en yüksek allel frekansı ise 8'er adetle 214, 230, 234 baz çifti olarak tespit edilirken, aynı primerin kullanıldığı benzer çalışmalarda da sonuçlarımızla uyumlu bir şekilde ürün büyüklüğünün 215-254 bç (Hokanson, 1998) ve 212-268 bç (Volk ve ark., 2008) arasında olduğu belirlenmiştir. Yaptığımız çalışma ile diğer çalışmalar arasında görülen farklılıkların, kullanılan bitkisel materyalin farklı ve sınırlı (dar) bir bölgeden toplanmış olmasından dolayı genotip farklılığından kaynaklanabileceği gibi analiz edilen çeşit sayısından da kaynaklanabilir.

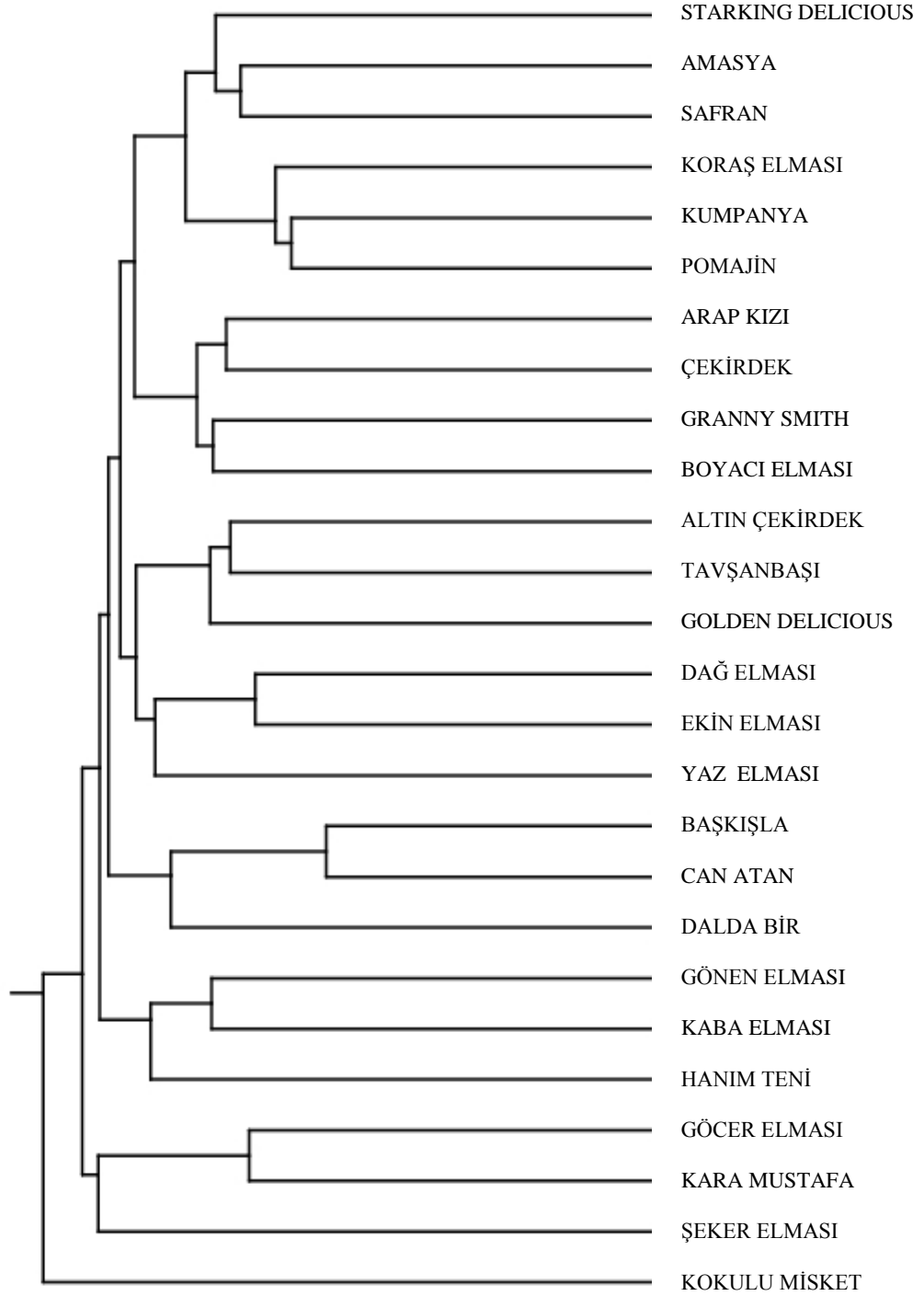
**Çizelge 4.2.** Kullanılan mikrosatellit markörlerinin allel sayısı ve allel büyüklükleri

<b>Mikrosatelit Lokusu</b>	<b>Allel Sayısı</b>	<b>Gözlenen Ürün Büyüklüğü (bç)</b>	<b>Beklenen Ürün Büyüklüğü (bç)</b>	<b>PIC Değeri</b>
GD 12	13	148-192	141-191	0,81
GD 100	8	210-230	223-242	0,80
GD 103	9	84-144	90-133	0,79
GD 142	14	118-156	123-158	0,88
GD 147	14	114-152	124-156	0,89
GD 162	14	203-252	215-254	0,88
CH02b03b	10	70-110	75-109	0,87
CH02d11	10	122-160	116-148	0,85
CH02f06	10	134-164	130-156	0,86
CH03g07	9	122-200	116-180	0,85
CH04e03	13	172-222	185-209	0,90
Ortalama	11,2			0,85

Polimorfizm bilgi içeriği (PIC) değerleri dikkate alındığında en düşük polimorfizm değerleri sırasıyla 0,79 ile GD 103 primerinde, 0,80 ile GD 100 primerinde ve 0,81 ile GD 12 primerinde belirlenmiştir. En yüksek polimorfizm değeri ise 0,90 ile CH04e03 primerinde saptanırken, bunu takiben en yüksek değerler GD 147, GD142, GD 162, CH02b03b ve CH02f06 primerleri için sırasıyla 0,89, 0,88, 0,88, 0,87 ve 0,86 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, hesaplanan PIC değerlerine göre en düşük polimorfizm gösteren primerin GD 103 ve GD 100 olduğu, polimorfizm özelliği en yüksek primerin ise CH04e03 ve GD 147 olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde çalışmada kullanılan SSR primerlerinden elde edilen allel sayıları dikkate alındığında da, 8 allel sayısı ile GD 100 ve 9 allel sayısı ile GD 103'ün ayırım gücü en düşük lokuslar olduğu; GD 142, GD 147 ve GD 162'nin ise 14 allel sayısı ile en etkin ayırım gücüne sahip lokuslar olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2).



