



**BAZI YEREL KARPUZ GENOTİPLERİNİN  
MORFOLOJİK ve MOLEKÜLER  
KARAKTERİZASYONU**

**Nihan ŞAHİN**

**Doktora Tezi**

**Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı  
Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Serdar POLAT  
2021**

**T.C.**  
**TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**BAZI YEREL KARPUZ GENOTİPLERİNİN MORFOLOJİK ve**  
**MOLEKÜLER KARAKTERİZASYONU**

**Nihan ŞAHİN**

**BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: Dr. Öğretim Üyesi Serdar POLAT**

**TEKİRDAĞ-2021**

**Her hakkı saklıdır.**

# ÖZET

Doktora Tezi

BAZI YEREL KARPUZ GENOTİPLERİNİN MORFOLOJİK ve MOLEKÜLER

KARAKTERİZASYONU

**Nihan ŞAHİN**

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Serdar POLAT

Bu çalışmada bazı yerel karpuz genotiplerinin ve melezlerinin morfolojik ve moleküler karakterizasyonları gerçekleştirilmiştir. Çalışmada incelenen morfolojik özellikler ebeveynlerde ve melezlerde varyasyonun açıklanmasında etkili olmuşlardır. Bu özellikler arasında en etkili olanlar yaprak ve meyve özellikleri olurken, tohum ve kotiledon özellikleri bunlara göre daha geride kalmıştır. Çalışmada kullanılan 13 SSR belirtecinden polimorfik yapı gösteren 10 belirteç arasında üçer allel ile en fazla allel sayısı BVWS02441 ve MCPI\_16 belirteçlerinde tespit edilmiştir. En yüksek etkili allel sayısı yine BVWS02441 belirtecinde (2,6) en düşük etkili allel sayısı ise BVWS00681 belirtecinde (1,09) gözlenmiştir. Gözlenen heterozigotluk 0 (BVWS00711, BVWS00681) ile 0,6957 (CYSTSIN, MCPI\_11) değerleri arasında, beklenen heterozigotluk ise 0,085 (BVWS00681) ile 0,6251 (BVWS02441) değerleri arasında değişmiştir. Kendileme katsayısı ve toplam genetik varyansın en yüksek (1 ve 1) tespit edildiği belirteçler BVWS00711 ve BVWS00681 olurken en düşük (-0,5333 ve 0,2333) olarak tespit edildiği belirteç CYSTSIN olmuştur. Belirteçler arasında PIC değeri 0,9120 (BVWS02441) ve 0,7963 (BVWS00681) arasında değişmiştir. Shannon bilgi indeksi değeri ise 1,0071 (BVWS02441) ve 0,1788 (BVWS00681) değerleri arasında değişmiştir. Çalışma sonucunda incelenen yerel genotiplerin ve melezlerinin bazı morfolojik ve moleküler özellikleri belirlenmiş, ileride yapılabilecek araştırma ve ıslah çalışmaları için temel bir genetik materyal koleksiyonu oluşturulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** *Citrullus lanatus*, Morfolojik Karakterizasyon, Moleküler Karakterizasyon, SSR, Genetik Çeşitlilik

**2021, 133 sayfa**

## ABSTRACT

PhD Thesis

### MORPHOLOGICAL AND MOLECULAR CHARACTERIZATION OF SOME LOCAL WATERMELON GENOTYPES

**Nihan ŞAHİN**

Tekirdağ Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Horticulture

Supervisor: Asist. Prof. Dr. Serdar POLAT

In this study morphological and molecular characterizations of some local watermelon genotypes and their hybrids were carried out. The morphological characters evaluated in the study were significantly effective in explaining the variation in genotypes and their hybrids. Leaf and fruit characters were the most powerful characters for explaining variation, while seed and cotyledon characters were behind them. A total of 13 simple sequence repeats markers used in the study. 10 of them were polymorphic, while 3 markers were monomorphic. Highest number of alleles (3) were determined in BVWS02441 and MCPI\_16 markers. The highest effective allele number was observed in BVWS02441 marker (2.6) and the lowest effective allele number was observed in BVWS00681 marker (1.09). The observed heterozygosity ranged between 0 (BVWS00711, BVWS00681) and 0.6957 (CYSTSIN, MCPI\_11), and the expected heterozygosity varied between 0.0850 (BVWS00681) and 0.6251 (BVWS02441). Highest selfing coefficient and total genetic variance were detected in BVWS00711 and BVWS00681 (1 and 1), while the lowest (-0.5333 and 0.2333) marker was CYSTSIN. Among the markers, the PIC value ranged between 0.9120 (BVWS02441) and 0.7963 (BVWS00681). The Shannon information index value varied between 1.0071 (BVWS02441) and 0.1788 (BVWS00681). As a result of the study, some morphological and molecular characteristics of the examined local genotypes and their hybrids were determined. In this way, a basic genetic material collection was created for future research and breeding studies.

**Key words:** *Citrullus lanatus*, Morphological Characterization, Molecular Characterization, SSR, Genetic Diversity

2021, 133 pages

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ÇİZELGE DİZİNİ.....	1
ŞEKİL DİZİNİ.....	3
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	6
TEŞEKKÜR.....	8
1. GİRİŞ.....	9
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	11
3. MATERYAL ve YÖNTEM .....	25
3.1. Materyal.....	25
3.2. Yöntem .....	25
3.2.1. Morfolojik Karakterizasyonların Yapılması .....	25
3.2.2. Moleküler Karakterizasyonların Yapılması.....	37
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA .....	42
4.1. Yerel Genotiplerde Tohumların Morfolojik Karakterizasyon ve Ebeveyn Genotiplerin Seçimi .....	42
4.2. Ebeveynlerin Morfolojik Karakterizasyonları.....	50
4.2.1. Ebeveynlerin Kotiledon Özelliklerine Göre Karakterizasyonu .....	50
4.2.2. Ebeveynlerde Yaprak Özelliklerine Göre Karakterizasyon.....	55
4.2.3. Ebeveynlerin Meyve Özelliklerine Göre Karakterizasyonları.....	62
4.2.4. Ebeveynlerin Tohum Özelliklerine Göre Karakterizasyonları .....	75
4.3. Melezlerin Morfolojik Karakterizasyonları.....	81
4.3.1. Melezlerin Kotiledon Özelliklerine Göre Morfolojik Karakterizasyonları .....	81
4.3.2. Melezlerin Yaprak Özelliklerine Göre Morfolojik Karakterizasyonları .....	83
4.3.3. Melezlerin Meyve Özelliklerine Göre Morfolojik Karakterizasyonları .....	89
4.3.4. Melezlerin Tohum Özelliklerine Göre Morfolojik Karakterizasyonları.....	100
4.4. Ebeveyn ve Melezlerin Moleküler Karakterizasyonları.....	106
4.4.1. Ebeveynlerden Elde Edilen DNA Miktarları ve Kaliteleri .....	106
4.4.1. Melezlerden Elde Edilen DNA Miktarları ve Kaliteleri .....	107
4.4.2. Genetik Çeşitlilik .....	107
5. SONUÇ ve ÖNERİLER .....	117

5.1. Morfolojik Karakterizasyon.....	117
5.2. Moleküler Karakterizasyon .....	118
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>120</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>127</b>



## ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 3.1. UPOV yönergesinde bildirilen örnek çeşitler .....	26
Çizelge 3.2. Tohumlarda incelenen morfolojik özellikler .....	27
Çizelge 3.3. Fidelerde incelenen morfolojik özellikler ve skala değerleri .....	28
Çizelge 3.4. Yapraklarda incelenen morfolojik özellikler ve skala değerleri .....	29
Çizelge 3.8. DNA izolasyonunda kullanılan çözeltilerin kimyasal içerikleri .....	37
Çizelge 3.9. Çalışmada kullanılan SSR belirteçleri ve ilişkilendirilen özellikler .....	39
Çizelge 3.10. Poliakrilamid jel kimyasal içeriği .....	40
Çizelge 4.1. Yerel genotiplerin tohumlarının morfolojik karakterizasyonları skor tablosu ....	42
Çizelge 4.2. Yerel genotiplerde 7 tohum özelliği için T testi sonuçları .....	46
Çizelge 4.3. Yerel genotiplerde temel bileşenler analizi sonuçları .....	46
Çizelge 4.4. Yerel genotiplerde tohum özellikleri faktör analizi sonuçları.....	46
Çizelge 4.5. Yerel genotiplerde tohum özelliklerinin faktörlere korelasyon tabanlı katkıları .	47
Çizelge 4.6. Ebeveynlerin kotiledon dönemi morfolojik gözlemlerinden elde edilen skorlar .	50
Çizelge 4.7. Ebeveynlerde incelenen kotiledon özelliklerine ait frekanslar.....	51
Çizelge 4.8. Ebeveynlerde kotiledon özellikleri temel bileşenler analizi sonuçları.....	52
Çizelge 4.9. Ebeveynlerde kotiledon özellikleri faktör analizi sonuçları.....	52
Çizelge 4.10. Ebeveynlerde incelenen kotiledon özelliklerinin faktörlere korelasyon tabanlı katkıları .....	52
Çizelge 4.11. Ebeveynlerde yaprak özelliklerinin morfolojik gözlemlerinden elde edilen skorlar .....	56
Çizelge 4.12. Ebeveynlerde incelenen yaprak özelliklerinin frekansları .....	57
Çizelge 4.13. Ebeveynlerde yaprak özellikleri temel bileşenler analizi sonuçları .....	57
Çizelge 4.14. Ebeveynlerde yaprak özellikleri faktör analizi sonuçları .....	57
Çizelge 4.15. Ebeveynlerde incelenen yaprak özelliklerinin faktörlere korelasyon tabanlı katkıları .....	60
Çizelge 4.16. Ebeveynlerde meyve özelliklerinin morfolojik gözlemlerinden elde edilen skorlar .....	65
Çizelge 4.17. Ebeveynlerde incelenen meyve özelliklerinin frekansları.....	71
Çizelge 4.18. Ebeveynlerde meyve özellikleri temel bileşenler analizi sonuçları .....	72
Çizelge 4.19. Ebeveynlerde meyve özellikleri faktör analizi sonuçları .....	72
Çizelge 4.20. Ebeveynlerde incelenen meyve özelliklerinin faktörlere korelasyon tabanlı katkıları .....	73

Çizelge 4.21. Ebeveynlerde tohum özelliklerinin morfolojik gözlemlerinden elde edilen skorlar .....	75
Çizelge 4.22. Ebeveynlerde incelenen tohum özelliklerinin frekansları .....	78
Çizelge 4.23. Ebeveynlerde tohum özelliklerine göre temel bileşenler analizi sonuçları .....	78
Çizelge 4.24. Ebeveynlerde tohum özellikleri faktör analizi sonuçları .....	78
Çizelge 4.25. Ebeveynlerde incelenen tohum özelliklerinin faktörlere korelasyon tabanlı katkıları .....	79
Çizelge 4.26. Melezlerde kotiledon özelliklerinin morfolojik gözlemlerinden elde edilen skorlar .....	81
Çizelge 4.27. Melezlerde incelenen kotiledon özelliklerinin frekansları .....	82
Çizelge 4.28. Melezlerde yaprak morfolojik gözlemlerinden elde edilen skorlar .....	85
Çizelge 4.29. Melezlerde incelenen yaprak özelliklerinin frekansları .....	88
Çizelge 4.30. Melezlerde meyve morfolojik gözlemlerinden elde edilen skorlar .....	90
Çizelge 4.31. Melezlerde incelenen meyve özelliklerinin frekansları .....	93
Çizelge 4.32. Melezlerde tohum morfolojik gözlemlerinden elde edilen skorlar .....	102
Çizelge 4.33. Melezlerde incelenen tohum özelliklerinin frekansları .....	104
Çizelge 4.34. Ebeveynlerden izole edilen DNA miktarları ve kaliteleri .....	106
Çizelge 4.36. Melezlerde izole edilen DNA miktarları ve kaliteleri .....	107
Çizelge 4.35. Ebeveynlere ait genetik çeşitlilik parametreleri .....	110
Çizelge 4.37. Ebeveynler ve melezler arasındaki genetik mesafe değerleri .....	113
EK 1. Çizelge 1. Ebeveynlere ait örneklerde kullanılan SSR lokuslarının sahip oldukları allel büyüklükleri .....	127
EK 1. Çizelge 2. Mezlelere ait örneklerde kullanılan SSR lokuslarının sahip oldukları allel büyüklükleri .....	128



## ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 2.1. Karpuz üreticisi ilk 10 ülkenin 1999-2019 yılları arası ortalama üretim miktarları	11
Şekil 2.2. Yıllara göre Türkiye karpuz üretim alanları (milyon da) ve üretim miktarları (milyon ton) (1999-2019)	11
Şekil 2.4. Ebeveynler, F1 ve F2 döllerinde tohum kabuğu renkleri (Paudel vd. , 2019)	15
Şekil 2.5. Long Iowa Belle X Round Iowa Belle melezlerinin F2 meyveleri	17
Şekil 2.6. Meyve eti renginin anormal ifadesi (Maragal, Rao ve Lakshmana Reddy, 2019)	19
Şekil 2.7. Farklı meyve kabuğu çizgi desenleri (Vancouver Research and Extension Unit, 2005a, 2005b)	19
Şekil 3.1. Çalışmada ana olarak kullanılan standart çeşitler	34
Şekil 3.2. Melezleme işlemleri için fidelerin yetiştirilmesi	35
Şekil 3.3. Fide dikimi ve bitkilerin askıya alınması	35
Şekil 3.4. Melezlemelerin yapılışı	36
Şekil 3.5. Meyve tutumu ve morfolojik özelliklerin ölçümleri	36
Şekil 3.6. Kültürel işlemler, hasat ve tohum eldesi	37
Şekil 3.7. DNA izolasyon çalışmalarından görüntüler	38
Şekil 3.8. İzole edilmiş DNA'ların elektroforez görüntüleri	39
Şekil 3.9. Elektroforez işlemlerinden görüntüler	40
Şekil 4.1. Yerel genotiplerde ölçümü yapılan 7 tohum özelliğinin iki temel bileşene göre faktör haritası	47
Şekil 4.2. Yerel genotiplerin iki temel bileşene göre faktör haritası	48
Şekil 4.3. Yerel genotiplerin hiyerarşik kümeleme analizi dendrogramı	49
Şekil 4.4. Ebeveynlerde incelenen kotiledon özelliklerinin skala değerlerine göre dağılımları	51
Şekil 4.5. Ebeveyn genotiplerde kotiledon özelliklerinin iki faktöre göre projeksiyonu	53
Şekil 4.6. Ebeveyn genotiplerde kotiledon özelliklerine göre faktör haritası projeksiyonu	53
Şekil 4.7. Ebeveynlerde incelenen yaprak özelliklerinin (yaprak uzunluğu, yaprak genişliği, yaprak sapı uzunluğu) normal dağılımları	58
Şekil 4.8. Ebeveynlerde incelenen yaprak özelliklerinin (büyüklük, uzunluk/genişlik, renk, lobluluk derecesi, kıvrıcılık) binominal dağılımları	59
Şekil 4.9. Ebeveynlerde incelenen yaprak özelliklerinin faktör haritası projeksiyonu	61
Şekil 4.10. Ebeveyn genotiplerin yaprak özelliklerine göre faktör haritası projeksiyonu	62
Şekil 4.11. Ebeveynlerde incelenen meyve özelliklerinin (meyve büyüklüğü, boyuna kesitin şekli, dip basıklığı, alt parçanın şekli, üst basıklığı, kabuk alt rengi) binominal dağılımları	68

Şekil 4.12. Ebeveynlerde incelenen meyve özelliklerinin (dilimlenme, kabuk çizgilerinin sıklığı, çizgi deseni, çizgi genişliği, ana çizgi rengi, çizgilerin sıklığı) binominal dağılımları	69
Şekil 4.13. Ebeveynlerde incelenen meyve özelliklerinin (çizgilerin ayrımı, meyve sapı bağlantısının büyüklüğü, çiçek izi büyüklüğü, mumsu tabaka, perikarp kalınlığı, meyve rengi) binominal dağılımları	70
Şekil 4.14. Ebeveynlerde incelenen meyve özelliklerinin faktör haritası projeksiyonu	73
Şekil 4.15. Ebeveynlerin meyve özelliklerine göre faktör haritası projeksiyonu	74
Şekil 4.16. Ebeveynlerde incelenen tohum özelliklerinin (uzunluk, genişlik) normal dağılımları	76
Şekil 4.17. Ebeveynlerde incelenen tohum özelliklerinin (uzunluk-genişlik oranı, tohum kabuğunun alt rengi, renk ilişkisi) binominal dağılımları	77
Şekil 4.18. Ebeveyn hatlarda ve standart çeşitlerde incelenen tohum özelliklerinin faktör haritası projeksiyonu	79
Şekil 4.19. Ebeveynlerin tohum özelliklerine göre faktör haritası projeksiyonu	80
Şekil 4.20. Melezlerde incelenen kotiledon özelliklerinin skala değerlerine göre dağılımları	82
Şekil 4.21. Kotiledon özelliklerine göre ebeveyn hatlar ve melezlerin hiyerarşik kümeleme analizi dendrogramı	83
Şekil 4.22. Melezlerde incelenen yaprak özelliklerinin normal dağılımları	86
Şekil 4.23. Melezlerde incelenen yaprak özelliklerinin skala değerlerine göre dağılımları	87
Şekil 4.24. Yaprak özelliklerine göre ebeveyn hatlar ve melezlerin hiyerarşik kümeleme analizi dendrogramı	88
Şekil 4.25. Melezlerde incelenen meyve özelliklerinin skala değerlerine göre dağılımları (meyve büyüklüğü, meyve boyuna kesitinin şekli, meyve dip basıklığı, meyve alt parçasının şekli, meyve üst basıklığı, meyve kabuk altı rengi)	94
Şekil 4.26. Melezlerde incelenen meyve özelliklerinin skala değerlerine göre dağılımları (meyve dilimlenmesi, meyve kabuk damar sıklığı, meyve kabuğu çizgi deseni, meyve kabuğu çizgi genişliği, meyve kabuğu ana çizgi rengi, meyve kabuğu çizgilerin sıklığı)	97
Şekil 4.27. Melezlerde incelenen meyve özelliklerinin skala değerlerine göre dağılımları (meyve kabuğu çizgilerin ayrımı, meyve sapı bağlantısı büyüklüğü, meyvede mumsu tabaka, meyvede perikarp kalınlığı, meyve rengi)	98
Şekil 4.28. Meyve özelliklerine göre ebeveyn hatlar ve melezlerin hiyerarşik kümeleme analizi dendrogramı	100
Şekil 4.29. Melezlerde incelenen tohum özelliklerinin normal dağılımları (tohum uzunluğu, tohum genişliği)	101
Şekil 4.30. Melezlerde incelenen tohum özelliklerinin skala değerlerine göre dağılımları (tohum uzunluk/genişlik oranı, tohum kabuğu üst rengi, tohum alt-üst renk ilişkisi, tohum hilum çıkıntısı)	104

Şekil 4.31. Tohum özelliklerine göre ebeveyn hatlar ve melezlerin hiyerarşik kümeleme analizi dendrogramı .....	105
Şekil 4.32. Ebeveynlere ait genetik uzaklık dendrogramı .....	111
Şekil 4.33. Ebeveynler ve melezlerin genetik uzaklıklarına göre dendrogramı .....	112



## SİMGELER VE KISALTMALAR

$\mu$ l	: Mikrolitre
AB	: Akrilamit:Bisakrilamit Çözeltisi
AFLP	: Amplified Fragment Length Polymorphism
APS	: Amonyum Persülfat Çözeltisi
bç	: Baz Çifti
BSA	: Bulk Segregant Analysis
CAPS	: Cleaved Amplified Polymorphic Sequence
CO	: Kloroform:Oktanöl Çözeltisi
CTAB	: Cetyltrimethylammonium Bromide
DAP	: Diamonyum Fosfat
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
EB	: Ekstraksiyon Tamponu
EDTA	: Ethylenediaminetetraacetic Acid
EST	: Expressed Sequence Tag
FAO	: Food and Agriculture Organization of United Nations
$F_{it}$	: Kendilenme Katsayısı
$F_{st}$	: Toplam Genetik Varyans
$H^b$	: Geniş Anlamli Kalıtım
$H_e$	: Beklenen Heterozigotluk
HFO-TAG	: High Frequency Oligonucleotides: Targeting Active Gene
$H^n$	: Dar Anlamli Kalıtım
$H_o$	: Gözlenen Heterozigotluk
I	: Shannon İndeksi
LG	: Linkage Group
M.Ö.	: Milattan Önce
M.S.	: Milattan Sonra
MAS	: Belirteç Destekli Seleksiyon
mm	: Milimetre

$N_a$	: Allel Sayısı
$N_e$	: Etkili Allel Sayısı
OD	: Optik Yoğunluk
PCA	: Temel Bileşenler Analizi
PCR	: Polimeraz Zincir Reaksiyonu
PIC	: Polimorfik Bilgi İçeriği
PVPP	: Polivinilpolipirrolidon
$Q^2$	: Tahmini Varyasyon
QTL	: Quantitative Trait Loci
$R^2X$	: Açıklanan Varyasyonun Oranı
RAPD	: Random Amplification of Polymorphic DNA
SCAR	: Sequence Characterized Amplified Region
SÇKM	: Suda Çözünebilir Kuru Madde
SRAP	: Sequence-Related Amplified Polymorphism
SSR	: Simple Sequence Repeats
TBE	: Tris-Borik Asit- EDTA Tamponu
TE	: Tris-EDTA tamponu
TEMED	: Tetrametiletildiamin
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UPOV	: International Union for the Protection of New Varieties of Plants
USDA	: United States Department of Agriculture

## TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının hazırlanmasında bana destek olan danışman hocam sayın Dr. Öğr. Üyesi Serdar POLAT'a saygılarımı sunarım. Yüksek lisans ve doktora eğitimim boyunca yardım, bilgi ve tecrübeleri ile bana sürekli destek olan başta Doç. Dr. Süreyya ALTINTAŞ olmak üzere Bahçe Bitkileri Bölümü hocalarıma teşekkür ve saygılarımı sunarım. Çalışmam için gerekli alet, ekipman ve malzeme desteklerinin sağlanması konusunda yardım ve desteklerini esirgemeyen başta yüksek lisans tez danışmanım sayın Dr. Öğr. Üyesi A. Zafer MAKARACI olmak üzere sayın Prof. Dr. Elman BAHAR, sayın Prof. Dr. İlknur KORKUTAL, sayın Prof. Dr. Levent ARIN, sayın Prof. Dr. Demir KÖK, sayın Prof. Dr. Murat DEVECİ, sayın Prof. Dr. İsmet BAŞER ve sayın Prof. Dr. Mustafa MİRİK hocalarıma teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Arazi ve laboratuvar çalışmalarımın farklı aşamalarında yardım ve destekleri için kıymetli çalışma arkadaşlarım sayın Araş. Gör. Dr. Derya İlkay ABDİKOĞLU, sayın Araş. Gör. Eyüp Erdem TEYKİN, sayın Araş. Gör. Dr. Hazım Serkan TENİKECİER, sayın Araş. Gör. Dr. Esra TAYAT, sayın Araş. Gör. Dr. Cansu ÖKSEL ve Bahçe Bitkileri Bölümü'nün değerli öğrencilerine teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca eğitim hayatım boyunca maddi manevi desteklerini esirgemeyen, hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan, vazgeçtiğimde devam etmemi sağlayan sevgili anne ve babama, doktora eğitimim boyunca yanımda olan ve her durumda yardımına koşan sevgili kardeşime sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Eylül, 2021

Nihan ŞAHİN  
Ziraat Yüksek Mühendisi

## 1. GİRİŞ

Karpuz Türkiye’de domatesten sonra en çok yetiştirilen sebze türüdür (TÜİK, 2018). Ülkemizde karpuz severek tüketilen, yaz aylarında aranan, halk şarkılarında anılacak kadar kültürümüzde yeri olan önemli bir üründür. Hatta ülkemizin hemen her yöresinde meşhur olarak anılan yerel bir karpuz çeşidi mevcuttur ve tüketiciler yerel pazarlarda bu çeşitlere ilgi göstermektedirler.

Türkiye, coğrafi yapısı ve her bölgede değişiklik gösteren ekolojik koşulları sayesinde, dünyanın çok önemli gen ve orijin merkezlerinin örtüştüğü bir konumdadır. Florasında bulunan 10.754 takson sayısının 3.708’inin endemik özellik göstermesi, önemini daha da artırmaktadır (Karagöz, Özbek ve Sarı, 2016). Ülkemiz karpuzun gen merkezi değildir fakat coğrafi konumu, iklim çeşitliliği ve eski çağlardan beri ticaret yollarının üzerinde bulunmasının sağladığı avantaj ile ülkemize çok çeşitli tiplerde genotiplerin girişi gerçekleşmiş ve karpuzun yabancı döllenmiş bir bitki olması sayesinde bu çeşitlilik giderek artmıştır (Sarı, Solmaz, Yetişir ve Unlu, 2005).

Küresel ısınma ve iklim değişikliği ile ortaya çıkan çevre ve COVID-19 pandemisi gibi sağlık sorunları, genetik kaynakların önemini ve değerini acı bir şekilde anlaşılmasını sağlamıştır. Artan dünya nüfusunun gıda gereksinimi günümüze dek bir ölçüde tarımsal girdilerin kullanımı ve yüksek verimli çeşitlerin geliştirilmesi yoluyla karşılanmış olsa da bu çözümlerin daha farklı çevre ve sağlık sorunlarına davetiye çıkarması, günümüzde uluslararası düzeyde yeni çözümlerin aranması çalışmalarını hızlandırmıştır. Ticari yetiştiricilikte kimyevi tarımsal girdilerin fazlaca kullanımı ile ürünlerin genetik potansiyelleri zorlanarak en yüksek verime ulaşmak hedeflenmektedir. Fakat bu durum, gıdaların besin değerleri ve güvenilirliği açısından riskler yaratmaktadır. Hem çevre sorunlarının önüne geçilmesine katkı sağlamak hem de koroner hastalıklar, kanser ve obezite gibi hastalıkların neredeyse epidemik haline geldiği günümüzde insan sağlığının korunmasında temiz ve güvenilir gıdaların kullanımını sağlamak için organik ya da iyi tarım uygulamalarının gerekliliği gün geçtikçe artmaktadır. Bu uygulamalarda verimin düşük olması, biyotik ve abiyotik çevre koşulları ile mücadelede kısıtlamalar bulunması, uygun çeşitlerin; adaptasyon kabiliyetlerinin yüksek olması, yüksek verimli olmaları ve biyotik/abiyotik stres faktörlerine dayanıklılık göstermeleri gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Organik yetiştiriciliğe ya da iyi tarım uygulamalarına uygun çeşitlerin ıslahı için çevre koşullarına yüksek seviyede adaptasyon gösteren yerel çeşitlerden genitör olarak faydalanılması ıslah amaçlarına

ulaşılmasında avantaj sağlayabilecek bir seçenektir. Yerel çeşitlerin ıslah çalışmalarında kullanılıp değerlendirilebilmeleri için bunların öncelikle tanımlanması ve özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir (McGregor, 2012).

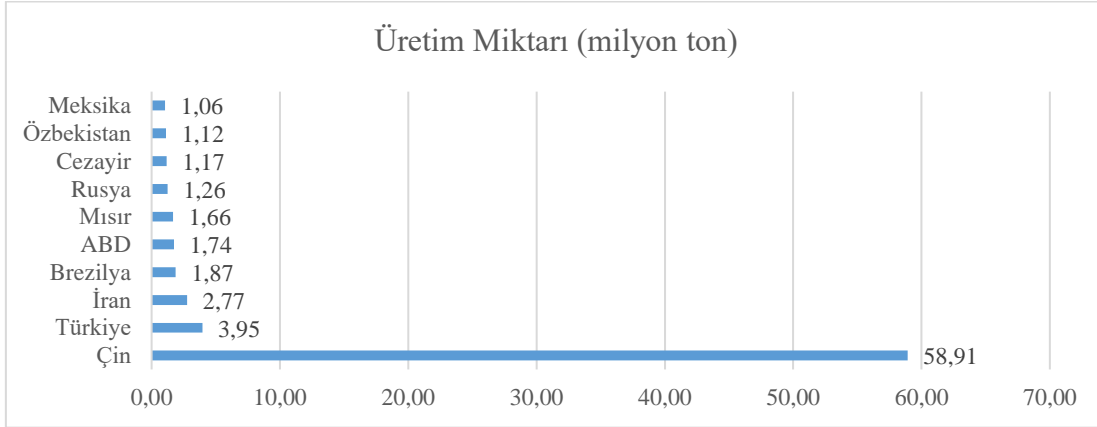
Ülkemizde karpuzun morfolojik özelliklerine göre karakterizasyonu ile ilgili çalışmaların büyük çoğunluğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu'ya ait yerel eşitleri kapsamaktadır. Bu tez çalışması kapsamında ağırlıklı olarak Marmara, Trakya ve İç Anadolu Bölgesi kaynaklı yerel çeşitlerin morfolojik ve moleküler karakterizasyonları yapılmış ve ülke genetik kaynaklarına bu yerel çeşitlerin tanımlanarak kazandırılması amaçlanmıştır.

Bu alışma ile yaklaşık 10 yıl boyunca toplanan bu ulusal zgn çeşitliliğin tanınması, ülkemiz gen kaynakları havuzuna kazandırılması sağlanmış ve bunların çeşitli ıslah amaçlarıyla kullanılabilmesinin n açılmış olacaktır.



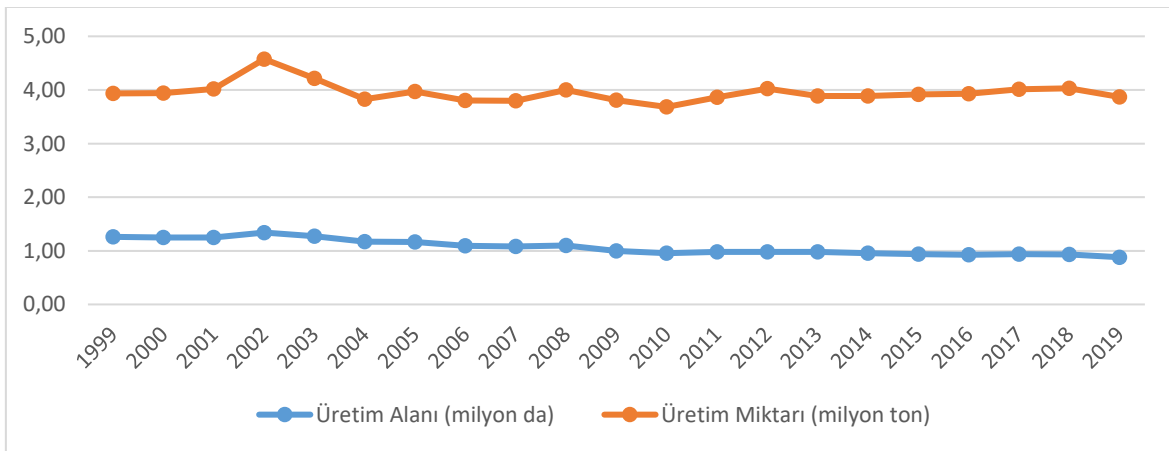
## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Karpuz tropik bölgelerden soğuk-ılıman bölgelere kadar geniş üretim alanlarına sahip bir sebzedir. Dünya toplam karpuz üretiminin %82,6'sı Asya kıtasından karşılamaktadır. Karpuzun 20 yıllık ortalama üretim miktarlarına bakıldığında en büyük payı yaklaşık 59 milyon tonluk üretimle Çin almakta, Türkiye ise yaklaşık 4 milyon ton üretimle ikinci sırada yer almaktadır (Şekil 2.1) (FAO, 2021).



Şekil 2.1. Karpuz üreticisi ilk 10 ülkenin 1999-2019 yılları arası ortalama üretim miktarları

Ülkemizde son 20 yıldaki üretim miktarında az da olsa yıldan yıla dalgalanmalar görülmüş olsa da üretim alanı son yıllara kadar çok az değişim göstermiştir (Şekil 2.2). Üretim miktarındaki bu dalgalanmalara rağmen son 5 yılda devamlı bir verim artışı olduğu da görülmektedir. Dünya karpuz üreticisi ülkeleri kıyaslandığında Türkiye en yüksek verimin alınabildiği ülkelerden biridir (hg/ha) (FAO, 2021).



Şekil 2.2. Yıllara göre Türkiye karpuz üretim alanları (milyon da) ve üretim miktarları (milyon ton) (1999-2019)

Karpuz meyveleri taze olarak tüketilen bir sebze olmasının yanında ülkemizde meyve suyu ve pekmez olarak, tohumları çerez olarak, kabuğu şekerleme ve turşu olarak da değerlendirilebilmektedir. Karpuz, meyvesi insan sağlığı üzerinde önemli etkileri olan vitamin ve mineraller açısından da zengindir. Lif, A vitamini (göz sağlığı, bağışıklık sistemi, kırmızı kan hücreleri, cilt sağlığı üzerine etkilidir), C vitamini (bağ dokusu sağlığı, kemik sağlığı, damar sağlığı üzerine etkilidir ayrıca antioksidan olarak bazı kanser türleri, katarakt, damar genişlemesi ve damar sertliği rahatsızlıkları için koruyucu etkisi vardır), potasyum (membran potansiyeli ve dengesi üzerine etkilidir ve enzim kofaktörüdür), magnezyum (birçok reaksiyonda katalizör görevi vardır, özellikle hücre sinyalizasyonu, kemikler için kalsiyumun taşınması ve hücre sağlığı üzerine etkilidir), folik asit (aminoasit metabolizmasında kofaktör olarak görev yapar, B6 ve B12 vitaminleriyle beraber kandaki homosistein seviyesinin dengelenmesini sağlar), B6 vitamini (zihinsel aktiviteler, kalp damar sağlığı ve bağışıklık sistemi üzerinde etkilidir), K vitamini (glutamik asitle beraber koenzim olarak görev yapar, kalsiyuma bağlanarak pıhtılaşmayı başlatır, kemik büyümesi ve gelişimi ve sinir sistemi üzerine etkilidir), manganez (antioksidandır, kolesterol metabolizması, kemik gelişimi ve yara iyileşmesi üzerine etkilidir) (Higdon, 2003) diğer kabakgillerin meyvelerinde de olduğu gibi karpuzun meyvesinde de yüksek miktarlarda bulunmaktadır (Perkins-Veazie, 2009).

Kabakgiller familyasının (*Cucurbitacea*) ekonomik olarak önemli bir üyesi olan Karpuz, kserofitik *Citrullus* cinsi içerisinde yer almaktadır. *Citrullus* cinsi üyelerinin anavatanlarının ve birincil gen merkezlerinin Afrika'nın güneyi olduğu düşünülmektedir (Dane ve Lang, 2004; Levi vd., 2012). *Citrullus* cinsi bilinen 4 diploid (2n) (n=11) türü içermektedir. Bunlar; acı bir tür olan *Citrullus ecirrhosus*, mandarin büyüklüğünde ve tüketilemeyen bir tür olan *Citrullus rehmi*, yine acı bir tür olan *Citrullus colocynthis* ve *Citrullus* türleri içerisinde ekonomik açıdan en önemlisi, Afrika'nın kurak ve kumlu alanlarında doğal olarak bulunan ve tüm dünyada tropik ve subtropik alanlarda yayılmış durumda olan *Citrullus lanatus* türüdür. *Citrullus lanatus* türü aynı zamanda 3 alt türü de içermektedir. Bunlardan *C. lanatus citroides* alt türü yeşil/beyaz meyve eti rengine sahip ve kuraklığa çok iyi uyum sağlamıştır, *C. lanatus vulgaris* alt türü karpuzun bugün bildiğimiz kırmızı rengi veren alt tür olduğu düşünülmektedir, *C. lanatus* subsp. *lanatus* alt türü ise bugün yaygın olarak kültürü yapılan alt türü oluşturmaktadır (Levi vd., 2012).

van Zeista (1983) karpuzun Mısır'da antik dönemlerde kültüre alınışıyla ilgili bulguların kısıtlı olduğunu bildirmiştir. Keimer (1924) M.Ö. yaklaşık 19.-20. yüzyıllara

tarihlendirilen az miktarda tohum ve bir yaprak bulunduğunu, Darby vd. (1977) antik Thebes şehrinde karpuz tohumları bulduklarını bildirmişlerdir (aktaran van Zeista, 1983). Antik Mısır'da bulunan en kesin kalıntılardan biri Semna-Kumma tapınaklarında bulunan M.Ö. yaklaşık 1500 yılına tarihlendirilen kurumuş karpuz meyveleridir. Bu meyvelerin diğer kalıntılarla beraber cenaze hediyeleri olarak sunulduğu bilinmektedir (van Zeista, 1983). Karpuzun (*C. lanatus*) ilk kültüre alınışıyla ilgili en eski kayıt M.Ö. yaklaşık 1300 yılına tarihlendirilen firavun Tutankhamun'un mezarında bulunan kalıntılardır (Hepper ve Gardens, 2009). Libya'da bulunan antik bölge Uan Muhuggiag'da *C. lanatus* yabancı formunun tohumları günümüzden 5000 yıl öncesine tarihlendirilmiştir fakat Güney Afrika menşeli, Libya'nın doğal florasına ait olmayan bu karpuz tohumlarının burada bulunuşuyla ve bitkilerin kültüre alınmasıyla ilgili herhangi bir indikatöre rastlanmamıştır (Wasylikowa ve van der Veen, 2004). Bu bulgular ışığında Nil Vadisi'nde yaklaşık M.Ö. 2000 yılından beri karpuzun kültürünün yapıldığı düşünülmektedir (Dane ve Liu, 2006).

Milattan sonra karpuz kültürünün dünyada yayılışının kayıtları milattan önceki kayıtlara göre daha kesindir. Karpuz kültürünün Afrika'dan Hindistan'a yaklaşık M.S. 800 yılında, Çin'e yaklaşık M.S. 1100 yılında yayıldığı kaydedilmiştir. Hindistan ve Çin'den karpuz kültürünün Güneydoğu Asya'ya yayılması 15. yüzyılda, Japonya'ya ulaşması ise 16. yüzyılda olmuştur. Karpuz Avrupa'ya M.S. 7. yüzyılda Mağribilerin İspanya'yı fethetmesiyle ulaşmış fakat Avrupa kıtasına yayılışı uygun olmayan iklim koşulları sebebiyle oldukça yavaş ilerlemiştir (Zohary, Hopf ve Weiss, 2012).

Karpuzun Amerika kıtasına ulaşmasının 1567 yılında İspanyol kolonileriyle olduğu bildirilmiştir (Dane ve Liu, 2006). Karpuz kültürü yeni dünyada hem Amerikan yerlileri arasında hem yeni yerleşimciler arasında hızla yayılmıştır. Hatta ünlü Amerikan yazar Mark Twain (1894) Pudd'nhead Wilson romanının kahramanı Wilson karpuzdan şöyle bahseder; "Gerçek Güney karpuzu bir nimettir ve ondan basit şeyler arasında söz edilmez. O dünya lükslerinin kumandanıdır".

Karpuz kültürünün Anadolu'da da 2000 yıldan fazla süredir yapıldığı düşünülmektedir. Anadolu'nun karpuzun ikincil gen merkezi olmasını sağlayan genetik çeşitliliğin İpek Yolu üzerinde bulunuşu ile ilişkili olduğu öne sürülebilir. Etimolojik bulgular da bu yöndedir. İpek Yolu üzerinde bulunan Hindistan dilinde karpuz "Tarbuz" olarak geçmektedir, buradan Farsçaya "Karbuz" olarak geçmiş ve dilimize de Farsçadan "Karpuz" olarak geçmiştir (Nişanyan, 2017; Pitrat, Chauvet ve Foury, 1999). Osmanlı İmparatorluğu

vergi kayıtlarında ise 15-19. yüzyıllar arasında Anadolu'nun hemen her bölgesinde karpuz üretimi yapıldığı ve vergilendirildiği kaydedilmiştir (Solak, 2008).

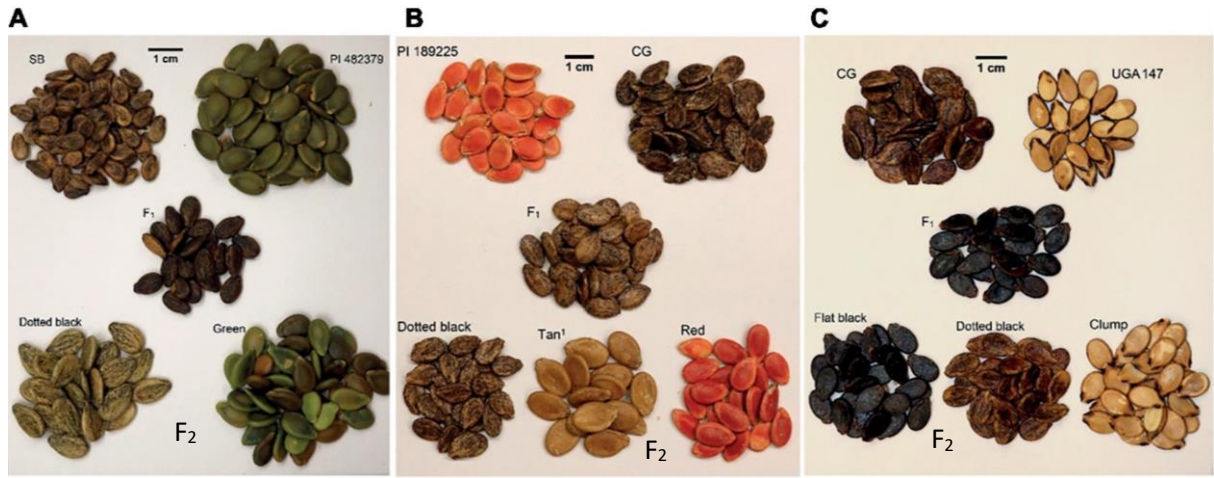
Coğrafi keşifler sonrasında günümüze kadar dünyada hızla gelişen ülkeler arası ticaret sonucunda tüketicilerin farklı varyetelerle karşılaşmasıyla, tüketici beğeni ve talepleri artmış ve çeşitlenmiştir. Geçtiğimiz yüzyılda karpuz ıslahçıları hastalıklara dayanıklı, gövde uzaması sınırlı, daha büyük meyveli, yüksek şeker ve likopen içeriğine sahip, çekirdeksiz ve kan kırmızı (scarlet red), koyu turuncu, kanarya sarısı gibi yeni meyve eti renkleri olan birçok çeşit ıslah etmişlerdir (Wehner, 2007). Geçtiğimiz 40 yılda ise aile yapısının küçülmesiyle beraber daha küçük meyveli (1-3 kg) çeşitlerin ve triploit (3n) çeşitlerin geliştirilmesi önem kazanmıştır (Kapiel, Rhodes, Dane ve Zhang, 2008).