Çalışmada incelenen elma genotiplerinde yapılan SSR taramalarına dayalı dendrogram Şekil 4.16'da verilmiştir.



Şekil 4.16. Yerel ve tescilli elma çeşitleri arasındaki genetik ilişkiyi gösteren dendrogram

SSR primerleri kullanılarak yapılan moleküler tarama sonuçlarından elde edilen dendograma göre yerel çeşitler temel olarak iki ana gruba ayrılmıştır (Şekil 4.16). Kokulu Misket yerel çeşidi tek başına bir ana dal oluştururken, diğer elma genotipleri 2. ana dalı oluşturmuştur. Oluşan 2. ana dalda kendi içinde iki gruba ayrılmıştır. Birinci grupta Göcer elması, Kara Mustafa ve Şeker Elması bulunurken, ikinci grup kendi içinde tekrar dallanma göstermiştir (Şekil 4.16).

İkinci grubun ilk dallanmasında Gönen Elması, Kaba Elma ve Hanım Teni bulunurken ikinci dallanmada referans çeşitlerinde içlerinde bulunduğu 19 elma genotipi vardır. Bu grubun ilk dallanmasında Başkışla, Can Atan ve Dalda Bir yerel elma çeşitleri; ikinci dallanmasında ise içlerinde referans çeşit olan Golden Delicious'unda bulunduğu 6 elma genotipi ve diğer 2 referans çeşidin içinde bulunduğu iki alt grup vardır. Birinci alt grupta; Dağ Elması, Ekin Elması ve Yaz Elması bir grubu oluştururken; Altın Çekirdek, Tavşanbaşı ve Golden Delicious ikinci grubu oluşturmuştur. İkinci alt grup kendi içinde iki alt alt gruba ayrılmıştır. Birinci grupta Arap Kızı, Çekirdek, Granny Smith ve Boyacı Elması bulunurken, ikinci alt alt grupta Starking Delicious, Amasya, Safran, Koraş Elması, Kumpanya ve Pomajin genotiplerinin bulunduğu tespit edilmiştir.

Şekil 4.16'da verilen dendograma ve Çizelge 4.3'de verilen benzerlik indeksine göre incelenen genotipler arasında Başkışla ve Can Atan elma genotiplerinin (0,550 benzerlik değeri ile) incelenen primerler bakımından birbirleri ile en benzer genotipler olduğu belirlenmiştir. Kumpanya ile Pomajin (0,500 benzerlik indeksi ile), Koraş Elması ile Pomajin (0,478 benzerlik indeksi ile) ve Koraş ile Kumpanya (0,478 benzerlik indeksi ile) yerel çeşitlerinin de birbirleri ile yakın akraba olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte Koraş ile Amasya (aralarındaki benzerlik indeksi 0,458) ve Ekin Elması ile Dağ Elmasının (aralarındaki benzerlik indeksi 0,450) da genetik açıdan benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Aynı şekilde Göcer Elması ile Kara Mustafa, Safran ile Amasya yerel çeşitlerinin de birbirleri ile benzer olduğu görülmüştür.

Genetik olarak birbirine en yakın akraba çeşitlerin Başkışla ve Can Atan yerel elma çeşitleri olduğu, en uzak akraba çeşitlerin ise 0,038 benzerlik ve 0,962 farklılık indeksi ile Starking Delicious ile Kara Mustafa genotipleri olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.3. Elma genotiplerine ait benzerlik indeksi

	Starking Delicious	Altın Çekirdek	Amasya	Arap Kızı	Bas kışla	Can Atan	Dağ Elması	Dalda Bir	Göcer Elması	Gönen Elması	Hanım Teni	Kaba Elma	Kara Mustafa	Golden Delicious	Granny Smith	Kokulu Misket	Koraş Elması	Kumpanya	Pomajin	Safran	Şeker Elması	Çekirdek	Ekin Elması	Boyacı Elması	Yaz Elması	Tavsanbaşı
Starking Delicious	1	0.185	0.409	0.348	0.185	0.208	0.304	0.333	0.160	0.240	0.160	0.292	0.038	0.231	0.222	0.115	0.360	0.304	0.304	0.381	0.192	0.364	0.261	0.115	0.200	0.185
Altın Çekirdek		1	0.375	0.138	0.214	0.192	0.280	0.154	0.192	0.179	0.192	0.222	0.160	0.360	0.250	0.240	0.333	0.280	0.231	0.292	0.269	0.185	0.240	0.348	0.143	0.417
Amasya			1	0.280	0.222	0.250	0.348	0.318	0.250	0.231	0.200	0.391	0.167	0.320	0.259	0.304	0.458	0.292	0.348	0.429	0.185	0.348	0.304	0.250	0.292	0.269
Arap Kızı				1	0.375	0.304	0.292	0.261	0.304	0.231	0.304	0.231	0.273	0.222	0.360	0.154	0.207	0.148	0.148	0.250	0.185	0.409	0.200	0.364	0.192	0.179
Baskışla					1	0.550	0.280	0.250	0.148	0.320	0.240	0.320	0.261	0.172	0.346	0.069	0.241	0.143	0.185	0.192	0.320	0.333	0.240	0.348	0.231	0.214
Canatan						1	0.261	0.421	0.167	0.154	0.273	0.250	0.238	0.192	0.185	0.167	0.138	0.261	0.115	0.167	0.200	0.261	0.273	0.217	0.318	0.292
Dağ Elması							1	0.333	0.261	0.348	0.261	0.292	0.286	0.280	0.269	0.160	0.360	0.304	0.250	0.381	0.292	0.364	0.450	0.381	0.304	0.333
Dalda Bir								1	0.227	0.208	0.174	0.261	0.190	0.200	0.192	0.227	0.333	0.400	0.167	0.174	0.160	0.273	0.227	0.174	0.273	0.364
Göcer Elması									1	0.154	0.167	0.071	0.444	0.292	0.231	0.273	0.179	0.208	0.261	0.217	0.304	0.261	0.333	0.273	0.261	0.240
Gönen Elması										1	0.364	0.391	0.167	0.320	0.259	0.071	0.296	0.192	0.240	0.154	0.280	0.292	0.154	0.304	0.240	0.320
Hanım Teni											1	0.250	0.300	0.292	0.333	0.120	0.222	0.208	0.160	0.077	0.200	0.261	0.167	0.273	0.208	0.348
Kaba Elma												1	0.167	0.179	0.172	0.111	0.296	0.292	0.192	0.154	0.231	0.192	0.154	0.200	0.292	0.222
Kara Mustafa													1	0.261	0.200	0.182	0.107	0.174	0.174	0.083	0.167	0.080	0.300	0.300	0.227	0.208
Golden Delicious														1	0.296	0.240	0.241	0.231	0.280	0.240	0.222	0.185	0.292	0.240	0.333	0.417
Granny Smith															1	0.185	0.423	0.179	0.320	0.333	0.214	0.375	0.231	0.391	0.269	0.346
Kokulu Misket							similarity									1	0.222	0.208	0.160	0.217	0.111	0.261	0.273	0.217	0.208	0.292
Koraş Elması																	1	0.478	0.478	0.435	0.250	0.417	0.222	0.320	0.214	0.286
Kumpanya																		1	0.500	0.261	0.348	0.250	0.261	0.208	0.304	0.333
Pomajin																			1	0.318	0.348	0.304	0.381	0.318	0.250	0.231
Safran																				1	0.111	0.381	0.333	0.273	0.261	0.240
Şeker Elması																					1	0.348	0.250	0.304	0.240	0.179
Çekirdek																						1	0.261	0.381	0.304	0.280
Ekin Elması																							1	0.400	0.318	0.292
Boyacı Elması																								1	0.261	0.348
Yaz Elması																									1	0.333
Tavsanbaşı																										1

Çalışmadaki en yüksek benzerlik oranı % 55 değeri ile Başkışla ile Can Atan yerel çeşitleri arasında gözlenirken, bu genotipleri % 50'lik benzerlik değeriyle Kumpanya ile Pomajin elmaları izlemektedir. Üçüncü en yüksek benzerlik oranı ise % 47,8 ile Koraş Elması ile Kumpanya ve Koraş Elması ile Pomajin yerel çeşitlerinde gözlenmiştir (Çizelge 4.3).

Genetik benzerlik indeksine göre çalışmada kullanılan üç adet referans çeşidden, Golden Delicious çeşidine en yakın benzerlik gösteren yerel çeşidin Tavşanbaşı (% 41,7), Granny Smith çeşidine en yakın benzerlik gösteren yerel çeşidin Koraş (% 42,3) ve Boyacı Elması (% 39,1), Starking Delicious çeşidine ise en yakın benzerlik gösteren yerel çeşitlerin Amasya (% 40) ve Safran (% 38), en farklı olan yerel çeşitlerin ise Kara Mustafa (% 3,8) ve Kokulu Misket (% 11,5) olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.3).

Elde edilen sonuçlara göre yerel elma genotiplerinin tanımlama ve sınıflandırmalarının yapılabilmesi için SSR markörlerinin kullanılmasının oldukça yararlı ve kullanışlı olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde, Guilford ve ark. (1997)' de yaptıkları çalışmada SSR lokuslarının polimorfizm oranlarının yüksek olduğunu ve elma genotipini tanımlamada kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Daha sonra Goulao ve Oliveira (2001) yaptıkları çalışmada, Guilford ve ark. (1997) tarafından geliştirilen SSR lokuslarını kullanarak SSR tekniğinin elmada polimorfizm oranının yüksek, güvenilirliğinin ise AFLP markörlerinden daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Oraguzie ve ark., (2005) tarafından yapılan elma anacının genetik tanımlamalarına yönelik araştırma sonucunda ise, Aotea40 ve Aotea106 anaçları dışındaki bütün genotiplerde tam olarak genetik ayırım sağlandığı bildirilmiştir. Garkava-Gustavson ve ark. (2008) SSR'ların elma çeşitleri arasındaki genetik tanımlamada başarıyla kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Urrestarazu ve ark. (2012) yerel ve eski çeşit elma aksesyonlarından olmak üzere toplam 493 elma genotipinde 16 SSR markörü kullanılarak genetik tanımlama yapmışlar ve genetik farklılıkları tespit etmişlerdir.

Akpınar (2009), mikrosatelit markörlerini kullanarak 35 yerli ve 2 referans elma çeşidinin genetik çeşitliliğini araştırdığı çalışmasında, mikrosatelit markörlerinin bitki genetiği (genetik haritalama, gen klonlama v.b.), ıslahı (kombinasyon ıslahında kullanılacak olan

ebeveynlerin genetik benzerliklerinin belirlenmesi, mevcut çeşitlerde ana-baba-hibrid olası ilişkilerinin ortaya çıkarılması v.b.) ve yetiştiriciliği (bitkilerin tanısı ve DNA düzeyinde kontrol v.b.) alanlarında katkılar sağlayacağını belirtmiştir.

Galli ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada, incelenen elma genotiplerinde ortalama 9,2 allel olmak üzere toplam 55 polimorfik allel tespit etmişlerdir. Laurens ve ark. (2004) 142 yerel elma çeşidinde dokuz SSR lokusu kullanılarak tanımlama yapmışlar, incelenen elma çeşitlerinde kullanılan SSR primerleri için 139 polimorfik allel tespit edildiğini bildirmişlerdir. Guarino ve ark. (2006) 48 eski elma çeşidi ile 6 referans çeşidin dokuz SSR lokusu kullanılarak tanımlandığı araştırmada, 95 polimorfik allel saptandığını belirtmişlerdir. Bir diğer araştırmada 10 SSR primeri kullanılarak 33 adet Çek elma çeşidi ve 97 referans çeşitte, 89 polimorfik allel gözlenmiştir (Patzak ve ark., 2012). Araştırmacılar, mikrosatellit belirteçlerinin elmada çeşit saptamasında, genetik tanımlamada ve gen kaynaklarının değerlendirilmesinde yararlı olduğunu tespit etmişlerdir.

Yine birçok araştırmacı tarafından farklı materyallerle yapılan çalışmalarda da genotipler arasındaki genetik akrabalık ve farklılığın belirlenmesinde çok yararlı araçlar olduğu konusunda benzer sonuçlar bildirilmiştir (Gianfranceschi ve ark., 1998; Hokanson ve ark., 2002; Laurens ve ark., 2004; Galli ve ark., 2005; Guarino ve ark., 2006; Jin ve ark., 2012; Potts ve ark., 2012; Reim ve ark., 2012).