Islah çalışmalarındaki bu artışla beraber karpuzdaki birçok nitel ve nicel özelliklerin de kalıtımı daha iyi anlaşılır hale gelmiştir. Çeşitli özelliklerin kalıtımının anlaşılmasıyla ilgili çalışmalar sürmekle beraber, günümüze kadar toplam 59 morfolojik özellik ve dayanıklılık geni tespit edilmiştir. Bu genlerin tohum ve fide özellikleri, sürgün özellikleri, çiçek özellikleri, meyve özellikleri ve dayanıklılık özellikleri başlıkları altında toplanması mümkündür (Wehner, 2008).

- *Tohum Özellikleri*

Tohum kabuğu renginin kalıtımının araştırıldığı ilk çalışmada düz siyah renk tohumlu karpuzlar, noktalı siyah tohumlu karpuzlarla melezlenmiş ve çalışma sonucunda düz siyah (Flat Black) tohum kabuğu renginin tek genli (monogenik) olarak noktalı siyah (Dotted Black) tohum kabuğu rengine baskın (dominant) olduğu gözlenmiştir (Kanda, 1931). McKay (1936) ise iki farklı grupta melezleme (taba x kırmızı ve yeşil x kırmızı) yaptığı çalışmada taba (Tan) tohum kabuğu ve yeşil (Green) tohum kabuğunun kırmızı (Red) tohum kabuğuna monogenik olarak baskın olduğunu bildirmiştir. Sonrasında Weetman (1937) tarafından üç farklı grupta yapılan melezlemeler sonucunda noktalı siyah tohum kabuğunun siyah çerçevesi tohum kabuğuna (Clump) monogenik olarak dominant olduğu ve iki farklı genin kombinasyonlarının taba ve siyah çerçevesi tohum kabuğunu oluşturduğu ortaya konmuştur. Poole (1941) kırk farklı F<sub>2</sub> popülasyonu kullanılarak günümüzde tohum kabuk renginin kalıtımıyla ilgili kabul gören "Dört Gen" modelini ortaya koymuştur. Bu modele göre üç genin (*R*, *T*, *W*) farklı kombinasyonları ve bu üç genin de dominant durumda olduğunda devreye giren bir modifiye edici gen (*D*), düz siyah (*RTWD*), noktalı siyah (*RTWd*), yeşil

(*rTW*), taba (*RtW*), siyah çerçevesi (*RTw*), kırmızı (*rtW*), beyaz-taba uçlu (*Rtw*) ve beyaz-pembe uçlu (*rtw*) gibi farklı tohum kabuğu renklerini oluşturmaktadır (Poole, 1941). Paudel, Clevenger ve McGregor (2019) yaptıkları çalışmada üç farklı grupta yapılan melezlemelerin (Şekil 2.3) yeni nesil dizileme (NGS) yönteminden faydalanarak dizileme yoluyla genotiplenmesiyle (GBS), Dört Gen modelinde önerilen *R*, *T*, *W* ve *D* gen lokuslarının sırasıyla 3., 5., 6., ve 8. kromozomlar üzerinde yer aldığını tespit etmiş ve bu genleri hedefleyen, belirteç yardımıyla seleksiyonda (MAS) kullanılabilecek 4 belirteç (UGA3\_5820134, UGA5\_4591722, UGA6\_7076766, UGA8\_22729513) geliştirmişlerdir.



Şekil 2.3. Ebeveynler, F1 ve F2 döllerinde tohum kabuğu renkleri (Paudel vd. , 2019)

A; Sugar Baby (SB) X PI428379, F<sub>1</sub> ve F<sub>2</sub> dölleri. B; PI189225 X Charleston Gray (CG), F<sub>1</sub> ve F<sub>2</sub> dölleri. C; CG X UGA147, F<sub>1</sub> ve F<sub>2</sub> dölleri.

Poole (1941) karpuz tohum büyüklüklerini kısa (6 mm), orta (10 mm) ve uzun (13 mm) olmak üzere üç gruba ayırmıştır ve tohum büyüklüğü açısından iki gene bağlı (digenik) kalıtımın olduğunu öne sürmüştür. Bu öneriye göre kısa tohum *s* geni ile, uzun tohum *l* geni ile ortaya çıkmakta, her iki genin de dominant olduğu durumda orta büyüklükte tohumlar ortaya çıkmaktadır (*LS*: orta, *lS*: uzun, *Ls* ve *ls*: kısa). Benzer sonuçlar Weetman (1937) tarafından da öne sürülmüş, orta tohum büyüklüğünün uzun tohum üzerinde dominant olduğu bildirilmiştir. Tanaka, Wimol ve Mizutani (1995) yaptıkları çalışmada bu iki genin dışında üçüncü bir genin varlığını önermişlerdir. Çalışmada Fujihikari (orta tohum büyüklüğü) ve Sweet Princess (kısa tohum büyüklüğü) melezlerinden elde edilen popülasyonda gözlenen tohumların küçük (“tiny”, “tomato like”) olduğu gözlenmiştir. Küçük tohum büyüklüğünü idare eden gen *Ti* olarak isimlendirilmiş ve orta tohum büyüklüğü üzerinde baskın olduğu tespit edilmiştir. Prothro vd. (2012) yaptıkları çalışmada uzun, orta ve kısa tohum büyüklüklerinin, iki genin epistatik interaksyonlarıyla (örtün etki etkileşimleri) (dominant

epistasi, resesif epistasi, dominant ve resesif epistasi, çift resesif epistasi, çift dominant epistasi, toplam etkili çift interaksiyon ya da polimeri) kontrol edildiklerini bildirmişlerdir. Çalışmada 100 tane ağırlığı, tohum uzunluğu ve tohum genişliğiyle ilişkilendirilmiş 4 bağlantı grubunda (LG, Linkage Group) 13 majör QTL (kantitatif karakter lokusları, Quantitative Trait Loci) tespit edilmiştir.

- *Yaprak Özellikleri*

Yaprak lobluluğu ile ilişkili çevresel faktörlerden neredeyse hiç etkilenmeyen bir tekli dominant gen çifti (allel) bulunmaktadır (*LOBED LEAF 1 ;CILLI*) (Wei vd., 2017). Gusmini ve Wehner (2003) yaprak ucu (yuvarlak, sivri) ve yaprak büyüklüğü (büyük, küçük) karakterlerinin tekli genler ile idare edildiğini fakat gövde tipi (düz, zikzak), bitki büyüklüğü (büyük, küçük) çoklu genlerle idare edildiğini bildirmişlerdir. Wehner (2008) tarafından aktarıldığına göre; Warid ve Abd-El-Hafez Sarı yapraklara sebep olan gen (*Yl*) ise yeşil yapraklar karşısında eksik dominansı (ekivalentlik) gösterdiğini bildirmişlerdir.

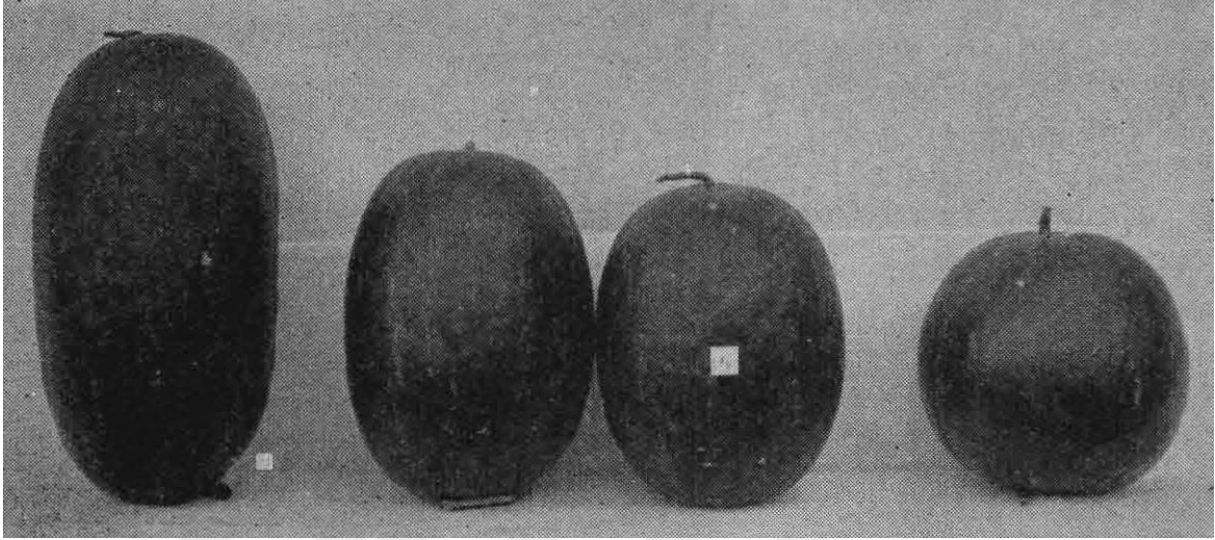
- *Çiçek Özellikleri*

Karpuzda çiçek cinsiyet formlarının oluşumu çevresel faktörlerden etkilenmemektedir, fakat cinsiyetin ifadesi üzerine etkisi büyüktür. Andromonoik (erkek ve erselik çiçek), monoik (dişi ve erkek çiçek), trimonoik (dişi, erkek ve erselik çiçek), gymonoik (dişi ve erselik çiçek) ya da hermafrodit (erselik) çiçek formu sergilemesinden bağımsız olarak, karpuzlarda kısa gün ve düşük sıcaklıklar dişi çiçek oluşumunu artırmaktadır (Sugiyama vd., 2004; Şalk, Arın, Deveci ve Polat, 2008). Karpuzda çiçek formları 3 çekinik (resesif) allel ile idare edilmektedir (*a*; andromonoik, *gy*; gynoik, *tm*; trimonoik) (Ji vd., 2015). Ticari karpuz çeşitleri (*Citrillus lanatus* var. *lanatus*) ağırlıklı olarak monoik çiçek formuna sahipken yabani citron tiplerinde (*Citrillus lanatus* var. *citroides*) andromonoik çiçek formuna doğru yaygın bir eğilim vardır (Prothro vd., 2013).

- *Meyve Şekli ve Meyve Eti Rengi Özellikleri*

Karpuzda kalıtımı incelenen morfolojik özellikler arasında en büyük ilgiyi meyve özellikleri görmüştür. Bu konuda yapılan ilk araştırmalarda meyve şeklinin uzun, oval ya da küresel oluşunun eksik dominansı gösteren tekli bir gen ile idare edildiği bildirilmiştir (Poole ve Grimboll, 1945; Weetman, 1937). Buna göre uzun meyveler; *OO* ya da *EIEI*, oval meyveler; *Oo* ya da *Elel* ve küresel meyveler; *oo* ya da *el el* şeklinde gösterilmiştir (Şekil 2.4).

Uzun meyve şekli oval ve küresel meyve şekilleri üzerine eksik dominansi göstermektedir (Weetman, 1937). Ayrıca Lou (2009) oval meyve şeklini kontrol eden başka bir lokusun (*Ob*) küresel meyve şeklini kontrol eden lokus (*o*) üzerinde epistatik etkisi olduğunu bildirmiştir.



Şekil 2.4. Long Iowa Belle X Round Iowa Belle melezlerinin F<sub>2</sub> meyveleri (Weetman, 1937)  
F<sub>2</sub> meyve şekil dağılımları 1 uzun:2 oval: 1 küresel şeklinde olmuştur.

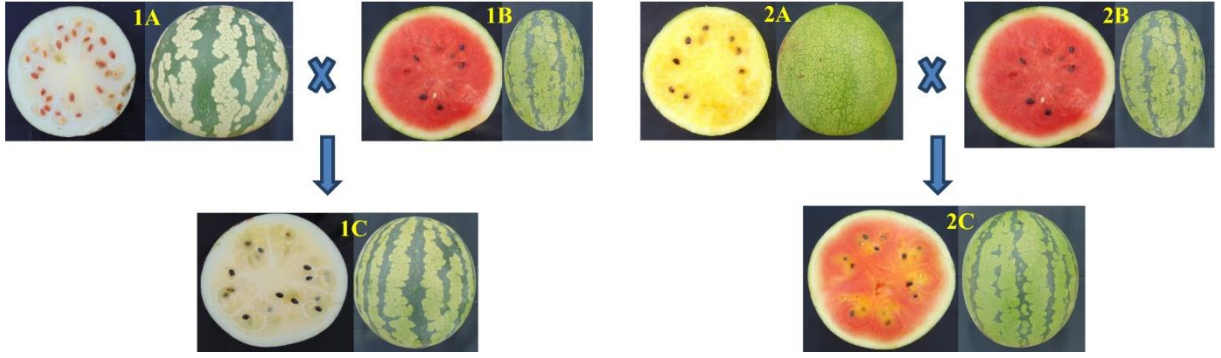
Liu vd. (2016) araştırmalarında meyve uzunluğu ve genişliği açısından farklı ebeveynlere sahip F<sub>2</sub> popülasyonunda meyve genişliği ve uzunluğunun devamlı dağılım gösterdiğini ve eğer eklemeli bir etki yoksa meyve uzunluğu ve genişliği fazla olan ebeveynin eksik dominansi gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırmada meyve uzunluğu ile ilişkili 3. kromozom üzerinde 2 QTL (*FL3.1* ve *FL3.2*) ve meyve genişliği ile ilişkili 3. ve 8. kromozomlar üzerinde 3 QTL (*FW3.1*, *FW3.2* ve *FW8.1*) tespit edilmiştir. Bu QTL'lerden *FL3.1* ve *FL3.2*'nin eklemeli etkisi olduğu, *FW3.1* pozitif eklemeli etkiye sahipken *FW3.2* ve *FW8.1*'in azalan bir eklemeli etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Liu vd., 2016). Jin vd. (2017) 3. kromozom üzerinde meyve şekli QTL'leri ile ilişkili iki moleküler belirteç belirlemişlerdir (SUN-Cla011257 ve wsb3-24). Bu belirteçlerin uzun ve küresel meyve şeklini belirlemede oldukça etkili olduğunu fakat oval meyve şeklini belirlemek için yetersiz kaldığını bildirmiş ve Lou (2009) tarafından bildirilen *Ob* lokusunun varlığını desteklemişlerdir. Meyve yüzeyinde oluşan dilimliliği ise bir resesif gen (*f*) idare etmektedir, pürüzsüz meyve yüzeyi (*F*) dilimlilik üzerine dominant karakter sergilemektedir (Poole ve Grimball, 1945).

Karpuzda meyve eti rengi ile ilgili birçok çalışma yapılmış ve kan kırmızı (scarlet red; *Y<sup>SCR</sup>* ya da *Scr*), mercan kırmızısı (coral red; *Y<sup>CrI</sup>* ya da *scr*), kırmızı (red; *Y* ya da *c*), turuncu

(orange;  $y^o$ ), somon sarısı (salmon yellow;  $y$ ), kanarya sarısı (canary yellow;  $C$ ), sarı (yellow;  $B$ ) ve beyaz (white;  $Wf$ ) meyve eti renkleri ile ilgili genler tespit edilmiştir (Gusmini ve Wehner, 2006; Wehner, 2008). Birçok araştırmacı  $y$  lokusunda kırmızı ( $Y$ ), turuncu( $y^o$ ) ve somon sarısı ( $y$ ) meyve eti renklerini oluşturan allelleri tespit etmiş ve doğrulamışlardır. Bu araştırmalara göre kırmızı meyve eti rengi turuncu ve somon sarısı meyve eti renkleri üzerine ve turuncu meyve eti rengi de somon sarısı meyve eti rengi üzerine baskın karakter sergilemektedir ( $Y>y^o>y$ ) (Hashizume, Shimamoto ve Hirai, 2003; Henderson, 1989; Henderson, Scott ve Wehner, 1998; Jin vd., 2017; Liu vd., 2016; Lou, 2009; Poole ve Grimball, 1945; Porter, 1937). Bunlar sonrasında tespit edilen kan kırmızı meyve eti rengi allelinin ise tüm diğer allellere dominant olduğu, mercan kırmızısı meyve eti renginin ise turuncu ve somon sarısı meyve eti rengi allellere dominant olduğu belirlenmiştir ( $Y^{SCR}>Y>y^{CrI}>y^o>y$ )(Lou, 2009). Kanarya sarısı meyve eti rengi allelinin kırmızı meyve eti rengi üzerindeki baskınlık durumu ise bir engelleyici (inhibitör) allel ( $i$ ) ile ilişkilidir. İnhibitör allelin yokluğunda kanarya sarısı meyve eti rengi kırmızı meyve eti rengine dominant ( $C>c$ ) durumda olmakta, varlığında ise kırmızı meyve eti rengi alleli dominant duruma geçmektedir ( $i-C<c$ ) (Henderson vd., 1998). Sarı meyve eti renginin ise beyaz meyve eti rengine örtülen (hipostatik) etkisi olduğu bildirilmiştir (Guner ve Wehner, 2003). Liu vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada CAPS moleküler belirteçleri kullanılarak karpuz genetik bağlantı haritası oluşturulmuş ve QTL'ler araştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda 4. kromozom üzerinde kırmızı, sarı ve kanarya sarısı meyve eti renkleriyle ilişkili bir QTL ( $FC4.1$ ) tespit etmiş ve bu QTL'in likopen  $\beta$ -siklaz enzimini ( $Lcyb$ ) kodlayan bölge ile yüksek benzerlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Daha sonra Jin vd. (2017) yine  $Lcyb$  gen bölgesini hedefleyen SCAR ve CAPS moleküler belirteçlerinin kanarya sarısı ve kırmızı meyve eti renklerini belirlemek için uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Karpuzda meyve eti renginin tekli genlerin kontrolü altında olmasına rağmen iki farklı saf hattın melezlenmesi sonucunda aynı meyvenin farklı bölgelerinde farklı renkler görülebilmektedir (Şekil 2.5). Bu anormal ifadeyi açıklayabilecek yalnızca bir olası hipotez olduğu bildirilmiştir. Bu hipoteze göre; bu farklı pigmentasyona (renklenme) birçok farklı genin rekombinasyonları (genetik çeşitlenme) sebep olabilir (Wehner, 2008).





Şekil 2.5. Meyve eti renginin anormal ifadesi (Maragal, Rao ve Lakshmana Reddy, 2019)  
 Çalışmada kullanılan ebeveynler ve onların melezleri (F1); (1A) BIL-53, (1B) IIHR-140-152, (1C) F1; BIL-53 × IIHR-140-152, (2A) BIL-99, (2B) IIHR-140-152, (2C) F1; BIL-99 × IIHR-140-152

- *Meyve Kabuk Deseni Özellikleri*

Kabuk rengi ve çizgi deseni karpuz ıslah programlarında önemli bir özelliktir. Farklı ülkelerde ve coğrafi bölgelerde tüketiciler farklı özellikleri tercih edebilmektedir. Örneğin Avrupa ve Amerika’da Crimson tipi çeşitler daha fazla tercih edilirken, Güneydoğu Asya, Çin ve Güney Kore’de Jubilee tipi çeşitler tercih edilmektedir (Şekil 2.6) (Kim vd., 2015; Park ve Cho, 2012).



Şekil 2.6. Farklı meyve kabuğu çizgi desenleri (Vancouver Research and Extension Unit, 2005a, 2005b)

Karpuz meyvelerinin morfolojik karakterizasyonunda da kabuk özellikleri önemli bir yer tutmaktadır. Meyve kabuk özellikleri farklı başlıklar altında incelenebilir; karpuzda kabuk alt rengi ve ana çizgi rengi sarıdan çok koyu yeşile kadar değişebilmekte, kabuk çizgileri ve çizgi belirginliği belirsizden çok güçlüye kadar değişebilmekte, çizgilerin ayrımı dağınık ya da keskin olabilmekte, çizgi genişliği çok dardan çok geniş kadar değişebilmekte ve çizgi

deseni tek renk, tek renk ve damarlı, tek renk damarlı ve ebruli, tek renk ve ebruli, iki renk damarlı ve ebruli ya da yalnızca damarlı olabilmektedir. UPOV (2013) meyve kabuğu özellikleriyle ilgili kapsayıcı bir katalog yayınlamıştır.

Kabuk özelliklerinin kalıtımının anlaşılmasıyla ilgili ilk çalışmalardan biri Weetman (1937) tarafından yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda araştırmacı kabuk deseninin üç allelli tek bir lokus tarafından idare edildiğini öne sürmüştür. Bu üç allel Poole ve Grimball (1945) tarafından  $G$  (koyu yeşil),  $g$  (açık yeşil) ve  $g^s$  (çizgili kabuk) olarak isimlendirilmiştir. Bu allellerden  $G$  hem  $g$  hem de  $g^s$  üzerine,  $g^s$  ise  $g$  üzerine dominant özellik sergilemektedir ( $G > g^s > g$ ). Kumar ve Wehner (2011) yaptıkları araştırmada Weetman (1937) ve Poole ve Grimball (1945)'in koyu yeşil kabuk renginin açık yeşil kabuk rengi üzerine tam dominant olduğu hipotezinden farklı olarak, koyu yeşil kabuk renginin açık yeşil kabuk rengine duplike dominant epistatik gen etkisiyle dominant olduğunu öne sürmüşlerdir. Kumar ve Wehner (2011)'e göre açık yeşil kabuk rengini iki resesif gen ( $g^1$  ve  $g^2$ ) koyu yeşil kabuk rengini ise iki baskın gen ( $G^1$  ve  $G^2$ ) kontrol etmektedir. Bu araştırmalarda çizgi genişliğinin geniş, orta ya da dar olmasının kalıtımıyla ilgili bulgular bulunmamaktadır. Fakat daha sonra Lou ve Wehner (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışma sonucunda  $g$  lokusunda meyve kabuğu renk ve desenini kontrol eden 5 allelin varlığını bildirmişlerdir. Bunlar  $G$  (koyu yeşil),  $g$  (açık yeşil),  $g^W$  (geniş çizgili kabuk),  $g^M$  (orta çizgili kabuk) ve  $g^N$  (dar çizgili kabuk) olarak isimlendirilmiş ve baskınlık durumları  $G > g^W > g^M > g^N > g$  şeklinde açıklanmıştır.

Lou ve Wehner (2016) meyve kabuğundaki çizgilerin dağınık ya da keskin olmasının kalıtımıyla ilgili de incelemeler yapılmıştır. Bu incelemeler sonucunda dağınık çizgi desenin tek bir baskın gen ile idare edildiğini belirlemişlerdir. Keskin çizgi deseni  $csm$  sembolü ile dağınık çizgi deseni ise  $Csm$  sembolü ile gösterilmiş ve baskınlık durumları  $Csm > csm$  şeklinde ifade edilmiştir. Çalışmada çizgi rengi ile ilgili bir kalıtım bulgusuna rastlanmamıştır. Kim vd. (2015) karpuzda çizgi deseniyle ilişkili, MAS amaçlı kullanılacak moleküler belirteçlerin tespiti amacıyla Crimson tipi çizgi desenine (dağınık) sahip bir çeşit ile Jubilee tipi çizgi desenine (keskin) sahip bir saf hattı melezlemiş ve küme açılım analizine (Bulk Segregant Analysis, BSA) tabi tutmuşlardır. Araştırma sonucunda biri Jubilee tipi çizgi deseniyle çok yakın ilişkili olan iki polimorfik SCAR belirteci geliştirmişlerdir. Araştırma sonuçlarında Jubilee tipi çizgi deseniyle yakın ilişkili olan bu belirtecin 6. kromozom üzerinde yer aldığı bildirilmiştir. Jin vd. (2017) tarafından diğer bir araştırmada da Kim vd. (2015) tarafından bildirilen sonuçlar desteklenmiştir. Gama, Santos,

Dias, Alves ve Nogueira (2015) tarafından yapılan çalışmada ise Joobeur vd. (2006) tarafından geliştirilen 5 SSR belirtecinin (MCPI\_04, MCPI\_05, MCPI\_11, MCPI\_16 ve MCPI\_26) dağınık ve keskin çizgi desenlerini moleküler seviyede ayırt etmede kullanılabileceği bildirilmiştir.

Günümüzde karpuzun morfolojik özelliklerinin kalıtımı daha iyi anlaşılmış, bu özelliklerden birçoğunun genomda bulunuş konumları belirlenmiş ve yine birçoğuyla ilişkili moleküler belirteçler geliştirilmiştir. Bu bilgi birikimi karpuzun ıslahı açısından büyük kolaylıklar sağlasa da yerel çeşitlerin ıslah çalışmalarında kullanılıp değerlendirilebilmeleri için bunların tanımlanması ve özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir (McGregor, 2012).

Dünyada yerel çeşitlerin tanımlanmalarıyla ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Yerel çeşitler hem buldukların bölgenin ekolojisine uyum sağlamış olmaları sebebiyle, hem de bölgede yaygın hastalık ya da zararlılara karşı muhtemel dayanıklılık kaynağı olmaları sebebiyle yeni çeşitlerin ıslahı ve genetik çeşitlilik için oldukça önemli materyallerdir. Kültürü yapılan karpuz oldukça dar bir genetik tabana sahiptir (Levi, Thomas, Keinath ve Wehner, 2001). Bu sebeple bitki gen kaynaklarının tanımlanması ve korunması büyük önem taşımaktadır (McGregor, 2012).

Güney Afrika, birincil gen merkezi olması sebebiyle *C. lanatus* genetik kaynakları açısından önemli merkezlerden biridir. Bu bölgedeki kaynakların toplanması, tanımlanması ve korunması için yapılan çalışmalar dünyanın diğer bölgelerine kıyasla geç başlamış ve yakın zamana kadar gereken önemi görmemiştir. Günümüzde Güney Afrika Bitki Genetik Kaynakları Merkezi toplam 179 (Namibya, Botsvana ve Güney Afrika ülkelerinden) karpuz genetik kaynağını, Namibya Ulusal Botanik Araştırma Enstitüsü, Ulusal Bitki Genetik Kaynakları Merkezi 89 ve Zambiya Tarımsal Araştırma Enstitüsü toplam 75 karpuz genotipini koruma altına almıştır. Fakat bu kaynaklar ile ilgili bilgiler sınırlıdır ve kurumlar arasında gen kaynaklarıyla ilgili çakışmalar olup olmadığı bilinmemektedir (McGregor, 2012). Maggs-Kölling ve Christiansen (2003) Namibya yerel çeşitleri ile yaygın olarak yetiştirilen kültür çeşitlerini (Congo, Sweet Princess, Crimson Sweet) morfolojik özellikleri açısından karşılaştırdıkları çalışma sonucunda yerel çeşitlerin bitki vigoru, dayanıklılık ve tohum karakterlerinin ıslah açısından önemli kaynaklar olabileceklerini bildirmişlerdir. Goda (2007) çalışmasında Sudan'ın batı, kuzey ve merkez bölgelerinden toplanmış 30 aksesyonun morfolojik özelliklerini incelemiş ve sonuçta incelenen aksesyonların farklı morfotiplere ayrıldığını bildirmiştir. Hakimi ve Madidi (2015) Fas yerel çeşitlerinin morfolojik

özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, yerel çeşitler arasındaki varyasyonun farklı özellikler açısından %17 ile %43 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Hindistan ve Ön Asya karpuzun ikincil gen merkezleri arasında yer almaktadır. Anadolu'yu da içine alan bu bölgelerde yapılan araştırmalarda incelenen yerel karpuz çeşitler arasında morfolojik çeşitliliğin yüksek olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Achigan-Dako vd., 2015; Choudhary, Pandey, Rao, Singh ve Sharma, 2016; Choudhary, Pandey ve Singh, 2015; Pandey vd., 2019; Singh, 2016; Singh, Singh, Sandhu ve Chunneja, 2017; Soghani, Rahimi, Nasab ve Maleki, 2018; Soltani, Ebadi, Mostoufi ve Azizzadeh, 2012).

Ülkemiz karpuz gen kaynakları açısından oldukça zengin bir bölgede bulunmaktadır. Daha önce ülkemizde yapılan çalışmalarda birçok yerel karpuz çeşidinin morfolojik karakterizasyonları gerçekleştirilmiştir (Ay ve Erkılıç, 2008; Bağ, Sarı, Solmaz, Göçmen ve Şimşek, 2017; Huh, Solmaz ve Sarı, 2008; Karıpcin, Sarı ve Kırnak, 2008, 2009, 2010; Sarı vd., 2005; Solmaz ve Sarı, 2008; Solmaz, Sarı, Kartal ve Yetişir, 2012; Süyüm, 2011; Szamosi, Solmaz, Sarı ve Bársony, 2009, 2010; Yağcıoğlu, Gülşen, Yetişir, Solmaz ve Sarı, 2016).

Ülkemizde karpuz genetik kaynaklarının morfolojik olarak tanımlanması çalışmalarının erken dönemlerinde Sarı vd. (2005) yaptıkları ön çalışmada Türkiye'nin 5 farklı bölgesinden toplanan 134 genotipin meyve ve tohum özelliklerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda ülkemizin karpuzun anavatanı olmamasına rağmen oldukça yüksek genetik çeşitliliğin gözlemlendiğini bildirmişlerdir.

Karpuzda genetik çeşitliliğin biyoteknolojik yöntemlerle araştırıldığı çalışmalar ilk olarak izoenzimlerin kullanımıyla başlamıştır. Fakat bu çalışmalarda kullanılan birçok izoenzimin karpuz için monomorfik yapıda olduğu görülmüştür. Sonraki çalışmalarda, moleküler tekniklerin ilerlemesiyle birlikte, yüksek bilgi içeriği olan RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) belirteçleri geliştirilmiş (Hashizume, Sato ve Hirai, 1993; Zhang, Rhodes ve Skorupska, 1994) ve genetik çeşitliliğin araştırılmasında kullanılmıştır (Lee, Shin, Park ve Hong, 1996; Levi vd., 2001).

Kabakgiller morfolojik olarak incelendiğinde yüksek çeşitlilik gözlenmesine rağmen, tür içinde dar bir genetik taban paylaşılmaktadır (Levi vd., 2001). Bu sebeple, çeşitliliğin belirlenmesi için moleküler belirteçlerin kullanımında polimorfizmin düşük olması sorunuyla

karşılaşılmaktadır (Levi vd., 2013). Bu zorluğun aşılabilmesi için araştırmalarda rastgele çoğaltım gerçekleştiren AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism), RAPD vb. moleküler belirteçler yerine spesifik çoğaltım sağlayan EST (Expressed Sequence Tags), HFO-TAG (High Frequency Oligonucleotides: Targeting Active Gene), SSR (Simple Sequence Repeats: basit dizi tekrarları) gibi belirteçlerin kullanımı önerilmiştir (Levi vd., 2006). SSR belirteçleri bu amaçla kullanılmaya oldukça uygun, genomun spesifik bölgelerinin çoğaltılmasını sağlayan belirteçlerdir.

SSR belirteçleri 1-6 baz çifti uzunluğu arasında DNA dizileri tekrarları içermekte ve bu diziler rastgele dağılmış bir şekilde tüm prokaryotik ve ökaryotik canlıların gen kodlayan veya kodlamayan genom bölgelerinde bulunabilmektedir (Zane, Bargelloni ve Patarnello, 2002). SSR belirteçleri yüksek tekrarlanabilirliği, eş-baskın kalıtımı, bitki genomlarında fazla sayıda bulunmaları ve sadece hedef DNA bölgelerini belirlemesi gibi üstün özellikleri nedeniyle DNA belirteçleri arasında en çok tercih edilen belirteçlerdendir. Günümüzde birçok kültür bitki türü için SSR belirteçleri geliştirilmiş ve bu belirteçler geliştirildiği türde genetik çeşitliliği belirleme, genom haritalama, MAS (Belirteç Yardımıyla Seleksiyon) gibi genetik ve ıslah çalışmalarında kullanım alanı bulmaktadır.

Belirteç yardımıyla seleksiyon, genom hakkında geniş bilgi sahibi olunan domates, kavun gibi türlerde etkin olarak kullanılmaktadır. MAS genomda yerleri belirlenmiş, majör ya da minör etkili poligenler ile tekli genlere yakından bağlı olan moleküler belirteçler yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Karpuzda tarımsal açıdan önem arz eden meyve özellikleri ile ilgili genler, çiçeklenme zamanı ve çiçek oluşumuyla ilgili genler ve bazı hastalık ve zararlılara dayanıklılık ile ilgili genler tespit edilmiş olsa da kuraklık, tuzluluk gibi abiyotik stres koşullarına dayanıklılık ve bunları kontrol eden genlerle ilgili çalışmalar daha sınırlı kalmıştır.

Solmaz, Sarı, Aka-Kaçar ve Yalçın-Mendi (2010) yaptıkları çalışmada RAPD belirteçleri kullanarak farklı yerel karpuz genotiplerinin moleküler karakterizasyonlarını gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda araştırılan genotipler arasında genetik çeşitliliğin düşük olduğunu bildirmişlerdir. Yine Solmaz, Sarı ve Aka-Kaçar (2013) Çukurova Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü karpuz genetik kaynak koleksiyonunda yer alan toplam 93 genotip arasındaki genetik çeşitlilik SSR ve SRAP belirteçleri ile değerlendirmişlerdir. Araştırmada, 14 SSR primeri ve 31 SRAP primer kombinasyonu kullanılmış, en yüksek polimorfizm oranı, %100 ile SSR markörlerinden elde edilmiş ve bunu %97,3 ile SRAP

markörlerinin izlediği belirlenmiştir. Moleküler karakterizasyon sonucu elde edilen verilerle yapılan kümeleme analizlerine göre Türkiye'nin değişik bölgelerinden toplanan *Citrullus lanatus* var. *lanatus* alt türüne ait karpuz genotiplerinin genetik olarak birbirine yakın olduğu ve birlikte kümelendiğini bildirmişlerdir.



### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

Tez çalışması kapsamında morfolojik ve moleküler karakterizasyonları yapılan yerel karpuz genotipleri 10 yıllık süreçte amatörce Dr. Öğr. Üyesi Serdar POLAT tarafından ülkemiz ve balkanların bir bölümünden toplanan ve bunların yanında USDA'dan temin edilen genotipler içeren koleksiyondan sağlanmıştır

#### **3.2. Yöntem**

##### **3.2.1. Morfolojik Karakterizasyonların Yapılması**

Morfolojik karakterizasyonların yapılmasında UPOV tarafından karpuz için yayınlanmış olan [TG/142/5 (proj.1)] numaralı “Çeşitlilik, Üniformite ve Durgunluk Test Yönergesinden faydalanılmıştır (UPOV, 2013). Yönergede kıyaslama için önerilen çeşitlerin bazı özellikleri Çizelge 3.1’de sunulmuştur.

Çizelge 3.1. UPOV yönergesinde bildirilen örnek çeşitler

Çeşit Adı	Çeşit Özellikleri
All Sweet	Dar eliptik, 11-16 kg meyve, açık yeşil üzerine koyu yeşil çizgili meyve kabuğu, kırmızı meyve eti
Asahi Miyako Hybrid	Yuvarlak, 2,5-5 kg meyve, yeşil üzerine koyu yeşil çizgili meyve kabuğu, pembemsi kırmızı meyve eti
Ashai Yamato	Yuvarlak, 6-8 kg meyve, açık yeşil meyve kabuğu, pembe meyve eti rengi
Augusta	Geniş eliptik, 6-10 kg meyve, koyu yeşil meyve kabuğu, kırmızı meyve eti rengi
Betica	Yuvarlak, 5-6 kg meyve, koyu yeşil meyve kabuğu, koyu kırmızı meyve eti rengi
Bibo	Geniş eliptik, 2-3 kg meyve, yeşil üzerine koyu yeşil çizgili, kırmızı meyve eti rengi
Boston	Yuvarlak, 4-5 kg meyve, açık yeşil üzerine koyu yeşil çizgili, kırmızı meyve eti rengi
Camillia	Geniş eliptik, 4-8 kg meyve, çok açık yeşil üzerine yeşil çizgili, kırmızı meyve eti rengi
Charleston Gray	Dar eliptik, 10-12 kg meyve, çok açık yeşil üzerine yalnızca damarlar, pembemsi kırmızı meyve eti rengi
Cobb's Gem	Geniş eliptik, 50 kg'a ulaşabilen meyve, açık yeşil üzerine koyu yeşil çizgili, kırmızı meyve eti rengi
Cole's Early	Eliptik, 8-10 kg meyve, Koyu yeşil üzerine açık yeşil çizgili, kırmızı meyve eti rengi
Congo	Dar eliptik, 10-20 kg meyve, yeşil üzerine koyu yeşil çizgili, kırmızı meyve eti rengi
Crimson Glory	Yuvarlak, 5-6 kg meyve, açık yeşil üzerine koyu yeşil çizgili, kırmızı meyve eti rengi
Crimson Sweet	Geniş eliptik, 9-10 kg meyve, açık yeşil üzerine yeşil çizgili, pembemsi kırmızı meyve eti rengi
Crisby	Eliptik, 7-10 kg meyve, koyu yeşil üzerine açık yeşil çizgili, pembemsi kırmızı meyve eti rengi
Dixie Lee	Geniş eliptik, 10-12 kg meyve, koyu yeşil üzerine açık yeşil çizgili, kırmızı meyve eti rengi
Estel	Geniş eliptik, 4-6 kg meyve, açık yeşil üzerine koyu yeşil çizgili, kırmızı meyve eti rengi
Fabiola	Yuvarlak, 6-8 kg meyve, koyu yeşil meyve kabuğu, kırmızı meyve eti rengi
Florida Giant	Yuvarlak, 10-20 kg meyve, koyu yeşil meyve kabuğu, pembe meyve eti rengi
Fumin	Geniş eliptik, 9-10 kg meyve, koyu yeşil meyve kabuğu, kırmızı meyve eti rengi
Furia	Eliptik, 8-10 kg meyve, yeşil üzerine koyu yeşil çizgili, kırmızı meyve eti rengi
Jenny	Eliptik, 3,5 kg meyve, açık yeşil üzerine koyu yeşil çizgili, kırmızı meyve eti rengi, tozlayıcı
Jubilee	Dar eliptik, 10-18 kg meyve, açık yeşil üzerine koyu yeşil çizgili, pembe meyve eti rengi
Karistan	Yuvarlak, 6-14 kg meyve, koyu yeşil üzerine açık yeşil çizgili, koyu kırmızı meyve eti rengi
Kurobe	Dar eliptik, 6-10 kg meyve, açık yeşil üzerine koyu yeşil çizgili, pembe meyve eti rengi
Napsugar	Eliptik, 6-8 kg meyve, çok açık-açık yeşil meyve kabuğu, sarı meyve eti rengi
New Hampshire Midget	Yuvarlak, 2 kg meyve, açık yeşil üzerine yeşil çizgili, pembe meyve eti rengi
Odem	Eliptik, 9-12 kg meyve, koyu yeşil meyve kabuğu, kırmızı meyve eti rengi
Ovation	Yuvarlak, 7-8 kg meyve, yeşil üzerine koyu yeşil çizgili, sarı meyve eti rengi
Petite Perfection	Yuvarlak, 3-4 kg meyve, yeşil üzerine açık yeşil çizgili, pembe meyve eti rengi
Picnic	Yuvarlak, 6-8 kg meyve, koyu yeşil meyve kabuğu, pembe meyve eti rengi
Red Star	Yuvarlak, 4-8 kg meyve, koyu yeşil meyve kabuğu, kırmızı meyve eti rengi
Sangria	Dar eliptik, 9-12 kg meyve, koyu yeşil üzerine açık yeşil çizgili, kırmızı meyve eti rengi
SP 1	Geniş eliptik, 2 kg meyve, grimsi yeşil meyve kabuğu, beyaz meyve eti rengi, tozlayıcı
SP 4	Yuvarlak, 2 kg meyve, yeşil meyve kabuğu, beyaz meyve eti rengi, tozlayıcı
Starlich	Eliptik, 5-8 kg meyve, açık yeşil üzerine koyu yeşil çizgili, pembemsi kırmızı meyve eti rengi
Sugar Baby	Yuvarlak, 2-5 kg meyve, koyu yeşil meyve kabuğu, kırmızı meyve eti rengi
Taiyo	Yuvarlak, 1-2 kg, sarı meyve kabuğu, pembemsi kırmızı meyve eti rengi
Tri x Palomar	Yuvarlak, 2-3 kg meyve, açık yeşil üzerine yeşil çizgili, pembe meyve eti rengi
Valdoria	Yuvarlak, 3-5 kg meyve, çok koyu yeşil meyve kabuğu, pembemsi kırmızı meyve eti rengi
Yellow Baby	Geniş eliptik, 3,5-4,5 kg meyve, açık yeşil üzerine yeşil çizgili, kırmızı meyve eti rengi
Wanli	Yuvarlak, 2 kg meyve, koyu yeşil meyve kabuğu, beyaz meyve eti rengi























### 3.2.1.1. Tohum Ölçümleri

Genotipler arasında bir ön elemanın yapılabilmesi için ilk yıl mevcut 153 genotipin tohumlarında uzunluk, genişlik, uzunluk/genişlik oranı, testa alt rengi, testa üst rengi, testa alt ve üst renk ilişkisi ve hilum çıkıntısı özellikleri göz önüne alınarak morfolojik karakterizasyon gerçekleştirilmiştir. Bu ölçümler çalışmanın sonraki yıllarında ilk yıl seçilen genotipler ve onların melezleri için de tekrarlanmıştır.

Çalışmada UPOV tarafından belirtilen 5 temel özellik; uzunluk/genişlik oranı, testa alt rengi, testa üst rengi, testa alt ve üst renk ilişkisi ve hilum çıkıntısı özellikleri skalar olarak belirlenmiştir. Bunlara ek olarak uzunluk ve genişlik ölçümleri metrik olarak alınmıştır. Tohumlarda incelenen özelliklerin skala değerleri Çizelge 3.2’te belirtildiği gibidir (UPOV, 2013). Tohum ölçümlerinde uzunluk ve genişlik ölçümleri her genotip ya da melez için 100’er tohumda, diğer özelliklerin gözlemleri ise 10’ar tohum üzerinde gerçekleştirilmiştir.




Çizelge 3.2. Tohumlarda incelenen morfolojik özellikler

Özellik	Skala Değerleri						
Uzunluk/Genişlik Oranı	 1 (Çok Düşük) (Wanli)		 3 (Orta)			 5 (Çok Yüksek)	
Testa Alt Rengi	 1 (Beyaz)	 2 (Krem) (Kurobe)	 3 (Yeşil)	 4 (Kırmızı) (Red Citron)	 5 (Kızıl Kahve)	 6 (Kahverengi) (Sugar Baby)	 7 (Siyah) (Yamato Cream)
Testa Üst Rengi	 1 (Yok)				 9 (Var) (Charleston Gray)		
Testa Alt ve Üst Renk İlişkisi	 1 (Çok Az)	 3 (Az) (Sugar Baby)	 5 (Orta) (Crimson Sweet)	 7 (Geniş) (Furia)	 9 (Çok Geniş) (Starlich)		
Hilum Çıkıntısı	 1 (Yok ya da Zayıf)		 2 (Orta) (Kurobe)			 3 (Güçlü)	

### 3.2.1.2. Kotiledon Ölçümleri

Kotiledon ölçümleri fide yetiştirme aşamasında, kotiledon yaprakların gelişimlerini tamamladıkları dönemde gerçekleştirilmiştir. Fidelerde kotiledon büyüklüğü, şekli ve yeşil rengin yoğunluğu gözlenmiştir. İncelenen morfolojik özelliklerin skala değerleri Çizelge 3.3'te gösterilmiştir (UPOV, 2013). Fidelerde yapılan gözlemler her genotip ya da melez için 10'ar fide üzerinde gerçekleştirilmiştir.