## 5. SONUÇ

Bitki ıslahı programlarında yerel çeşitlerin etkili bir şekilde kullanılması için öncelikle kullanılan materyalde yeteri kadar genetik çeşitliliğin olup olmadığının saptanması (Akkaya ve Büyükunal, 2004), bu genetik çeşitliliğin içinden gerekli genlerin bulunması ve ticari çeşitlere başarılı bir şekilde kısa sürede ve düşük maliyetle aktarılması (Yıldırım ve ark., 2004) gerekmektedir.

Yerel çeşitler arasında genetik varyasyonun belirlenmesi, herhangi bir türün genetik kaynaklarının korunması ve kullanımı açısından oldukça önemlidir. Günümüzde yerel elma çeşitlerinin tam olarak genetik tanımlanması yapılmadığı için, bu çeşitler arasındaki genetik varyasyon bilinmemekte ve bir çok yerel çeşidin yok olma tehlikesi bulunmaktadır.

Bu çalışma Karaman yerel elma çeşitlerinin tanımlanmasının sağlanması ve bu yerel çeşitler ile ileride yapılacak bazı ıslah çalışmaları için temel teşkil etmesi bakımından önemlidir. Dolayısıyla elma ıslahı programlarının temelini oluşturan bu çalışma, daha sonra yapılacak olan belirli karakterlere yönelik gen taramalarına öncülük edecek ve yerel çeşitlerin elma ıslahında kullanımını artıracaktır.

Ülkemizdeki gen kaynaklarının belirlenip, tescil edilmemiş olması, bu gen kaynaklarının korunmalarını zorlaştırmakta, dahası yurtdışına götürülerek başka ülkeler adına tescil edilmeleri ve Türkiye’de ıslah amaçlı kullanılmamaları yerel çeşitlerden ekonomik açıdan fayda sağlanmasını engellemektedir (Kün ve ark., 2005). Bu nedenle bu çalışma, içinde önemli genleri barındırma olasılığı bulunan ve ülkemiz gen kaynaklarının bitki ıslahı açısından en önemlilerinden olan yerel çeşitlerimizin DNA parmak izlerinin saptanması anlamına da gelmektedir. Bu çalışmanın devamında yapılacak olan belirli özelliklere ve genlere yönelik çalışmalar, elde edilen sonuçların elma ıslahında kullanılma olanağını da sağlayacaktır.

Karamanda bulunan 23 adet yerel elma çeşidi ile üç adet referans elma çeşidinin 11 SSR primeri ile genetik analizi sonucu toplam 59 polimorfik allel belirlenmiştir. En yüksek allel sayısı GD 142, GD 147 ve GD 162 primerlerinden 14 allel olarak elde edilirken, bu primerleri 13 allelle GD 12 ile CH04e03, 10 allelle CH02b03b, CH02d11 ve CH02f06 primerleri izlemiştir. En az allel sayısı gözlenen primerlerin ise 8 allelle GD 100 ve 9 allelle GD 103 ile CH03g07 primerleri olduğu belirlenmiştir.

Bu araştırmada; referans çeşitler olarak kullanılan Starking Delicious, Golden Delicious ve Granny Smith çeşitlerine ait allel verileri Hokanson ve ark. (1998), Liebhard ve ark. (2002), Galli ve ark. (2005), Guarino ve ark. (2006), Garkava-Gustavson ve ark. (2008) ile Akpınar (2009)'ın sonuçları ile karşılaştırıldığında; GD 103 primeri dışındaki primerlerden elde edilen allel büyüklüklerinin 10 bç farka kadar artıp azaldığı ancak her bir lokustaki alleller arası farkın korunduğu ve değişmediği görülmüştür. Bu durum sonuçlarımızın uluslararası elma SSR verileri ile karşılaştırmasına olanak sunmaktadır.

SSR primerleri kullanılarak yapılan moleküler tarama sonuçlarından elde edilen dendograma göre yerel çeşitler temel olarak iki ana gruba ayrılmıştır (Şekil 4.16). Kokulu Misket yerel çeşidi tek başına bir ana dal oluştururken, diğer elma genotipleri ikinci ana dalı oluşturmuştur. Oluşan ikinci ana dal da kendi içinde iki gruba ayrılmıştır. Birinci grupta Göcer elması, Kara Mustafa ve Şeker Elması bulunurken, ikinci grup kendi içinde tekrar dallanma göstermiştir.

Çalışmadaki en yüksek benzerlik oranı (% 55) Başkışla ile Can Atan yerel çeşitleri arasında gözlenirken, bu genotipleri % 50'lik benzerlik değeriyle Kumpanya ile Pomajin elmaları izlemektedir. Üçüncü en yüksek benzerlik oranı ise % 47,8 ile Koraş Elması ile Kumpanya ve Koraş Elması ile Pomajin yerel çeşitlerinde gözlenmiştir (Çizelge 4.3).

Genetik olarak birbirine en yakın akraba çeşitlerin Başkışla ve Can Atan yerel elma çeşitleri olduğu, en uzak akraba çeşitlerin ise 0,038 benzerlik ve 0,962 farklılık indeksi ile Starking Delicious ile Kara Mustafa genotipleri olduğu saptanmıştır.

Bu çalışma sonuçları SSR markörlerinin yerel elma genotiplerinin tanımlanması ve sınıflandırmalarının yapılabilmesi için oldukça yararlı ve kullanışlı olduğunu göstermiştir. Mikrosatellitlerin elmada çeşit saptamasında, genetik tanımlamada ve gen kaynaklarının değerlendirilmesinde başarıyla kullanılabileceği saptanmıştır.

Sonuç olarak; çalışmadan elde edilen bulguların elma gen kaynaklarının değerlendirilmesi, ıslahı ve yetiştiriciliği gibi tarımsal ve genetik çalışmalara yardımcı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca elde edilen sonuçlar, bu konuda ülkemiz araştırmacılarının da faydalanabilecekleri ön bilgi niteliği taşımaktadır.



## 6. KAYNAKLAR

- Anderson, J.A., Churchill, G.A., Autrique, J.E., Tanksley, S.D. ve Sorrells, M.E., 1992. Optimizing Parental Selection for Genetic Linkage Maps. *Genome*, 36, 181-186.
- Akar, T., 2002. Türkiye’de Yetiştirilen Yerel Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Genetik Farklılığın Polimorfik DNA Analizi ile Belirlenmesi. *Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.*
- Akkaya, M.S., Bhagwat, A.A. ve Cregan, P.B., 1992. Length Polymorphisms of Simple Sequence Repeat DNA in Soybean. *Genetics*, 132, 1131-1139.
- Akkaya, M.S. ve Akın, M., 1996. Mikrosatelit DNA Moleküler Belirleyicileri Kullanarak Bitki Genotiplerinin Tanımlanması. Tübitak, Proje No: TBAG-1480, Ankara.
- Akkaya, M.S. ve Büyükcünal, E.B., 2004. Assessment of Genetic Variation of Bread Wheat Varieties Using Microsatellite Markers. *Euphytica*, 135, 179-185.
- Akpınar, A.E., 2009. Bazı Elma (*Malus x domestica* Borkh.) Genotiplerinin SSR (Simple Sequence Repeats)’a Dayalı Genetik Karakterizasyonu. *Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü, Ankara.*
- Anonim, 2003. Elma Sektör Profili 2003. ITO, [www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-32.pdf](http://www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-32.pdf). (Erişim Tarihi: 11.08.2013).
- Anonim, 2008. Tarım: Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, [http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb\\_id=45&ust\\_id=13](http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=45&ust_id=13). (Erişim Tarihi: 11.08.2013).
- Anonim, 2010. Washington Apples. Healthy Living, [www.bestapples.com](http://www.bestapples.com) (Erişim Tarihi: 10.08.2013).
- Anonim, 2011a. Amasya Tarihi Meraklıları. Elmanın Tarihi, <http://www.huseyinmenc.com/2011/01/gokten-uc-elma-dustu-onlardan-biri.html> (Erişim Tarihi: 10.07.2013).
- Anonim, 2011b. Karaman’da Yetiştirilen Elma Çeşitleri. Karaman Larende Haber, <http://www.larende.com/karaman-hakkinda/tarim-hayvancilik/karamanda-yetistirilen-elma-cesitleri-h464.html> (Erişim Tarihi: 10.08.2013).
- Anonim, 2012a. Türkiye Cumhuriyeti Ekonomi Bakanlığı-Yaş Meyve ve Sebze Sektörü İhracat Genel Müdürlüğü Tarım Ürünleri Daire Başkanlığı, [http://www.ibp.gov.tr/pg/sectorpdf/tarim/tazemeyvesebze\\_2012.pdf](http://www.ibp.gov.tr/pg/sectorpdf/tarim/tazemeyvesebze_2012.pdf) (Erişim Tarihi: 10.08.2013).

- Anonim, 2012b. Bitkisel Üretim 2.Tahmini 2012. Türkiye İstatistik Kurumu, <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=10950> (Erişim Tarihi: 09.08.2013).
- Anonim, 2012c. Crops. Value of Agricultural Production, <http://faostat.fao.org>. (Erişim Tarihi: 10.08.2012).
- Anonim, 2012d. Elma Üretimi, Yapılan Çalışmalar, Sorunlar ve Çözüm Önerileri [http://www.karamantarim.gov.tr/elma/elma\\_cesitleri.pdf](http://www.karamantarim.gov.tr/elma/elma_cesitleri.pdf) (Erişim Tarihi: 09.08.2013).
- Anonim, 2013a. 2011 Son Verileri ve 2012 İçin Ön Veriler. Food and Agriculture Organization of The United Nations, <http://faostat.fao.org/site/339/default>. (Erişim Tarihi: 20.09.2013).
- Anonim, 2013b. Karaman'ın Elması Modern Bahçelerde Parlıyor. Karaman Larende Haber, <http://www.larende.com/tarim/karamanin-elmasi-modern-bahcelerle-parliyor-h6859.html> (Erişim Tarihi: 08.08.2013).
- Antanaviciute, L., Fernández-Fernández, F., Sargent, D.J. ve Dunwell, J.M., 2013. Targeted Development and Mapping of Functional Molecular Markers in an Apple Rootstock (*Malus × domestica* Borkh.) Mapping Progeny. *Acta Hort*, 976, 455-462.
- Ateş Sönmezoğlu, Ö., 2006. Mikrosatelit DNA belirleyicileri kullanılarak yerel makarnalık buğday çeşitlerinin tanımlanması. *Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tokat.
- Ateşalp, M. ve Işık, H., 1978. Türkiye'nin Bazı Elma Üretim Merkezlerinde Elma Ağaçlarına Uygulanacak Ticaret Gübreleri Çeşit ve Miktarlarının Saptanması Üzerine Bir Araştırma. *Toprak Su Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü*, Yayın No: 71, Rapor: 7, Ankara.
- Ayanoğlu, H., Bayazıt, S., İnan G., Bakır, M., Akpınar, A.E., Kazan, K. ve Ergül, A., 2007. AFLP and Morphological Analyses of Genetic Diversity in Turkish Green Plum Accessions (*Prunus cerasifera* L.) Adapted to The Mediterranean Region. *Scientia Horticulturae*, 114, 263-267.
- Ayres, M.P. ve Thomas D.L., 1990. Alternative Formulations of The Mixed Model ANOVA Applied to Quantitative Genetics. *Evolution*, 44(1), 221-226.
- Bayazıt, S., Kazan, K., Gülbitti, S., Cevik, V., Ayanoğlu, H. ve Ergül, A., 2007. AFLP Analysis of Genetic Diversity in Low Chill Requiring Walnut (*Juglans regia* L.) Genotypes from Hatay, Turkey. *Scientia Horticulturae*, 111, 394-398.
- Boches, P., Bassil, N.V. ve Rowland, L., 2006. Genetic Diversity in the Highbush Blueberry Evaluated with Microsatellite Markers. *Scientia Horticulturae*, 131(5), 674-686.