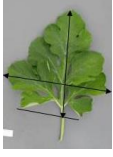








Çizelge 3.3. Fidelerde incelenen morfolojik özellikler ve skala değerleri

Özellik	Skala Değerleri		
Kotiledon Büyüklüğü	3 (Küçük) ( <i>Crimson Glory</i> )	5 (Orta) ( <i>Crisby</i> )	7 (Büyük) ( <i>Farao</i> )
Kotiledon Şekli	 3	 5 ( <i>Crimson Sweet</i> )	 7 ( <i>Farao</i> )
Yeşil Rengin Yoğunluğu	1 (Hafif)	3 (Orta) ( <i>Jenny</i> )	5 (Koyu)

### 3.2.1.3. Yaprak Ölçümleri

Yaprak ölçümleri bitkide meyve gelişimleri tamamlanmadan önce, ana gövde üzerinde gelişimini tamamlamış 10. ve 15. yapraklar arasından seçilen yapraklarda yapılmıştır. Yapraklarda uzunluk, genişlik ve sap uzunluğu özellikleri metrik olarak ölçülmüştür. Bunlarla beraber uzunluk/genişlik oranı, renk, lobluluk derecesi, yaprak kıvrıcıklığı ve damar rengi özelliklerine ait gözlemler de UPOV yönergesine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. İncelenen morfolojik özelliklere ait skala değerleri Çizelge 3.4'te gösterilmiştir (UPOV, 2013). Yapraklarda yapılan ölçüm ve gözlemler her genotip ya da melez için 3'er bitki üzerinde ve her bitkide 5'er yaprak üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.4. Yapraklarda incelenen morfolojik özellikler ve skala değerleri

Özellik	Skala Değerleri			
Yaprak Büyüklüğü	1 (Küçük) ( <i>SP 1</i> )	3 (Orta) ( <i>Sugar Baby</i> )		5 (Büyük) ( <i>Kurobe</i> )
Uzunluk/Genişlik Oranı	 1	 2 ( <i>Sugar Baby</i> )		 3 ( <i>Kurobe</i> )
Renk	1 (Sarımsı Yeşil)	2 (Yeşil) ( <i>Crimson Sweet</i> )	3 (Griimsi Yeşil) ( <i>Sugar Baby</i> )	4 (Mavimsi Yeşil) ( <i>SP 4</i> )
Lobluluk Derecesi	1 ( <i>Sunshade</i> )	 3 ( <i>Karistan</i> )	 5 ( <i>Crimson Sweet</i> )	 7
Yaprak Kıvrıcıklığı	 1 ( <i>Estel</i> )	 2		 3 ( <i>Klondike Striped II</i> )
Damar Rengi	1 (Yeşil) ( <i>Asahi Yamato</i> )		2 (Sarı) ( <i>Taiyo</i> )	

#### 3.2.1.4. Meyve Ölçümleri

Meyve ölçümleri gelişimini tamamlamış ilk olgun meyvelerde gerçekleştirilmiştir. Meyvelerde incelenen morfolojik özelliklere ait skala değerleri Çizelge 3.5’de gösterilmiştir (UPOV, 2013). Meyve ölçümleri her genotip ya da melez için 3’er meyve üzerinden gerçekleştirilmiştir.

#### 3.2.1.5. Morfolojik Karakterizasyon İstatistik Analizleri

Çalışmada incelenmek üzere genotiplerin seçiminde skala değerlerinden elde edilen skorlar ile ölçümlerden elde edilen veriler STATISTICA v.12 ve R istatistik programları varyans, kümeleme ve faktör analizleri gerçekleştirildi. Kümeleme analizi Ward metodu (en

küçük varyans) ile R istatistik programı (3.3.2 "Sincere Pumpkin Patch") kullanılarak yapılmıştır.

Toplanan tüm veriler öncelikle Ward metoduna göre ön yüklenmiş p değerleri ile hiyerarşik kümeleme analizi (Ward Hierarchical Clustering with Bootstrapped p values) yapılmıştır. Temel bileşenler analizi (PCA) R istatistik programında FactoMiner kütüphanesi kullanılarak yapılmıştır (Lê, Josse ve Husson, 2008). Temel bileşenler analizi SPSS paket istatistik programı ile tekrarlanarak doğrulanmıştır. Bunlarla beraber veriler üzerinde t testi, Pearson Chi-squared testi ve Kruskal-Wallis rank sum testi gerçekleştirilmiştir.

Seçilen genotiplerde morfolojik karakterizasyon için elde edilen skorlar ile ölçümlerden elde edilen veriler STATISTICA v.12 ve R istatistik (Lê vd., 2008) programları ile varyans, kümeleme ve faktör analizleri gerçekleştirilmiştir. Kümeleme analizi Ward metodu (en küçük varyans) ile R istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. Hipotez kontrolü için Pearson's-Chi Square, Kruskal-Wallis rank sum ve t testleri kullanılmıştır.

Çizelge 3.5. Meyvelerde incelenen morfolojik özellikler ve skala değerleri

Özellik	Skala Değerleri	Özellik	Skala Değerleri	Özellik	Skala Değerleri
<b>Meyve Büyüklüğü</b>	1- (Çok Az) ( <i>New Hampshire Midget</i> ) 2- (Çok Azdan Aza) ( <i>Petite Perfection</i> ) 3- (Az) 4- (Azdan Ortaya) ( <i>Sugar Baby</i> ) 5- (Orta) ( <i>Boston</i> ) 6- (Ortadan Yüksekçe) ( <i>Crimson Sweet</i> ) 7- (Yüksek) ( <i>Fabiola</i> ) 8- (Yüksekten Çok Yüksekçe) ( <i>Jubilee</i> ) 9- (Çok Yüksek) ( <i>Florida Giant</i> )	<b>Dip Basıklığı</b>	1- (Yok ya da Çok Yüzeysel) 2- (Yüzeysel) ( <i>Valdoria</i> ) 3- (Orta) ( <i>Fumin</i> ) 4- (Derin) ( <i>Cobb's Gem</i> )	<b>Alt Parçanın Şekli</b>	1- (Küt) 2- (Kütten Yuvarlağa) 3- (Yuvarlak) ( <i>Sugar Baby</i> ) 4- (Yuvarlaktan Sivriye) 5- (Sivri)
<b>Boyuna Kesitin Şekli</b>	1- (Dairesel) ( <i>Camilla</i> ) 2- (Geniş Eliptik) ( <i>Fumin</i> ) 3- (Orta Eliptik) ( <i>Kurobe</i> ) 4- (Dar Eliptik) ( <i>Charleston Gray</i> )	<b>Kabuk Alt Rengi</b>	1- (Sarı) ( <i>Taiyo</i> ) 2- (Çok Açık Yeşil) 3- (Çok Açıktan Açık Yeşile) ( <i>Napsugar</i> ) 4- (Açık Yeşil) 5- (Açık Yeşilden Yeşile) 6- (Yeşil) ( <i>Ovation</i> ) 7- (Yeşilden Koyu Yeşile) ( <i>Odem</i> ) 8- (Koyu Yeşil) ( <i>Sugar Baby</i> ) 9- (Koyu Çok Koyu Yeşile) ( <i>Augusta</i> ) 10- (Çok Koyu Yeşil)	<b>Kabuk Çizgilerinin Sıklığı</b>	1- (Belirsiz ya da Çok Zayıf) ( <i>Napsugar</i> ) 2- (Zayıf) 3- (Orta) ( <i>Crimson Sweet</i> ) 4- (Güçlü) ( <i>Tri x Palomar</i> ) 5- (Çok Güçlü)

Çizelge 3.5. Meyvelerde incelenen morfolojik özellikler ve skala değerleri (devam)

Özellik	Skala Değerleri	Özellik	Skala Değerleri	Özellik	Skala Değerleri
<b>Sap Basıklığı</b>	1-(Yok) 2- (Yüzeysel) ( <i>Yellow Baby</i> ) 3- (Orta) 4- (Derin) ( <i>À graine rouge à confire à chair verte</i> )	<b>Çizgi Genişliği</b>	1- (Çok Dar) ( <i>SP 4</i> ) 3- (Dar) ( <i>Boston</i> ) 5- (Orta) ( <i>Crimson Sweet</i> ) 7- (Geniş) ( <i>Sangria</i> ) 9- (Çok Geniş) ( <i>All Sweet</i> )	<b>Çizgilerin Belirginliği</b>	1- (Belirsiz ya da Az Belirgin) ( <i>Augusta</i> ) 2- (Zayıf) ( <i>Odem</i> ) 3- (Orta) ( <i>Tri x Palomar</i> ) 4- (Güçlü) ( <i>Jenny</i> ) 5- (Çok Güçlü)
<b>Çizgi Deseni</b>	1- (Tek Renk) ( <i>Congo</i> ) 2- (Tek Renk ve Damarlar) ( <i>Tri x Palomar</i> ) 3- (Tek Renk, Damarlar ve Ebruli) ( <i>Boston</i> ) 4- (Tek Renk ve Ebruli) ( <i>Jenny</i> ) 5- (İki Renk, Damarlar ve Ebruli) ( <i>Crisby</i> ) 6- (Yalnızca Damarlar)	<b>Ana Çizgi Rengi</b>	1- (Sarı) 2- (Çok Açık Yeşil) 3- (Açık Yeşil) 4- (Yeşil) 5- (Koyu Yeşil) 6- (Çok Koyu Yeşil)	<b>Çizgilerin Ayrımı</b>	1- (Dağınık) ( <i>Crisby</i> ) 2- (Orta) ( <i>Crimson Sweet</i> ) 3- (Keskin) ( <i>Jubilee</i> )

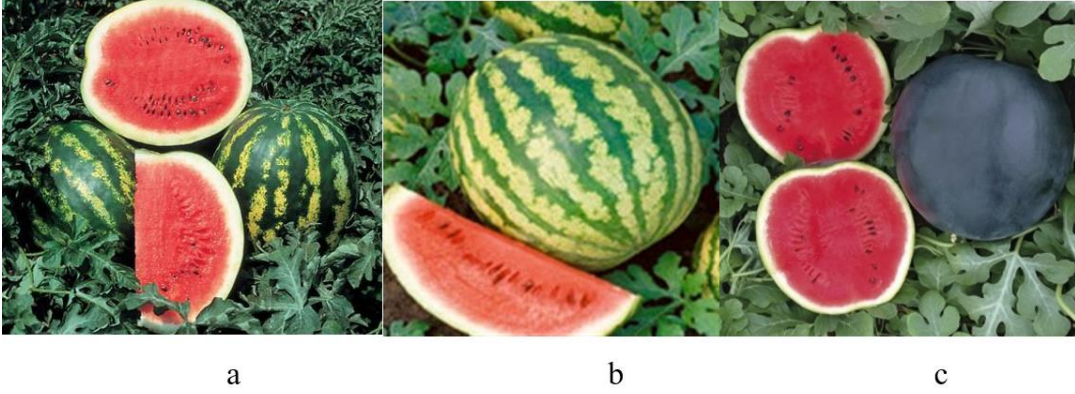
Çizelge 3.5. Meyvelerde incelenen morfolojik özellikler ve skala değerleri (devam)

Özellik	Skala Değerleri	Özellik	Skala Değerleri	Özellik	Skala Değerleri
<b>Meyve Sapı Bağlantısının Büyüklüğü</b>	1- (Küçük) ( <i>Charleston Gray</i> ) 2- (Orta) ( <i>Picnic</i> ) 3- (Geniş) ( <i>Dixie Queen</i> )	<b>Çiçek İzi Büyüklüğü</b>	1- (Küçük) ( <i>Charleston Gray</i> ) 2- (Orta) 3- (Geniş) ( <i>Tri x Palomar</i> )	<b>Dilimlenme</b>	1- (Yok ya da Belirsiz) ( <i>Sugar Baby</i> ) 2- (Zayıf) ( <i>Augusta</i> )  3- (Orta) ( <i>Asahi Miyako Hybrid</i> ) 4- (Güçlü) ( <i>Napsugar</i> )
<b>Mumsu Tabaka</b>	1- (Yok ya da Zayıf) ( <i>Betica</i> )  3- (Orta) ( <i>Sugar Baby</i> )  5- (Çok Güçlü) ( <i>Red Star</i> )	<b>Perikarp Kalınlığı</b>	1- (Çok İnce) ( <i>Bibo</i> )  3- (İnce) ( <i>Jenny</i> )  5- (Orta) ( <i>Sugar Baby</i> )  7- (Kalın) ( <i>Crimson Sweet</i> )  9- (Çok Kalın) ( <i>Coles Early</i> )	<b>Meyve Rengi</b>	1- (Beyaz) ( <i>SP 4</i> ) 2- (Sarı) ( <i>Napsugar</i> ) 3- (Turuncu) ( <i>Kaho</i> ) 4- (Pembe) 5- (Pembemsi Kırmızı) ( <i>Crimson Sweet</i> ) 6- (Kırmızı) ( <i>Sugar Baby</i> ) 7- (Koyu Kırmızı) ( <i>Dixie Lee</i> )

### 3.2.1.6. Melezlemelerin Yapılması

Çalışmada incelenen melezler 2018 yılı vejetasyon döneminde yapılmıştır. Melezlemelerin yapılması için bölgede yetiştiriciliği de yapılan Crimson Sweet, Galaxy ve Washington standart çeşitleri ana olarak kullanılmak üzere seçilmiştir (Şekil 3.1).

Crimson Sweet meyveleri yuvarlak, çizgili kabuklu, meyve eti pembemsi kırmızı, kabuk kalınlığı orta, vigoru yüksek, meyveleri 9-11 kg aralığında olan, verimli bir çeşittir. Galaxy meyveleri yuvarlak, çizgili kabuklu, meyve eti kırmızı, kabuğu kalın ve çatlamaya dayanıklı, vigoru yüksek, meyveleri 8-12 kg aralığında olan, verimli bir çeşittir. Washington meyveleri yuvarlak, koyu yeşil çizgisiz kabuklu, meyve eti kırmızı, kalın kabuklu, vigoru yüksek, meyveleri 4-6 kg aralığında olan verimli bir çeşittir.



Şekil 3.1. Çalışmada ana olarak kullanılan standart çeşitler

*a; Crimson Sweet, b; Galaxy, c; Washington*

Ana olarak kullanılan çeşitlerin dişi çiçekleri ile incelenen genotiplerin erkek çiçeklerinin aynı dönemde fertil olabilmesi için ana çeşitler incelenen genotiplerden 2 hafta önce 10 Nisan 2018’de viyollere tohum ekimi gerçekleştirildi. Genotiplerde tohum ekimi 24 Nisan 2018 tarihinde gerçekleştirildi. Tüm bitkiler için göz hacmi 150 ml olan 28 gözlü viyoller ve yetiştirme ortamı olarak Klasman Potgrond H torf kullanıldı (Şekil 3.2).





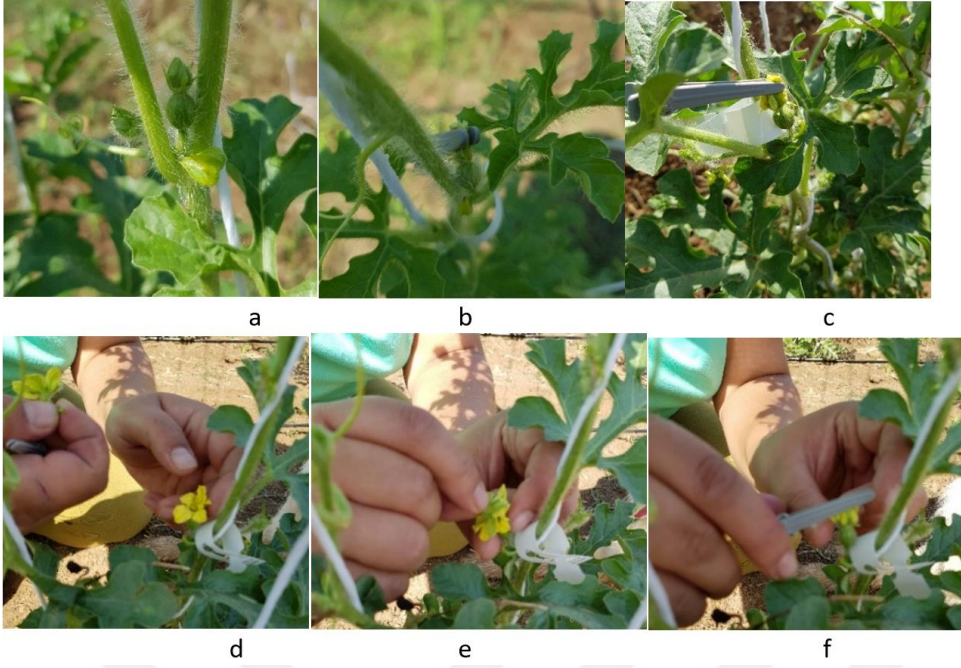
Şekil 3.2. Melezleme işlemleri için fidelerin yetiştirilmesi

Dikim öncesi toprak hazırlığı sırasında 25 kg/da Amonyum Sülfat ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ve 15 kg/da DAP (Diamonyum Fosfat) taban gübrelemesi yapıp toprağa karıştırıldı (Şalk vd., 2008). Mayıs ayında 3 gerçek yapraklı olduğu dönemde yüksek tünellere fide dikimi gerçekleştirildi. Ana çeşitler ve baba genotipler aralarında olabilecek kontrolsüz tozlanmanın engellenmesine yardımcı olması için iki ayrı yüksek tünelde yetiştirildi. Bitkilerde ana gövdenin uzamasıyla beraber haziran ayının ikinci haftasında bitkilerde askıya alma işlemleri gerçekleştirildi ve meyve tutumu gerçekleşene kadar bitkiler askıda tutuldu (Şekil 3.3).

Temmuz ayının başında karpuzlarda çiçeklenmenin başlamasıyla dönem boyunca ana çeşitlerde düzenli olarak her gün erkek çiçekler kopartıldı, dişi çiçekler ise her kolda 2 adet olacak şekilde izolasyon mandallarıyla kapatıldı ve geri kalan dişi çiçekler kopartıldı. Melezleme işlemleri 1 ay boyunca gün doğumunu takiben (sabah saat 04.00-08.00 arasında) yapılmaya başlandı ve tünel içerisinde sıcaklık yükselip stil uçları kurumadan önce tamamlandı (Şekil 3.4). Tüm ana çeşitlerde izolasyon altına alınan çiçekler her baba ebeveyn için 3 çiçekte olmak üzere tozlanarak melezleme işlemleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.3. Fide dikimi ve bitkilerin askıya alınması

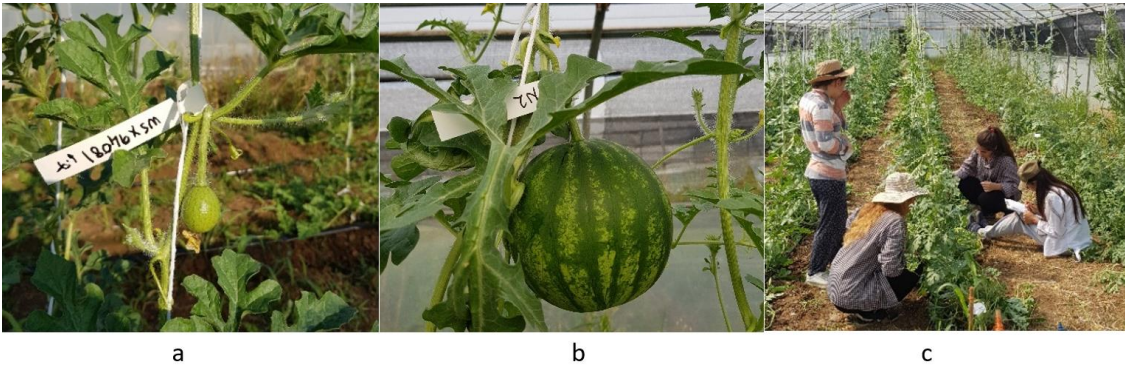


Şekil 3.4. Melezlemelerin yapılışı

a; izolasyona alınacak çiçeklerin belirlenmesi, b; izolasyonun yapılması, c; olgunlaşmış dişi çiçek, d; melezleme öncesi, e; tozlanmanın yapılması, f; tozlama işlemi sonrası izolasyon

### 3.2.1.7. Kültürel İşlemler, Hasat ve Tohum Eldesi

Melezleme işlemleri sonrasında meyveler olgunlaşana kadar yüksek tünellerde yetiştirme teknikleri (damla sulama, yabancı ot mücadelesi vb.) Şalk vd. (2008)'e göre uygulandı. Vejetasyon süresi boyunca genotiplerde morfolojik özelliklerin gözlemleri gerçekleştirildi (Şekil 3.5). Meyvelerin olgunlaşması Şalk vd. (2008) bildirildiği gibi belirlenmiş ve olgunlaşmış meyveler tek tek etiketlenerek hasatları gerçekleştirildi ve laboratuvara taşındı. Etiketlenmiş meyvelerden elde edilen tohumlar temizlenip kurutuldu ve sonrasında paketlenip 4-8°C'de muhafazaya alındı (Şekil 3.6).



Şekil 3.5. Meyve tutumu ve morfolojik özelliklerin ölçümleri

a; meyve tutumu sonrası, b; meyve büyümesi, c; morfolojik ölçümlerin alınması





Şekil 3.6. Kültürel işlemler, hasat ve tohum eldesi  
a; yabancı ot temizliği, b; hasat edilmiş meyveler, c; tohumların kurutulması

### 3.2.2. Moleküler Karakterizasyonların Yapılması

#### 3.2.2.1. DNA izolasyonu ve PCR Amplifikasyonları

DNA izolasyonları için yaprak örnekleri genotiplerin fideleri ilk iki gerçek yapraklarını çıkardıktan sonra bu yapraklardan alınmıştır. Yapraklar steril bisturi ile parçalanıp taze şekilde kullanılmıştır (Şekil 3.7). İzolasyon işlemleri Doyle ve Doyle (1990) bitki DNA izolasyonu protokolü baz alınarak gerçekleştirilmiştir. İzolasyon sırasında kullanılan kimyasal malzemeler Çizelge 3.6’de görüldüğü gibidir.

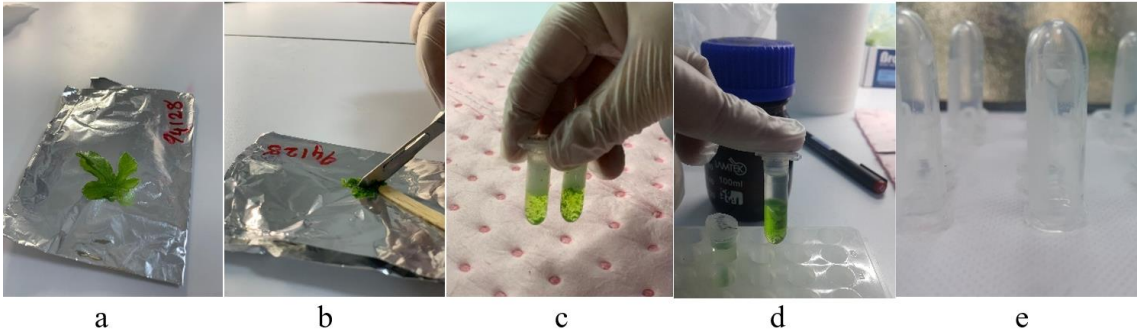
Çizelge 3.6. DNA izolasyonunda kullanılan çözeltilerin kimyasal içerikleri

EB (Ekstraksiyon Tamponu)	% 1	CTAB	
	10 mM	EDTA Disodium Ethylenedinitrilo Tetraacetate Dihydrate	pH 8,0
	50 mM	Tris-Cl	pH 8,0
	700 mM	NaCl	
	% 1	β-mercaptoethanol	
CO	24:1 (v/v)	Kloroform:Oktanöl	
CTAB	% 10 (w/v)	Cetyltrimethyl ammonium bromide	
NaAc	3M		pH 5,2
Etanol	Absolü %96 (v/v) %70 (v/v)		
RNase	10mg/ml		
TE (Tris-EDTA Tamponu)	1 M	Tris-Cl	pH 8,0
	0,5 M	EDTA	pH 8,0

Uygulamanın adımları aşağıdaki gibidir;

1. Taze yaprak örnekleri bisturi ile parçalandı.
2. Örnekler 2 ml’lik tüplere konulup üzerlerine 1ml EB eklendi.

3. Tüpler 65° C’de 30 dakika sıcak su banyosunda tutuldu ve bu süre içerisinde 10 dakikada bir çıkartılarak birkaç saniye vortekslendi.
4. Sıcak su banyosundan çıkartılan tüpler oda sıcaklığına geldikten sonra üzerlerine 1ml CO (24:1) eklendi ve tekrar birkaç saniye vortekslendi.
5. Tüpler 10 dakika boyunca 14000 rpm’de santrifüjde tutuldu.
6. Santrifüj işlemi sonrasında tüplerde ayrılan 3 fazdan en üstteki likit faz yeni tüpe aktarıldı ve üzerine 100 µl %10 CTAB ve 1ml CO eklenerek tekrar karıştırıldı.
7. Örnekler tekrar santrifüje konup 10 dakika boyunca 14000 rpm’de tutuldu.
8. Santrifüj işlemi sonrasında yine en üstteki likit faz yeni tüpe aktarıldı ve üzerine 100 µl 3M NaAc ve 1 ml Etanol (absolü) eklenerek 1 gece -20°C’de tutuldu.
9. Ertesi gün örnekler 10 dakika boyunca 14000 rpm’de santrifüjde tutuldu.
10. Santrifüj sonrasında oluşan pellet düşürülmesen tüplerin içleri boşaltıldı.
11. Pellet üzerine 1ml Etanol (absolü) eklenerek tekrar 10 dakika boyunca 14000 rpm’de santrifüjde tutuldu.
12. Santrifüj sonrasında tüpler tekrar boşaltılıp pellet üzerine 1ml %70 Etanol eklendi ve tekrar 10 dakika boyunca 14000 rpm’de santrifüjde tutuldu.
13. Santrifüj sonrasında son olarak tekrar boşaltılan tüpler yaklaşık 20 dakika boyunca kurumaya bırakıldı.
14. Kurutma işlemi sonrasında pelletler üzerine 100µl TE eklendi ve pelletlerin erimesi sağlandı.

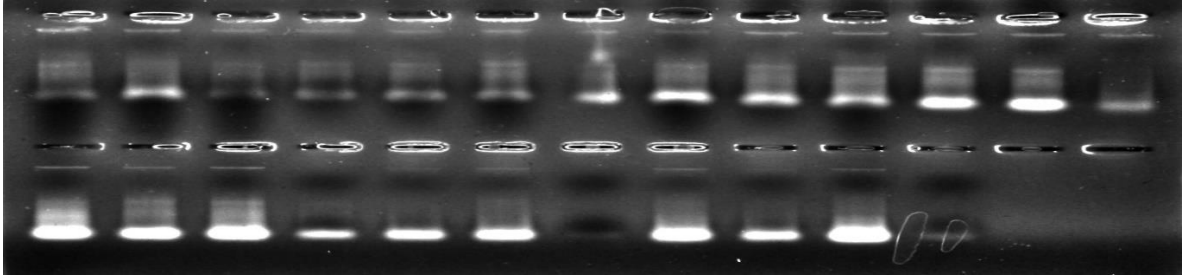


Şekil 3.7. DNA izolasyon çalışmalarından görüntüler

a; taze yaprak örneği, b; örneğin parçalanması (1. Adım), c; vortekleme sonrası örnekler (3. Adım), d; örneklerdeki faz ayrımı (6. Adım), e; pelletlerin kurutulması (13. Adım)

DNA’lar elde edildikten sonra Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Laboratuvarlarında bulunan NanoDrop 1000 Spectrophotometer V3.7 cihazı (Thermo Fisher Scientific, Delaware, ABD) ile DNA miktarları belirlenmiş, %1’lik 1X TBE (%10,8 Tris Base

(w/v), %5,5 Borik Asit (w/v), %4 0,5 M EDTA pH 8,0 (v/v)) agaroz jelde yürütülerek DNA kaliteleri kontrol edilmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. İzole edilmiş DNA'ların elektroforez görüntüleri

DNA izolasyonu sonrasında miktarları belirlenen örneklerden bir kısmı stok olarak ayrıldıktan sonra kalan miktarlar 50 ng/ml olacak şekilde TE içerisinde seyreltilip PCR reaksiyonlarında kullanıma hazır hale getirilmiştir.

Tez çalışmasında kullanılmak üzere Reddy vd. (2014) tarafından geliştirilmiş 4 SSR belirteci, Joobeur vd. (2006) tarafından geliştirilen ve Gama, Santos, Dias, Alves, vd. (2015) tarafından tekrar incelenmiş 2 SSR belirteci, Dou vd. (2018) tarafından geliştirilen 1 SSR belirteci, yine Joobeur vd. (2006), Reddy vd. (2014) ve Guerra-Sanz (2002) tarafından geliştirilip Gama, Santos, Dias, Souza ve Queiróz (2015) tarafından tekrar incelenmiş 3 SSR belirteci ve Reddy vd. (2014) tarafından geliştirilen ve Ren vd. (2015) tarafından tekrar incelenen 3 SSR belirteci seçilmiştir (Çizelge 3.7).

Çizelge 3.7. Çalışmada kullanılan SSR belirteçleri ve ilişkilendirilen özellikler

	Belirteç Adı	5'-3' İleri Primer	5'-3' Geri Primer	Beklenen Bant Büyüklüğü (bp)
1	BVWS00358	CATTTCCGTTTCCATTTTCTTCAC	AAGTAACATCAAGCAGTTCGCCAT	160
2	BVWS01708	GGGTTTGTTTCCATTTCCT	GGAAGGGTCTGCATGTGTT	279
3	BVWS00711	TGCGACTTGAATTTCTGTC	CATCTGACAGGTCCAAGAATGA	134
4	BVWS00681	TCTTGTCGTGCAATCTCTGC	TTCAAGAAGAAAATTGGTCACCT	222
5	MCPI_05	ATTTCTGGCCCCAGTGTAAG	GAACAACGCAACCACGTATG	
6	MCPI_16	TGCTCAATCCACCCTTCTC	AAAAACAGCAACTCTCCCATC	
7	MCPI-11	GAGCAGGGGAGAAGGAAAAC	CCAGTAGCTTTTCCGATGC	241
8	CYSTSIN	ATTTTCTTGCTTCAAATGGA	ATAAGCAAAAGCATCGAAAAG	118
9	BVWS02441	GCAAAATGCAACTGTTTATCG	CCATTATGATTTCAATCAATCTCC	232
10	SNP02	TGCATGATGAGCCTTCTTTGAA	TAGACGGGGCTCACAAGTCA	
11	BVWS02309	AATCTCCACTACAATCCACCAG	TTCCTCCAAACTCATCATTACC	149
12	BVWS01133	CATCCACCTCAAACCTTAGAAACA	TTCTATTCCCGTCATTTTCATTG	260
13	BVWS02333	GGGGGTTTTGGTTTCTTGAT	ATGATGTCACCATTACGGGG	103

PCR reaksiyonları; örnek DNA'sı ile, 0,2 µM karıştırılmış ileri ve geri primerleri, 1X reaksiyon tamponu (10 mM Tris-HCl, pH 8,2, 50 mM KCl, %0,1 Triton, 1 mg/ml BSA), 1,5

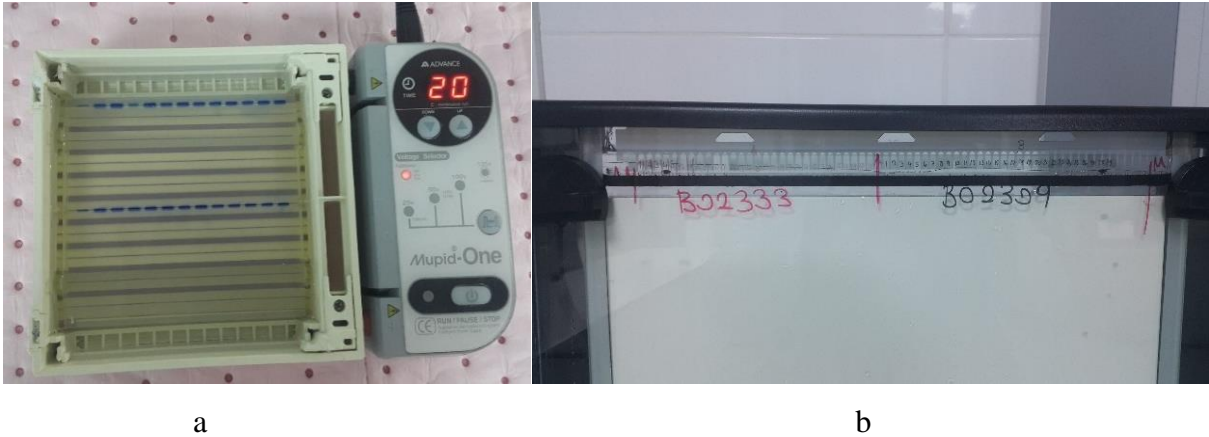
mM MgCl<sub>2</sub>, 0,2 mM dNTPmix, 1 U Taq DNA polimeraz içerecek şekilde 10 µl olarak hazırlanmış ve PCR amplifikasyonları T100 Thermal Cycler cihazında (Bio-Rad, Kaliforniya, ABD) 2 dakika 94°C, 35 döngü boyunca 94°C 30 saniye, 50-65°C 30 saniye ve 72°C 1 dakika, 72°C 10 dakika da son uzatma olarak gerçekleştirilmiştir.

### 3.2.2.2. Elektroforez ve Jel Görüntüleme İşlemleri

Jel görüntülemeleri yapılmadan önce, PCR ürünleri %1 agaroz jel elektroforezinde, 1X TBE tamponunda 100 V'da 30 dakika yürütülerek PCR reaksiyonlarının çalışıp çalışmadığı kontrol edilmiştir (Şekil 3.9a). Daha sonra görüntülemeye uygun olduğu belirlenen PCR ürünleri, SSR belirteçleri için dikey elektroforez (Kodak, Newyork, ABD) cihazında 1XTBE tampon çözelti ile %8 poliakrilamid jel (Çizelge 3.8) 15 V/cm olacak şekilde 4 saat yürütülmüştür (Şekil 3.9b). Elektroforez sonrasında jeller gümüş boyama yöntemi ile boyanarak görüntülenmiştir.

Çizelge 3.8. Poliakrilamid jel kimyasal içeriği

AB	%30	Akrilamid: Bisakrilamid (w/v)
APS	%10	Amonyum persülfat (w/v)
TBE	5X	Tris Borik Asit EDTA Tamponu (v/v)
TEMED	%0,1	Tetrametiletildiamin (v/v)



Şekil 3.9. Elektroforez işlemlerinden görüntüler  
a; yatay elektroforezde agaroz jelle yüklenmiş örnekler, b; dikey elektroforezde poliakrilamid jelle yüklenmiş örnekler

### 3.2.2.3. Genetik Çeşitliliğin Belirlenmesi

Polimorfik bilgi içeriği (PIC), bir belirtecin popülasyondaki polimorfizmi belirlemekteki değerini göstermektedir. PIC değeri bir belirtece (lokusa) ait allel sayısına ve

allellerin popülasyondaki dağılımına bağlıdır. Çalışmada kullanılacak her bir SSR lokusu için polimorfik bilgi içeriği (PIC) hesaplanmıştır (Botstein, White, Skolnick ve Davis, 1980).

Çalışmada kullanılan karpuz genotiplerinin genetik karakterizasyonu için her bir genotipte, polimorfik lokuslar ve yüzdeleri, polimorfik lokuslardaki ortalama allel sayıları hesaplanmıştır. Elde edilen ham veriler kullanılarak genetik parametrelerin istatistikî analizleri POPGENE (Version 1.32) (Yeh, Yang, Boyle, Ye ve Mao, 1997) ve GENALEX (Version 6.3) (Peakall ve Smouse, 2006) istatistik paket programları kullanılarak yapılmıştır.



#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

##### 4.1. Yerel Genotiplerde Tohumların Morfolojik Karakterizasyon ve Ebeveyn Genotiplerin Seçimi

Genotipler arasında bir ön elemanın yapılabilmesi için mevcut 153 tohumlarında UPOV (TG/142/5(proj.1)) tarafından tohumların karakterize edilmesi için belirtilen 5 temel özellik göz önüne alınarak tohumlarda morfolojik karakterizasyon gerçekleştirilmiştir (UPOV, 2013). Genotiplerden alınan ölçümler ile elde edilen skorları Çizelge 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Yerel genotiplerin tohumlarının morfolojik karakterizasyonları skor tablosu

Genotip	Uzunluk (mm)	Genişlik (mm)	Uzunluk/Genişlik Oranı	Testa Alt Rengi	Testa Üst Rengi	Testa Alt ve Üst Renk İlişkisi	Hilum Çıkıntısı
94001	13,58	7,99	3	2	9	3	2
94002	13,74	8,26	3	2	9	7	1
94003	9,83	6,30	3	2	1	1	2
94004	11,97	7,93	1	1	9	3	2
94005	11,56	7,88	1	1	7	9	1
94006	12,98	7,71	1	5	9	9	2
94007	8,90	5,91	1	5	9	7	1
94008	11,34	7,70	3	2	1	1	1
94009	13,28	8,57	5	2	9	3	1
94010	13,54	8,10	3	1	9	3	2
94011	10,96	7,18	3	5	9	3	1
94012	119,85	7,25	3	5	9	3	1
94013	11,26	7,01	5	2	1	1	1
94014	9,65	5,78	3	9	1	1	1
94015	11,36	7,37	1	5	1	3	1
94016	13,15	7,62	3	3	1	1	1
94017	13,70	8,67	3	6	1	9	1
94018	13,33	7,88	5	5	9	9	2
94019	14,80	9,25	3	1	9	3	2
94020	8,54	5,37	3	2	9	3	1
94021	8,61	5,71	3	5	9	5	2
94022	14,16	9,43	3	2	1	1	3
94023	13,89	8,61	5	2	3	3	2
94024	13,04	7,92	1	5	9	9	3
94025	10,11	6,77	3	5	9	3	1
94026	12,61	7,35	3	2	1	1	2
94027	10,86	6,69	3	1	1	1	2
94028	13,09	8,05	3	2	1	1	1
94029	12,44	8,04	1	6	9	9	2
94030	11,07	7,03	3	2	1	1	1
94031	13,33	7,32	5	5	9	7	1
94032	15,33	10,29	5	2	1	1	2



Çizelge 4.1. Yerel genotiplerin tohumlarının morfolojik karakterizasyonları skor tablosu  
(devam)

Genotip	Uzunluk (mm)	Genişlik (mm)	Uzunluk/Genişlik Oranı	Testa Alt Rengi	Testa Üst Rengi	Testa Alt ve Üst Renk İlişkisi	Hilum Çıkıntısı
94033	14,33	8,46	5	5	9	9	1
94034	12,07	7,48	3	2	9	5	1
94035	11,00	6,93	3	1	1	1	2
94036	11,05	7,06	3	2	9	9	1
94037	12,59	7,94	3	1	1	1	2
94038	9,95	6,57	3	2	9	9	1
94039	11,50	7,06	3	2	9	1	1
94040	12,44	8,08	5	2	9	5	2
94041	10,57	6,33	5	2	1	1	2
94042	10,39	5,87	5	5	9	7	1
94043	13,93	8,66	1	6	9	9	2
94044	5,60	3,31	5	2	1	1	2
94045	10,98	7,26	3	5	9	7	2
94046	10,65	6,66	1	2	9	9	1
94047	11,03	6,98	3	5	9	3	2
94048	10,85	7,19	3	2	1	1	2
94049	9,40	6,01	5	5	9	3	2
94050	13,42	8,05	1	2	9	9	1
94051	12,29	7,77	5	2	7	9	1
94052	10,20	6,64	3	1	1	1	1
94053	14,29	8,60	5	2	9	3	1
94054	13,09	8,63	5	2	1	1	2
94055	11,38	7,29	3	2	9	7	1
94056	11,05	6,80	3	2	1	1	1
94057	10,40	6,47	3	3	1	1	1
94058	12,87	8,22	3	5	9	9	2
94059	14,56	8,59	3	2	9	1	2
94060	9,84	6,12	3	1	9	3	1
94061	12,83	8,21	5	5	1	1	2
94062	10,54	6,34	3	9	1	1	1
94063	9,77	6,05	5	2	9	9	2
94064	8,87	5,73	3	2	9	3	1
94065	10,07	6,35	3	6	1	1	1
94066	11,33	7,19	3	1	9	3	1
94067	11,93	7,22	5	5	1	1	2
94068	12,62	7,70	3	9	1	1	1
94069	8,67	5,26	5	2	9	9	2
94070	13,49	7,81	3	1	1	1	1
94071	13,16	8,00	3	6	9	9	2
94072	12,60	7,59	3	3	9	9	1
94073	13,35	8,02	3	6	9	9	2
94074	10,67	6,37	3	5	9	7	1

Çizelge 4.1. Yerel genotiplerin tohumlarının morfolojik karakterizasyonları skor tablosu (devam)

Genotip	Uzunluk (mm)	Genişlik (mm)	Uzunluk/Genişlik Oranı	Testa Alt Rengi	Testa Üst Rengi	Testa Alt ve Üst Renk İlişkisi	Hilum Çıkıntısı
94075	8,30	5,39	3	5	1	9	1
94076	13,40	7,70	3	5	9	7	1
94077	9,89	6,21	3	5	9	7	1
94078	13,44	8,08	5	7	1	9	1
94079	10,00	6,05	3	5	1	1	1
94080	9,88	6,09	3	1	9	3	2
94081	10,80	6,64	3	5	9	5	1
94082	9,04	5,84	3	2	9	7	1
94083	9,94	6,82	1	2	9	3	1
94084	12,71	7,84	5	6	9	9	1
94085	8,72	5,44	3	2	9	5	1
94086	16,11	8,86	5	5	9	7	1
94087	13,20	8,03	5	6	1	7	2
94088	9,04	5,52	3	6	1	1	1
94089	9,06	5,39	5	5	9	9	1
94090	13,98	9,12	1	7	1	9	1
94091	14,63	9,19	3	3	1	9	1
94092	12,31	7,67	3	2	1	1	2
94093	11,01	6,82	3	2	9	5	1
94094	11,88	7,15	3	5	1	1	1
94095	9,65	6,41	3	2	1	1	2
94096	13,81	8,50	3	1	9	3	2
94097	9,62	6,30	3	5	9	3	1
94098	10,00	6,28	3	5	1	1	2
94099	9,79	6,41	3	2	9	3	2
94100	12,39	7,69	5	2	9	3	2
94101	12,80	7,50	5	2	1	1	1
94102	11,58	7,66	3	6	1	1	1
94103	12,53	7,89	3	2	9	3	2
94104	12,61	7,82	3	6	9	9	1
94105	11,05	7,86	3	2	1	1	2
94106	12,24	7,53	3	1	1	1	1
94107	10,23	7,17	3	7	1	1	1
94108	11,81	7,41	3	7	1	1	1
94109	10,85	6,89	3	2	1	1	1
94110	15,52	9,62	3	7	1	1	1
94111	13,00	9,00	3	2	1	1	2
94112	8,80	5,32	5	2	3	9	1
94113	8,93	5,65	3	2	9	9	1
94114	12,92	7,64	5	6	1	1	1
94115	8,10	5,40	5	3	9	5	3
94116	8,50	5,48	5	6	7	9	1
94117	8,96	5,91	5	5	5	9	1
94118	16,15	8,82	1	2	1	1	1

Çizelge 4.1. Yerel genotiplerin tohumlarının morfolojik karakterizasyonları skor tablosu (devam)

Genotip	Uzunluk (mm)	Genişlik (mm)	Uzunluk/Genişlik Oranı	Testa Alt Rengi	Testa Üst Rengi	Testa Alt ve Üst Renk İlişkisi	Hilum Çıktısı
94119	8,20	5,60	5	2	9	7	2
94120	8,04	4,95	5	6	9	7	1
94121	8,00	5,14	3	2	9	3	1
94123	11,71	7,63	3	1	1	1	1
94124	152,23	8,79	3	2	9	5	2
94125	8,50	5,20	5	2	1	1	2
94126	10,70	6,97	5	6	1	1	1
94127	8,60	5,40	5	5	9	3	1
94128	11,68	7,19	5	7	1	1	1
94129	11,05	6,30	1	5	1	1	2
94130	10,53	6,86	3	2	1	1	1
94131	9,44	6,28	3	2	1	1	1
94132	12,31	7,72	3	7	1	1	1
94133	12,80	7,90	5	2	1	1	1
94134	8,73	5,78	3	7	1	1	1
94135	11,38	7,50	3	5	9	3	1
94136	13,48	8,10	5	5	5	9	1
94137	11,60	7,67	3	5	9	9	1
94138	12,26	7,67	3	4	1	1	1
94139	11,44	7,69	3	2	9	1	1
94140	11,25	7,29	3	5	3	9	1
94141	10,37	6,39	3	2	1	1	1
94142	9,76	5,97	5	2	1	1	1
94143	10,50	6,39	3	2	1	1	1
94144	10,43	6,56	3	2	9	5	2
94145	14,62	9,11	5	2	1	1	2
94146	9,70	6,04	3	7	1	9	2
94147	13,24	6,17	5	6	9	7	1
94148	12,09	7,50	3	7	1	9	2
94149	13,15	6,23	3	2	1	1	1
94150	12,83	7,77	3	1	1	1	2
94151	13,99	9,05	1	6	9	9	2
94152	12,72	7,72	3	2	9	1	1
94153	13,93	8,98	1	1	9	7	2

Elde edilen skorlar ile R ve STATISTICA v.12 istatistik programları kullanılarak varyans, kümeleme ve faktör analizleri gerçekleştirildi. Kümeleme analizi STATISTICA v.12 paket programında Joining Single Linkage yöntemi ile Öklit Uzaklığı kullanılarak yapılmıştır.