- Bolstein, D., White, R.L., Skolnick, M. ve Davis, R.W., 1980. Construction of a Genetic Linkage Map in Man Using Restriction Fragment Length Polymorphism. *American Journal Human Genetic*, 32, 314-331.
- Brini, W., Mars, M. ve Hormaza, J.I., 2008. Genetic Diversity in Local Tunisian Pears (*Pyrus communis* L.) Studied with SSR Markers. *Scientia Horticulturae*, 337-341.
- Brown, S.M., Hopkins, M.S., Mitchell, S.E., Senior, M.L., Wang, T.Y., Duncan, R.R., Gonzales-Candelas, F. ve Kresovich, S., 1996. Multiple Methods for The Identification Polymorphic Simple Sequence Repeats (SSR) in Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Theor Appl Genet*, 93(1), 190-198.
- Cao, B.R. ve Chao, C.T., 2002. Identification of Date Cultivars in California Using AFLP Markers. *Hort Science*, 37(6), 966-968.
- Coart, E., Vekemans, X., Smulders, M.J.M., Wagner, I., Van Huylenbroeck, J., Van Bockstaele, E. ve Roldán-Ruiz, I., 2003. Genetic Variation in The Endangered Wild Apple (*Malus sylvestris* L. Mill.) in Belgium as Revealed by Amplified Fragment Length Polymorphism and Microsatellite Markers. *Molecular Ecology*, 12, 845-857.
- Deveci, L., 2000. Elma Ziraatı, *Elmanın Tarihi ve Vatanı*, s. 7-8.
- Dirlewanger, E., Cosson, P., Tavaud, M., Aranzana, M.J., Poizat, C., Zanetto, A., Arus, P. ve Laigret, F., 2003. Development of Microsatellite Markers in Peach (*Prunus persica* L.) and Their Uses in Genetic Diversity Analysis in Peach and Sweet Cherry (*Prunus avium* L.). *Theor Appl Genet*, 105, 127-138.
- Dreisigacker, S., Zhang P., Ginkel M., Warburton M., Hoisington D., Bohn M. ve Melchinger A.E., 2004. SSR and Pedigree Analyses of Genetic Diversity among CIMMYT Wheat Lines Targeted to Different Mega-environments. *Crop Sci*, 44, 381-388.
- Dyk, M.M., Socker, M.K., Labuschagne, F.I. ve Rees, D.J.G., 2010. Identification of a Major QTL for Time of Initial Vegetative Budbreak in Apple (*Malus domestica* Borkh.). *Tree Genetics & Genomes*, 6(3), 489-502.
- Ertürk, U. ve Akçay, M.E., 2010. Genetic Variability in Accessions of ‘Amasya’ Apple Cultivar Using RAPD Markers. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj*, 38(3), 239-245.
- Farrokhi, J., Darvishzadeh, R., Naseri, L., Mohseni Azar, M. ve Hatami Maleki, H., 2011. Evaluation of Genetic Diversity among Iranian Apple (*Malus domestica* Borkh.) Cultivars and Landraces Using Simple Sequence Repeat Markers. *Australian Journal of Crop Science*, 5(7), 815-821.

- Fu, M., ve Ma, F., 2012. Characterization of the Genetic Relationships among Biotypes of *Malus prunifolia* Using Simple Sequence Repeat Marker. *Scientia Horticulturae*, 146(4), 169-174.
- Galli, Z., Halász, G., Kiss, E., Heszky, L. ve Dobránszki, J., 2005. Molecular Identification of Commercial Apple Cultivars with Microsatellite Markers. *Hort Science*, 40, 1974-1977.
- Garkava-Gustavson, L., Kolodinska Brantestam, A., Sehic, J. ve Nybom, H., 2008. Molecular Characterisation of Indigenous Swedish Apple Cultivars Based on SSR and S-allele Analysis. *Hereditas*, 145, 99-112.
- Gianfranceschi, L., Seglias, N., Tarchini, R., Komjanc, M. ve Gessler, C., 1998. Simple Sequence Repeats for The Genetic Analysis of Apple. *Theor Appl Genet*, 96, 1069-1076.
- Goulao, L., Cabrita, L., Oliveria, C.M. ve Leitao, J.M., 2001. Comparing RAPD and AFLP (TM) Analysis in Discrimination and Estimation of Genetic Similarities among Apple (*Malus domestica* Borkh.) Cultivars–RAPD and AFLP Analysis of Apples. *Euphytica*, 119(3), 259-270.
- Goulao, L. ve Oliveira, C.M., 2001. Molecular Characterisation of Cultivars of Apple (*Malus domestica* Borkh.) Using Microsatellite (SSR and ISSR) Markers. *Euphytica*, 122, 81-89.
- Guarino, C., Santoro, S., De Simone, L., Lain, O., Cipriani, G. ve Testolin, R., 2006. Genetic Diversity in a Collection of Ancient Cultivars of Apple (*Malus domestica* Borkh.) as Revealed by SSR-based Fingerprinting. *J. Hort Sci Biotechnology*, 81, 39-44.
- Guilford, P., Prakash, S., Zhu, J.M., Rikkerink, E., Gardiner, S., Bassett, H. ve Forster, R., 1997. Microsatellites in *Malus domestica* (Apple): Abundance, Polymorphism and Cultivar Identification. *Theor Appl Genet*, 94, 249-254.
- Gupta, M., Chyi, Y.S., Romero-Severson, J. ve Owen, J.L., 1994. Amplification of DNA Markers from Evolutionarily Diverse Genomes Using Single Primers of Simple-Sequence Repeats. *Theor Appl Genet*, 89, 998-1006.
- Güleryüz, M., 1979. İliman İklim Meyve Türleri. *Özel Meyvecilik Ders Notları*, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum. s. 128.
- Hamada, H., Petrino, M.G. ve Kakunaga, T., 1982. A Novel Repeated Element with Z-DNA-forming Potential is Widely Found Evolutionary Diverse Eucaryotic Genomes. *Proceedings of National Academy of Science*, 79, 6465-6469.
- Hemmat, M., Weeden, N.F. ve Brown, S.K., 2003. Mapping and Evaluation of *Malus domestica* Microsatellites in Apple and Pear. *Journal American SOCIETY Horticulture Scientia*, 128(4), 515-520.