Temel bileşenler analizi SPSS paket istatistik programı ile tekrarlanarak doğrulanmıştır. Bunlarla beraber veriler üzerinde T testi gerçekleştirilmiştir, analiz sonuçları Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Yerel genotiplerde 7 tohum özelliği için T testi sonuçları

	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata	T değeri	P değeri
<b>Uzunluk</b>	3,9736	2,0968	0,1700	23,3643	0,00
<b>Genişlik</b>	3,0657	1,3305	0,1079	28,4065	0,00
<b>Uzunluk-Genişlik Oranı</b>	3,1776	1,2185	0,0988	32,1508	0,00
<b>Tohum Kabuğunun Alt Rengi</b>	3,3684	2,0121	0,1632	20,6388	0,00
<b>Tohum Kabuğu Üst Rengi</b>	6,0000	3,8857	0,3151	19,0368	0,00
<b>Renk İlişkisi</b>	3,9210	3,1549	0,2559	15,3223	0,00
<b>Hilum Çıkıntısı</b>	1,3947	0,5293	0,0429	32,4826	0,00

Temel bileşenler analizi sonucunda elde edilen faktör haritası Şekil 4.1’de görüldüğü gibidir (Çizelge 4.3). Faktör analizi sonucunda incelenen özellikler, 2 temel bileşen (Eigen değeri>1) ile toplam varyansın %41,8425’ini açıklamıştır (Çizelge 4.4). Birinci bileşende en yüksek etkinliğe sahip özellikler tohum kabuğu üst rengi (0,82) ve renk ilişkisi (0,89) özellikleri, ikinci bileşende en yüksek etkinliğe sahip özellikler ise yine tohum kabuğu alt rengi (0,5485) ve uzunluk/genişlik oranı (0,4297) özellikleri olmuştur (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.3. Yerel genotiplerde temel bileşenler analizi sonuçları

Temel Bileşen	Eigen Değerleri	R <sup>2</sup> X	Q <sup>2</sup>	Limit	Toplam Varyans (%)	Kümülatif Varyans (%)
1*	3,47668	0,1337	0,0733	0,0390	13,3718	13,3718
2	2,3356	0,0898	0,0162	0,0406	8,9832	22,3551

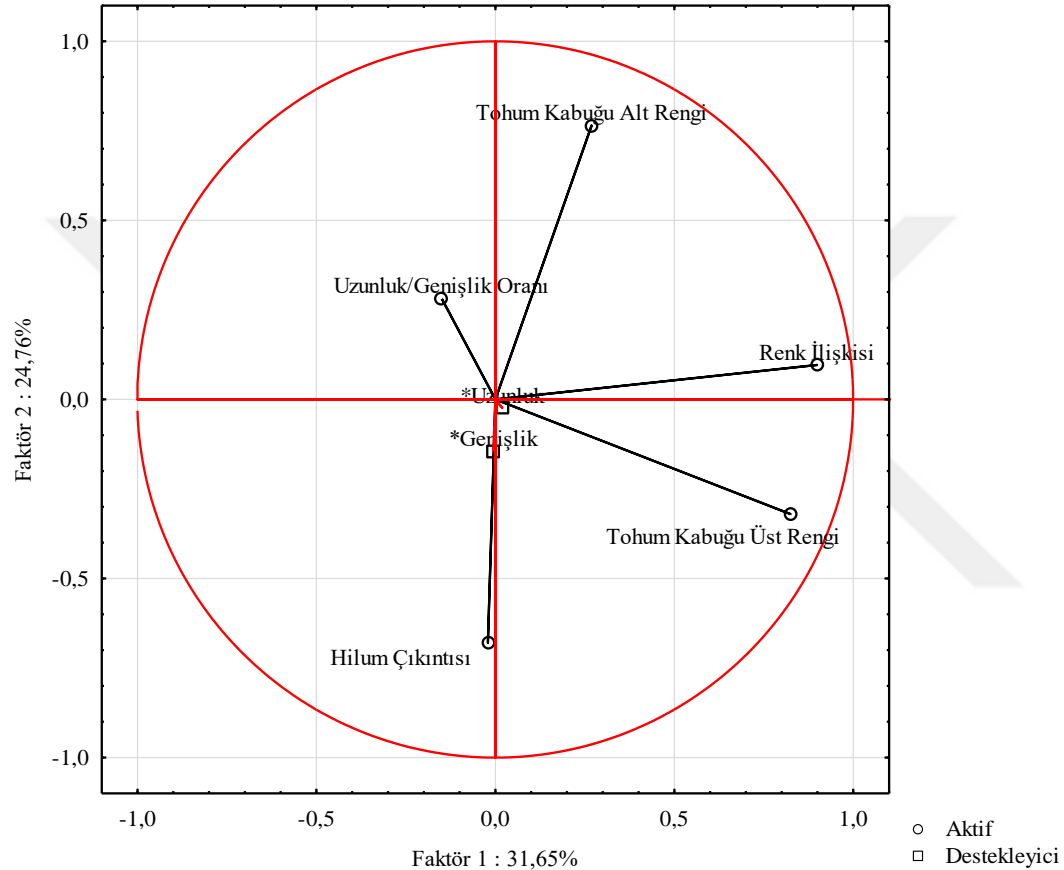
\*; Önemli, R<sup>2</sup>X; Açıklanan varyasyonun oranı, Q<sup>2</sup>; Tahmini varyasyon, Limit; Önem sınırı.

Çizelge 4.4. Yerel genotiplerde tohum özellikleri faktör analizi sonuçları

Faktör	Eigen Değeri	Toplam Varyans (%)	Kümülatif Varyans (%)
1	1,5833	22,6186	22,6186
2	1,3456	19,2239	41,8425

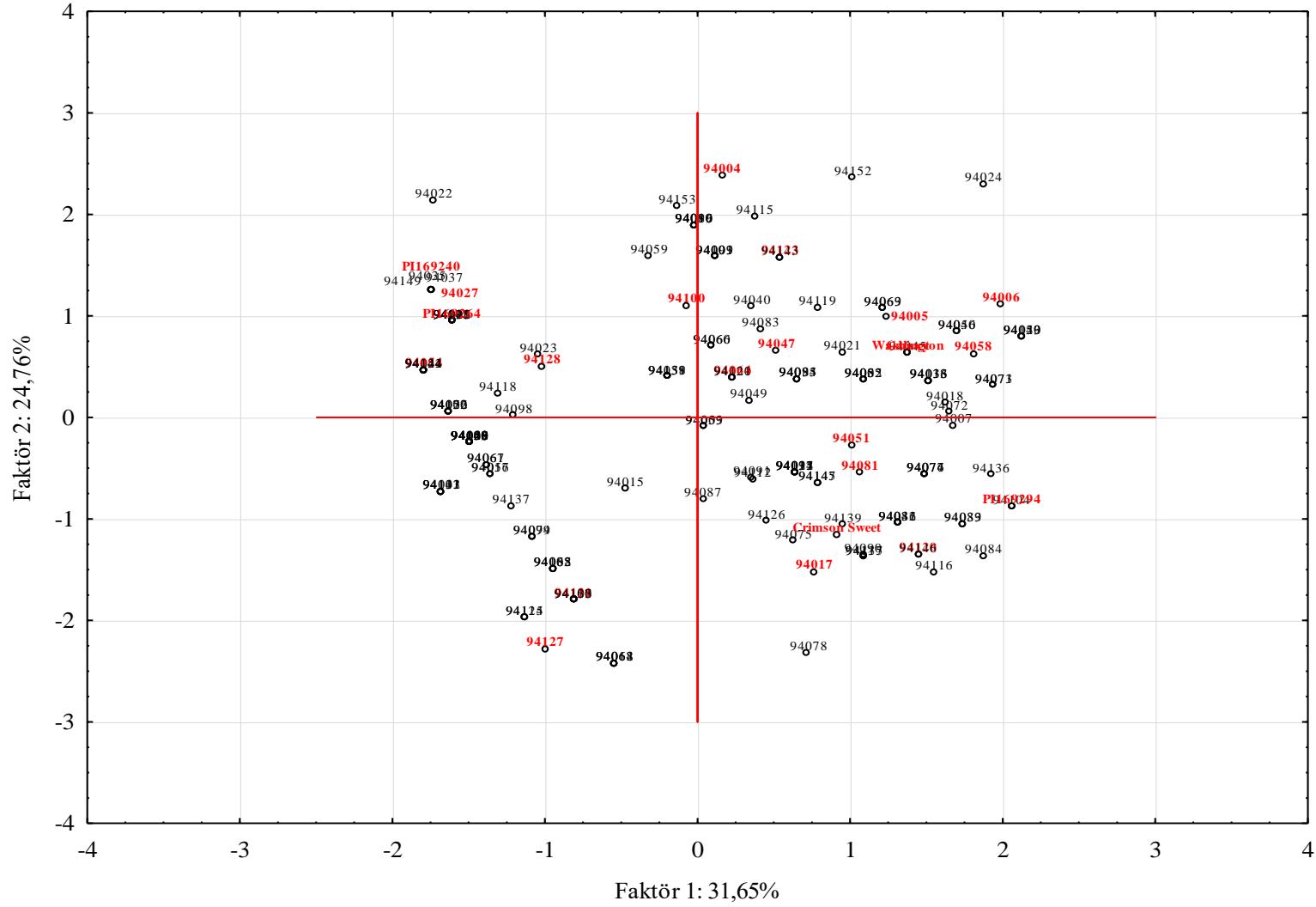
Çizelge 4.5. Yerel genotiplerde tohum özelliklerinin faktörlere korelasyon tabanlı katkıları

İncelenen Özellikler	Faktör 1	Faktör 2
Uzunluk	0,0498	-0,1872
Genişlik	-0,0124	-0,6000
Uzunluk-Genişlik Oranı	-0,1479	0,4297
Tohum Kabuğunun Alt Rengi	0,2691	0,5485
Tohum Kabuğu Üst Rengi	0,8247	-0,1925
Renk İlişkisi	0,8975	0,0684
Hilum Çıkıntısı	-0,0232	-0,6504

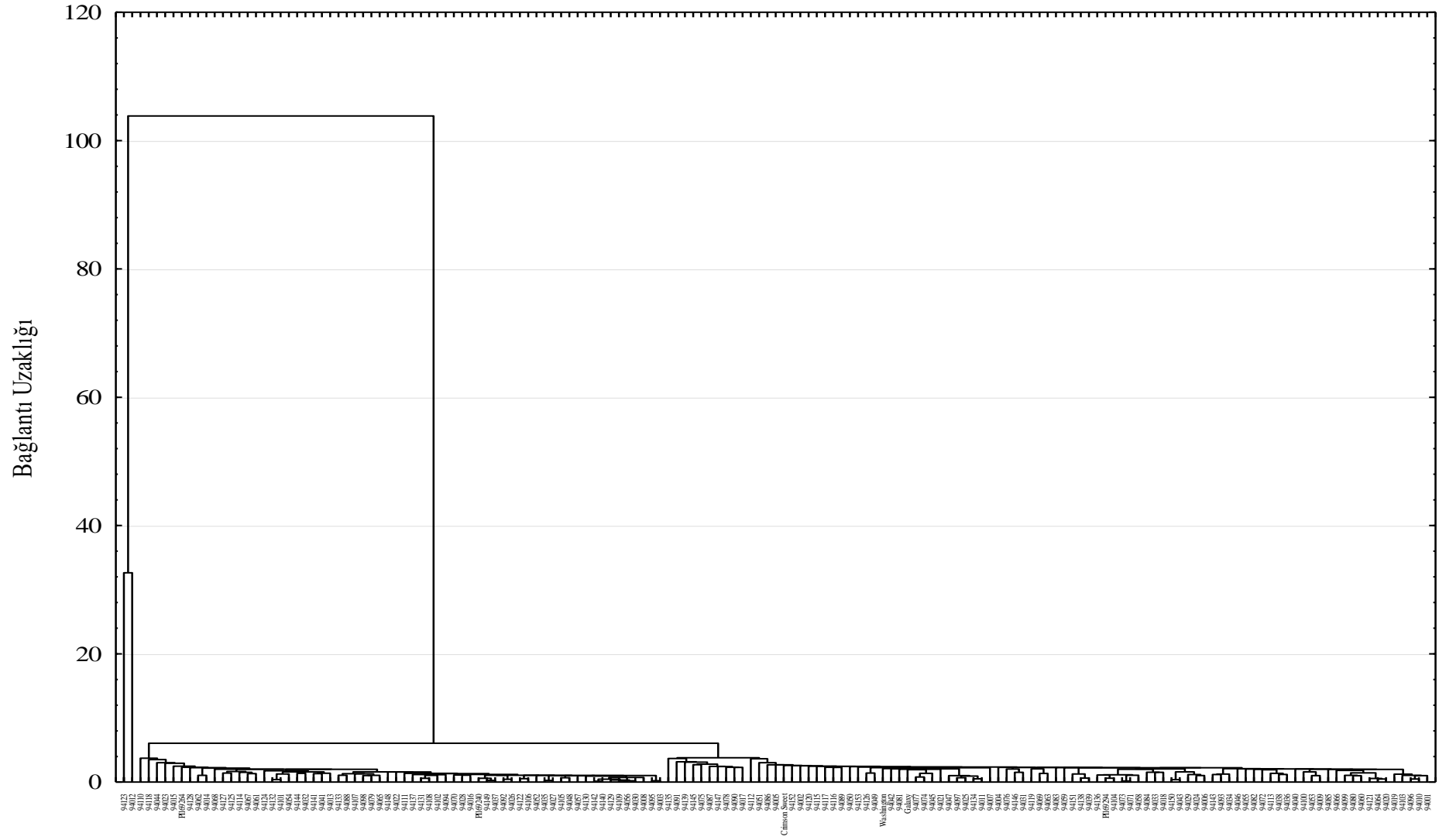


Şekil 4.1. Yerel genotiplerde ölçümü yapılan 7 tohum özelliğinin iki temel bileşene göre faktör haritası

Tez çalışmasında ebeveyn olarak kullanılan genotiplerin seçiminde faktör analizi sonucunda oluşturulan faktör haritasından (Şekil 4.2) ve hiyerarşik kümeleme analizi ile oluşturulan bağlantı haritasından (Şekil 4.3) faydalanılmıştır. İncelenen yerel genotipleri temsil etmek üzere 94004, 94005, 94006, 94017, 94027, 94047, 94051, 94054, 94058, 94064, 94081, 94100, 94120, 94123, 94127, 94128, 94131 genotipleri seçilmiştir. Bunlarla beraber USDA koleksiyonundan temin edilen PI169240, PI169264, PI169294 aksesyonları da çalışmada kullanılmıştır.



Şekil 4.2. Yerel genotiplerin iki temel bileşene göre faktör haritası



Şekil 4.3. Yerel genotiplerin hiyerarşik kümeleme analizi dendrogramı

## 4.2. Ebeveynlerin Morfolojik Karakterizasyonları

Ebeveynlerin morfolojik karakterizasyon gözlemleri, baba olarak kullanılan yerel genotiplerin kendilenmesi sonrasında, 2018 yılında gerçekleştirilmiştir.

### 4.2.1. Ebeveynlerin Kotiledon Özelliklerine Göre Karakterizasyonu

Ebeveynlerde kotiledon gözlemleri fide yetiştirme aşamasında, kotiledon yaprakların gelişimlerini tamamladıkları dönemde gerçekleştirilmiştir. Bu dönemde genç fidelerde kotiledon büyüklüğü, şekli ve kotiledonda yeşil rengin yoğunluğu gözlenmiş ve elde edilen skorlar Çizelge 4.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Ebeveynlerin kotiledon dönemi morfolojik gözlemlerinden elde edilen skorlar

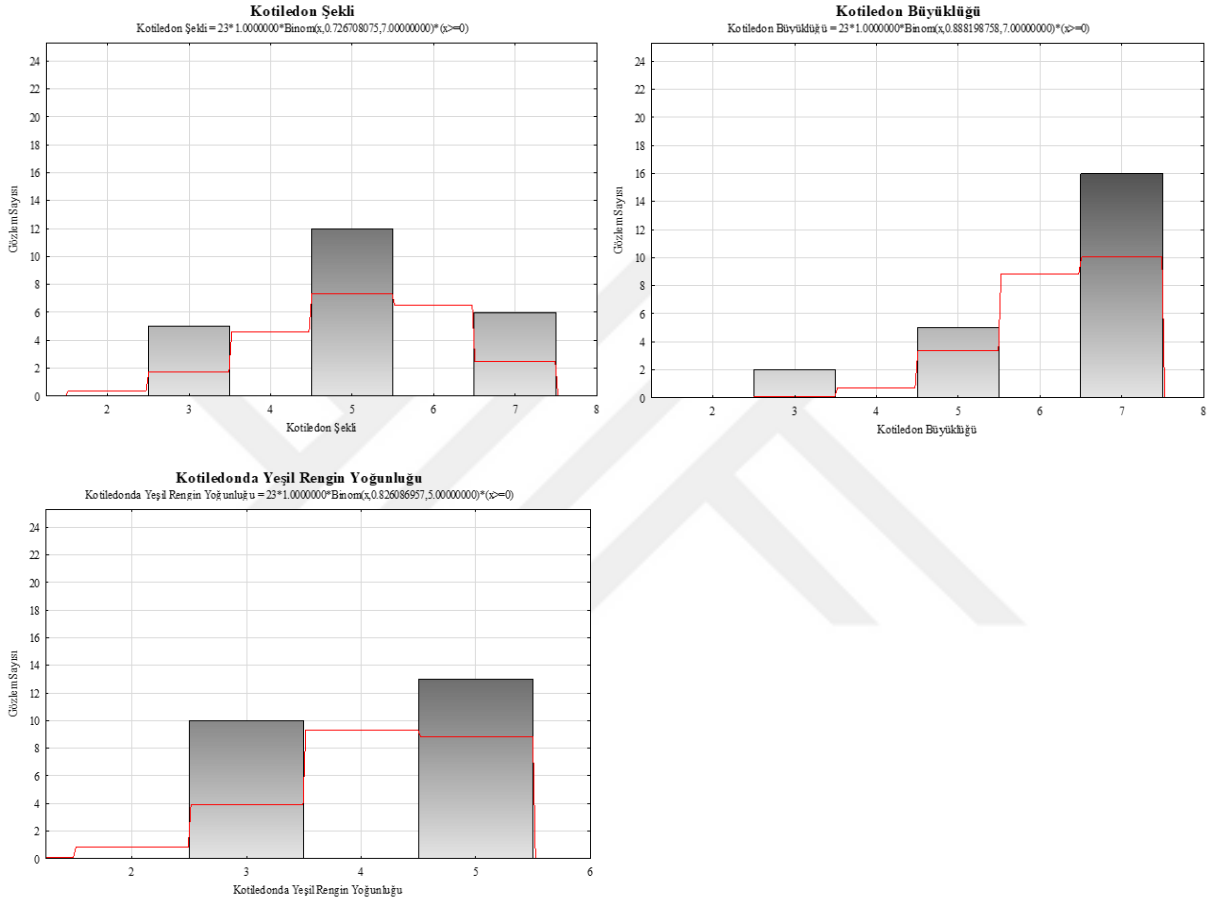
Ebeveyn	Kotiledon Büyüklüğü	Kotiledon Şekli	Kotiledonda Yeşil Rengin Yoğunluğu
Washington	3	7	5
Crimson Sweet	3	7	5
Galaxy	5	5	3
94004	7	7	3
94005	7	3	5
94006	7	5	5
94017	5	3	3
94027	7	5	5
94047	5	5	3
94051	7	5	3
94054	7	5	3
94058	7	7	3
94064	7	3	5
94081	7	7	5
94100	5	5	3
94120	7	5	5
94123	7	3	5
94127	5	5	5
94128	7	5	3
94131	7	5	3
PI169240	7	7	5
PI169264	7	3	5
PI169294	7	5	5

Çalışmada incelenen kotiledon karakterlerinin skala değerlerine göre binominal dağılımları Şekil 4.4'te gösterilmiştir. Kotiledon şekillerine göre ebeveyn genotiplerin %21,73'ünün dar (3), %52,17'sinin eliptik (5), %26,08'inin geniş (7) yapılı olduğu gözlenmiştir. Kotiledon büyüklüklerine göre incelenen ebeveyn genotiplerin %8,70'inin küçük (3), %21,73'ünün orta (5), %69,56'sının büyük (7) yapılı olduğu gözlenmiştir. Kotiledonda yeşil rengin yoğunluğuna göre incelenen ebeveyn genotiplerin %43,47'sinin orta (3) yoğunlukta, %55,52'sinin ise koyu (5) yoğunlukta olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.7).



Çizelge 4.7. Ebeveynlerde incelenen kotiledon özelliklerine ait frekanslar

Kotiledon Büyüklüğü	Kotiledon Şekli	Kotiledonda Yeşil Rengin Yoğunluğu
%8,70 küçük (2/23)	%21,73 dar (5/23)	
%21,73 orta (5/23)	%52,17 eliptik (12/23)	%43,47 orta (10/23)
%69,56 büyük (16/23)	%26,08 geniş (6/23)	%55,52 koyu (13/23)



Şekil 4.4. Ebeveynlerde incelenen kotiledon özelliklerinin skala değerlerine göre dağılımları (a) Kotiledon şekli binominal dağılımı, (b) Kotiledon büyüklüğü binominal dağılımı, (c) Kotiledonda yeşil rengin yoğunluğu binominal dağılımı.

Kotiledon özelliklerine göre incelenen özelliklerin arasındaki ilişkilerin anlaşılabilmesi ve ebeveyn genotiplerin bu ilişkilere göre gösterdiği dağılımın görülebilmesi için temel bileşenler analizi (PCA) ve faktör analizi gerçekleştirilmiştir. Temel bileşenler analizi sonucunda iki temel bileşen ortaya çıkmış (Eigen değeri > 1) ve bu iki bileşen toplam varyansın %75,43'ünü açıklamıştır (Çizelge 4.8). Birinci temel bileşen toplam varyansın %42,30'unu, ikinci temel bileşen %75,43'ünü açıklamıştır.

Çizelge 4.8. Ebeveynlerde kotiledon özellikleri temel bileşenler analizi sonuçları

Temel Bileşen	Eigen Değerleri	R <sup>2</sup> X	Q <sup>2</sup>	Limit	Toplam Varyans (%)	Kümülatif Varyans (%)
1*	2,9677	0,3709	0,1116	0,1647	42,3057	42,3057
2	1,9215	0,2401	-0,1000	0,1836	33,1276	75,4333

\*; Önemli, R<sup>2</sup>X; Açıklanan varyasyonun oranı, Q<sup>2</sup>; Tahmini varyasyon, Limit; Önem sınırı.

Faktör analizi sonucunda incelenen özelliklerin tek faktör altında toplam varyansın tamamını açıkladığı fakat bu faktörlerden yalnızca birinin istatistiki olarak önemli olduğu (Eigen değeri>1) görülmüştür (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Ebeveynlerde kotiledon özellikleri faktör analizi sonuçları

Faktör	Eigen Değeri	Toplam Varyans (%)	Kümülatif Varyans (%)
1*	1,2691	42,3057	42,3057
2	0,9938	33,1276	75,4333

\*; Önemli

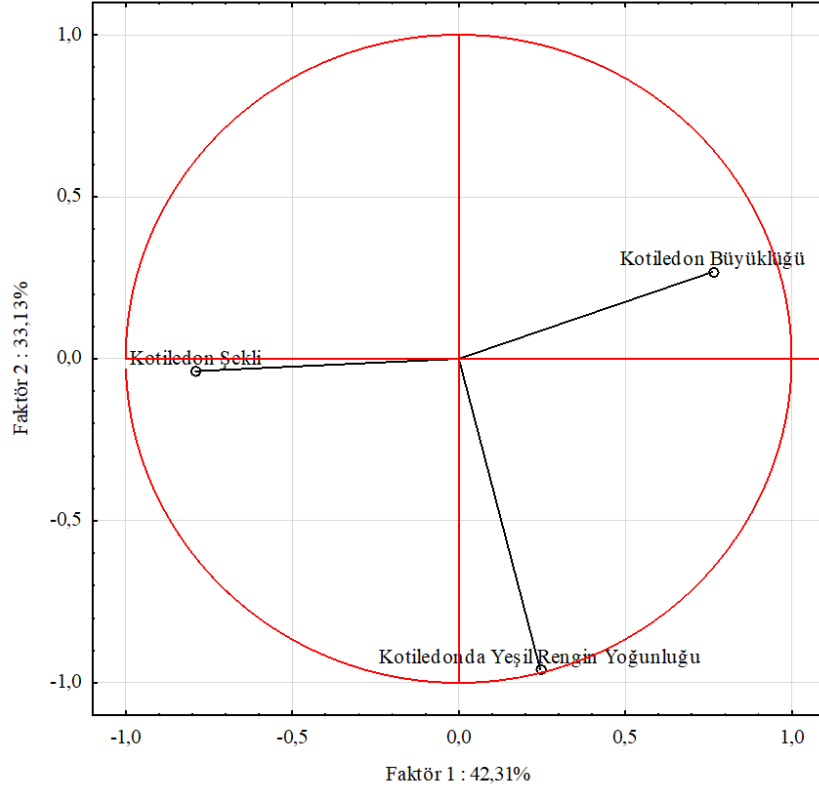
İncelenen özelliklerin faktörlere yaptığı katkılar incelendiğinde kotiledon büyüklüğü ve kotiledonda yeşil rengin yoğunluğu özelliklerinin en yüksek katkıyı yaptığı görülmüştür (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Ebeveynlerde incelenen kotiledon özelliklerinin faktörlere korelasyon tabanlı katkıları

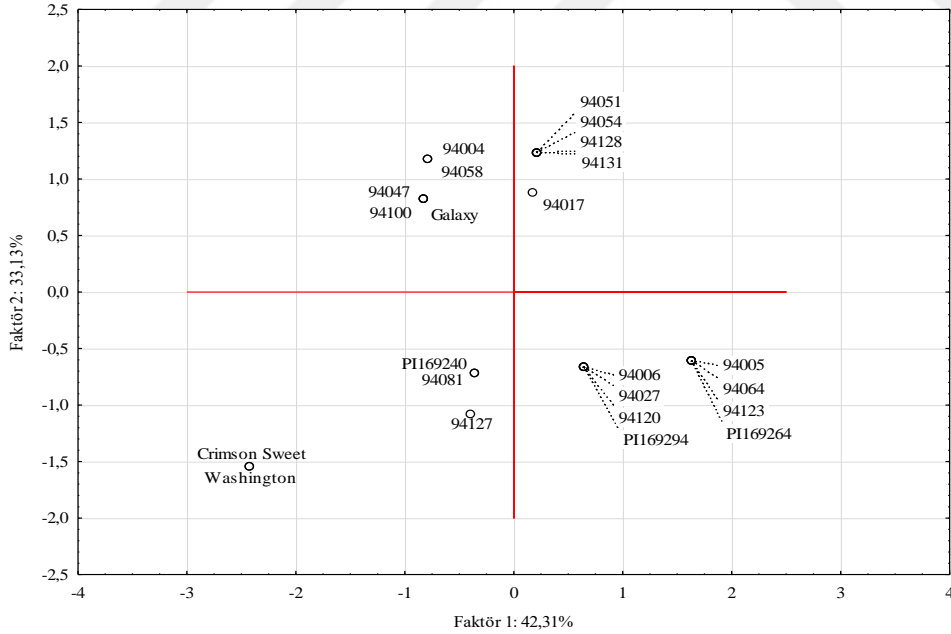
İncelenen Özellikler	Faktör 1	Faktör 2
Kotiledon Büyüklüğü	0,7634	0,2682
Kotiledon Şekli	-0,7914	-0,0380
Kotiledonda Yeşil Rengin Yoğunluğu	0,2448	-0,9593

Kotiledon büyüklüğü ve kotiledonda yeşil rengin yoğunluğu arasında pozitif bir ilişki varken kotiledon şekli bu iki özellikten etkilenmemektedir. Kotiledon büyüklüğü ve yeşil rengin yoğunluğunun çevre koşullarından kotiledon şekline göre daha çok etkilenebilir olmasının üç özellik arasındaki bu ilişkiyi ortaya koyması mümkün olabilir (Şekil 4.5).

Faktör analizine göre oluşturulan ebeveynlerin faktör haritası projeksiyonda incelenen özelliklere göre hatların 9 farklı noktada kümeleniği görülmüştür (Şekil 4.6).



Şekil 4.5. Ebeveyn genotiplerde kotiledon özelliklerinin iki faktöre göre projeksiyonu



Şekil 4.6. Ebeveyn genotiplerde kotiledon özelliklerine göre faktör haritası projeksiyonu

Choudhary vd. (2016) karpuzda farklılık, durulmuşluk ve yeknesaklık (Distinctiveness, Uniformity and Stability) testlemesi ile ilgili çalışmalarında fide döneminde kotiledon şekli farklılıklarını da incelemişlerdir. Sugar Baby ve Charleston Grey çeşitlerinin

dar eliptik, Afrika kökenli Arka Manik çeşidinin orta eliptik, Japonya kökenli Asahi Yamato ve Afrika kökenli Thar Manak çeşitlerinin geniş eliptik kotiledon şekli sergilediklerini bildirmişlerdir. Solmaz ve Sarı (2008) Türkiye menşeli aksesyonların morfolojik karakterizasyonlarını gerçekleştirdikleri çalışmalarında kotiledon şekli, kotiledon büyüklüğü ve kotiledonda yeşil rengin yoğunluğu kriterlerini de incelemişlerdir. Çalışmada incelenen aksesyonlardan %54'ü eliptik, %46'sı geniş özellik sergilemiş ve incelenen aksesyonlar arasında dar eliptik kotiledon yapısına rastlanmamıştır. Szamosi vd. (2009) Macaristan ve Türkiye menşeli aksesyonları inceledikleri karşılaştırmalı çalışmada Macaristan aksesyonlarından yalnızca %2'sinin dar, %98'inin ise eliptik yapılı olduğunu bildirmişlerdir. Tez çalışmasında kotiledon şekillerine göre incelenen ebeveyn genotiplerin %21,73'ünün dar, %52,17'sinin eliptik, %26,08'inin geniş yapılı olduğu gözlenmiştir. Solmaz ve Sarı (2008)'nin çalışmaları Güneydoğu Anadolu, Ege, Marmara-Trakya, Orta Anadolu ve Akdeniz Bölgelerini kapsasa da ağırlıklı olarak Güneydoğu Anadolu ve Ege Bölgeleri'nden örnekler içermektedir. Fakat iki çalışma arasındaki bu farklılık tamamen farklı ekolojilerde gerçekleştirilmiş olmalarından da kaynaklanmış olabilir. Tez çalışması kapsamında incelenen 153 genotipin Türkiye'nin hemen her ilinden örnekler içermesi ve çalışmada öncelikle tohum özelliklerine göre incelenerek elemeye tabi tutulması dengeli bir örneklem oluşturulmasını sağlamıştır.

Solmaz ve Sarı (2008)'nin çalışmalarında kotiledon büyüklüğü incelenen aksesyonlar arasında %4 küçük, %44 orta ve %52 büyük olarak gözlenmiştir. Çalışmalarında inceledikleri bir diğer özellik olan kotiledonda yeşil rengin yoğunluğunun ise tüm aksesyonlarda orta olduğunu bildirmişlerdir. Tez çalışmasında ise kotiledon büyüklüklerine göre incelenen ebeveyn genotiplerin %8,70'inin küçük, %21,73'ünün orta, %69,56'sının büyük yapılı olduğu, kotiledonda yeşil rengin yoğunluğuna göre ise incelenen ebeveyn genotiplerin %43,47'sinin orta yoğunlukta, %55,52'sinin ise koyu olduğu gözlenmiştir. Tez çalışmasında incelenen bu iki özellikteki dağılımlar faktör haritası projeksiyonunda (Şekil 4.5), Solmaz ve Sarı (2008)'nin bulgularının aksine, görülen pozitif ilişkiyi desteklenmektedir.

#### 4.2.2. Ebeveynlerde Yaprak Özelliklerine Göre Karakterizasyon

Yaprak ölçümleri 2018 yılında, bitkide meyve gelişimleri tamamlanmadan önce, ana gövde üzerinde gelişimini tamamlamış 10. ve 15. yapraklar arasından seçilen yapraklarda yapılmıştır. Yapraklarda uzunluk, genişlik ve sap uzunluğu özellikleri, uzunluk/genişlik oranı, renk, lobluluk derecesi, yaprak kıvrıcıklığı ve damar rengi özellikleri gözlenmiş ve elde edilen skorlar Çizelge 4.11’de gösterilmiştir.

Çalışmada incelenen yaprak uzunluğu, yaprak genişliği ve yaprak sapı uzunluğu özellikleri için yapılan normal dağılım grafikleri Şekil 4.7’de sunulmuştur. Yaprak uzunluğu, yaprak genişliği ve yaprak sapı uzunluğu özelliklerinin dağılımları incelendiğinde histogram eğrilerinin çarpıklık/basıklık değerlerinin normale yakın olduğu (yaprak uzunluğu; 0,9276/1,2354, yaprak genişliği -0,1206/-0,9576, yaprak sapı uzunluğu 0,3164/-0,1277) görülmektedir. Özelliklerin trend eğrisine göre dağılımları incelendiğinde ise yaprak uzunluğu dağılımının normale en yakın olduğu görülmektedir. Alimari, Zaid ve Fadda (2017) Filistin yerel çeşitleri arasındaki genetik çeşitliliği araştırdıkları çalışmalarında yaprak genişliği, uzunluğu ve yaprak sapı uzunluklarını incelemişlerdir. Çalışma sonuçlarında yaprak genişliklerinin 14,8 cm ile 11,3 cm arasında değiştiğini, yaprak uzunluklarının 15,3 cm ile 12,1 cm arasında değiştiğini ve yaprak sapı uzunluklarının 8,5 cm ile 5,4 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Tez çalışmasında yaprak genişliklerinin 28,23 cm ile 19,96 cm arasında, yaprak uzunluklarının 27,13 cm ile 19,7 cm arasında, yaprak sapı uzunluklarının ise 13,53 cm ile 8 cm arasında değiştiği gözlenmiştir. Choudhary vd. (2016) araştırmalarında 14 cm’den uzun ve 12 cm’den geniş olan ve yaprak sapı uzunluğu 9 cm’den uzun olan yapraklar büyük olarak sınıflamışlardır. Araştırma sonuçlarında Charleston Grey çeşidi uzun, geniş yapraklı ve uzun yaprak sapına sahip olarak tanımlanmıştır. Bu sınıflamaya göre tez çalışmasında incelenen yerel çeşitlerin büyük çoğunluğu Choudhary vd. (2016)’e göre büyük yapraklı sınıfa girmektedir fakat tez çalışmasında incelenen genotiplerin çoğunluğu orta büyüklükte yer almaktadır.

Çizelge 4.11. Ebeveynlerde yaprak özelliklerinin morfolojik gözlemlerinden elde edilen skorlar

Hat Adı	Yaprak Uzunluğu (cm)	Yaprak Genişliği (cm)	Yaprak Sapı Uzunluğu (cm)	Büyükük	Uzunluk/Genişlik	Renk	Lobluluk Derecesi	Kıvrıcıklık	Damar Rengi
Washington	23,76	22,13	10,43	5	3	2	7	1	1
Crimson Sweet	22,47	20,46	9,67	5	3	2	5	3	1
Galaxy	22,10	19,96	9,21	3	3	2	3	1	1
94004	21,60	23,40	9,93	3	2	3	3	1	1
94005	22,20	20,87	10,60	3	2	3	5	2	1
94006	21,00	24,00	8,00	1	3	2	5	2	1
94017	24,73	27,47	11,27	3	2	2	5	1	1
94027	21,10	22,53	11,13	1	2	2	5	2	1
94047	19,70	23,10	12,50	1	1	2	3	2	1
94051	23,37	25,00	10,36	5	3	3	3	2	1
94054	21,87	25,73	12,37	3	2	3	7	3	1
94058	24,93	28,20	10,10	3	2	3	5	3	1
94064	24,77	27,20	11,70	5	2	3	5	1	1
94081	27,13	28,23	11,37	5	3	3	3	2	1
94100	22,53	25,83	9,03	1	2	1	5	2	1
94120	20,70	23,47	8,47	3	3	3	5	2	1
94123	20,13	22,57	10,00	1	2	2	5	2	1
94127	21,63	25,37	9,57	3	2	3	5	1	1
94128	21,93	22,43	9,17	1	2	2	5	1	1
94131	22,43	27,07	13,53	3	2	3	5	3	1
PI169240	21,85	24,30	9,85	5	3	1	1	1	1
PI169264	23,10	26,60	11,60	3	2	3	5	1	1
PI169294	22,10	25,70	11,20	5	3	3	5	2	1

İncelenen büyükük, uzunluk/genişlik oranı, renk, lobluluk derecesi, yaprak kıvrıcıklığı ve damar rengi özelliklerinin skala değerlerine göre binominal dağılımları Şekil 4.8’de gösterilmiştir. Yaprak büyüklüğüne göre incelenen hatların ve standart çeşitlerin %26,08’inin küçük (1), %47,82’sinin orta (3), %26,08’inin büyük (5) yapılı olduğu gözlenmiştir. Yaprak uzunluk/genişlik oranlarına göre incelendiğinde %4,34’ünün geniş (1), %56,52’sinin orta (2) ve %39,13’ünün dar yapılı (3) olduğu gözlenmiştir. Yaprak renklerine göre incelendiğinde %8,69’unun sarımsı yeşil (1), %39,13’ünün yeşil (2) ve %52,17’sinin grimsi yeşil (3) renkte olduğu gözlenmiştir. Çalışmada incelenen hatlar ve standart çeşitler arasında mavimsi yeşil renkte yaprak tipi gözlenmemiştir. Yaprak lobluluk derecesine göre incelenen hatların ve standart çeşitlerin %4,34’ünün çok zayıf (1), %17,39’unun zayıf (3), %8,69’unun zayıftan ortaya (4), %65,21’inin orta (5), %4,34’ünün güçlü (7) olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada yaprak lobluluk derecesi çok güçlü (9) olan bir örneğe rastlanmamıştır. Ebeveyn hatlar ve standart çeşitler yaprak kıvrıcıklığı durumuna göre incelendiğinde %30,43’ünün zayıf (1), %56,52’sinin orta (2) ve %13,04’ünün güçlü (3) yapıda olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.12). Damar rengi özelliği ise tüm genotiplerde yeşil (1) olup, varyasyon göstermemiştir. Solmaz ve Sarı (2008) araştırmalarında inceledikleri

Türkiye menşeli genotiplerin yaprak uzunluk/genişlik oranlarının %39'unun geniş, %60'ının orta ve %1'inin dar olduğunu, yaprak renklerine göre ise genotipler arasında hiç sarımsı yeşil ve mavimsi yeşil yaprak rengine rastlanmadığını, %28'inin yeşil, %72'sinin ise grimsi yeşil yaprak rengine sahip olduğunu, yaprak lobluluk derecesinde göre genotiplerin %12'sinin zayıf, %51'inin orta ve %49'unun güçlü olduğu, yaprak kıvrıcılık oranlarının ise %42'sinin zayıf, %47 orta ve %11 güçlü olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.12. Ebeveynlerde incelenen yaprak özelliklerinin frekansları

Büyüklik	Uzunluk/Genişlik	Renk	Lobluluk Derecesi	Kıvrıcılık
%26,08 küçük (6/23)	%4,34 geniş (1/23)	%8,69 sarımsı yeşil (2/23)	%4,34 çok zayıf (1/23)	%30,43 zayıf (7/23)
%47,82 orta (11/23)	%56,52 orta (13/23)	%39,13 yeşil (9/23)	%17,39 zayıf (4/23)	%56,52 orta (13/23)
%26,08 büyük (6/23)	%39,13 dar (9/23)	%52,17 grimsi yeşil (12/23)	%8,69 zayıftan ortaya (2/23)	%13,04 güçlü (3/23)
			%65,21 orta (15/23)	
			%4,34 güçlü (1/23)	

İncelenen yaprak özellikleri arasındaki ilişkilerin anlaşılabilmesi ve ebeveynlerin bu ilişkilere göre gösterdiği dağılımın görülebilmesi için PCA ve faktör analizi gerçekleştirilmiştir. Temel bileşenler analizi sonucunda iki temel bileşen ortaya çıkmış (Eigen değeri>1) ve bu iki bileşen toplam varyansın %49,98'ini açıklamıştır (Çizelge 4.13). Birinci temel bileşen (PC) toplam varyansın %23,85'ini, ikinci PC %17,13'ünü açıklamıştır.