- Hokanson, S.C., Szewc-McFadden, A.K., Lamboy, W.F. ve McFerson, J.R., 1998. Microsatellite (SSR) Markers Reveal Genetic Identities, Genetic Diversity and Relationships in a *Malus domestica* Borkh. Core Subset Collection. *Theor Appl Genet*, 97, 671-683.
- Hokanson, S.C., Lamboy, W.F., Szewc-McFadden, A.K. ve McFerson, J.R., 2002. Microsatellite (SSR) Variation in a Collection of Malus Apple Species and Hybrids. *Euphytica*, 118, 281-294.
- Holton, T.A., 2001. Plant Genotyping by Analysis of Microsatellites. *Plant Genotyping The DNA Fingerprinting of Plants*, Editör: Henry, R.J. CAB International, p. 298.
- Jaccard, P., 1908. Further Research on the Floral Distribution (French). *Bulletin de la Societe Vaudoise des Sciences Naturelles*, 44, 223-270.
- Jin, W., Zhang, Q., Lui, S., Weil, Q., Cheng, Z., Xue, X., ve Yang, T., 2012. Genetic Diversity of 41 Apple Rootstocks Based on Simple Sequence Repeat Markers. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 137(1), 51-56.
- Kenis, K. ve Keulemans, J., 2004. Genetic Linkage Maps of Two Apple Cultivars (*Malus domestica* Borkh.) Based on AFLP and Microsatellite Markers. *Molecular Breeding*, 15, 205-219.
- Kiraly, I., Redeczki, R., Erdelyi, E. ve Toth, M., 2012. Morphological and Molecular (SSR) Analysis of Old Apple Cultivars. *Not Bot Horti Agrobo*, 40(1), 269-275.
- Kotoda, N., Hayashi, H., Suzuki, M., Igarashi, M., Hatsuyama, Y., Kidou, S., Igasaki, T., Nishiguchi, M., Yano, K., Shimizu, T., Takahashi, S., Iwanami, H., Moriya, S. ve Abe, K., 2010. Molecular Characterization of Flowering Locus *T*-Like Genes of Apple (*Malus × domestica* Borkh.). *Oxford Journals*, 4, 561-575.
- Küçükyumuk, C., 2007. Derived by Other Methods. In: *Plant Genotyping: The DNA Fingerprinting of Plants* (ed: R.J. Henry). CAB International, p. 225-237.
- Kün, E., Çiftçi, C.Y., Birsin, M., Ülger, A.C., Karahan, S., Zincirci, N., Öktem, A., Güler, M., Yılmaz, N. ve Atak M., 2005. Tahıl ve Yemeklik Dane Baklagiller Üretimi. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi*, 3-7 Ocak 2005, Ankara, 1, 367-407.
- Lacis, G., Rashal, I., Ruisa, S., Trajkovski, V. ve Lezzoni, A.F., 2009. Assessment of Genetic diversity of Latvian and Swedish Sweet Cherry (*Prunus avium* L.) Genetic Resources Collections by Using SSR (Microsatellite) Markers. *Scientia Horticulturae*, p. 451-457.
- Laurens, F., Durel, C.E. ve Lascostes, M., 2004. Molecular Characterization of French Local Apple Cultivars Using SSRs. *Acta Hort*, 663, 639-642.

- Liebhard, R., Gianfranceschi, L., Koller, B., Ryder, C.D., Tarchini, R., van de Weg, E. ve Gessler, C., 2002. Development and Characterisation of 140 New Microsatellites in Apple (*Malus domestica* Borkh.). *Molecular Breeding*, 10, 217-241.
- Lowe, A.J., Hinotte, O. ve Guarino, L., 1996. Standardization of Molecular Genetic Techniques for The Characterization of Germplasm Collections: The Caase of Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD). *Plant Genetic Resources Newsletter*, 107, 50-54.
- Monte-Corvo, L., Goulão, L. ve Oliveira, C., 2001. ISSR Analysis of Cultivars of Pear and Suitability of Molecular Markers for Clone Discrimination. *Jashs*, 126, 517-522.
- Naik, S., Hampson, C., Gasic, K., Bakkeren, G. ve Korban, S.S., 2006. Development and Linkage Mapping of E-STS and RGA Markers for Functional Gene Homologues in Apple. *Genome*, 49(8), 959-968.
- Ning, S., Xu, L., Lu, Y., Huang, B. ve Ge, X., 2007. Genome Composition and Genetic Diversity of Musa Germplasm from China Revealed by PCR-RFLP and SSR Markers. *Scientia Horticulturae*, 114(4), 281-288.
- Oraguzie, N.C., Yamamoto, T., Soejima, J., Suzuki T. ve De Silva, H.N., 2005. DNA Fingerprinting of Apple (*Malus* spp.) Rootstocks Using Simple Sequence Repeats. *Plant Breeding*, 124, 197-202.
- Özbek, S., 1978. Özel Meyvecilik (Kışın Yaprağını Döken Meyve Türleri). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No:128, Ders Kitabı 11, Adana.
- Özcan, S., Gürel, E. ve Babaoğlu, M., 2001. Genetik Markörler ve Analiz Metodları. *Bitki Biyoteknolojisi II. Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları*. Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları, Konya, 456, 334-363.
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özeker, E. ve İsfendiyaroğlu, M., 2004. Ilıman İklim Meyve Türleri (Yumuşak Çekirdekli Meyveler). Cilt: 2, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Bornova/İzmir, No: 556.
- Özgen, M., Adak, M.S., Söylemezoğlu, G. ve Ulukan, H., 2000. Bitkisel Gen Kaynaklarının Korunma ve Kullanımında Yeni Yaklaşımlar. *Bitki Biyoteknolojisi, Türkiye Ziraat Mühendisliği*, Ankara, s. 259-284.
- Özgen, M., Ertunç, F., Kınacı, G., Yıldız, M., Birsin, M., Ulukan, H., Emiroğlu, H., Koyuncu, N. ve Sancak, C., 2005. Tarım Teknolojilerinde Yeni Yaklaşımlar ve Uygulamalar. *Bitki biyoteknolojisi, Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi*, Ankara, 1, 315-346.
- Parmaksız, İ., 2004. Papaver Cinsi *Oxytona* Seksiyonunun Türkiye'de Yetişen Türlerinde Genetik Çeşitliliğin RAPD Markörleri ile Analizi. *Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.