Çizelge 4.13. Ebeveynlerde yaprak özellikleri temel bileşenler analizi sonuçları

Temel Bileşen	Eigen Değerleri	R <sup>2</sup> X	Q <sup>2</sup>	Limit	Toplam Varyans (%)	Kümülatif Varyans (%)
1*	4,7701	0,2385	0,0547	0,0931	23,8507	23,8507
2 <sup>(ÖD)</sup>	3,4273	0,1713	0,0419	0,0977	17,1369	40,9876

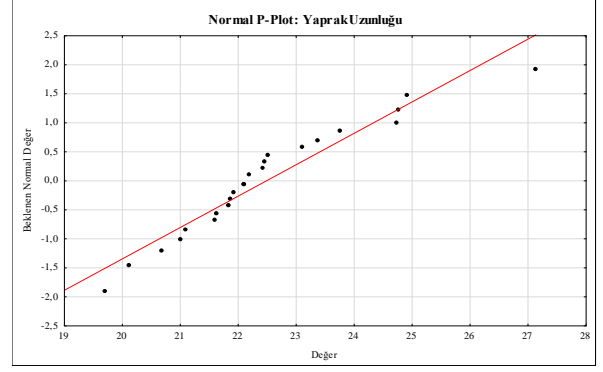
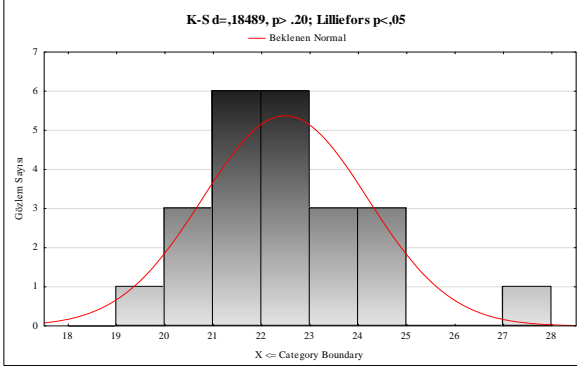
\*; Önemli,<sup>(ÖD)</sup>; Önemli Değil, R<sup>2</sup>X; Açıklanan varyasyonun oranı, Q<sup>2</sup>; Tahmini varyasyon, Limit; Önem sınırı.

Faktör analizi sonucunda incelenen yaprak özelliklerinin iki faktör altında toplam varyansın %56,91'ini açıkladığı (Eigen değeri>1) görülmüştür (Çizelge 4.14).

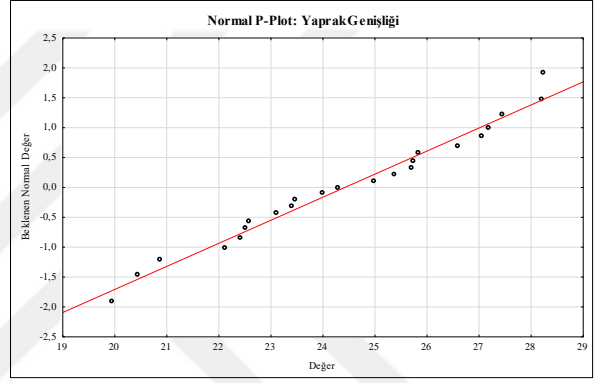
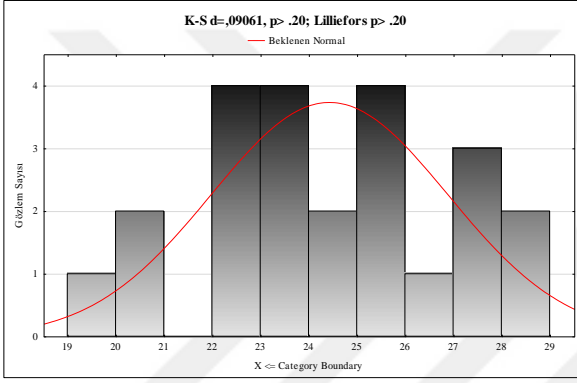
Çizelge 4.14. Ebeveynlerde yaprak özellikleri faktör analizi sonuçları

Faktör	Eigen Değeri	Toplam Varyans (%)	Kümülatif Varyans (%)
1	2,5229	31,5367	31,5367
2	2,0301	25,3772	56,9139

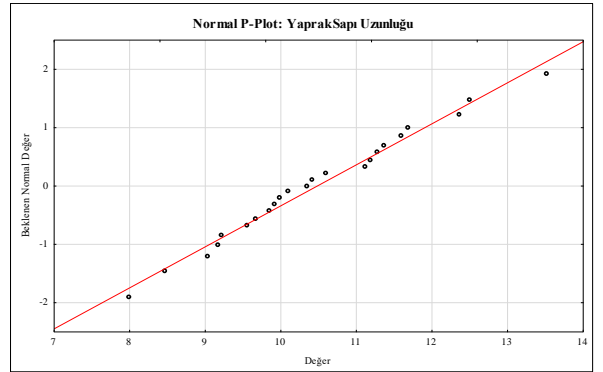
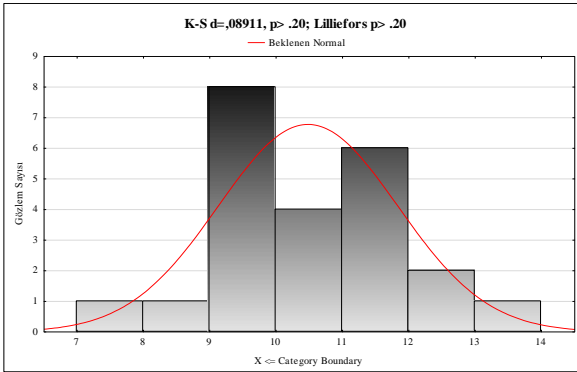
## Yaprak Uzunluğu



## Yaprak Genişliği

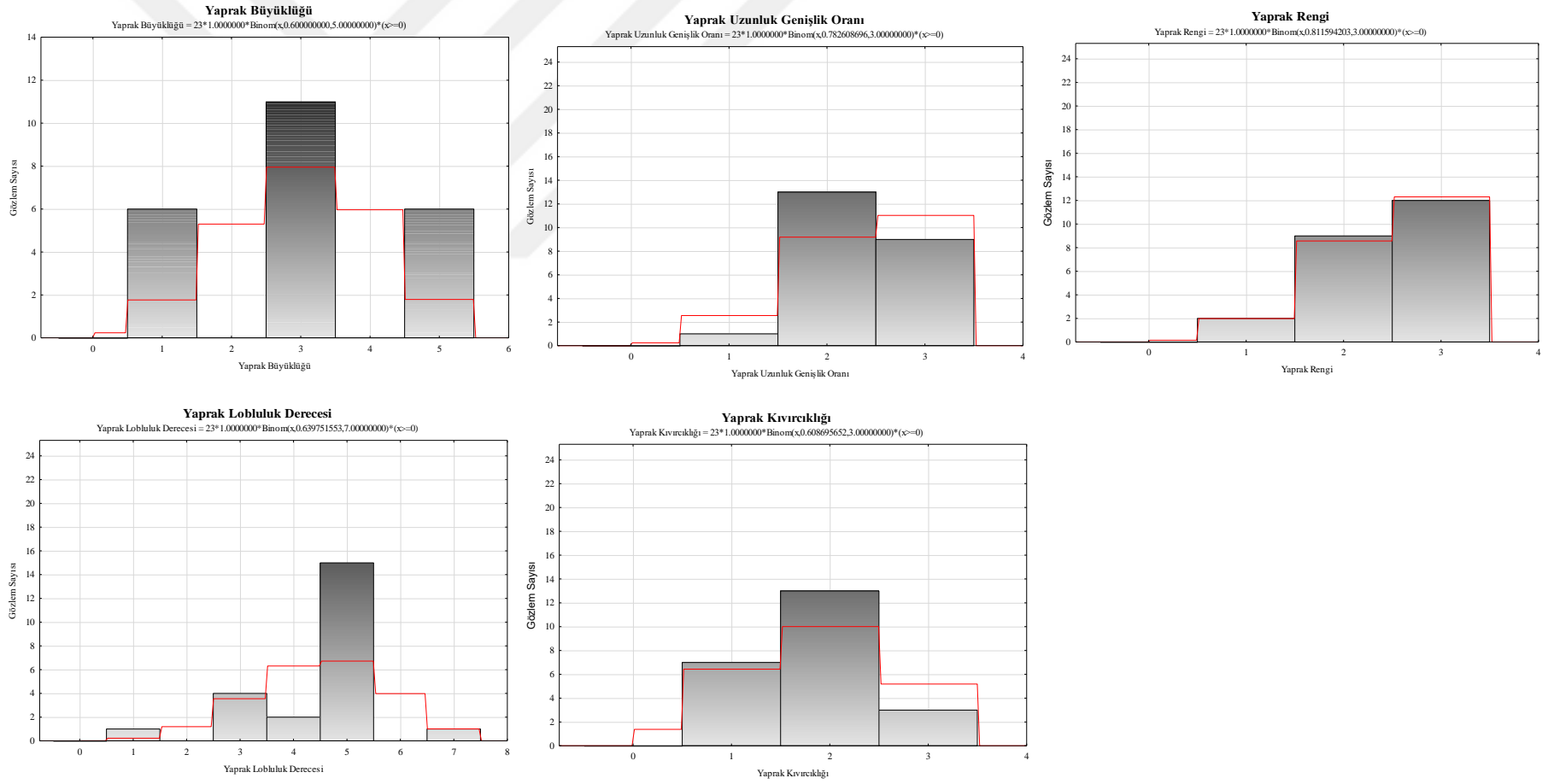


## Yaprak Sapı Uzunluğu



şekil 4.7. Ebeveynlerde incelenen yaprak özelliklerinin (yaprak uzunluğu, yaprak genişliği, yaprak sapı uzunluğu) normal dağılımları





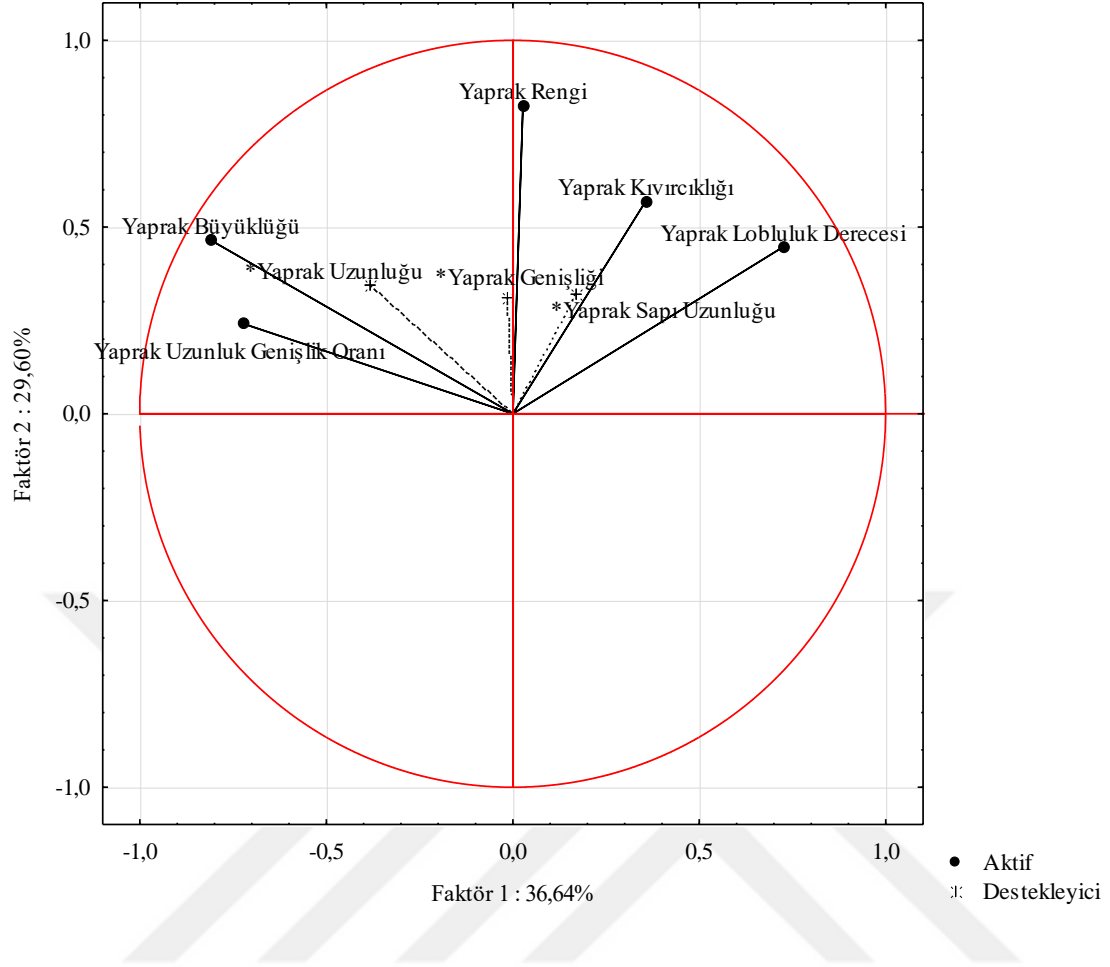
Şekil 4.8. Ebeveynlerde incelenen yaprak özelliklerinin (büyüklük, uzunluk/genişlik, renk, lobluluk derecesi, kıvrıklık) binominal dağılımları

İncelenen yaprak özelliklerinin yalnızca istatistiki olarak önemli olanların (Eigen değeri>1) faktör yüklerine yaptığı katkılar dik (varimax) faktör döndürme yöntemiyle hesaplanmıştır (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Ebeveynlerde incelenen yaprak özelliklerinin faktörlere korelasyon tabanlı katkıları

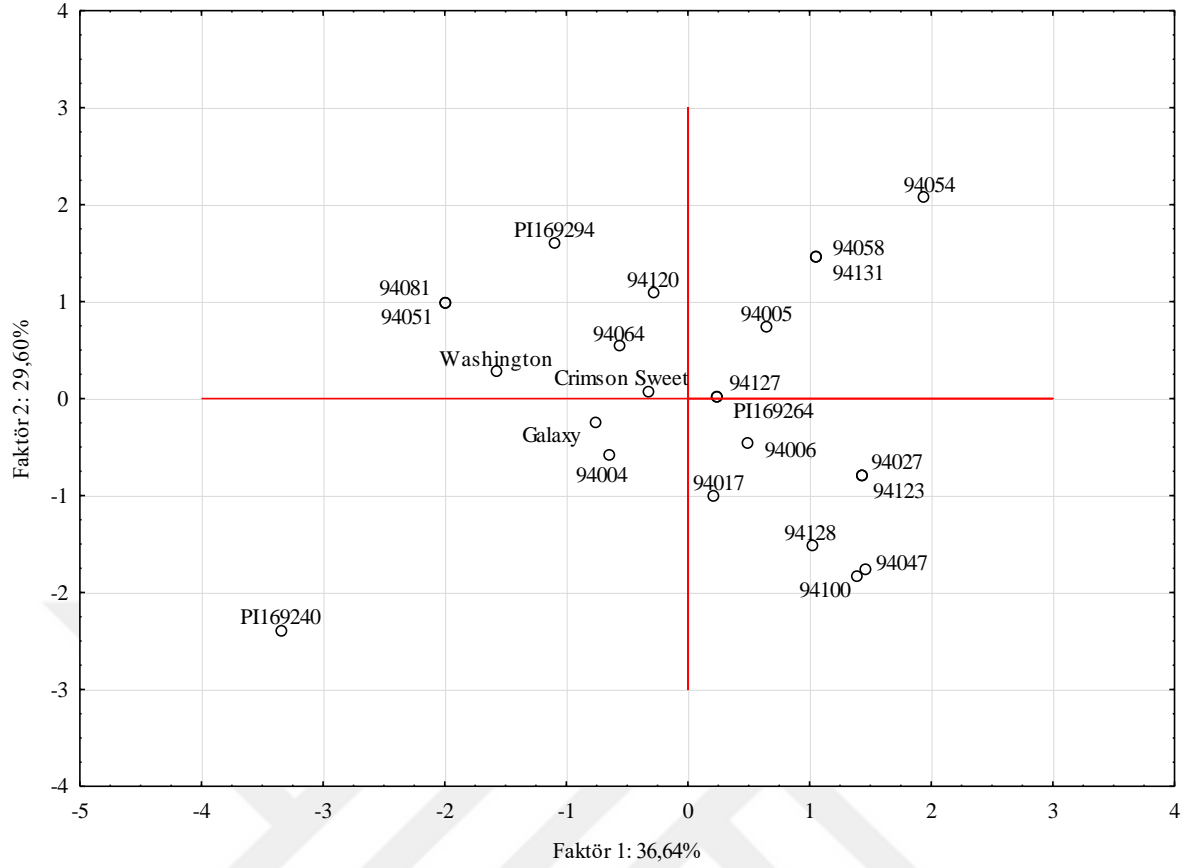
<b>İncelenen Özellikler</b>	<b>Faktör 1</b>	<b>Faktör 2</b>
Yaprak Uzunluğu	0,7847	-0,2846
Yaprak Genişliği	0,7622	0,1707
Yaprak Sapı Uzunluğu	0,5961	0,4862
Büyükük	0,7150	-0,5844
Uzunluk/Genişlik	0,0763	-0,7754
Renk	0,6527	0,2722
Lobluluk Derecesi	0,0297	0,6933
Kıvırcıklık	0,1622	0,4314

Faktör katkılarıyla uyumlu olarak yaprak özelliklerinin faktör haritası projeksiyonunda da lobluluk derecesi, yaprak kıvırcıklığı ve yaprak sapı uzunluğu özellikleri birbirleriyle aynı yönde yer almış ve aralarındaki pozitif ilişkiyi ortaya koymuşlardır (Şekil 4.9). Yaprak büyüklüğü, uzunluğu, genişliği, uzunluk/genişlik oranı yapıları itibariyle birbirleriyle ilişkili özelliklerdir. Faktör projeksiyonu haritası incelendiğinde yaprak genişliği, yaprak uzunluk/genişlik oranı ve yaprak uzunluğunun doğru orantılı görülmektedir. Bu analiz sonucunda aslında uzunluk/genişlik oranı ile yaprak uzunluğunun birbirleriyle doğru orantılı ve yaprak genişliğinin bunlarla ters orantılı olması beklenmekteydi. Analizdeki bu beklenmeyen durumun yaprak uzunluk ve genişlik değerlerinin metrik olarak ölçülmesi ve yaprak uzunluk/genişlik oranının skalar değer olarak belirlenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yaprak büyüklüğü özelliğinin ise beklenen şekilde uzunluk/genişlik oranı ile doğru orantılı olduğu görülmektedir. Yaprak rengi özelliği beklenen şekilde diğer özelliklerden bağımsız şekilde haritaya yansımıştır. Yaprak lobluluk derecesi ve yaprak kıvırcıklığının birbirleriyle bağlantılı olduğu beklenmese de faktör haritasında doğru orantılı oldukları gözlenmektedir. Yaprak sapı uzunluğu da bu iki özellikle aynı yönde etkili görülmektedir.



Şekil 4.9. Ebeveynlerde incelenen yaprak özelliklerinin faktör haritası projeksiyonu

Ebeveynlerin yaprak özelliklerine göre faktör haritası projeksiyonu incelendiğinde genotiplerin 19 farklı noktada kümelendiği görülmektedir (Şekil 4.10). Bu noktalarda 94004, 94005, 94006, 94017, 94047, 94100, 94054, 94064, 94120, 94128, PI169240, PI169294, Crimson Sweet, Galaxy ve Washington'un tek başlarına buldukları ve 94081 ve 94051 genotiplerinin, 94127 ve PI169264 genotiplerinin, 94027 ve 94123 genotiplerinin, 94058 ve 94131 genotiplerinin birlikte kümelendikleri görülmüştür.



Şekil 4.10. Ebeveyn genotiplerin yaprak özelliklerine göre faktör haritası projeksiyonu

Çizelge 4.10 incelendiğinde Şekil 4.9’da beraber kümelenen genotiplerden 94051 ve 94081 genotiplerinin yapraklarının büyük, koyu yeşil, orta loblu ve orta kıvrıcılıkta olduğu, 94027 ve 94123 genotiplerinin yapraklarının küçük, yeşil, güçlü loblu ve orta kıvrıcılıkta olduğu, 94058 ve 94131 genotiplerinin yapraklarının orta büyüklükte, koyu yeşil, güçlü loblu ve güçlü kıvrıcılıkta olduğu, 94127 ve PI169264 genotiplerinin yapraklarının ise orta büyüklükte ve orta uzunluk genişlik oranına sahip, grimsi yeşil, orta loblu ve zayıf kıvrıcık olduğu görülmektedir.

#### 4.2.3. Ebeveynlerin Meyve Özelliklerine Göre Karakterizasyonları

Çalışmada meyve özelliklerinin incelenmesi olgunluğunu tamamlamış meyvelerde gerçekleştirilmiştir. Meyvelerde meyve büyüklüğü, boyuna kesitin şekli, dip basıklığı, alt parçanın şekli, üst (tepe) basıklığı, kabuk alt rengi, dilimlenme, kabuk damar sıklığı, çizgi deseni, çizgi genişliği, ana çizgi rengi, çizgilerin sıklığı, çizgilerin ayrımı, meyve sapı bağlantısının büyüklüğü, çiçek izi büyüklüğü, mumsu tabaka, perikarp kalınlığı ve meyve rengi özellikleri incelenmiş ve elde edilen skorlar Çizelge 4.16’te gösterilmiştir.

Meyvelerde büyüklük, boyuna kesitin şekli, dip basıklığı, alt parçanın şekli, üst (tepe) basıklığı, kabuk alt rengi, dilimlenme, kabuk damar sıklığı, çizgi deseni, çizgi genişliği, ana çizgi rengi, çizgilerin sıklığı, çizgilerin ayrımı, meyve sapı bağlantısının büyüklüğü, çiçek izi büyüklüğü, mumsu tabaka, perikarp kalınlığı ve meyve rengi özellikleri incelenerek elde edilen skorların binominal dağılımları Şekil 4.11, Şekil 4.12 ve Şekil 4.13'te gösterilmiştir. Soltani vd. (2012) İran meşeli karpuzlarda gerçekleştirdikleri çalışmalarında bitki büyüme şekli, yaprak ve meyve özelliklerini inceledikleri çalışmaları sonucunda meyve morfolojik karakterlerinin genetik varyasyonu belirlemede ve seleksiyonda yararlı belirleyiciler olduğunu bildirmişlerdir. Buna ek olarak Gichimu, Owuor, Mwai ve Dida (2009) Kenya menşeli genotipler ile ticari çeşitleri inceledikleri çalışmalarında ticari çeşitlerin ıslah yoluyla elde edilmemiş aksesyon ve çeşitlerden daha az genetik çeşitlilik gösterdiğini bildirmişlerdir. Binominal dağılım grafiklerinde de görülebileceği gibi incelenen ebeveyn genotiplerin meyve büyüklüklerine göre %21,73'ü az (3), %21,73'ü azdan ortaya (4), %39,13'ü orta (5), %13,04'ü ortadan yükseğe (6) ve %4,34'ü yüksek (7) dağılım göstermiştir. Meyve boyuna kesitin şekline göre genotiplerin ve standart çeşitlerin %52,17'si dairesel (1), %43,47'si geniş eliptik (2), %4,34'ü orta eliptik (3) özellik göstermiştir. Ebeveynlerin meyve dip basıklığı özelliklerine göre frekansları incelendiğinde %47,82'sinde dip basıklığının olmadığı ya da çok yüzeysel olduğu (1), %26,08'inde yüzeysel olduğu (2) ve %26,08'inde dip basıklığının orta (3) düzeyde olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.17).

Meyve alt parçasının şekline göre ebeveynlerin %47,82'si küt (1), %8,69'u kütten yuvarlağa (2), %43,47'si yuvarlak (3) özellik göstermektedir. Meyve üst basıklığı özelliklerine göre ebeveynlerin %17,39'unda üst basıklığı gözlenmemiş (1), %43,47'sinde yüzeysel sap basıklığı (2) ve %39,13'ünde orta (3) derecede üst basıklığı gözlenmiştir. İncelenen örneklerde meyve kabuğu alt rengi çok açık yeşilden çok koyu yeşile kadar değişim göstermiştir. Örneklerin %34,78'i çok açık yeşil (2), %26,08'i açık yeşil (4), %8,69'u açık yeşilden yeşile (5), %13,04'ü yeşil (6), %4,34'ü koyu yeşil (8), %4,34'ü koyu yeşilden çok koyu yeşile (9) ve %8,69'u çok koyu yeşil (10) renk sergilemiştir (Çizelge 4.17).

İncelenen örnekler arasında güçlü meyve dilimlenmesi gözlenmemiştir, örneklerin %86,95'i dilimsiz ya da belirsiz dilimlenme (1), %8,69'u zayıf dilimlenme (2) ve %4,34'ü orta (3) kuvvette dilimlenme göstermiştir. Çalışmaya konu olan ebeveynler çizgi deseni açısından da geniş çeşitlilik göstermiştir. Örneklerin %27,8'i tek renk (1), %7,625'i tek renk ve damarlı (2), %7,625'i tek renk, damarlı ve ebruli (3), %7,625'i tek renk ve ebruli (4),

%7,625'i iki renk, damarlı ve ebruli (5) ve %41,7'si yalnızca damarlar (6) olacak şekilde çizgi deseni sergilemiştir. Meyve kabuğu damar sıklığı ebeveyn genotiplerin %56,52'sinde yok ya da çok az (1), %8,69'unda zayıf (2), %17,39'unda orta (3) ve %17,39'unda güçlü (4) özellik göstermiştir (Çizelge 4.17).

Ebeveynler çizgi genişliğine göre incelendiğinde %52,17'si çok dar (1), %8,69'u dar (3), %13,04'ü orta (5), %8,69'u geniş (7) ve %17,39'u çok geniş (9) özellik sergilemiştir. Örnekler arasında ana çizgi rengi %8,69'u sarı (1), %13,04'ü çok açık yeşil (2), %4,34'ü açık yeşil (3), %39,13'ü yeşil (4), %26,08'i koyu yeşil (5) ve %8,69'u çok koyu yeşil olarak dağılım gözlenmiştir. Meyve kabuk çizgilerinin sıklığı incelenen örnekler arasında belirsiz çizgi sıklığından güçlü çizgi sıklığına kadar değişim gözlenmiştir. Örneklerin %34,78'inde çizgiler belirsiz ya da çok zayıf (1) olarak, %4,34'ünde zayıf (2), %39,13'ünde orta (3) ve %17,39'unda güçlü (4), %4,34'ünde çok güçlü (5) çizgi sıklığı gözlenmiştir. Meyve kabuğu çizgilerinin ayrımı örneklerde %58,3 dağınık (1), %25 orta (2) ve %16,7 keskin (3) özellik göstermiştir (Çizelge 4.17).

Meyve sap bağlantısı büyüklüğü örneklerin %17,39'unda küçük (1), %13,04'ünde orta (2) ve %69,56'sında geniş (3) dağılım gözlenmiştir. Çiçek izi büyüklüğü örneklerin %34,78'inde küçük (1), %34,78'inde orta (2) ve %30,43'ünde geniş (3) özellik göstermiştir. Mumsu tabaka örneklerin %56,52'sinde gözlenmemiş ya da çok zayıf (1) gözlenmiştir, %4,34'ünde orta (3) ve %39,13'ünde çok güçlü (5) özellikte gözlenmiştir (Çizelge 4.17).

Perikarp kalınlığına göre incelenen meyve örneklerinin %13,04'ü ince (3), %4,34'ü inceden ortaya (4), %26,08'i orta (5), %4,34'ü ortadan kalına (6), %43,47'si kalın (7) ve %8,69'u çok kalın (9) özellik göstermiştir. Ebeveynler ve standart çeşitlerde meyve rengi %8,69 beyaz (1), %17,39 sarı (2), %17,39 pembe (4), %30,43 pembemsi kırmızı (5), %21,73 kırmızı (6) ve %4,34 koyu kırmızı (7) olarak gözlenmiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.16. Ebeveynlerde meyve özelliklerinin morfolojik gözlemlerinden elde edilen skorlar

<b>Ebeveyn</b>	<b>Meyve Büyüklüğü</b>	<b>Boyuna Kesitin Şekli</b>	<b>Dip Basıklığı</b>	<b>Alt Parçanın Şekli</b>	<b>Üst Basıklığı</b>	<b>Kabuk Alt Rengi</b>
Washington	5	2	1	2	1	10
Crimson Sweet	6	1	1	3	2	5
Galaxy	6	2	1	3	2	6
94004	3	1	1	2	2	2
94005	5	2	3	1	2	6
94006	3	1	2	3	2	6
94017	6	1	3	1	3	4
94027	7	2	3	2	3	5
94047	4	1	1	1	3	2
94051	5	1	1	3	2	4
94054	5	2	2	3	1	5
94058	5	1	3	1	2	2
94064	5	1	1	1	2	2
94081	5	2	3	1	3	9
94100	3	2	1	1	2	8
94120	5	1	1	3	1	2
94123	3	1	1	3	1	6
94127	4	1	1	1	3	4
94128	3	1	2	3	2	4
94131	4	2	1	1	2	2
PI169240	6	3	3	1	3	10
PI169264	4	2	1	1	2	4
PI169294	5	1	1	3	1	2

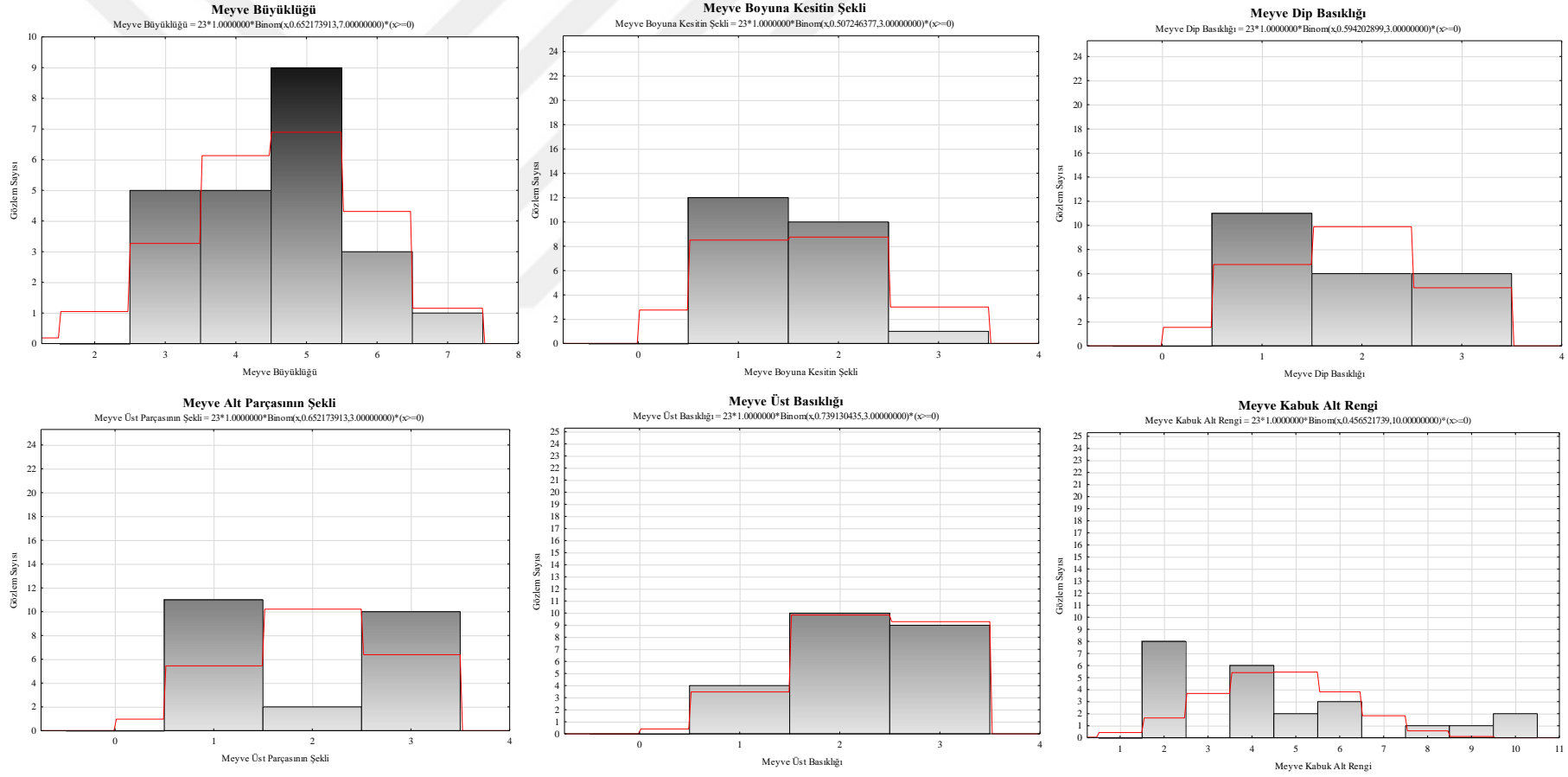
Çizelge 4.16. Ebeveynlerde meyve özelliklerinin morfolojik gözlemlerinden elde edilen skorlar (devam)

<b>Ebeveyn</b>	<b>Dilimlenme</b>	<b>Kabuk Çizgilerinin Sıklığı</b>	<b>Çizgi Deseni</b>	<b>Çizgi Genişliği</b>	<b>Ana Çizgi Rengi</b>	<b>Çizgilerin Ayrımı</b>
Washington	1	1	1	1	6	1
Crimson Sweet	3	3	2	5	2	2
Galaxy	1	3	1	3	3	2
94004	2	1	1	1	1	1
94005	1	3	3	1	2	2
94006	1	2	6	1	4	3
94017	1	1	6	9	4	1
94027	1	1	2	1	5	3
94047	2	1	6	1	2	1
94051	1	1	5	5	4	1
94054	1	2	6	1	3	1
94058	3	3	5	7	4	2
94064	1	1	1	1	2	1
94081	1	1	1	9	6	1
94100	1	4	6	1	5	1
94120	1	1	6	1	4	2
94123	1	4	6	5	5	1
94127	1	3	3	1	4	1
94128	1	4	6	1	5	1
94131	1	1	4	7	5	2
PI169240	1	1	1	9	1	1
PI169264	1	1	6	1	4	1
PI169294	1	1	4	3	5	3

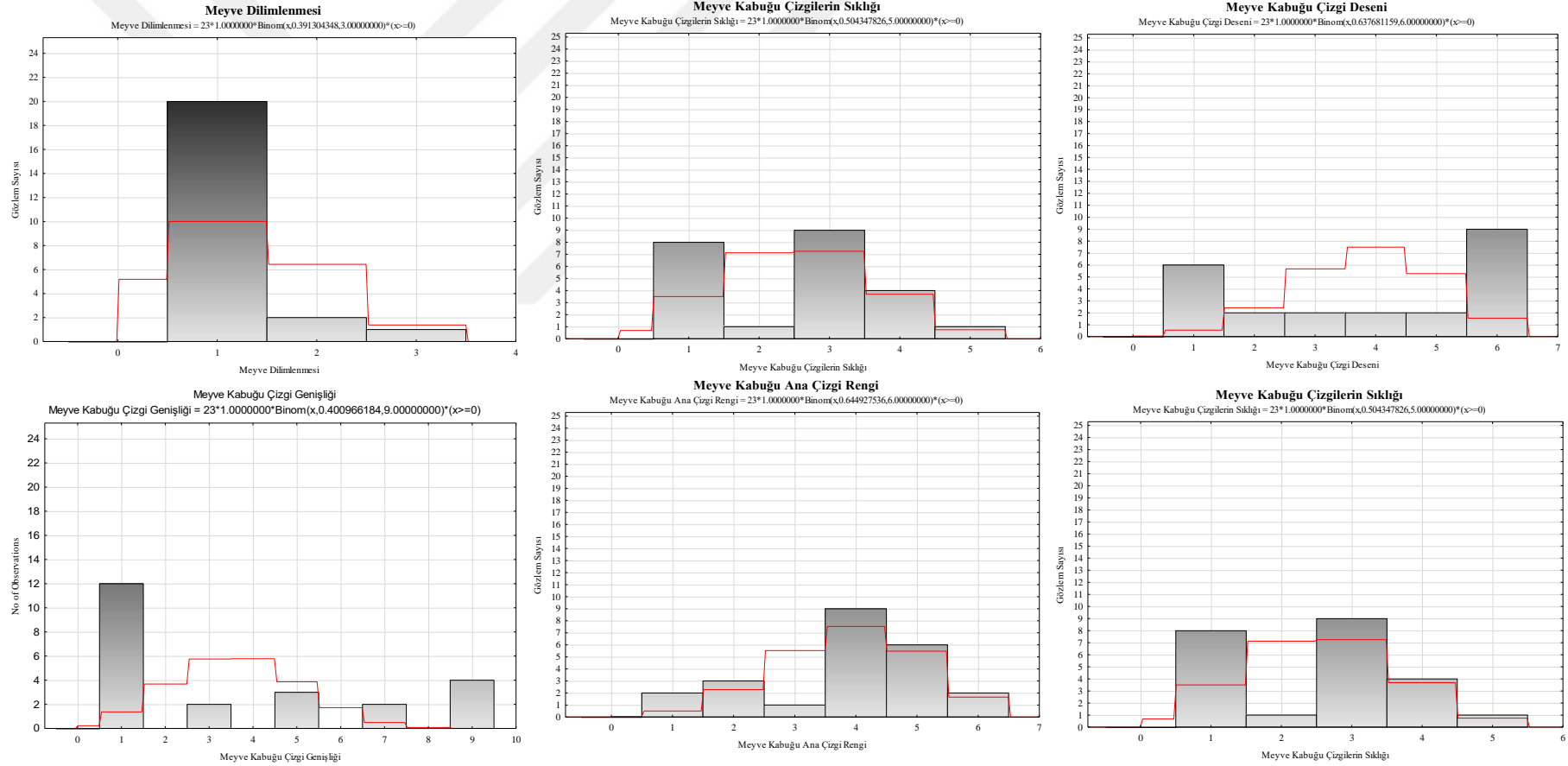


Çizelge 4.16. Ebeveynlerde meyve özelliklerinin morfolojik gözlemlerinden elde edilen skorlar (devam)

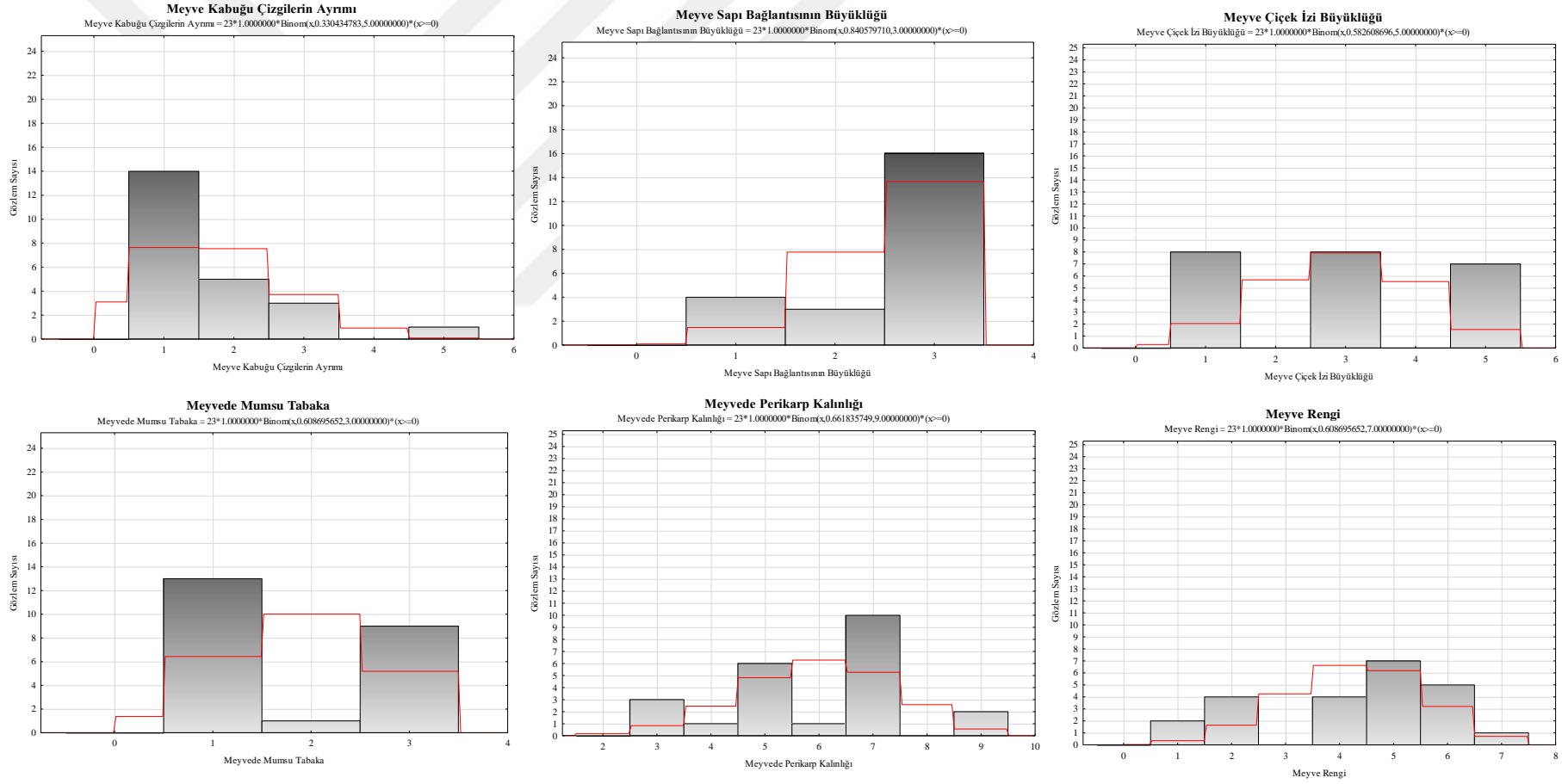
Hat Adı	Meyve Sapı Bağlantısının Büyüklüğü	Çiçek İzi Büyüklüğü	Mumsu Tabaka	Perikarp Kalınlığı	Meyve Rengi
Washington	1	1	3	5	5
Crimson Sweet	1	1	1	7	5
Galaxy	2	3	1	5	6
94004	3	5	1	7	5
94005	3	3	3	3	5
94006	3	3	1	7	6
94017	2	1	1	7	6
94027	2	1	1	7	5
94047	2	1	1	7	2
94051	3	5	3	7	2
94054	3	3	1	9	1
94058	3	5	3	7	2
94064	3	5	3	7	2
94081	3	1	3	7	7
94100	3	5	1	4	5
94120	3	5	3	9	4
94123	3	3	1	5	4
94127	3	3	3	5	6
94128	3	3	1	7	4
94131	3	3	3	5	1
PI169240	1	1	3	5	6
PI169264	3	3	1	3	5
PI169294	3	5	1	3	4



Şekil 4.11. Ebeveynlerde incelenen meyve özelliklerinin (meyve büyüklüğü, boyuna kesitin şekli, dip basıklığı, alt parçasının şekli, üst basıklığı, kabuk alt rengi) binominal dağılımları



Şekil 4.12. Ebeveynlerde incelenen meyve özelliklerinin (dilimlenme, kabuk çizgilerinin sıklığı, çizgi deseni, çizgi genişliği, ana çizgi rengi, çizgilerin sıklığı) binominal dağılımları



Şekil 4.13. Ebeveynlerde incelenen meyve özelliklerinin (çizgilerin ayrımı, meyve sapı bağlantısının büyüklüğü, çiçek izi büyüklüğü, mumsu tabaka, perikarp kalınlığı, meyve rengi) binominal dağılımları

Çizelge 4.17. Ebeveynlerde incelenen meyve özelliklerinin frekansları

<b>Meyve Büyüklüğü</b>	%21,73 az (5/23)	%21,73 azdan ortaya (5/23)	%39,13 orta (9/23)	%13,04 ortadan yükseğe (3/23)	%4,34 yüksek (1/23)		
<b>Boyuna Kesitin Şekli</b>	%52,17 dairesel (12/23)	%43,47 geniş eliptik (10/23)	%4,34 orta eliptik (1/23)				
<b>Dip Basıklığı</b>	%47,82 yok ya da çok yüzeysel (11/23)	%26,08 yüzeysel (6/23)	%26,08 orta (6/23)				
<b>Alt Parçanın Şekli</b>	%47,82 küt (11/23)	%8,69 küttten yuvarlağa (2/23)	%43,47 yuvarlak (10/23)				
<b>Üst Basıklığı</b>	%17,39 yok (4/23)	%43,47 yüzeysel (10/23)	%39,13 orta (9/23)				
<b>Kabuk Alt Rengi</b>	%34,78 çok açık yeşil (8/23)	%26,08 açık yeşil (6/23)	%8,69 açık yeşilden yeşile (2/23)	%13,04 yeşil (3/23)	%4,34 koyu yeşil (1/23)	%4,34 koyu yeşilden çok koyu yeşile (1/23)	%8,69 çok koyu yeşil (2/23)
<b>Dilimlenme</b>	%86,95 dilimsiz ya da belirsiz dilimlenme (20/23)	%8,69 zayıf dilimlenme (2/23)	%4,34 orta (1/23)				
<b>Kabuk Çizgilerinin Sıklığı</b>	%34,78 belirsiz ya da çok zayıf (8/23)	%4,34 zayıf (1/23)	%39,13 orta (9/23)	%17,39 güçlü (4/23)	%4,34 çok güçlü (1/23)		
<b>Çizgi Deseni</b>	%27,8 tek renk (6/23)	%7,625 tek renk ve damarlı (2/23)	%7,625 tek renk, damarlı ve ebruli (2/23)	%7,625 tek renk ve ebruli (2/23)	%7,625 iki renk damarlı ve ebruli (2/23)	%41,7 yalnızca damarlar (9/23)	
<b>Çizgi Genişliği</b>	%52,17 çok dar (12/23)	%8,69 dar (2/23)	%13,04 orta (3/23)	%8,69 geniş (2/23)	%17,39 çok geniş (4/23)		
<b>Ana Çizgi Rengi</b>	%8,69 sarı (2/23)	%13,04 çok açık yeşil (3/23)	%4,34 açık yeşil (1/23)	%39,13 yeşil (9/23)	%26,08 koyu yeşil (6/23)	%8,69 çok koyu yeşil (2/23)	
<b>Çizgilerin Ayrımı</b>	%58,3 dağınık (13/23)	%25 orta (6/23)	%16,7 keskin (4/23)				
<b>Meyve Sapı Bağlantısının Büyüklüğü</b>	%17,39 küçük (4/23)	%13,04 orta (3/23)	%69,56 geniş (16/23)				
<b>Damar Sıklığı</b>	%56,52 yok ya da çok az (13/23)	%8,69 zayıf (2/23)	%17,39 orta (4/23)	%17,39 güçlü (4/23)			
<b>Çiçek İzi Büyüklüğü</b>	%34,78 küçük (8/23)	%34,78 orta (8/23)	%30,43 geniş (7/23)				
<b>Mumsu Tabaka</b>	%56,52 yok ya da çok zayıf (13/23)	%4,34 orta (1/23)	%39,13 çok güçlü (9/23)				
<b>Perikarp Kalınlığı</b>	%13,04 ince (3/23)	%4,34 inceden ortaya (1/23)	%26,08 orta (6/23)	%4,34 ortadan kalına (1/23)	%43,47 kalın (10/23)	%8,69 çok kalın (2/23)	
<b>Meyve Rengi</b>	%8,69 beyaz (2/23)	%17,39 sarı (4/23)	%17,39 pembe (4/23)	%30,43 pembemsi kırmızı (7/23)	%21,73 kırmızı (5/23)	%4,34 koyu kırmızı (1/23)	

Meyvelerde incelenen özelliklerin birbirleri ile ilişkilerinin anlaşılabilmesi ve örneklerin bu ilişkiye göre gösterdiği dağılımın görülebilmesi için PCA ve faktör analizi gerçekleştirilmiştir. Temel bileşenler analizi sonucunda iki temel bileşen ortaya çıkmış (Eigen değeri>1) ve bu iki temel bileşen toplam varyansın %23,31'ini açıklamıştır (Çizelge 4.18). Birinci temel bileşen toplam varyansın %12,89'unu ve ikinci temel bileşen %10,41'ini açıklamıştır.

Çizelge 4.18. Ebeveynlerde meyve özellikleri temel bileşenler analizi sonuçları

Temel Bileşen	Eigen Değerleri	R <sup>2</sup> X	Q <sup>2</sup>	Limit	Toplam Varyans (%)	Kümülatif Varyans (%)
1*	9,9303	0,1289	0,0108	0,0578	12,8965	12,8965
2 <sup>(ÖD)</sup>	8,0214	0,1041	-0,0182	0,0601	10,4175	23,3140

\*; Önemli, <sup>(ÖD)</sup>; Önemli Değil, R<sup>2</sup>X; Açıklanan varyasyonun oranı, Q<sup>2</sup>; Tahmini varyasyon, Limit; Önem sınırı.

Faktör analizi sonucunda incelenen özelliklerin iki faktör altında toplam varyansın %39,95'ini açıkladığı (Eigen değeri>1) görülmüştür (Çizelge 4.19).

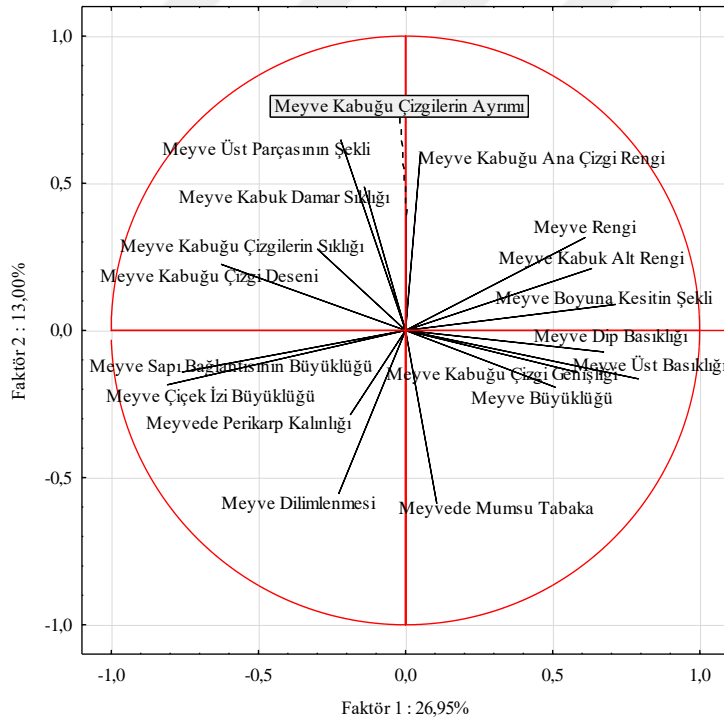
Çizelge 4.19. Ebeveynlerde meyve özellikleri faktör analizi sonuçları

Faktör	Eigen Değeri	Toplam Varyans (%)	Kümülatif Varyans (%)
1	4,8516	26,9536	26,9536
2	2,3399	12,9997	39,9533

İncelenen özelliklerin faktörlere yaptığı katkıları incelendiğinde faktör 1 üzerinde en büyük katkıyı meyve üst basıklığı ve meyve boyuna kesitinin şekli özellikleri, faktör 2 üzerine ise en büyük katkıları meyve alt parçasının şekli ve meyve kabuğu ana çizgi rengi özellikleri yapmıştır (Çizelge 4.20). İncelenen özelliklerin faktör haritası projeksiyonunda da etki yönleri aynı şekilde gözlenebilmektedir (Şekil 4.14).

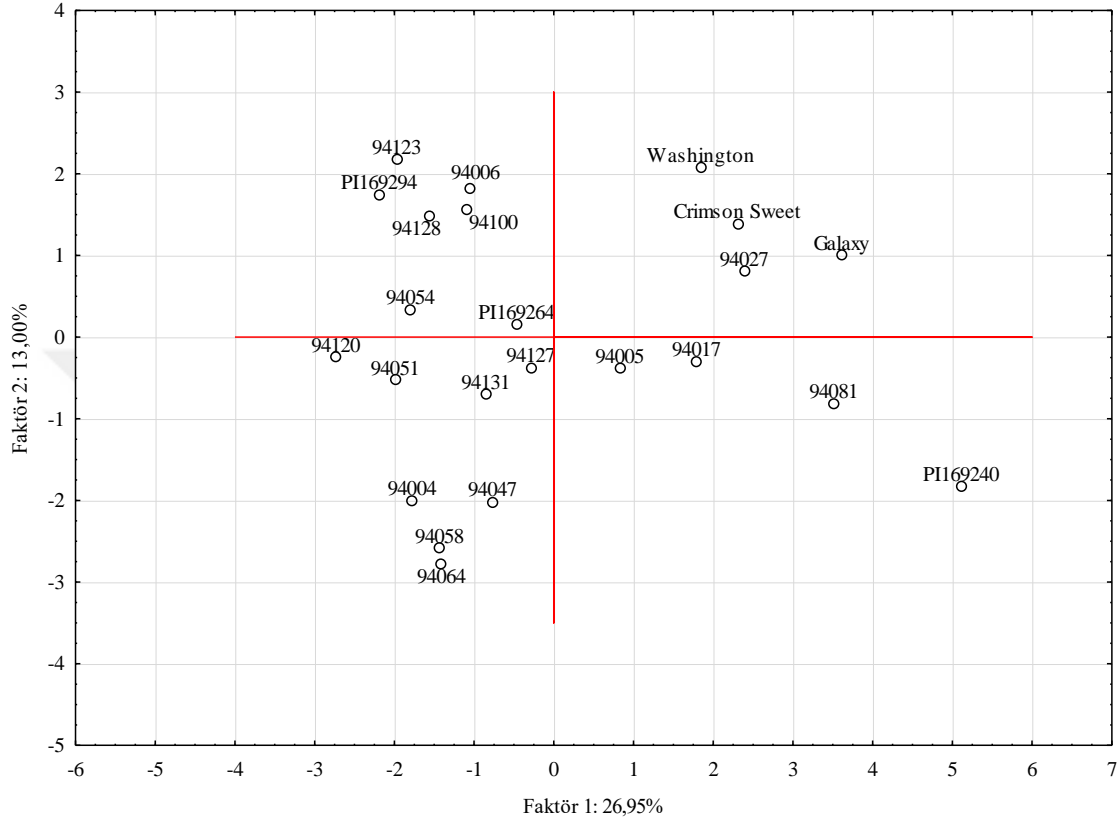
Çizelge 4.20. Ebeveynlerde incelenen meyve özelliklerinin faktörlere korelasyon tabanlı katkıları

İncelenen Özellikler	Faktör 1	Faktör 2
Meyve Büyüklüğü	0,5084	-0,1925
Meyve Boyuna Kesitinin Şekli	0,7133	0,0882
Meyve Dip Basıklığı	0,6729	-0,0731
Meyve Alt Parçasının Şekli	-0,2208	0,6495
Meyve Üst Basıklığı	0,7909	-0,1646
Meyve Kabuğu Alt Rengi	0,6321	0,2103
Meyve Kabuğu Dilimlenmesi	-0,2278	-0,5562
Meyve Kabuğu Damar Sıklığı	-0,1405	0,4897
Meyve Kabuğu Çizgi Deseni	-0,6281	0,2251
Meyve Kabuğu Çizgi Genişliği	0,5847	-0,1424
Meyve Kabuğu Ana Çizgi Rengi	0,0508	0,6042
Meyve Kabuğu Çizgilerinin Sıklığı	-0,2993	0,2756
Meyve Kabuğu Çizgilerinin Ayrımı	0,0028	0,3909
Meyve Sapı Bağlantısının Büyüklüğü	-0,7614	-0,1419
Meyve Çiçek İzi Büyüklüğü	-0,8115	-0,1853
Meyve Kabuğu Mumsu Tabakası	0,1062	-0,5878
Meyve Perikarp Kalınlığı	-0,1886	-0,2879
Meyve Rengi	0,6098	0,3151



Şekil 4.14. Ebeveynlerde incelenen meyve özelliklerinin faktör haritası projeksiyonu

Faktör analizine göre oluşturulan ebeveyn hatlar ve standart çeşitlerin faktör haritası projeksiyonunda örneklerin 23 farklı noktada kümeleniği görülmüştür, tüm genotipler meyve özellikleri açısından birbirinden farklı özellikler sergilediği açıkça gözlenebilmiştir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Ebeveynlerin meyve özelliklerine göre faktör haritası projeksiyonu

Açıkta tozlanan çeşitlerin dar bir genetik tabanı paylaşan ıslah edilmiş çeşitlere göre daha fazla morfolojik çeşitlilik gösterdikleri bilinmektedir (Bisognin, 2002; Levi vd., 2001; Soghani vd., 2018). Meyve özelliklerine göre ebeveynlerin tamamının Çizelge 4.14'e göre farklı noktalarda dağılmasının incelenen diğer genotiplerin tamamının açıkta tozlanan yerel çeşitlerden ve standart çeşitlerden elde edilmiş olmasından kaynaklanması olası görülebilir.



#### 4.2.4. Ebeveynlerin Tohum Özelliklerine Göre Karakterizasyonları

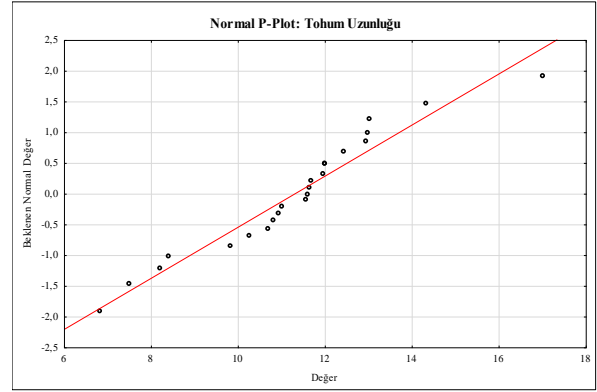
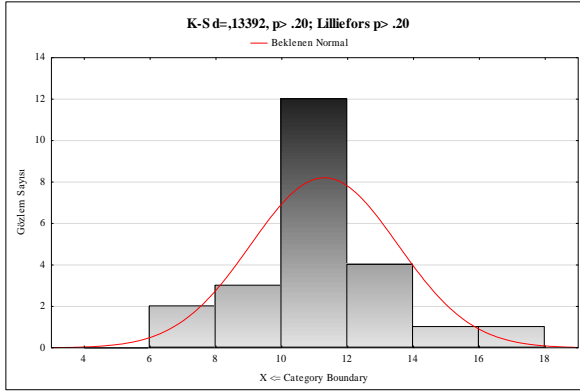
Tez çalışmasında tohum özelliklerinin incelenmesi hasat sonrası ayıklanıp temizlenen tohumlarda kurutma işleminin tamamlanmasından sonra gerçekleştirilmiştir. Tohumlarda uzunluk, genişlik, uzunluk/genişlik oranı, tohum kabuğunun alt rengi, tohum kabuğu üst rengi, renk ilişkisi ve hilum çıkıntısı özellikleri incelenmiş ve elde edilen skorlar Çizelge 4.21’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.21. Ebeveynlerde tohum özelliklerinin morfolojik gözlemlerinden elde edilen skorlar

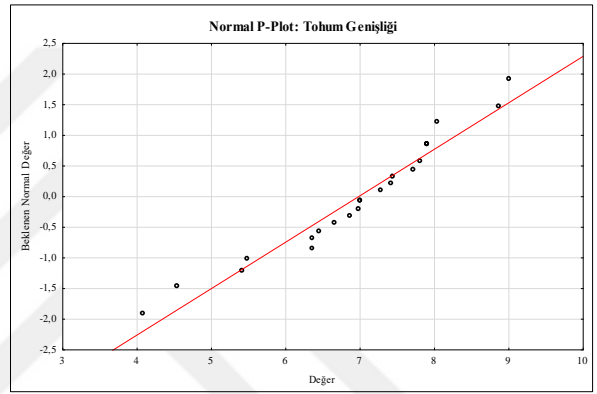
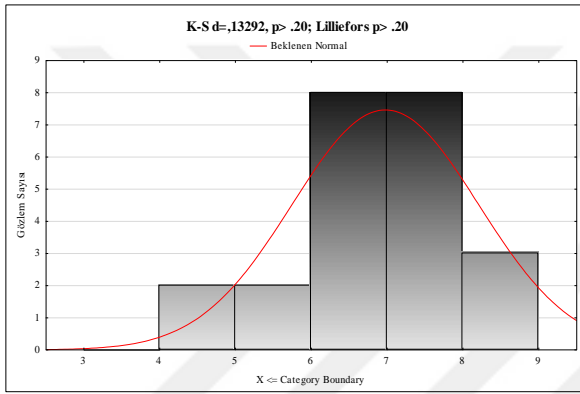
Ebeveyn	Uzunluk (mm)	Genişlik (mm)	Uzunluk-Genişlik Oranı	Tohum Kabuğunun Alt Rengi	Tohum Kabuğu Üst Rengi	Renk İlişkisi	Hilum Çıkıntısı
Washington	6,8245	4,0775	3	5	9	7	2
Crimson Sweet	8,1975	5,4200	3	7	9	3	1
Galaxy	8,3965	5,4795	3	5	9	7	2
94004	11,6175	7,4115	3	5	9	3	2
94005	12,928	8,0415	3	6	1	1	1
94006	12,4485	7,8080	1	7	1	1	2
94017	11,5745	7,4390	1	2	9	1	2
94027	11,6985	6,8575	3	2	1	1	2
94047	13,0000	7,0000	5	2	9	9	1
94051	11,0000	7,0000	3	6	1	1	1
94054	11,9700	7,9000	3	1	9	9	2
94058	10,9455	6,9835	3	5	9	3	2
94064	13,0390	7,7175	5	2	9	1	2
94081	14,3250	8,8735	1	4	1	1	2
94100	10,2575	6,3560	3	2	1	1	1
94120	10,7965	6,6495	3	2	1	1	2
94123	10,6945	6,3690	3	2	1	1	2
94127	9,8365	6,4495	3	2	1	1	2
94128	11,6475	7,2755	3	4	1	1	2
94131	17,0000	9,0000	3	2	9	5	1
PI169240	12,0000	7,9000	3	1	1	1	2
PI169264	7,5000	4,5500	3	2	1	1	2
PI169294	12,0000	7,9000	3	6	9	9	1

Tohumlarda uzunluk ve genişlik normal dağılım grafikleri Şekil 4.16’da sunulmuştur. Bu iki özelliğin dağılımları incelendiğinde histogram eğrilerinin çarpıklık/basıklık değerlerinin (tohum uzunluğu; 0,1308/1,1950, tohum genişliği; -0,7119/0,4868) normale yakın seyirde olduğu görülmüştür. Tez çalışmasında incelenen ebeveynlerde tohum uzunluğu 6,82 mm ile 17 mm arasında, tohum genişliği ise 4,07 mm ile 9 mm arasında değişmiştir. Tohum uzunluğu açısından bakıldığında incelenen örneklerin çoğunluğunun 10 mm ile 14 mm arasında olduğu, tohum genişliği açısından ise 6 mm ile 8 mm arasında olduğu kaydedilmiştir.

## Tohum Uzunluğu

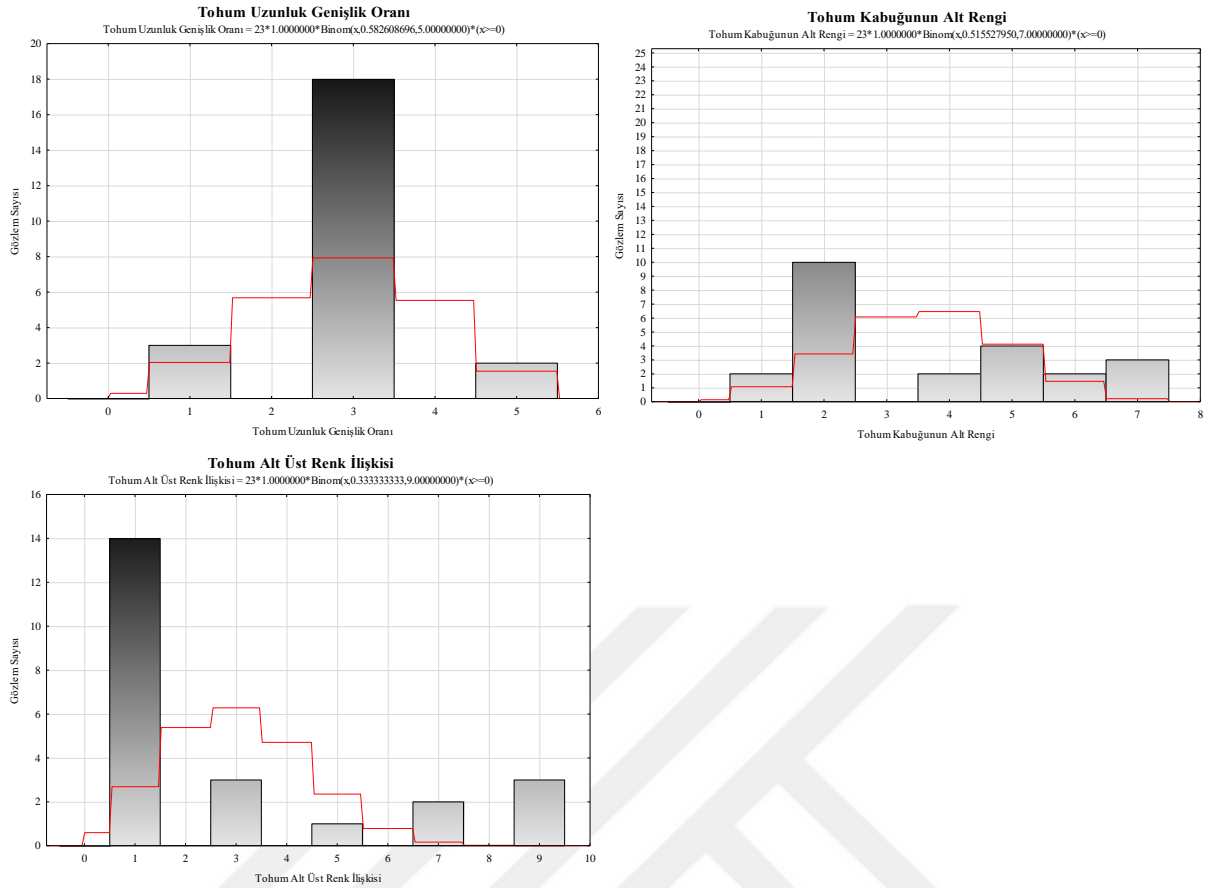


## Tohum Genişliği



şekil 4.16. Ebeveynlerde incelenen tohum özelliklerinin (uzunluk, genişlik) normal dağılımları

İncelenen diğer özellikler uzunluk/genişlik oranı, tohum kabuğunun alt rengi ve renk ilişkisi skalar değerlerine göre binominal dağılımları şekil 4.17’de gösterilmiştir. Tohum kabuğu üst rengi ve hilum çıkıntısı özellikleri yalnızca iki değer arasında değiştiği için binominal dağılıma tabi tutulmamışlardır.



Şekil 4.17. Ebeveynlerde incelenen tohum özelliklerinin (uzunluk-genişlik oranı, tohum kabuğunun alt rengi, renk ilişkisi) binominal dağılımları

Uzunluk/genişlik oranına göre incelenen örneklerin tohumlarının %13,04'ü çok düşük (1), %78,26'sı orta (3) ve %8,69'u çok yüksek (5) oran göstermiştir. İncelenen örnekler arasında altı farklı tohum kabuğu alt rengi gözlenmiştir, bunların %8,69'u beyaz (1), %43,47'si krem (2), %8,69'u kırmızı (4), %17,39'u kızıl kahve (5), %8,69'u kahverengi (6) ve %13,04'ü siyah (7) olarak kaydedilmiştir. Tohum kabuğu üst rengi ise incelenen örneklerin %47,82'sinde gözlenmiş (9), %52,17'sinde (1) ise tespit edilmemiştir. Örneklerde tohum kabuğu alt ve üst renk ilişkisi incelendiğinde %60,86'sında ilişkinin hiç olmadığı ya da çok az olduğu (1), %13,04'ünde az (3), %4,34'ünde orta (5), %8,69'unda geniş (7) ve %13,04'ünde çok geniş (9) olduğu tespit edilmiştir. Hilum çıkıntısının ise örneklerin %30,43'ünde olmadığı ya da çok zayıf olduğu (1) ve %69,56'sında orta büyüklükte (2) olduğu görülmüştür, incelenen örnekler arasında güçlü (3) hilum çıkıntısına rastlanmamıştır (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22. Ebeveynlerde incelenen tohum özelliklerinin frekansları

Uzunluk-Genişlik Oranı	Tohum Kabuğunun Alt Rengi	Tohum Kabuğu Üst Rengi	Renk İlişkisi	Hilum Çıkıntısı
%13,04 çok düşük (3/23)	%8,69 beyaz (2/23)	%47,82 var (11/23)	%60,86 yok ya da çok az (14/23)	%30,43 yok ya da çok zayıf (7/23)
%78,26 orta (18/23)	%43,47 krem (10/23)	%52,17 yok (12/23)	%13,04 az (3/23)	%69,56 orta (16/23)
%8,69 çok yüksek (2/23)	%8,69 kırmızı (2/23)		%4,34 orta (1/23)	
	%17,39 kızıl kahve (4/23)		%8,69 geniş (2/23)	
	%8,69 kahverengi (2/23)		%13,04 çok geniş (3/23)	
	%13,04 siyah (3/23)			

İncelenen tohum özelliklerine göre yapılan PCA ve faktör analizi sonuçları Çizelge 4.23 ve Çizelge 4.24’de sunulmuştur. PCA sonucunda iki temel bileşen ortaya çıkmış (Eigen değeri >1) ve bu iki bileşen toplam varyansın %57,20’sini açıklamıştır.

Çizelge 4.23. Ebeveynlerde tohum özelliklerine göre temel bileşenler analizi sonuçları

Temel Bileşen	Eigen Değerleri	R <sup>2</sup> X	Q <sup>2</sup>	Limit	Toplam Varyans (%)	Kümülatif Varyans (%)
1*	4,3105	0,4709	-0,0053	0,1136	30,7898	30,7898
2 <sup>(ÖD)</sup>	3,6982	0,1665	-0,1000	0,1208	26,4161	57,2059

\*; Önemli,<sup>(ÖD)</sup>; Önemli Değil, R<sup>2</sup>X; Açıklanan varyasyonun oranı, Q<sup>2</sup>; Tahmini varyasyon, Limit; Önem sınırı.

Faktör analizi sonucunda incelenen tohum özelliklerinin iki faktör altında toplam varyansın %66,82’sini açıkladığı (Eigen değeri>1) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.24. Ebeveynlerde tohum özellikleri faktör analizi sonuçları

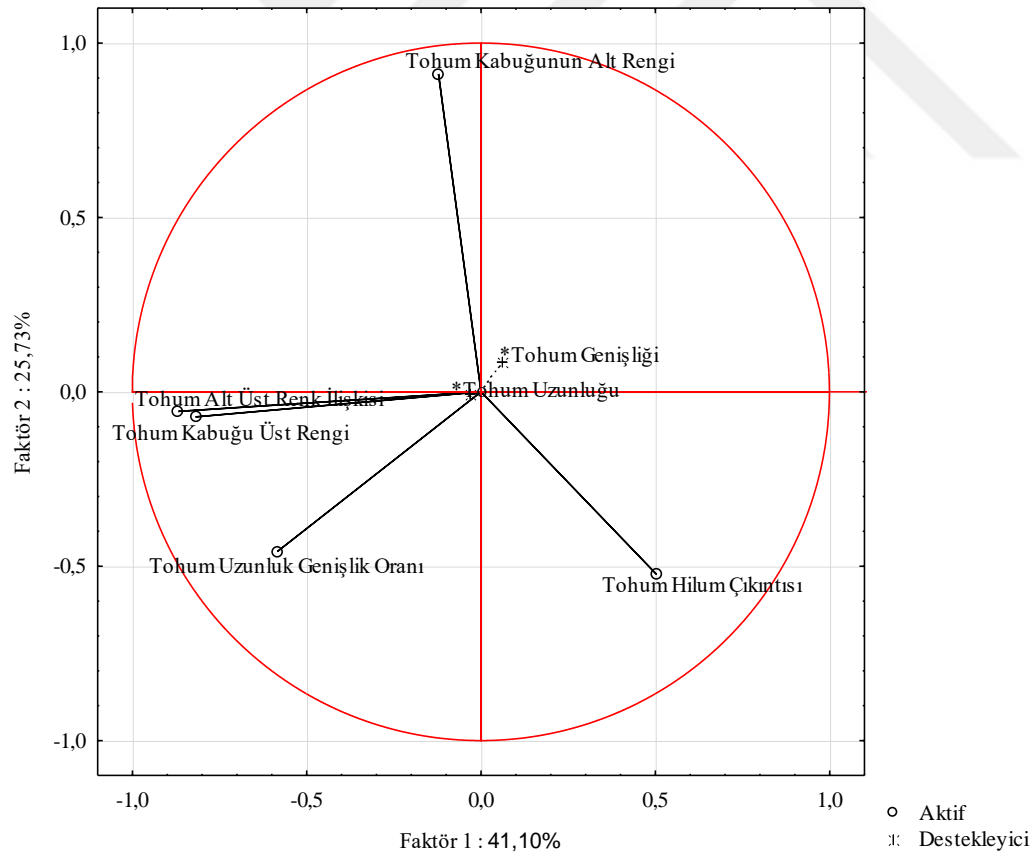
Faktör	Eigen Değeri	Toplam Varyans (%)	Kümülatif Varyans (%)
1	2,05477	41,0955	41,0955
2	1,2865	25,7302	66,8257

Tohum özelliklerinin faktör yüklerine yaptığı katkılar dik faktör döndürme yöntemiyle hesaplanmıştır (Çizelge 4.25). İncelenen tohum özellikleri arasında birinci faktöre en yüksek katkıyı hilum çıkıntısı özelliğinin yaptığı, ikinci faktöre ise en yüksek katkıyı tohum kabuğu alt rengi özelliğinin yaptığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.25. Ebeveynlerde incelenen tohum özelliklerinin faktörlere korelasyon tabanlı katkıları

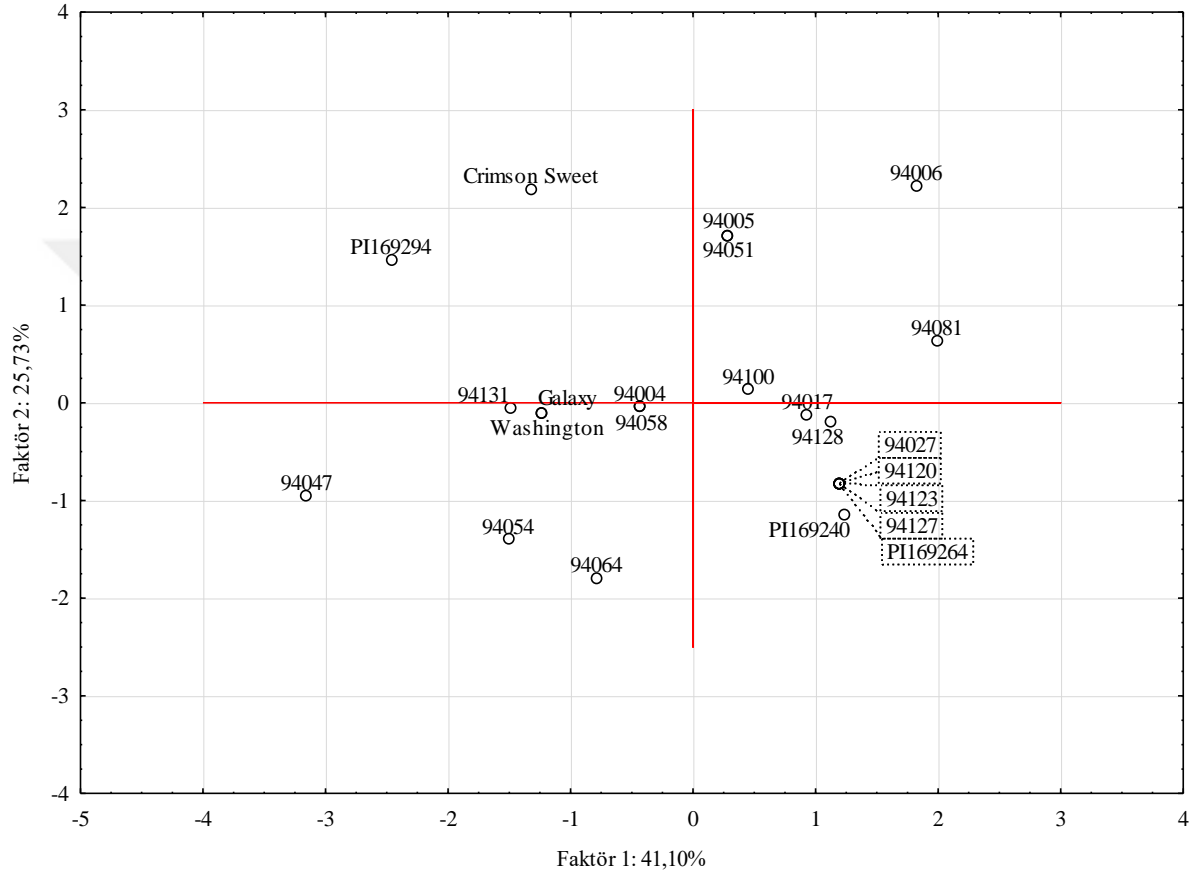
İncelenen Özellikler	Faktör 1	Faktör 2
Tohum Uzunluğu	-0,0291	0,0141
Tohum Genişliği	0,0585	0,1085
Uzunluk-Genişlik Oranı	-0,5613	-0,4313
Tohum Kabuğunun Alt Rengi	-0,2331	0,8789
Tohum Kabuğu Üst Rengi	-0,8120	-0,1740
Renk İlişkisi	-0,8650	-0,1178
Hilum Çıkıntısı	0,5267	-0,5326

Ebeveynlerde incelenen tohum özelliklerinin faktör analizine göre projeksiyon haritası Şekil 4.18’de sunulmuştur. İki faktöre göre oluşturulan haritada tohum kabuğu üst renginin varyasyonu açıklamada tohum alt-üst renk ilişkisi ile benzer yönlü etki göstermiştir. Tohum uzunluk/genişlik oranı destekleyici uzunluk ve genişlik ölçüleriyle ters yönde etkili olurken tohum kabuğunun alt rengi ve hilum çıkıntısı özellikleri diğer özelliklerle bağlantısız etki göstermişlerdir.



Şekil 4.18. Ebeveyn hatlarda ve standart çeşitlerde incelenen tohum özelliklerinin faktör haritası projeksiyonu

Ebeveynlerin faktör haritası projeksiyonu Şekil 4.19'da sunulmuştur. Tohum özelliklerine göre 94006, 94017, 94047, 94054, 94064, 94081, 94100, 94128, 94131, PI169294, PI169240 ve Crimson Sweet diğer örneklerden ayrı dağılım gösterirken, 94004 ve 94058 örnekleri beraber, 94005 ve 94051 genotipleri beraber, 94027, 94120, 94123, 94127 ve PI169264 genotipleri beraber, Galaxy ve Washington çeşitleri beraber dağılım göstermişlerdir.



Şekil 4.19. Ebeveynlerin tohum özelliklerine göre faktör haritası projeksiyonu

Szamosi vd. (2009) Türkiye ve Macaristan menşeli karpuz genetik kaynaklarını karşılaştırmalı olarak inceledikleri çalışmalarında tohum büyüklüğü, tohum kabuğu alt rengi, tohum kabuğu üst rengi, tohum kabuğu alt üst renk ilişkisi ve hilum çıkıntısı özelliklerini de değerlendirmişlerdir. İncelenen tüm tohum özellikleri bakımından yüksek varyasyon gözlendiğini, incelenen genetik kaynakların Türkiye menşeli olanlarının Macaristan menşeli olanlara göre daha ağır ve daha büyük olduğu gözlenmiştir. Tez çalışmasında da incelenen tohum özellikleri açısından yüksek varyasyon gözlenmiştir.

### 4.3. Melezlerin Morfolojik Karakterizasyonları

Melezlerin morfolojik karakterizasyon gözlemleri 2018 yılında yapılan melezlemelerin ardından 2019 yılında gerçekleştirilmiştir.

#### 4.3.1. Melezlerin Kotiledon Özelliklerine Göre Morfolojik Karakterizasyonları

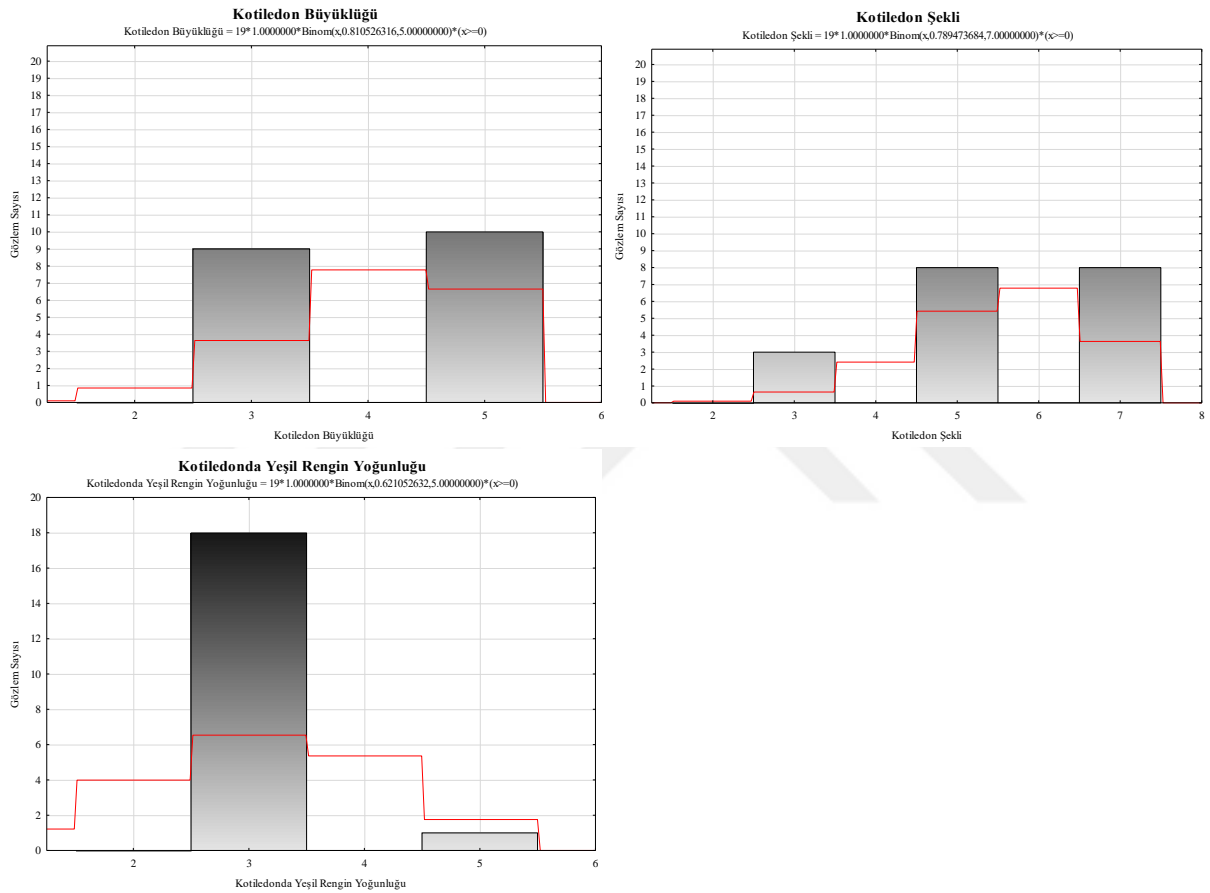
Melezlerde kotiledon gözlemleri fide yetiştirme aşamasında, kotiledon yaprakların gelişimlerini tamamladıkları dönemde gerçekleştirilmiştir. Bu dönemde genç fidelerde kotiledon büyüklüğü, şekli ve kotiledonda yeşil rengin yoğunluğu gözlenmiş ve elde edilen skorlar Çizelge 4.26'de gösterilmiştir. Melezlerde kotiledon büyüklüğünün %47,36 orta (3), %52,63 büyük (5) yapıda, şeklinin %15,78 dar eliptik (1), %42,10 eliptik (2), %42,10 geniş eliptik (3) yapıları olduğu, kotiledonda yeşil rengin yoğunluğunun ise %94,73 orta (3), %5,26 koyu (5) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.20, Çizelge 4.27).