- Patzak J., Paprštejn F., Henychová, A. ve Sedlák, J., 2012. Genetic Diversity of Czech Apple Cultivars Inferred from Microsatellite Markers Analysis. *Hort Sci*, 39, 149-157.
- Pazouki, L., Mardi, M., Shanjani, P.S., Hagidimitriou, M., Pirseyedi, S.M., Naghavi, M. R., Avanzato, D., Vendramin, E., Kafkas, S. ve Ghareyazie, B., 2010. Genetic Diversity and Relationships among *Pistacia* Species and Cultivars. *Conservation Genetic*, 11(1), 311-318.
- Pereira-Lorenzo, S., Ramos-Cabrera, A.M. ve Díaz-Hernández, M.B., 2008. Genetic Assessment of Local Apple Cultivars from La Palma, Spain, Using Simple Sequence Repeats (SSRs). *Scientia Horticulturae*, 117, 160-166.
- Potts, S.M., Han, Y., Khan, M.A., Kushad, M.M., Raynurn, A.L. ve Korban, S.S., 2012. Genetic Diversity and Characterization of a Core Collection of *Malus* Germplasm Using Simple Sequence Repeats (SSRs). *Plant Molecular Biology Reporter*, 30(4), 827-837.
- Rafalski, A., Morgante, M., Powell, W., Vogel, J.M. ve Tingey, S.V., 1996. Generating and Using DNA Markers in Plants. In: Birren B., Lai E. (Eds): Analysis of Non-Mammalian Genomes - A Practical Guide. *Academic Press*, New York, p. 75-134.
- Reim, S., Höltnen, A. ve Höfer, M., 2012. Diversity of the European Indigenous Wild Apple (*Malus Sylvestris* L. Mill.) in The East Ore Mountains (Osterzgebirge), Germany: II. Genetic Characterization. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60(3), 879-892.
- Romero, C., Pedryc, A., Muñoz, V., Llácer, G. ve Badenes, M.L., 2003. Genetic Diversity of Different Apricot Geographical Groups Determined by SSR Markers. *Genome*, 46(2), 244-252.
- Royo, B.J. ve Itoiz, R., 2004. Evaluation of The Discriminance Capacity of RAPD, Isoenzymes and Morphologic Markers in Apple (*Malus domestica* Borkh.) and The Congruence among Classifications. *Kluwer Academic Publishers*, p. 153-160.
- Röder, M.S., Korzun, V., Wendehake, K., Plaschke, J., Tixier M., Leroy, P. ve Ganal, M.W., 1998. A Microsatellite Map of Wheat. *Genetics*, 149(4), 2007-2023.
- Saghai, Maroof, M.A., Biyashev, R.M., Yang, G.P., Zhang, Q. ve Allard, R.W., 1994. Extraordinarily Polymorphic Microsatellite DNA in Barley: Species Diversity, Chromosomal Locations and Population Dynamics. *Proceedings National Academy Science*, 91, 5466-5470.
- Sikorskaite, S., Gelvonauskienė, D., Stanys, V. ve Baniulis, D., 2012. Characterization of Microsatellite Loci in Apple (*Malus domestica* Borkh.) Cultivars. *Žemdirbystė Agriculture*, 99(2), 131-138.

- Silfverberg-Dilworth, E., Matasci, C.L., Van de Weg, W.E., Van Kaauwen, M.P.W., Walser, M., Kodde, L.P., Soglio, V., Gianfranceschi, L., Durel C-E., Costa, F., Yamamoto, T., Koller, B., Gessler, C. ve Patocchi, A., 2006. Microsatellite Markers Spanning The Apple (*Malus domestica* Borkh.) Genome. *Genomics*, 2, 202-224.
- Talbert, T.E., Blake, N.K., Chee, P.W., Blake, T.K. ve Magyar, G.M., 1994. Evaluation of Sequence-Tagged-Site PCR Products as Molecular Markers in Wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 87, 789-794.
- Urrestarazu, J., Miranda, C., Santesteban, L.G. ve Royo, J.B., 2012. Genetic Diversity and Structure of Local Apple Cultivars from Northeastern Spain Assessed by Microsatellite Markers. *Tree Genetics & Genomes*, 8(6), 1163-1180.
- Volk, M.G., Richards, C.M., Reilley, A.D., Henk, A.D. ve Reeves, P.A., 2008. Genetic Diversity and Disease Resistance of Wild *Malus orientalis* from Turkey and Southern Russia. *J Amer Soc Hort Sci*, 133(3), 383-389.
- Vos, P., Hogers, R., Bleeker, M., Reijans, M., van de Lee, T., Hornes, M., Frijters, A., Pot, J., Peleman, J., Kuiper, M. ve Zabeau, M., 1995 AFLP: A New Technique for DNA Fingerprinting. *Nucleic Acids Research*, 23, 4407-4414.
- Vouillamoz, J.F., McGovern, P.E., Ergul, A., Söylemezoğlu, G., Tevzadze, G., Meredith, C.P. ve Grando, M.S. 2006. Genetic Characterization and Relationships of Traditional Grape Cultivars from Transcaucasia and Anatolia. *Plant Genetic Resources: Characterization & Utilization*, 4(2), 144-158.
- Wang, Z., Wu, X., Ren, Q., Chang, X., Li, R. ve Jing, R., 2010. QTL Mapping for Developmental Behavior of Plant Height in Wheat (*Triticum aestivum* L.) *Euphytica*, 174(3), 447-458.
- Welsh, J. ve McClelland, M., 1990. Fingerprinting Genomes Using PCR with Arbitrary Primers. *Nucleic Acids Research*, 18, 7313-7318.
- Yıldırım, A., 1999. Genetik Haritaların Tahıl Islahındaki Önemi ve Kullanımı. *Hububat Sempozyumu*, Konya.
- Yıldırım, A. ve Kandemir, N., 2001. Genetik Markörler ve Analiz Metotları. *Bitki Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları*. Editörler: S. Özcan, E. Gürel ve M. Babaoğlu. Selçuk Üniversitesi Vakıf Yayınları, Konya, 23, 334-363.
- Yıldırım, A., Karadağ, Y., Sakin, M.A., Gökmen, S., Kandemir, N., Akkaya, M.S. ve Yıldırım, F., 2004. Transfer of Stripe Rust Resistance Gene *Yr26* to Turkish Wheats Using Microsatellite Markers. *Cereal Research Communications*, 32 (1), 25-30.



## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Ayşegül KÜTÜK  
Doğum Tarihi ve Yer : 1979 - Konya  
Yabancı Dili : İngilizce  
Telefon : 0 537 330 90 30  
e-mail : aysegulktk@hotmail.com.tr

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Selçuk Üniversitesi Biyoloji Bölümü	2008
Önlisans	Selçuk Üniversitesi Sağ. Hiz. Mes. Yük. Okulu Tıbbi Laboratuvar Bölümü	2000
Lise	Konya İmam Hatip Lisesi	1998

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2004-2008	Özel Konya Aile Sağlığı Polikliniği	Tıbbi Laborant
2003-2004	Özel Konya Akademi Hastanesi	Tıbbi Laborant
2001-2003	Özel Konya Sistem Laboratuvarı	Tıbbi Laborant
2000-2001	Özel Konya Seher Polikliniği	Tıbbi Laborant

### Projeler

Kütük, A., 2013. Karaman Yerel Elma Çeşitlerinde Genetik Çeşitliliğin Belirlenmesi, *KMÜ- BAP(01-YL-13) Karaman*, Araştırmacı.