Çizelge 4.26. Melezlerde kotiledon özelliklerinin morfolojik gözlemlerinden elde edilen skorlar

Ana $\chi$ Baba	Kotiledon Büyüklüğü	Kotiledon Şekli	Kotiledonda Yeşil Rengin Yoğunluğu
Galaxy $\chi$ 94004	5	5	3
Galaxy $\chi$ 94123	5	3	3
Crimson Sweet $\chi$ 94017	5	7	3
Crimson Sweet $\chi$ 94047	3	5	3
Crimson Sweet $\chi$ 94054	5	3	3
Crimson Sweet $\chi$ 94058	5	7	3
Crimson Sweet $\chi$ 94081	5	7	3
Crimson Sweet $\chi$ 94100	3	5	5
Crimson Sweet $\chi$ 94128	5	3	3
Crimson Sweet $\chi$ PI169264	5	7	3
Washington $\chi$ 94004	5	7	3
Washington $\chi$ 94027	3	7	3
Washington $\chi$ 94047	3	5	3
Washington $\chi$ 94054	3	5	3
Washington $\chi$ 94064	3	5	3
Washington $\chi$ 94081	5	7	3
Washington $\chi$ 94100	3	5	3
Washington $\chi$ 94131	3	7	3
Washington $\chi$ PI169264	3	5	3

Çizelge 4.27. Melezlerde incelenen kotiledon özelliklerinin frekansları

Kotiledon Büyüklüğü	Kotiledon Şekli	Kotiledonda Yeşil Rengin Yoğunluğu
%47,36 orta (9/19)	%15,78 dar eliptik (3/19)	%94,73 orta (18/19)
%52,63 büyük (10/19)	%42,10 eliptik (8/19)	%5,26 koyu (1/19)
	%42,10 geniş eliptik (8/19)	

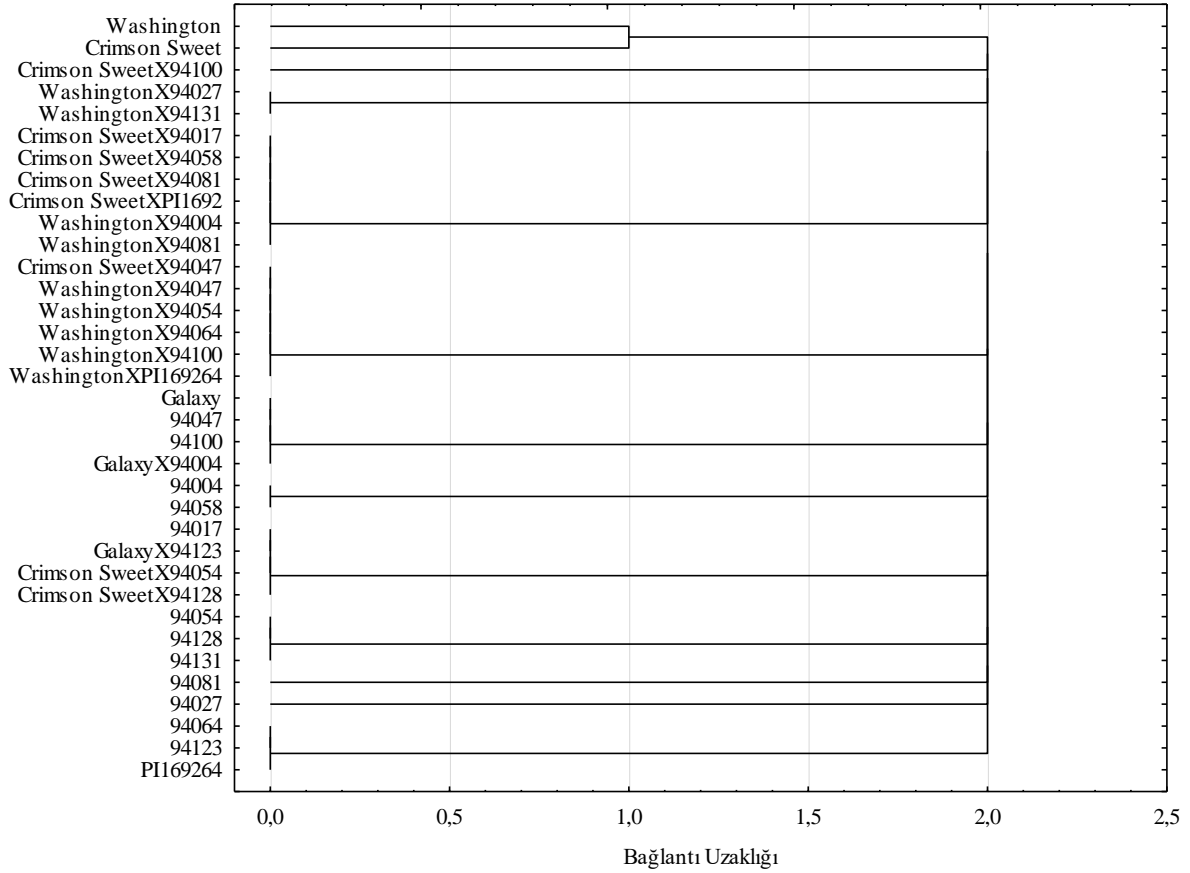


Şekil 4.20. Melezlerde incelenen kotiledon özelliklerinin skala değerlerine göre dağılımları

Çalışmada incelenen ebeveyn ve melezlerin kotiledon özelliklerine göre gerçekleştirilen hiyerarşik kümeleme analizi sonucunda oluşturulan dendrogram Şekil 4.21’de sunulmuştur. Dendrograma göre bu özellikler bakımından melezler baba hatlardan ziyade ana hatlar olan standart çeşitlerle benzerlik sergilemişlerdir. Gözlenen bu durum kalıtımda anne etkisinden kaynaklanmış olabileceği gibi meyve şeklinin kalıtımı ile de bağlantılı olabileceği düşünülmektedir. Karpuzda fide aşamasındaki kotiledon şekli meyve şekli ile ilişkilidir, dar eliptik kotiledonlu bitkiler uzun meyveler, geniş eliptik kotiledonlu bitkiler oval meyveler



oluşturmaktadır (Wehner, 2007). Uzun meyvelerin oval ve küresel meyve şekilleri karşısında eksik dominansi göstermesi ve ayrıca oval meyve şeklini kontrol eden *Ob* lokusunun küresel meyve şeklini kontrol eden *o* lokusu üzerinde epistatik etkisi olduğu tespit edilmiştir (Lou, 2009; Weetman, 1937). Bunlara dayanarak kullanılan ebeveyn genotiplerin çoğunluğunun oval meyveli olması sonucunda melezlerde de ağırlıklı olarak oval meyve ve geniş eliptik kotiledon şekli gözlenmiş olabilir.



Şekil 4.21. Kotiledon özelliklerine göre ebeveyn hatlar ve melezlerin hiyerarşik kümeleme analizi dendrogramı

#### 4.3.2. Melezlerin Yaprak Özelliklerine Göre Morfolojik Karakterizasyonları

Melezlerde yaprak özelliklerinin incelenmesi ana gövde üzerinde, 10. ve 15. yapraklar arasından seçilen yapraklarda gerçekleştirilmiştir (Çizelge 4.28). Metrik olarak ölçümü gerçekleştirilen yaprak uzunluğu, yaprak genişliği ve yaprak sapı uzunluğu özelliklerinin frekansları ve normal dağılımları Şekil 4.22’de, skala değeri olarak gözlemi alınan yaprak büyüklüğü, yaprak uzunluk/genişlik oranı, yaprak rengi, yaprak lobluluk derecesi, yaprak kıvrıcıklığı ve yaprak damar rengi özelliklerinin binominal Şekil 4.23’te sunulmuştur.

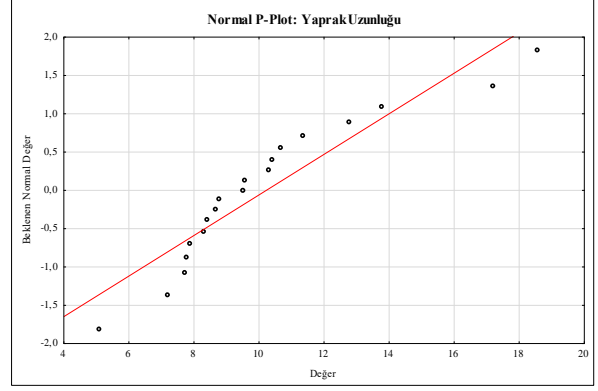
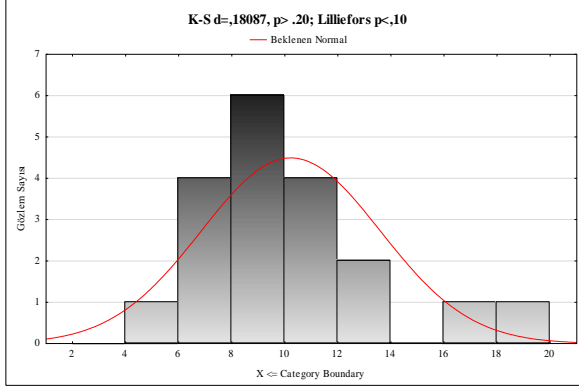
Melezlerde yaprak uzunluğunun 5,08 cm ile 18,6 cm arasında, yaprak genişliğinin 4,46 cm ile 12,2 cm arasında ve yaprak sapı uzunluğunun 1,84 cm ile 6,10 cm arasında değiştiği tespit edilmiştir. Yaprak büyüklüğü bakımından melezlerin %5,26'sı küçük (1), %57,89'u orta (3) ve %36,84'ü büyük (5) yapraklar oluşturmuş, yaprak uzunluk genişlik oranları %42,10'unda orta (2) ve %57,89'unda dar (3) olarak gözlenmiştir. Yaprak lobluluk derecesi melezlerin %10,52'sinde zayıf (3), %52,63'ünde orta (5), %36,84'ünde derin (7), yaprak kıvrıcıklığı ise %36,84'ünde zayıf (1), %57,89'unda orta (2) ve %5,26'sında güçlü (3) olarak kaydedilmiştir. Yaprak rengi %36,84 sarımsı yeşil (1), %63,15 yeşil (2) olarak, yaprak damar rengi ise %36,84 yeşil (1) ve %63,15 sarı (2) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.29).



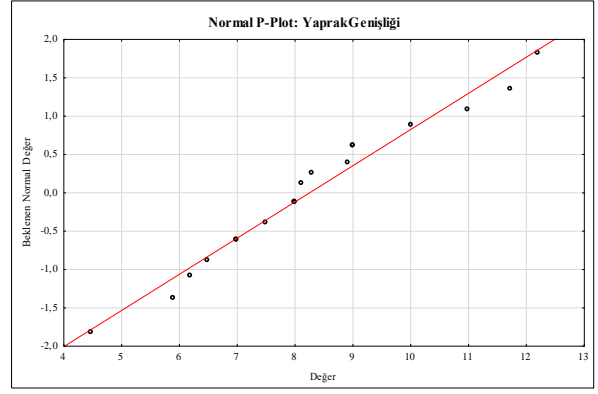
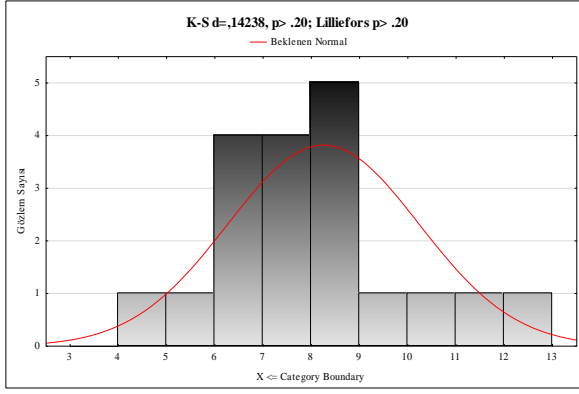
Çizelge 4.28. Melezlerde yaprak morfolojik gözlemlerinden elde edilen skorlar

Ana Hat		Baba Hat	Yaprak Uzunluğu (cm)	Yaprak Genişliği (cm)	Yaprak Sapı Uzunluğu (cm)	Yaprak Büyüklüğü	Yaprak Uzunluk/Genişlik Oranı	Yaprak Rengi	Yaprak Lobluluk Derecesi	Yaprak Kıvrıkcılığı	Yaprak Damar Rengi
Galaxy	χ	94004	13,8	12,2	5,6	5	3	2	7	2	2
Galaxy	χ	94123	10,4	8,9	3,9	3	2	2	5	1	2
Crimson Sweet	χ	94017	9,5	9	5	3	2	2	5	2	1
Crimson Sweet	χ	94047	8,34	8,28	4,1	3	3	1	5	1	2
Crimson Sweet	χ	94054	11,375	11,725	6,1	5	3	2	5	3	2
Crimson Sweet	χ	94058	10,34	8	4	3	3	1	5	2	2
Crimson Sweet	χ	94081	8,4	7,5	3,4	5	3	2	7	2	2
Crimson Sweet	χ	94100	7,8	6,5	4	3	2	1	7	2	1
Crimson Sweet	χ	94128	5,08	4,46	1,84	1	3	1	7	1	2
Crimson Sweet	χ	PI169264	7,76	5,9	2,5	3	2	2	5	1	2
Washington	χ	94004	10,7	8	4	5	3	2	3	2	1
Washington	χ	94027	8,8	7	3	3	2	1	5	2	1
Washington	χ	94047	7,9	7	3	3	2	2	5	1	1
Washington	χ	94054	18,6	11	5	5	3	2	7	2	1
Washington	χ	94064	7,2	6,2	3,3	3	2	2	5	1	2
Washington	χ	94081	12,8	9	4	5	3	2	3	1	1
Washington	χ	94100	9,58	8,1	4	3	3	1	7	2	2
Washington	χ	94131	8,7	8	5	3	2	2	5	2	2
Washington	χ	PI169264	17,2	10	5	5	3	1	7	2	2

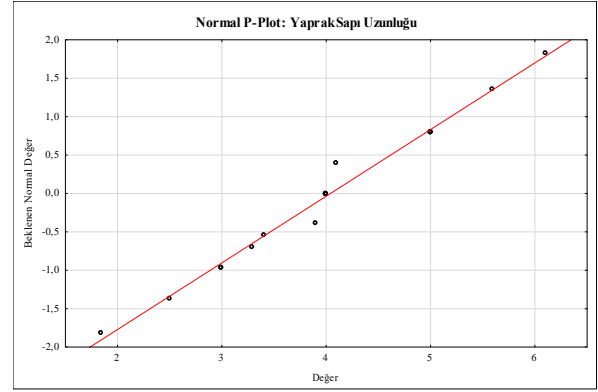
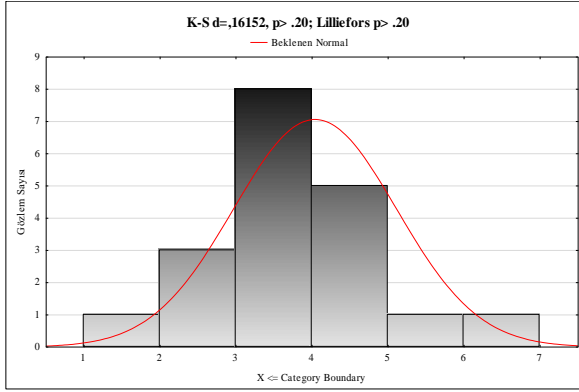
## Yaprak Uzunluğu



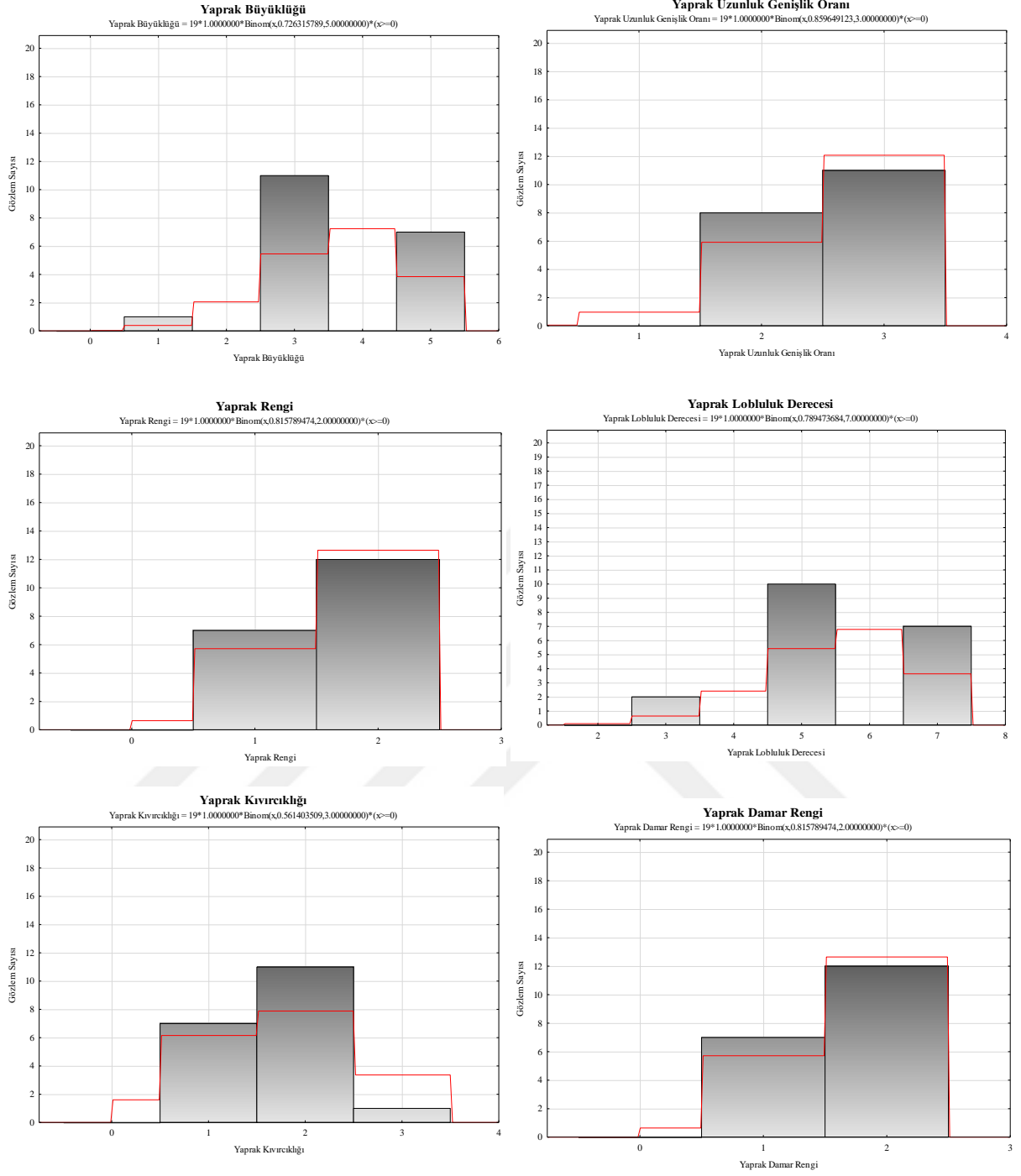
## Yaprak Genişliği



## Yaprak Sapı Uzunluğu



şekil 4.22. Melezlerde incelenen yaprak özelliklerinin normal dağımları

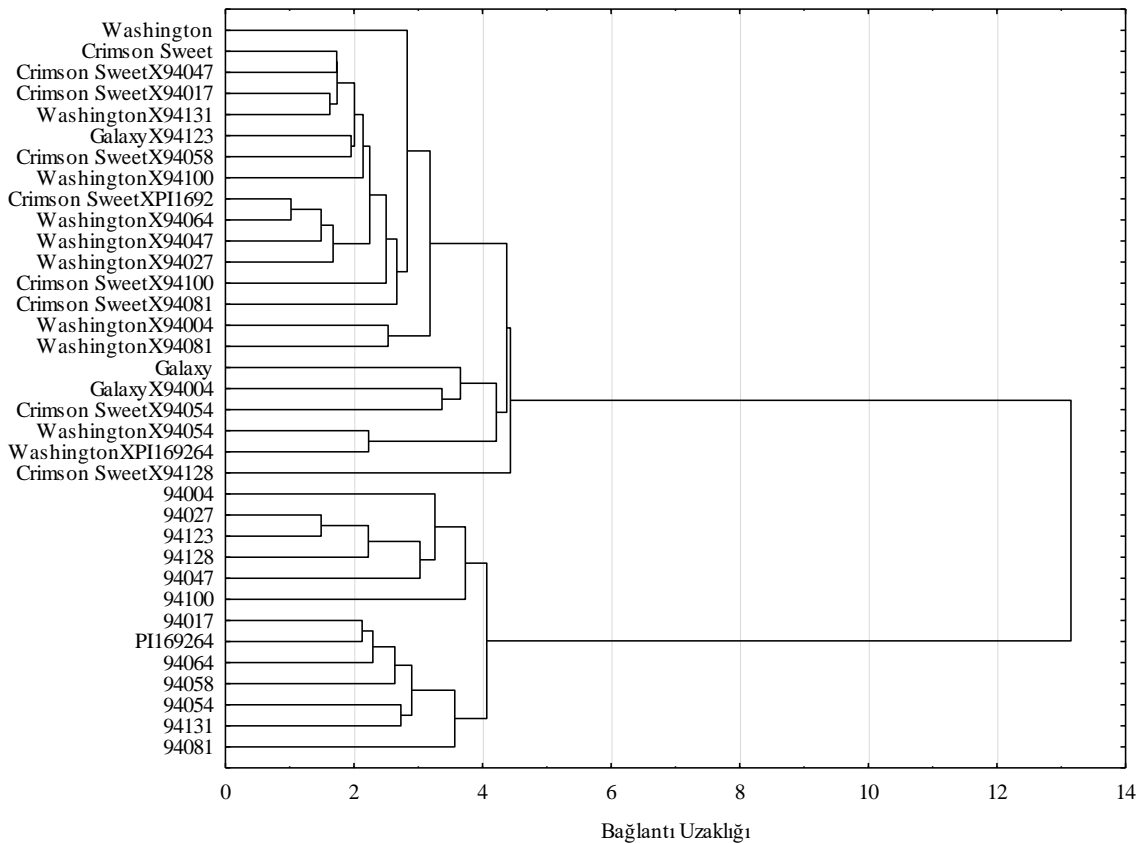


Şekil 4.23. Melezlerde incelenen yaprak özelliklerinin skala değerlerine göre dağılımları

Çizelge 4.29. Melezlerde incelenen yaprak özelliklerinin frekansları

Yaprak Büyüklüğü	Yaprak Uzunluk/Genişlik Oranı	Yaprak Rengi	Yaprak Lobluluk Derecesi	Yaprak Kıvrıkcılığı	Yaprak Damar Rengi
%5,26 küçük (1/19)	%42,10 orta (8/19)	%36,84 sarımsı yeşil (7/19)	%10,52 zayıf (2/19)	%36,84 zayıf (7/19)	%36,84 yeşil (7/19)
%57,89 orta (11/19)	%57,89 dar (11/19)	%63,15 yeşil (12/19)	%52,63 orta (10/19)	%57,89 orta (11/19)	%63,15 sarı (12/19)
%36,84 büyük (7/19)			%36,84 derin (7/19)	%5,26 güçlü (1/19)	

Çalışmada incelenen ebeveyn ve melezlerin yaprak özelliklerine göre gerçekleştirilen hiyerarşik kümeleme analizi sonucunda oluşturulan dendrogram Şekil 4.23'te sunulmuştur. Şekil 4.24'e göre yaprak özellikleri bakımından melezler baba genotipler ile çok az bağlantı göstermekle beraber, ana çeşitlerle yüksek benzerlik sergilemişlerdir.



Şekil 4.24. Yaprak özelliklerine göre ebeveyn hatlar ve melezlerin hiyerarşik kümeleme analizi dendrogramı

Karpuzda yaprak özelliklerinin kalıtımı ile ilgili fazla çalışma bulunmamaktadır. Karpuz ekonomik önemi olan Kabakgiller arasında loblu yapraklara sahip olan tek türdür.

Karpuzda yapraklar temel olarak 3-4 lobludur fakat mutant bir genden (*nl*) kaynaklanan lobsuz yapraklı tipler de görülebilmektedir. Yaprak lobluluğunu tekli bir dominant allelin (*CILLI*) idare ettiği bilinmektedir (Wei vd., 2017). Bu baskın etki tez çalışmasındaki ebeveynler ve melezler arasındaki yaprak lobluluğu derecesinin değişiminde de görülmüştür. Ebeveynler arasında gözlenen çok zayıf (%4,34), zayıftan ortaya (8,69) yaprak lobluluğu tipleri melezlerde ortadan kaybolmuş, zayıf lobluluk oranında (%17,39'dan %10,52'ye) ve orta lobluluk oranında (%65,21'den %52,63'e) düşüş gözlenmiş ve güçlü yaprak lobluluğu oranında ciddi artış gözlenmiştir (%4,34'ten %36,84'e).

#### 4.3.3. Melezlerin Meyve Özelliklerine Göre Morfolojik Karakterizasyonları

Melezlerde meyve özelliklerinin incelenmesi hasat sonrasında olgun meyvelerde gerçekleştirilmiştir. Meyvelerde gözlemi yapılan tüm özellikler skala değeri olarak kaydedilmiş ve binominal dağılımları Şekil 4.25, Şekil 4.26 ve Şekil 4.27'de sunulmuştur. Meyve büyüklüklerine göre melezlerin %5,26'sında meyve büyüklüğü aza (3), %42,10'unda azdan ortaya (4), %47,36'sında ortaya (5), %5,26'sında ortadan yükseğe (6) doğru değişmiştir.

Meyve boyuna kesitinin şekli ise varyasyon daha az gözlenmiştir, melezlerin %96,73'ü dairesel (1), %5,26'sı ise orta eliptik (3) özellik göstermiştir. Uzun meyvelerin oval ve küresel meyve şekilleri karşısında eksik dominansi göstermesi ve ayrıca oval meyve şeklini kontrol eden *Ob* lokusunun küresel meyve şeklini kontrol eden *o* lokusu üzerinde epistatik etkisi olduğu tespit edilmiştir (Lou, 2009; Weetman, 1937). Olasılıkla bu etkiler ile kullanılan ebeveyn genotiplerin çoğunluğunun dairesel meyveli (%52,17) olması sonucunda ebeveynlerde gözlenen geniş eliptik (%43,47) meyve şekli tamamen ortadan kaybolmuş, dairesel (%52,17'den %96,73'e) ve orta eliptik meyve şekilleri (%4,34'ten %5,26'ya) artış göstermiştir.

Çizelge 4.30. Melezlerde meyve morfolojik gözlemlerinden elde edilen skorlar

Ana Hat		Baba Hat	Meyve Büyüklüğü	Meyve Boyuna Kesitin Şekli	Meyve Dip Basıklığı	Meyve Alt Parçasının Şekli	Meyve Üst Basıklığı	Meyve Kabuk Alt Rengi
Galaxy	χ	94004	5	1	3	1	3	2
Galaxy	χ	94123	5	1	3	1	3	2
Crimson Sweet	χ	94017	5	1	3	3	3	4
Crimson Sweet	χ	94047	6	1	1	3	3	6
Crimson Sweet	χ	94054	4	3	1	4	3	2
Crimson Sweet	χ	94058	3	1	1	1	2	2
Crimson Sweet	χ	94081	5	1	3	2	3	4
Crimson Sweet	χ	94100	5	1	3	2	3	4
Crimson Sweet	χ	94128	4	1	1	1	3	1
Crimson Sweet	χ	PI169264	4	1	1	1	2	2
Washington	χ	94004	4	1	3	3	3	8
Washington	χ	94027	5	1	3	1	3	7
Washington	χ	94047	4	1	3	3	3	8
Washington	χ	94054	4	1	1	3	3	8
Washington	χ	94064	4	1	3	3	3	8
Washington	χ	94081	4	1	3	3	3	8
Washington	χ	94100	5	1	3	2	3	2
Washington	χ	94131	5	1	3	2	3	7
Washington	χ	PI169264	5	1	3	2	3	7



Çizelge 4.25. Melezlerde meyve morfolojik gözlemlerinden elde edilen skorlar (devam)

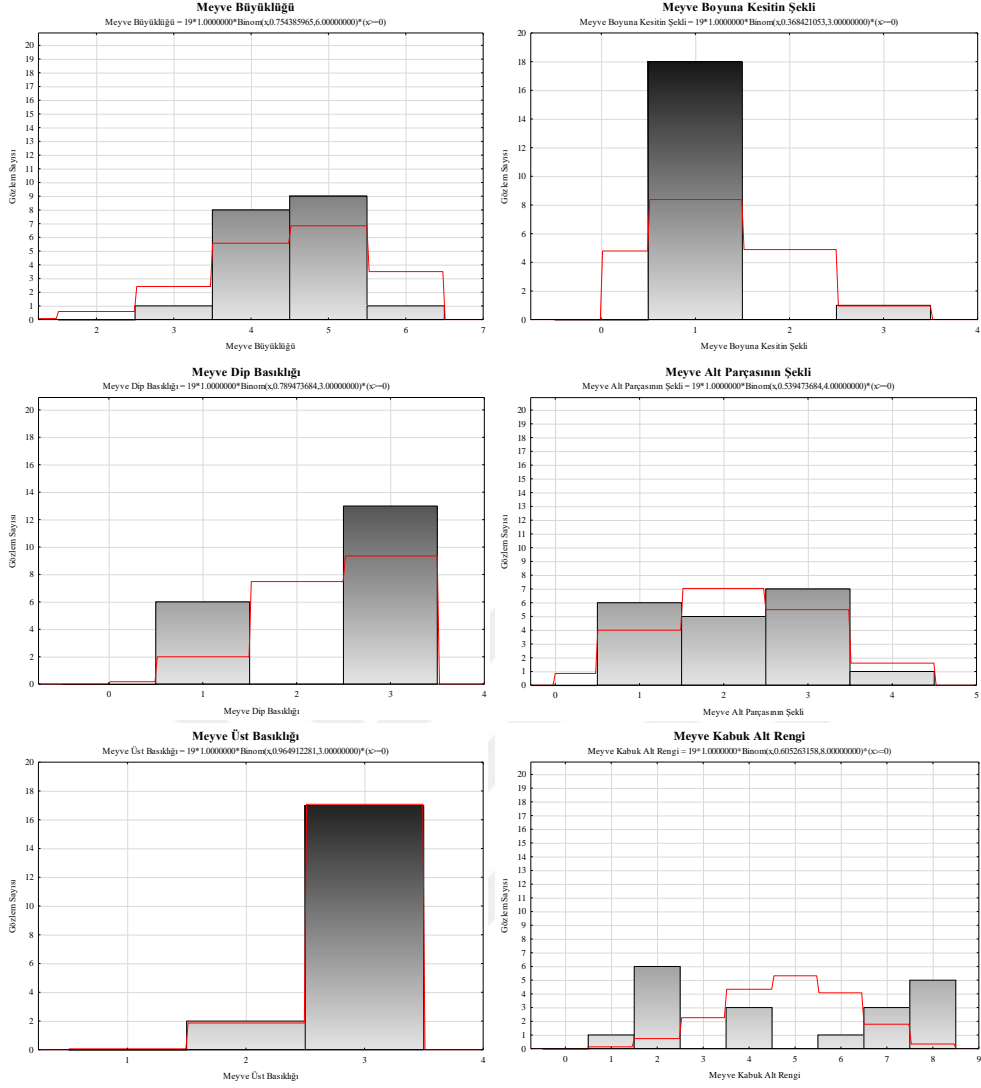
Ana Hat		Baba Hat	Meyve Dilimlenmesi	Meyve Kabuk Damar Sıklığı	Meyve Kabuğu Çizgi Deseni	Meyve Kabuğu Çizgi Genişliği	Meyve Kabuğu Ana Çizgi Rengi	Meyve Kabuğu Çizgilerin Sıklığı
Galaxy	χ	94004	4	2	6	3	3	2
Galaxy	χ	94123	4	2	6	3	3	2
Crimson Sweet	χ	94017	3	2	3	3	3	1
Crimson Sweet	χ	94047	4	2	6	3	4	2
Crimson Sweet	χ	94054	4	2	5	1	5	1
Crimson Sweet	χ	94058	3	2	5	1	4	2
Crimson Sweet	χ	94081	4	2	5	3	4	2
Crimson Sweet	χ	94100	4	2	5	3	4	2
Crimson Sweet	χ	94128	3	2	5	1	4	1
Crimson Sweet	χ	PI169264	3	2	5	3	4	2
Washington	χ	94004	1	1	1	9	1	1
Washington	χ	94027	2	2	3	3	4	2
Washington	χ	94047	1	1	1	9	1	1
Washington	χ	94054	4	2	5	5	2	1
Washington	χ	94064	1	1	1	9	1	1
Washington	χ	94081	1	1	1	9	1	1
Washington	χ	94100	4	5	3	3	4	1
Washington	χ	94131	2	2	3	3	4	2
Washington	χ	PI169264	2	2	3	3	4	2

Çizelge 4.25. Melezlerde meyve morfolojik gözlemlerinden elde edilen skorlar (devam)

Ana Hat		Baba Hat	Meyve Kabuğu Çizgilerin Ayrımı	Meyve Sapı Bağlantısının Büyüklüğü	Meyve Çiçek İzi Büyüklüğü	Meyvede Mumsu Tabaka	Meyvede Perikarp Kalınlığı	Meyve Rengi
Galaxy	χ	94004	1	1	1	1	9	3
Galaxy	χ	94123	1	1	1	1	9	2
Crimson Sweet	χ	94017	1	1	1	1	5	5
Crimson Sweet	χ	94047	2	1	1	1	9	1
Crimson Sweet	χ	94054	1	1	1	1	9	4
Crimson Sweet	χ	94058	1	1	1	1	9	4
Crimson Sweet	χ	94081	1	1	1	1	1	4
Crimson Sweet	χ	94100	1	1	1	1	3	5
Crimson Sweet	χ	94128	1	1	1	1	5	4
Crimson Sweet	χ	PI169264	1	1	1	2	7	4
Washington	χ	94004	1	1	1	1	7	2
Washington	χ	94027	2	1	1	3	3	5
Washington	χ	94047	1	1	1	2	7	6
Washington	χ	94054	2	1	1	2	3	2
Washington	χ	94064	1	1	1	1	5	2
Washington	χ	94081	1	1	1	3	9	5
Washington	χ	94100	1	3	1	1	9	4
Washington	χ	94131	2	1	1	3	5	5
Washington	χ	PI169264	2	1	1	3	3	5

Çizelge 4.31. Melezlerde incelenen meyve özelliklerinin frekansları

<b>Meyve Büyüklüğü</b>	%5,26 az (1/19)	%42,10 azdan ortaya (8/19)	%47,36 orta (9/19)	%5,26 ortadan yükseğe (1/19)		
<b>Boyuna Kesitin Şekli</b>	%96,73 dairesel (18/19)	%5,26 orta eliptik (1/19)				
<b>Dip Basıklığı</b>	%31,57 yok ya da yüzeysel (6/19)	%68,42 orta (13/19)				
<b>Alt Parçanın Şekli</b>	%31,57 küt (6/19)	%26,31 küttten yuvarlağa (5/19)	%36,84 yuvarlak (7/19)	%5,26 yuvarlaktan sivriye (1/19)		
<b>Üst Basıklığı</b>	%10,52 yüzeysel (2/19)	%89,47 orta (17/19)				
<b>Kabuk Alt Rengi</b>	%5,26 sarı (1/19)	%31,57 çok açık yeşil (6/19)	%15,78 açık yeşil (3/19)	%5,26 yeşil (1/19)	%15,78 yeşilden koyu yeşile (3/19)	%26,31 koyu yeşil (5/19)
<b>Dilimlenme</b>	%21,05 yok ya da belirsiz (4/19)	%15,78 zayıf (3/19)	%21,05 orta (4/19)	%42,10 güçlü (8/19)		
<b>Kabuk Çizgilerinin Sıklığı</b>	%47,36 belirsiz ya da çok zayıf (9/19)	%52,63 zayıf (10/19)				
<b>Çizgi Deseni</b>	%21,05 tek renk (4/19)	%26,31 tek renk, damarlar ve ebruli (5/19)	%36,84 iki renk damarlar ve ebruli (7/19)	%15,78 yalnızca damarlar (3/19)		
<b>Çizgi Genişliği</b>	%15,78 çok dar (3/19)	%57,89 dar (11/19)	%5,26 orta (1/19)	%21,05 çok geniş (4/19)		
<b>Ana Çizgi Rengi</b>	%21,05 sarı (4/19)	%5,26 çok açık yeşil (1/19)	%15,78 açık yeşil (3/19)	%52,63 yeşil (10/19)	%5,26 koyu yeşil (1/19)	
<b>Çizgilerin Ayrımı</b>	%73,68 belirsiz ya da az belirgin (14/19)	%26,31 zayıf (5/19)				
<b>Meyve Sapı Bağlantısının Büyüklüğü</b>	%94,73 küçük (18/19)	%5,26 geniş (1/19)				
<b>Damar Sıklığı</b>	%47,36 belirsiz ya da çok zayıf (9/19)	%52,63 zayıf (10/19)				
<b>Mumsu Tabaka</b>	%63,15 yok ya da çok zayıf (12/19)	%15,78 orta (3/19)	%21,05 çok güçlü (4/19)			
<b>Perikarp Kalınlığı</b>	%5,26 çok ince (1/19)	%21,05 ince (4/19)	%21,05 orta (4/19)	%15,78 kalın (3/19)	%36,84 çok kalın (7/19)	
<b>Meyve Rengi</b>	%5,26 beyaz (1/19)	%21,05 sarı (4/19)	%5,26 turuncu (1/19)	%31,57 pembe (6/19)	%31,57 pembemsi kırmızı (6/19)	%5,26 kırmızı (1/19)



Şekil 4.25. Melezlerde incelenen meyve özelliklerinin skala değerlerine göre dağılımları (meyve büyüklüğü, meyve boyuna kesitinin şekli, meyve dip basıklığı, meyve alt parçasının şekli, meyve üst basıklığı, meyve kabuk altı rengi)

Meyve dip basıklığı melezlerin %31,57'sinde yok ya da yüzeysel (1), %68,42'sinde ise orta (3) olarak gözlenmiştir. Meyve alt parçasının şekli %31,57 küt (1), %26,31 küttten yuvarlağa (2), %36,84 yuvarlak (3), %5,26 yuvarlaktan sivriye (4) değişim göstermiştir. Meyve sap basıklığı melezlerin %10,52'sinde yüzeysel (2), %89,47'sinde orta (3) olarak gözlenmiş. Meyve kabuğu çizgilerinin sıklığı melezlerin %47,36'sında belirsiz ya da çok zayıf (1), %52,63'ünde zayıf (2) olarak belirlenmiştir.

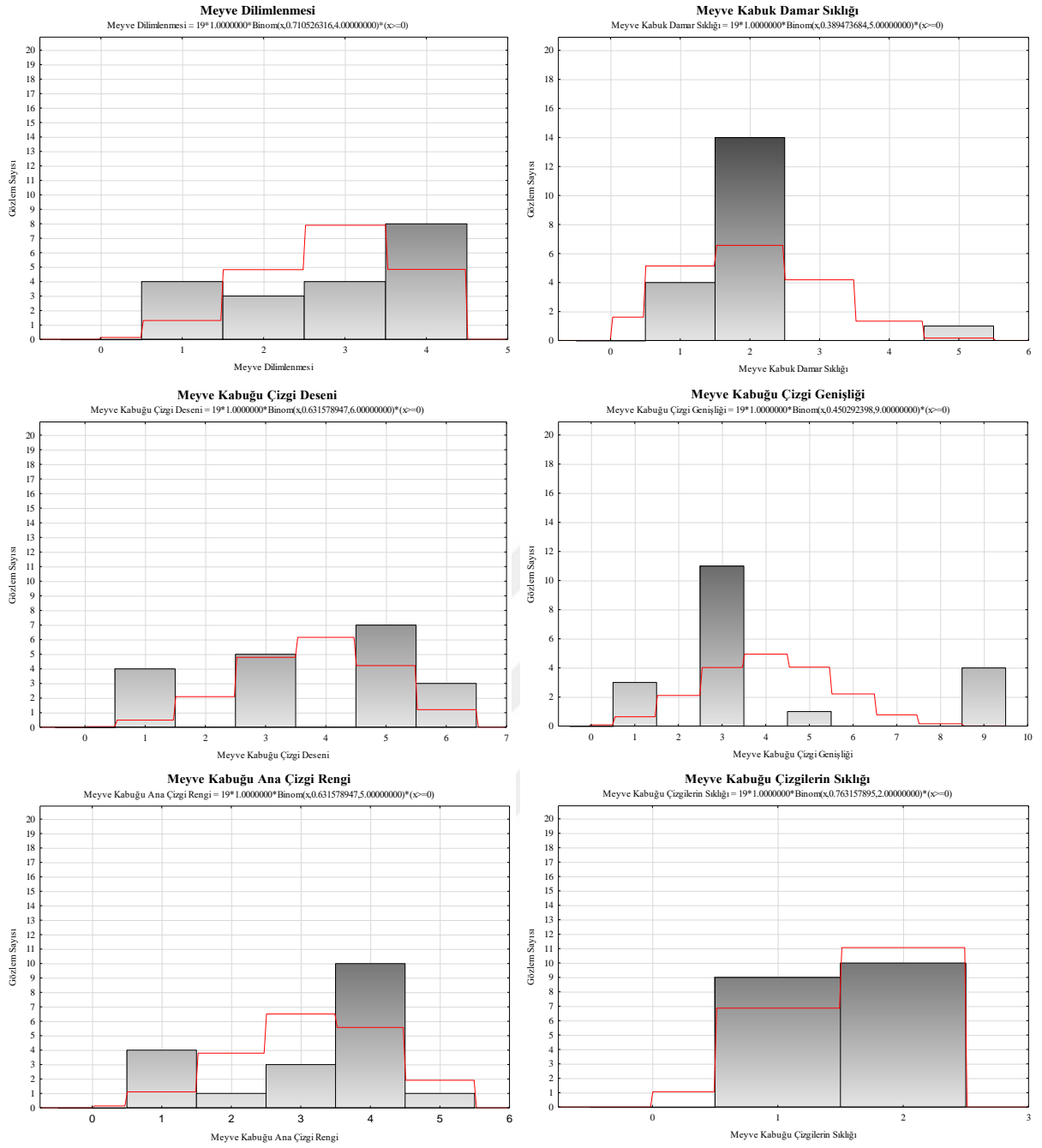
Meyve dilimliliği melezlerin %21,05'inde yok ya da belirsiz (1), %15,78'inde zayıf (2), %21,05'inde orta (3) ve %42,10'unda güçlü (4) olarak tespit edilmiştir. Poole ve Grimball (1945) tarafından meyve dilimliliğinin tekli bir resesif gen (*f*) tarafından idare edildiği, pürüzsüz meyve yüzeyinin (*F*), dilimlilik üzerine dominant olduğunu bildirmişlerdir.

Tez çalışmasında kullanılan ebeveyn genotiplerin meyve dilimliliği açısından dağılımı %86,95'i dilimsiz ya da belirsiz dilimlenme, %8,69'u zayıf dilimlenme ve %4,34'ü orta kuvvette dilimlenme şeklinde gözlenmiştir ve güçlü dilimlenme gösteren ebeveyn tespit edilmemiştir. Melezlerde ise %42,1 güçlü dilimlenme görülürken orta ve zayıf dilimlenme oranlarında artış gerçekleşmiştir. Bu durum ebeveyn genotiplerin meyve dilimliliği bakımından heterozigot (*Ff*) yapıda olabileceğini düşündürmektedir.

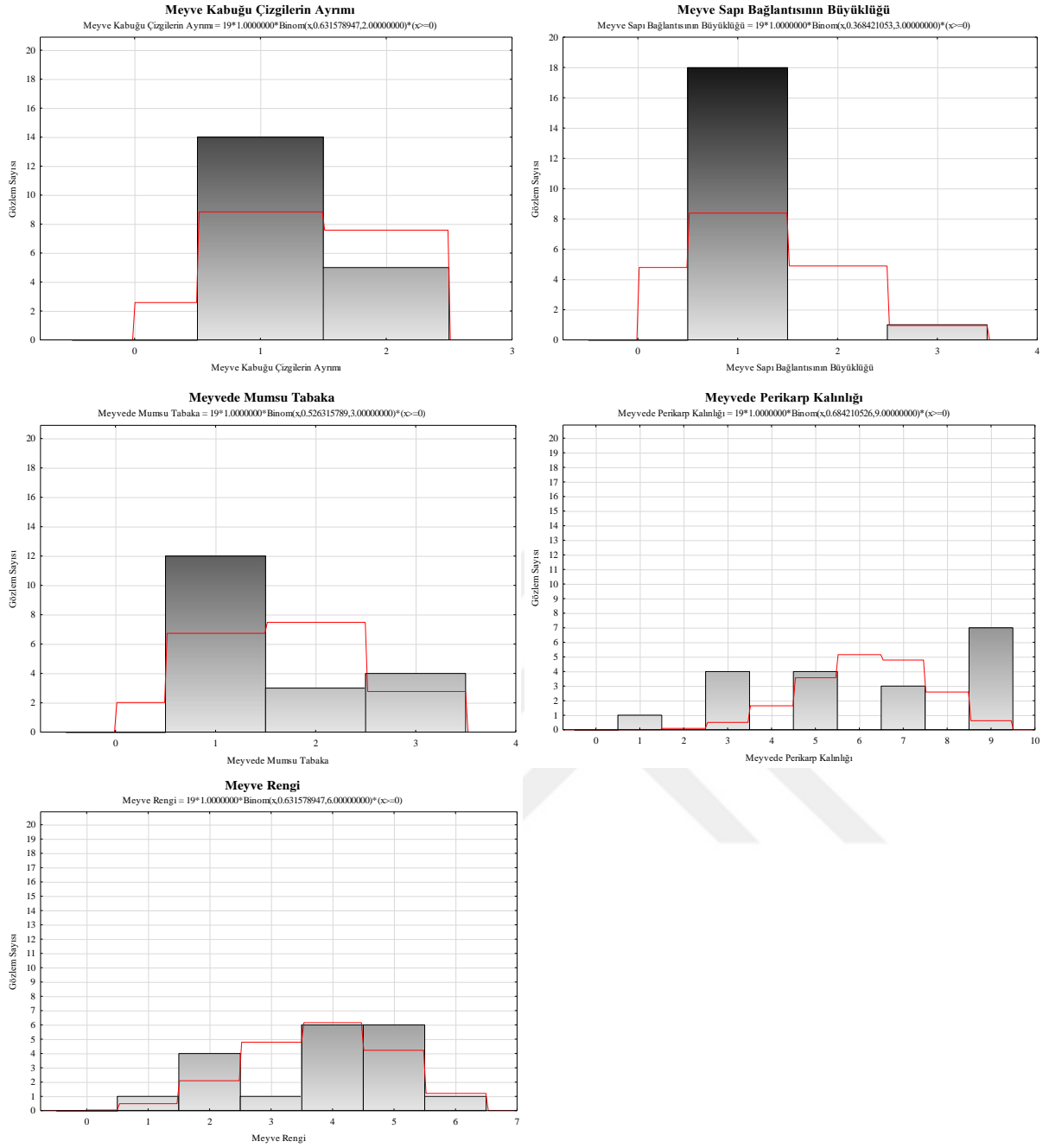
Melezlerde meyve kabuğu alt rengi %5,26 sarı (1), %31,57 çok açık yeşil (2), %15,78 açık yeşil (4), %5,26 yeşil (6), %15,78 yeşilden koyu yeşile (7) ve %26,31 koyu yeşil (8) olarak kaydedilmiştir. Ebeveynlerde ise kabuk alt rengi %34,78 çok açık yeşil, %26,08 açık yeşil, %8,69 açık yeşilden yeşile, %13,04 yeşil, %4,34 koyu yeşil, %4,34 koyu yeşilden çok koyu yeşile ve %8,69 çok koyu yeşil oranlarında dağılım göstermiştir. Ebeveynler arasında gözlenmemiş olan sarı meyve kabuğu renginin melezlerde ortaya çıkmıştır. Sarı meyve kabuğunun kalıtımı ile ilgili araştırmacılar arasında görüş ayrılıkları bulunmaktadır. Dou vd. (2018) ve Yang, Park, Park, vd. (2015) sarı meyve kabuğu renginin tekli bir dominant gen ile kontrol edildiğini bildirirken Barham (1956) tekli bir resesif gen ile idare edildiğini bildirmiştir. Yang, Park, Kim, vd. (2015) ise üçlü gen etkisi fikrini ileri sürmüştür Yang, Liang ve Wu (2016) sarı ve yeşil kabuk renkli karpuzlarda kabuk rengi sırasında oluşan gen ifadelerini karşılaştırmalı olarak inceledikleri çalışmalarında kabuk renginin karotenoit sentezi, fotosentez, metabolik yolak, sekonder metabolitlerin biyosentezi, antibiyotik sentezi, drugs-cytochrome P450 metabolizması, klorin muadilleri ve kloroform ro-alken bozunumu ile ilişkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Çalışmada ortaya çıkan bu durumun, sarı meyve kabuğu özelliğinin resesif gen/genlerle ya da allel olmayan çoklu genler ile ilişkili olabileceğini akla getirmektedir. Kabuk alt rengi yeşil olan melezlerde ise ebeveynlerdeki yeşil renk dağılımları göz önüne alındığında çok koyu yeşil kabuk rengi özelliğinin kaybolduğunu, açık yeşil ve açık yeşilden koyu yeşile doğru olan renklerde ise oransal olarak azalma olduğu, koyu yeşil kabuk rengine doğru bir kayma olduğu gözlenmiştir. Lou ve Wehner (2016) gerçekleştirdikleri çalışma sonucunda *g* lokusunda meyve kabuğu renk ve desenini kontrol eden 5 allelin varlığını bildirmişlerdir. Bunlar *G* (koyu yeşil), *g* (açık yeşil), *g<sup>W</sup>* (geniş çizgili kabuk), *g<sup>M</sup>* (orta çizgili kabuk) ve *g<sup>N</sup>* (dar çizgili kabuk) olarak isimlendirilmiş ve baskınlık durumları  $G > g^W > g^M > g^N > g$  şeklinde açıklanmıştır. Bu araştırma tez çalışmasında ebeveynler ve melezler arasındaki meyve kabuk alt rengi değişimlerini desteklemektedir.

Meyve kabuğu çizgi deseni melezlerin %21,05'inde tek renk (1), %26,31'inde tek renk, damarlar ve ebruli (3), %36,84'ünde iki renk, damarlar ve ebruli (5), %15,78'inde yalnızca damarlar (6) şeklinde gözlenmiştir. Meyve kabuğu ana çizgi rengi melezlerin %21,05'inde sarı (1), %5,26'sında çok açık yeşil (2), %15,78'inde açık yeşil (3), %52,63'ünde yeşil (4), %5,26'sında koyu yeşil (5) olarak belirlenmiştir. Melezlerde meyve kabuğu çizgilerinin belirginliği %73,68 belirsiz ya da az belirgin (1), %26,31 zayıf (2) olarak gözlenmiştir. Ebeveynlerde ise meyve kabuğu çizgilerinin belirginliği %58,3 dağınık, %25 orta ve %16,7 keskin özellik göstermiştir. Lou ve Wehner (2016) tarafından meyve kabuğundaki çizgilerin dağınık ya da keskin olmasının kalıtımıyla ilgili de incelemeler yapılmıştır. Bu incelemeler sonucunda dağınık çizgi desenin tek bir baskın gen ile idare edildiği bildirilmiştir. Keskin çizgi deseni *csm* sembolü ile dağınık çizgi deseni ise *Csm* sembolü ile gösterilmiş ve baskınlık durumları *Csm>csm* şeklinde ifade edilmiştir, çalışmada çizgi rengi ile ilgili bir kalıtım bulgusuna rastlanmamıştır. *Cms* geninin baskın ifadesi tez çalışmasındaki ebeveynler ve melezlerdeki meyve kabuğu çizgi belirginliğindeki değişimi açıklayabilir.

Meyve sap bağlantısı büyüklüğü melezlerin %94,73'ünde küçük (1), %5,26'sında ise geniş (3) olarak tespit edilmiştir. Meyve rengi melezlerin %5,26'sında beyaz (1), %21,05'inde sarı (2), %5,26'sında turuncu (3), %31,57'sinde pembe (4), %31,57'sinde pembemsi kırmızı (5), %5,26'sında ise kırmızı (6) olarak gözlenmiştir. Ebeveynlerde ise meyve rengi oranları %8,69 beyaz, %17,39 sarı, %17,39 pembe, %30,43 pembemsi kırmızı, %21,73 kırmızı ve %4,34 koyu kırmızı olarak gözlenmiştir.



Şekil 4.26. Melezlerde incelenen meyve özelliklerinin skala değerlerine göre dağılımları (meyve dilimlenmesi, meyve kabuk damar sıklığı, meyve kabuğu çizgi deseni, meyve kabuğu çizgi genişliği, meyve kabuğu ana çizgi rengi, meyve kabuğu çizgilerin sıklığı)



Şekil 4.27. Melezlerde incelenen meyve özelliklerinin skala değerlerine göre dağılımları (meyve kabuğu çizgilerin ayrımı, meyve sapı bağlantısı büyüklüğü, meyvede mumsu tabaka, meyvede perikarp kalınlığı, meyve rengi)

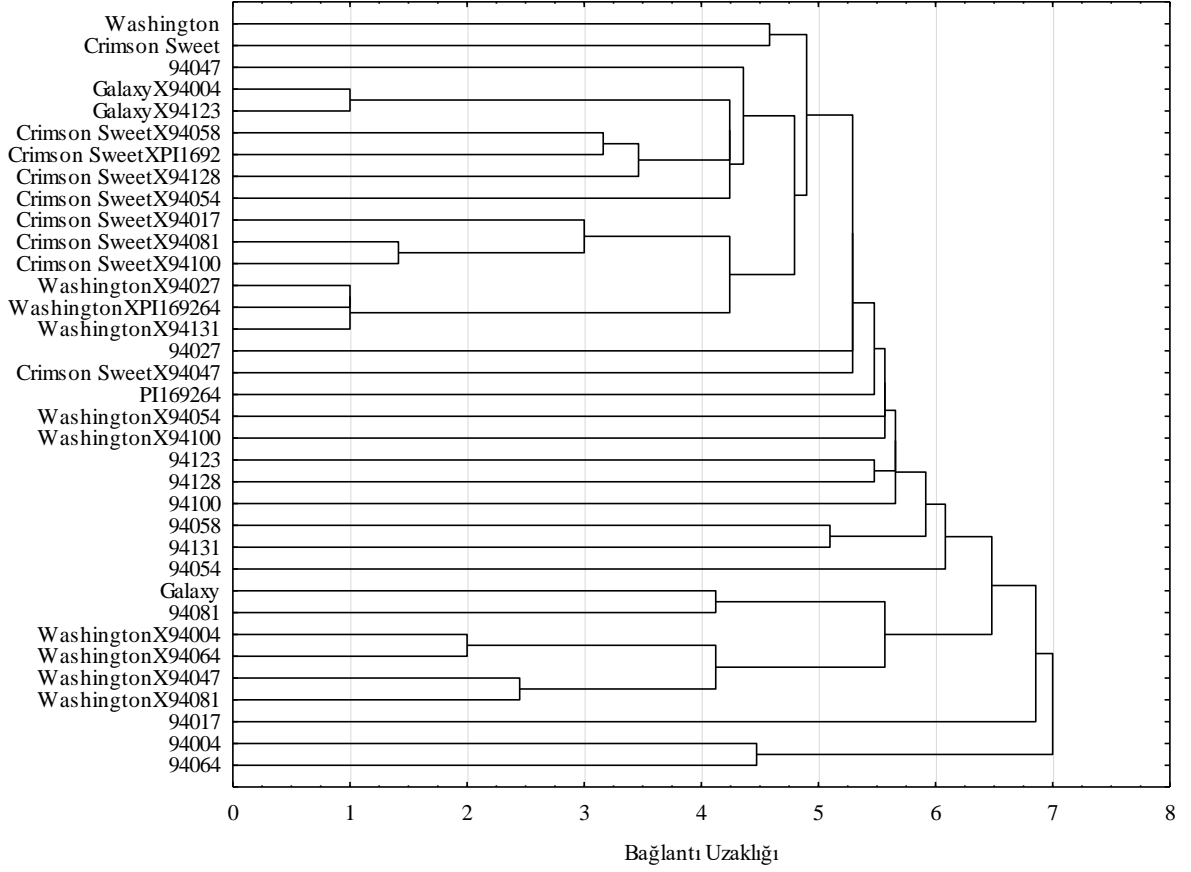
Karpuzda meyve eti rengi ile ilgili birçok çalışma yapılmış ve kan kırmızı (scarlet red;  $Y^{SCR}$  ya da  $Scr$ ), mercan kırmızısı (coral red;  $Y^{CrI}$  ya da  $scr$ ), kırmızı (red;  $Y$  ya da  $c$ ), turuncu (orange;  $y^o$ ), somon sarısı (salmon yellow;  $y$ ), kanarya sarısı (canary yellow;  $C$ ), sarı (yellow;  $B$ ) ve beyaz (white;  $Wf$ ) meyve eti renkleri ile ilgili genler tespit edilmiştir (Gusmini ve Wehner, 2006; Wehner, 2008). Birçok araştırmacı  $y$  lokusunda kırmızı ( $Y$ ), turuncu ( $y^o$ ) ve somon sarısı ( $y$ ) meyve eti renklerini oluşturan allelleri tespit etmiş ve doğrulamıştır. Bu



araştırmalara göre kırmızı meyve eti rengi turuncu ve somon sarısı meyve eti renkleri üzerine ve turuncu meyve eti rengi de somon sarısı meyve eti rengi üzerine baskın karakter sergilemektedir ( $Y > y^o > y$ ) (Hashizume vd., 2003; Henderson, 1989; Henderson vd., 1998; Jin vd., 2017; Liu vd., 2016; Lou, 2009; Poole ve Grimboll, 1945; Porter, 1937). Bunlar sonrasında tespit edilen kan kırmızı meyve eti rengi allelinin ise tüm diğer allellere dominant olduğu, mercan kırmızısı meyve eti renginin ise turuncu ve somon sarısı meyve eti rengi allellere dominant olduğu tespit edilmiştir ( $Y^{SCR} > Y > y^{Crl} > y^o > y$ ) (Lou, 2009). Kanarya sarısı meyve eti rengi allelinin kırmızı meyve eti rengi üzerindeki baskınlık durumu ise bir inhibitör allel ( $i$ ) ile ilişkilidir. İnhibitör allelin yokluğunda kanarya sarısı meyve eti rengi kırmızı meyve eti rengine dominant ( $C > c$ ) durumda olmakta, varlığında ise kırmızı meyve eti rengi alleli dominant duruma geçmektedir ( $i-C < c$ ) (Henderson vd., 1998). Sarı meyve eti renginin ise beyaz meyve eti rengine hipostatik etkisi olduğu bildirilmiştir (Guner ve Wehner, 2003).

Meyve kabuk çizgi genişliği melezlerde %15,78 çok dar (1), %57,89 dar (3), %5,26 orta (5), %21,05 çok geniş (9) olarak belirlenmiştir. Ebeveynler izgi genişliğine göre incelendiğinde ise %52,17 çok dar, %8,69 dar, %13,04 orta, %8,69 geniş ve %17,39 çok geniş özellik sergilemiştir. Lou ve Wehner (2016) tarafından karpuzda meyve kabuk çizgi genişliği kalıtımının  $g^W > g^M > g^N$  şeklinde geekleştiği bildirilmiştir. Bu durum melezlerdeki çok geniş çizgilerin artışını desteklemektedir.

Meyvede mumsu tabaka %63,15 yok ya da çok zayıf (1), %15,78 orta (2), %21,05 çok güçlü (3) olarak, meyve perikarp kalınlığı %5,26 çok ince (1), %21,05 ince (3), %21,05 orta (5), %15,78 kalın (7), %36,84 çok kalın (9) olarak gözlemlenmiştir. Melezlerin tamamında ise iek izinini küçük (1) olduğu gözlenmiştir.



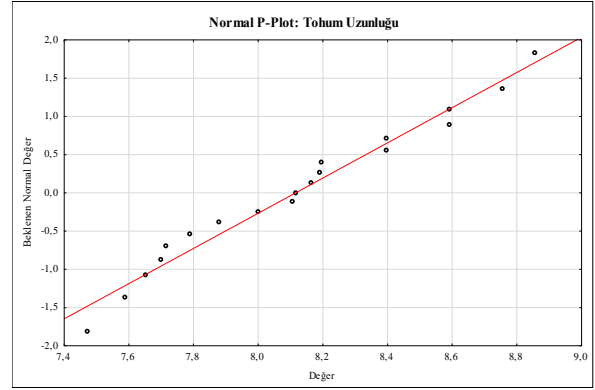
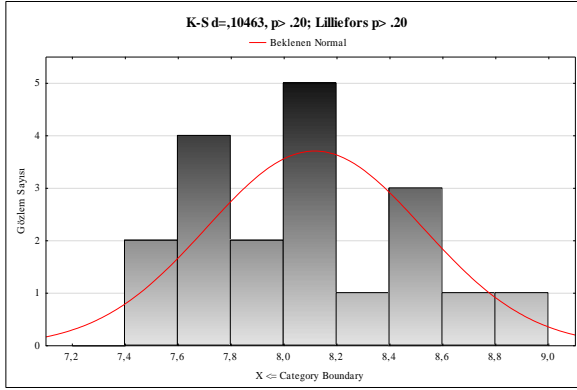
Şekil 4.28. Meyve özelliklerine göre ebeveyn hatlar ve melezlerin hiyerarşik kümeleme analizi dendrogramı

Meyve özelliklerine göre ebeveyn hatlar ve melezlerin hiyerarşik kümeleme analizinde dendrogramı daha önce sunulan hiyerarşik kümeleme analizi dendrogramlarından farklı olarak ebeveyn hatlar ve melezler arasında kesin bir ayırım gözlenmemiş, kümelerin dağılımında en etkili olan özelliğin meyve rengi olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.28).

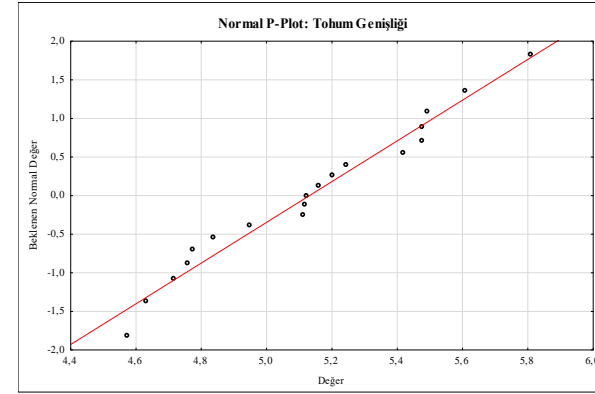
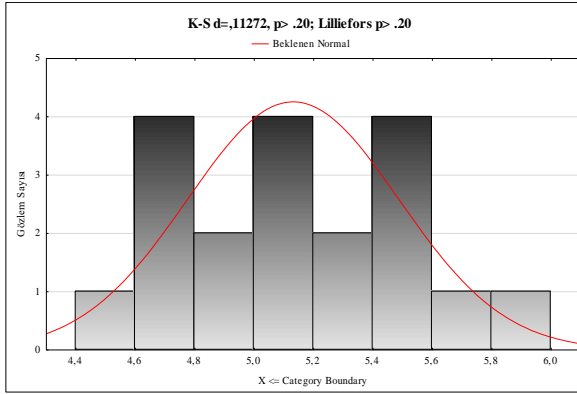
#### 4.3.4. Melezlerin Tohum Özelliklerine Göre Morfolojik Karakterizasyonları

Melezlerde tohum özelliklerinin incelenmesi meyve hasadı sonrası ayıklanıp, temizlendikten sonra kurutulan tohumlarda gerçekleştirilmiştir. Metrik olarak ölçümü gerçekleştirilen tohum uzunluğu ve tohum genişliği özelliklerinin frekansları ve normal dağılımları Şekil 4.29’da skala değeri olarak gözlemi alınan tohum uzunluk/genişlik oranı, tohum kabuk alt rengi, tohum kabuk üst rengi, tohum kabuk alt-üst rengi ilişkisi ve hilum çıkıntısı özelliklerinin binominal dağılımları Şekil 4.30’da sunulmuştur (Çizelge 4.33).

## Tohum Uzunluğu



## Tohum Genişliği



Şekil 4.29. Melezlerde incelenen tohum özelliklerinin normal dağılımları (tohum uzunluğu, tohum genişliği)

Melezlerde tohum uzunluğu 7,47 mm ile 8,85 mm arasında, tohum genişliği ise 4,57 mm ile 5,81 mm arasında değişmiştir. Ebeveynlerde ise tohum uzunluğu 6,82 mm ile 17 mm arasında, tohum genişliği ise 4,07 mm ile 9 mm arasında değişmiştir. Tohum uzunluk/genişlik oranı ise melezlerin %5,26'sında çok düşük (1), %94,74'ünde orta (3) olarak, ebeveyn genotiplerin %13,04'ünde çok düşük, %78,26'sında orta ve %8,69'unda çok yüksek oran göstermiştir.

Çizelge 4.32. Melezlerde tohum morfolojik gözlemlerinden elde edilen skorlar

Ana Hat		Baba Hat	Tohum Uzunluğu (mm)	Tohum Genişliği (mm)	Tohum Uzunluk-Genişlik Oranı	Tohum Kabuğunun Alt Rengi	Tohum Kabuğu Üst Rengi	Tohum Alt-Üst Renk İlişkisi	Tohum Hilum Çıkıntısı
Galaxy	χ	94004	8,1655	5,1260	3	5	9	5	2
Galaxy	χ	94123	8,3965	5,4795	3	5	9	7	2
Crimson Sweet	χ	94017	8,7585	5,8105	1	5	1	7	1
Crimson Sweet	χ	94047	8,1195	5,1590	3	5	9	5	1
Crimson Sweet	χ	94054	7,8795	4,7725	3	5	9	5	1
Crimson Sweet	χ	94058	8,1975	5,4200	3	5	9	5	1
Crimson Sweet	χ	94081	8,4005	5,4925	3	5	9	7	1
Crimson Sweet	χ	94100	7,7165	4,9505	3	5	9	5	1
Crimson Sweet	χ	94128	8,5930	5,2465	3	5	9	3	2
Crimson Sweet	χ	PI169264	8,8580	5,6095	3	5	9	7	1
Washington	χ	94004	7,7035	4,8360	3	5	9	7	2
Washington	χ	94027	7,6510	4,5740	3	5	9	3	2
Washington	χ	94047	7,7895	4,7190	3	5	9	3	2
Washington	χ	94054	8,1090	5,2020	3	5	9	5	2
Washington	χ	94064	8,5960	5,4775	3	5	9	3	2
Washington	χ	94081	8,1940	5,1160	3	5	9	3	2
Washington	χ	94100	7,5920	4,7600	3	5	9	3	2
Washington	χ	94131	7,9995	5,1145	3	5	9	3	2
Washington	χ	PI169264	7,4740	4,6300	3	5	9	5	1

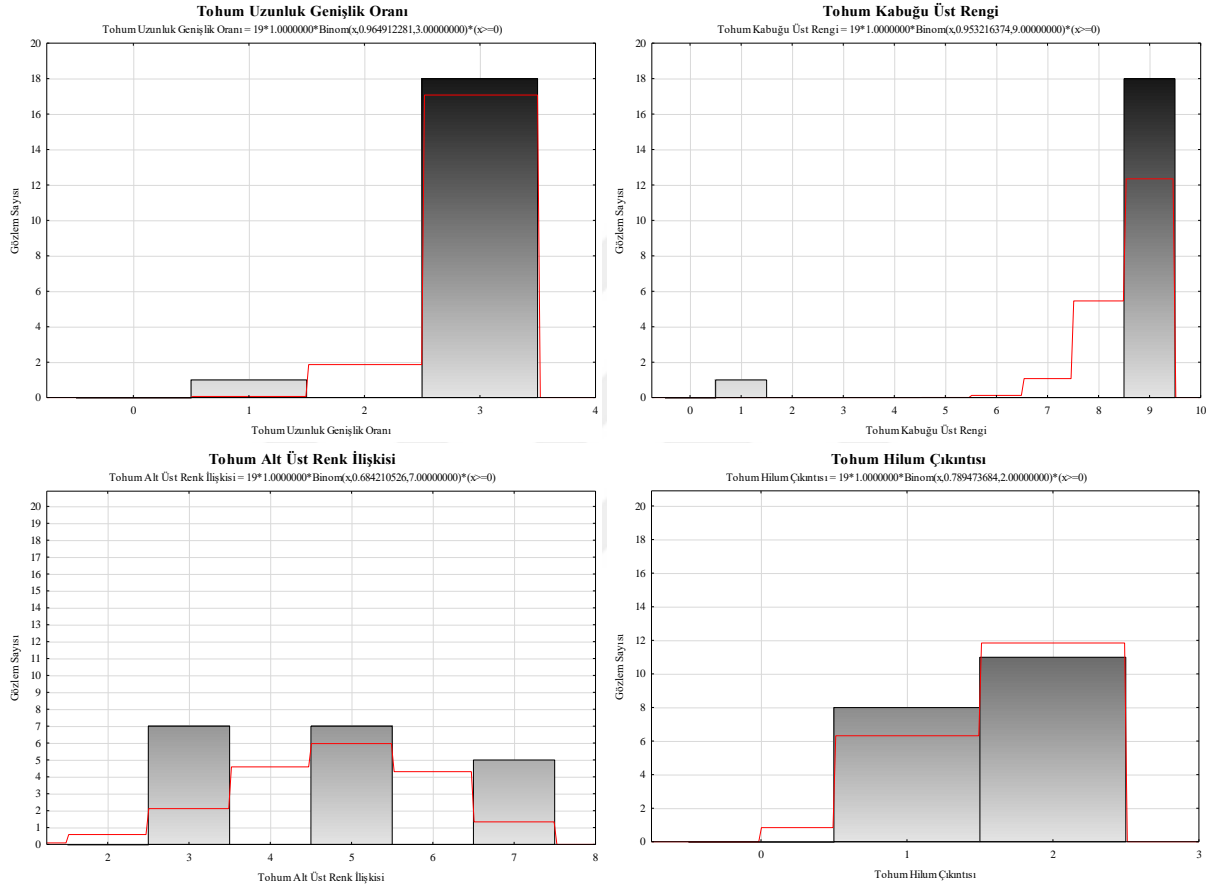
Poole (1941) karpuz tohum büyüklüklerini kısa (6mm), orta (10mm) ve uzun (13mm) olmak üzere üç gruba ayırmıştır ve tohum büyüklüğü açısından digenik kalıtımın olduğunu öne sürmüştür. Bu öneriye göre kısa tohum *s* geni ile, uzun tohum *l* geni ile ortaya çıkmakta, her iki genin de resesif olduğu durumda orta büyüklükte (*LS*) tohumlar ortaya çıkmaktadır. Benzer sonuçlar Weetman (1937) tarafından da öne sürülmüş, orta tohum büyüklüğünün uzun tohum üzerinde dominant olduğu bildirilmiştir. Tanaka vd. (1995) yaptıkları çalışmada bu iki genin dışında üçüncü bir genin varlığını önermişlerdir; orta (*LS*) ve kısa (*ls*) tohumlu karpuzların melezlerinden elde edilen popülasyondan elde edilen tohumların küçük (*Ti*) olduğu gözlenmiştir ve küçük tohum karakterinin orta tohum karakteri üzerinde baskın olduğu tespit edilmiştir. Prothro vd. (2012) yaptıkları çalışmada uzun, orta ve kısa tohum büyüklüklerinin, iki genin epistatik interaksiyonlarıyla kontrol edildiklerini bildirmişlerdir.

Tohum kabuğu alt rengi melezlerin tamamında kızıl kahve (5) şeklinde kaydedilmiştir. Ebeveynlerde incelenen örnekler arasında ise altı farklı tohum kabuğu alt rengi gözlenmiştir. Bunların %8,69'u beyaz, %43,47'si krem, %8,69'u kırmızı, %17,39'u kızıl kahve, %8,69'u kahverengi ve %13,04'ü siyah olarak kaydedilmiştir. Poole (1941) kırk farklı F<sub>2</sub> popülasyonu kullanılarak günümüzde tohum kabuk renginin kalıtımıyla ilgili kabul gören "Dört Gen" modelini ortaya koymuştur. Bu modele göre üç genin (*R*, *T*, *W*) farklı kombinasyonları ve bu üç genin de dominant durumda olduğunda devreye giren bir modifiye edici gen (*D*), düz siyah (*RTWD*), noktalı siyah (*RTWd*), yeşil (*rTW*), taba (*RtW*), siyah çerçeveli (*RTw*), kırmızı (*rtW*), beyaz-taba uçlu (*Rtw*) ve beyaz-pembe uçlu (*rtw*) gibi farklı tohum kabuğu renklerini oluşturmaktadır.

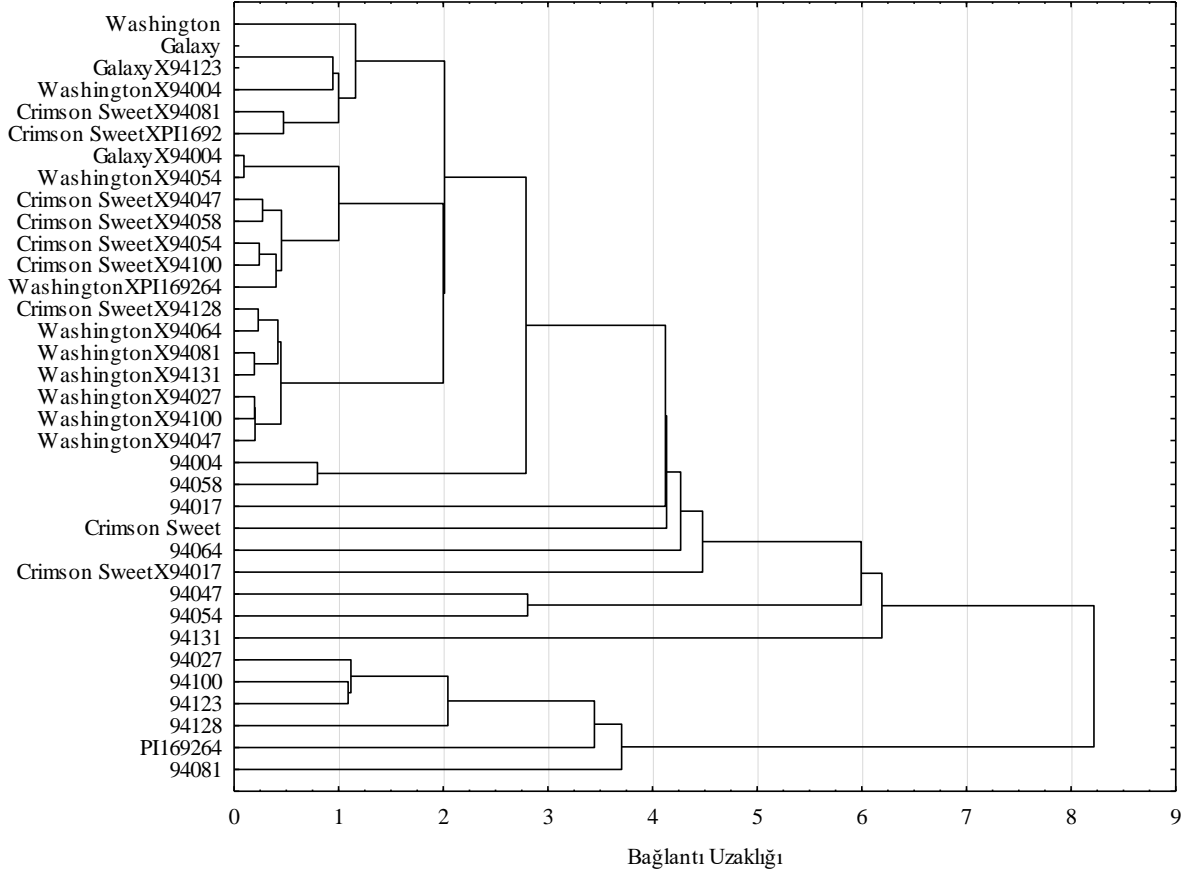
Tohum kabuğu üst rengi melezlerin %5,26'sında gözlenmemiş (1), %93,73'ünde ise görülmüştür (9). Tohum kabuğu alt-üst renk ilişkisi melezlerin %36,84'ünde az (3), %36,84'ünde orta (5) ve %26,31'inde geniş (7) olarak, hilum çıkıntısı ise %42,10'unda yok ya da çok az (1) tespit edilirken %57,89'unda orta (2) olarak gözlenmiştir.

Çizelge 4.33. Melezlerde incelenen tohum özelliklerinin frekansları

Tohum Uzunluk-Genişlik Oranı	Tohum Kabuğu Üst Rengi	Tohum Alt-Üst Renk İlişkisi	Tohum Hilum Çıkıntısı
%5,26 çok düşük (1/19)	%5,26 yok (1)	%36,84 az (7/19)	%42,10 yok ya da çok az (8/19)
%94,74 orta (18/19)	%94,74 var (18/19)	%36,84 orta (7/19)	%57,89 orta (11/19)
		%26,31 geniş (5/19)	



Şekil 4.30. Melezlerde incelenen tohum özelliklerinin skala değerlerine göre dağılımları (tohum uzunluk/genişlik oranı, tohum kabuğu üst rengi, tohum alt-üst renk ilişkisi, tohum hilum çıkıntısı)



Şekil 4.31. Tohum özelliklerine göre ebeveyn hatlar ve melezlerin hiyerarşik kümeleme analizi dendrogramı

Çalışmada incelenen ebeveyn ve melezlerin tohum özelliklerine göre gerçekleştirilen hiyerarşik kümeleme analizi sonucunda oluşturulan dendrogram Şekil 4.31’de sunulmuştur. Dendrograma göre bu özellikler bakımından melezler babalardan ziyade ana çeşitlerle benzerlik sergilemişlerdir.

#### 4.4. Ebeveyn ve Melezlerin Moleküler Karakterizasyonları

##### 4.4.1. Ebeveynlerden Elde Edilen DNA Miktarları ve Kaliteleri

Taze yaprak dokuları kullanılarak gerçekleştirilen DNA izolasyonu sonrası elde edilen DNA miktarları (ng/μl) ve kaliteleri (OD<sub>260/280</sub>, OD<sub>260/230</sub>) NanoDrop ND-100 Spektrofotometre ile ölçülmüş ve Çizelge 4.34'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.34. Ebeveynlerden izole edilen DNA miktarları ve kaliteleri

Ebeveyn	DNA Miktarı (ng/μl)	OD <sub>260/280</sub>	OD <sub>260/230</sub>
Galaxy	546,79	2,1	2,15
Crimson Sweet	320,29	2,16	1,88
Washington	1328,19	2,16	2,03
94004	1222,34	2,18	2,15
94005	579,53	2,1	1,62
94006	1786,11	2,16	2,13
94017	1585,51	2,16	2,13
94027	51,79	2,17	1,78
94047	3008,49	2,1	2,09
94051	2195,29	2,13	1,98
94054	971,82	2,19	2,01
94058	456,28	2,13	2,1
94064	2874,43	2,11	2,08
94081	2736,8	2,11	2,05
94100	1068,77	2,17	1,99
94120	1868,11	2,17	2,13
94123	808,04	2,18	2,13
94127	769,43	2,2	2,17
94128	2893,56	2,1	1,97
94131	395,21	2,15	1,54
PI169240	236,82	2,16	1,77
PI169264	3037,11	2,1	2,05
PI169294	82,42	2,04	1,82

OD; Optik Yoğunluk



#### 4.4.1. Melezlerden Elde Edilen DNA Miktarları ve Kaliteleri

Taze yaprak dokuları kullanılarak gerçekleştirilen DNA izolasyonu sonrası elde edilen DNA miktarları (ng/μl) ve kaliteleri (OD<sub>260/280</sub>, OD<sub>260/230</sub>) NanoDrop ND-100 Spektrofotometre ile ölçülmüş ve **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.35. Melezlerde izole edilen DNA miktarları ve kaliteleri

Melez Adı	DNA Miktarı (ng/μl)	OD <sub>260/280</sub>	OD <sub>260/230</sub>
Galaxyχ94004	2087,74	2,13	2,05
Galaxyχ94123	2179,26	2,16	2,11
Crimson Sweetχ94017	2340,60	2,15	2,11
Crimson Sweetχ94047	2433,71	2,14	2,10
Crimson Sweetχ94054	2182,39	2,16	2,11
Crimson Sweetχ94058	2207,26	2,15	2,08
Crimson Sweetχ94081	1995,75	2,16	2,06
Crimson Sweetχ94100	890,36	2,18	1,34
Crimson Sweetχ94128	1281,23	2,19	1,83
Crimson SweetχPI169264	2183,09	2,14	2,07
Washingtonχ94004	1606,39	2,17	1,82
Washingtonχ94027	1371,87	2,18	1,53
Washingtonχ94047	1839,69	2,16	2,02
Washingtonχ94054	1060,55	2,19	1,68
Washingtonχ94064	1529,95	2,17	1,90
Washingtonχ94081	2324,48	2,13	1,97
Washingtonχ94100	1322,07	2,17	1,80
Washingtonχ94131	2850,28	2,08	1,96
WashingtonχPI169264	851,36	2,17	1,25

OD: Optik Yoğunluk

#### 4.4.2. Genetik Çeşitlilik

Çalışmada genetik çeşitliliğin belirlenmesi için toplam 13 SSR belirteci kullanılmıştır. Bu belirteçlerden 3 tanesi ebeveynler arasında monomorfik özellik göstermiştir (SNP02, BVWS02309, BVWS02333). Polimorfik 10 SSR belirteci incelendiğinde toplam 22 allel tespit edilmiştir. Analiz edilen ebeveynler arasında ortalama etkili allel sayısı ( $N_e$ ) 1,732, gözlenen ortalama heterozigotluk ( $H_o$ ) 0,307, beklenen ortalama heterozigotluk ( $H_e$ ) 0,391, ortalama kendileme katsayısı ( $F_{it}$ ) 0,215, ortalama toplam genetik varyans ( $F_{st}$ ) 0,608, ortalama polimorfik bilgi içeriği (PIC) 0,869 ve ortalama Shannon bilgi indeksi (I) 0,593 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.36).

Polimorfik yapı gösteren 10 belirteç arasında üçer allel ile en fazla allel sayısı BVWS02441 ve MCPI\_16 belirteçlerinde tespit edilmiştir. En yüksek etkili allel sayısı yine BVWS02441 belirteçinde (2,6) en düşük etkili allel sayısı ise BVWS00681 belirteçinde (1,09) gözlenmiştir. Gözlenen heterozigotluk 0 (BVWS00711, BVWS00681) ile 0,696 (CYSTSIN, MCPI\_11) değerleri arasında, beklenen heterozigotluk ise 0,085 (BVWS00681) ile 0,625 (BVWS02441) değerleri arasında değişmiştir. Kendileme katsayısı ve toplam genetik varyansın en yüksek (1 ve 1) tespit edildiği belirteçler BVWS00711 ve BVWS00681 olurken en düşük (-0,533 ve 0,233) olarak tespit edildiği belirteç CYSTSIN olmuştur. Belirteçler arasında PIC değeri 0,912 (BVWS02441) ve 0,796 (BVWS00681) arasında değişmiştir. Shannon bilgi indeksi değeri ise 1,007 (BVWS02441) ve 0,179 (BVWS00681) değerleri arasında değişmiştir.

Çalışmada incelenen ebeveynlerin moleküler belirteçlere göre genetik ilişkilerinin daha iyi anlaşılabilmesi için oluşturulan dendrogram Şekil 4.32'de sunulmuştur. Dendrograma göre ebeveynler iki ana kol altında toplanmış, nispeten diğerinden daha dar olan ilk kolda Crimson Sweet, Galaxy, 94120, Washington, PI169240, 94058, 94006, 94017, 94047 ve 94064 yer almıştır. Ebeveynlerden 94004, 94131, PI169294, 94005, 94127, 94100, PI169264, 94123, 94027, 94081, 94054, 94051 ve 94128 ise ikinci kolda yer almıştır. 94027 ve 94081 ebeveyn genotiplerinin kullanılan 10 belirtece göre genetik olarak benzer olduğu tespit edilmiştir.

Solmaz vd. (2010) bir araştırmalarında RAPD belirteçleri kullanarak farklı yerel karpuz genotiplerinin moleküler karakterizasyonlarını gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda araştırılan genotipler arasında genetik çeşitliliğin düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Kabakgiller, morfolojik olarak incelendiğinde çeşitliliğin oldukça yüksek olduğu gözlenmesine rağmen, tür içinde dar bir genetik taban paylaşmaktadır (Levi vd., 2001). Bu sebeple, çeşitliliğin belirlenmesi için moleküler belirteçlerin kullanımında polimorfizmin düşük olması sorunuyla karşılaşılmaktadır (Levi vd., 2013). Bu zorluğun aşılabilmesi için araştırmalarda rastgele çoğaltım gerçekleştiren AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism), RAPD vb. moleküler belirteçler yerine spesifik çoğaltım sağlayan EST (Expressed Sequence Tags), HFO-TAG (High Frequency Oligonucleotides: Targeting Active Gene), SSR (Simple Sequence Repeats: basit dizi tekrarları) gibi belirteçlerin kullanımı tercih edilmelidir (Levi vd., 2006). SSR belirteçleri bu amaçla kullanıma oldukça uygun, genomun spesifik bölgelerinin çoğaltılmasını sağlayan belirteçlerdir.

Solmaz vd. (2013) Çukurova Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü karpuz genetik kaynak koleksiyonunda yer alan toplam 93 genotip arasındaki genetik çeşitlilik SSR ve SRAP belirteçleri ile değerlendirmişlerdir. Araştırmada, 14 SSR primeri ve 31 SRAP primer kombinasyonu kullanılmış, en yüksek polimorfizm oranı, %100 ile SSR markörlerinden elde edilmiş ve bunu %97,3 ile SRAP markörlerinin izlediği belirlenmiştir. Moleküler karakterizasyon sonucu elde edilen verilerle yapılan kümeleme analizlerine göre Türkiye'nin değişik bölgelerinden toplanan *Citrullus lanatus* var. *lanatus* alt türüne ait karpuz genotiplerinin genetik olarak birbirine yakın olduğu ve birlikte kümelendiğini bildirmişlerdir.

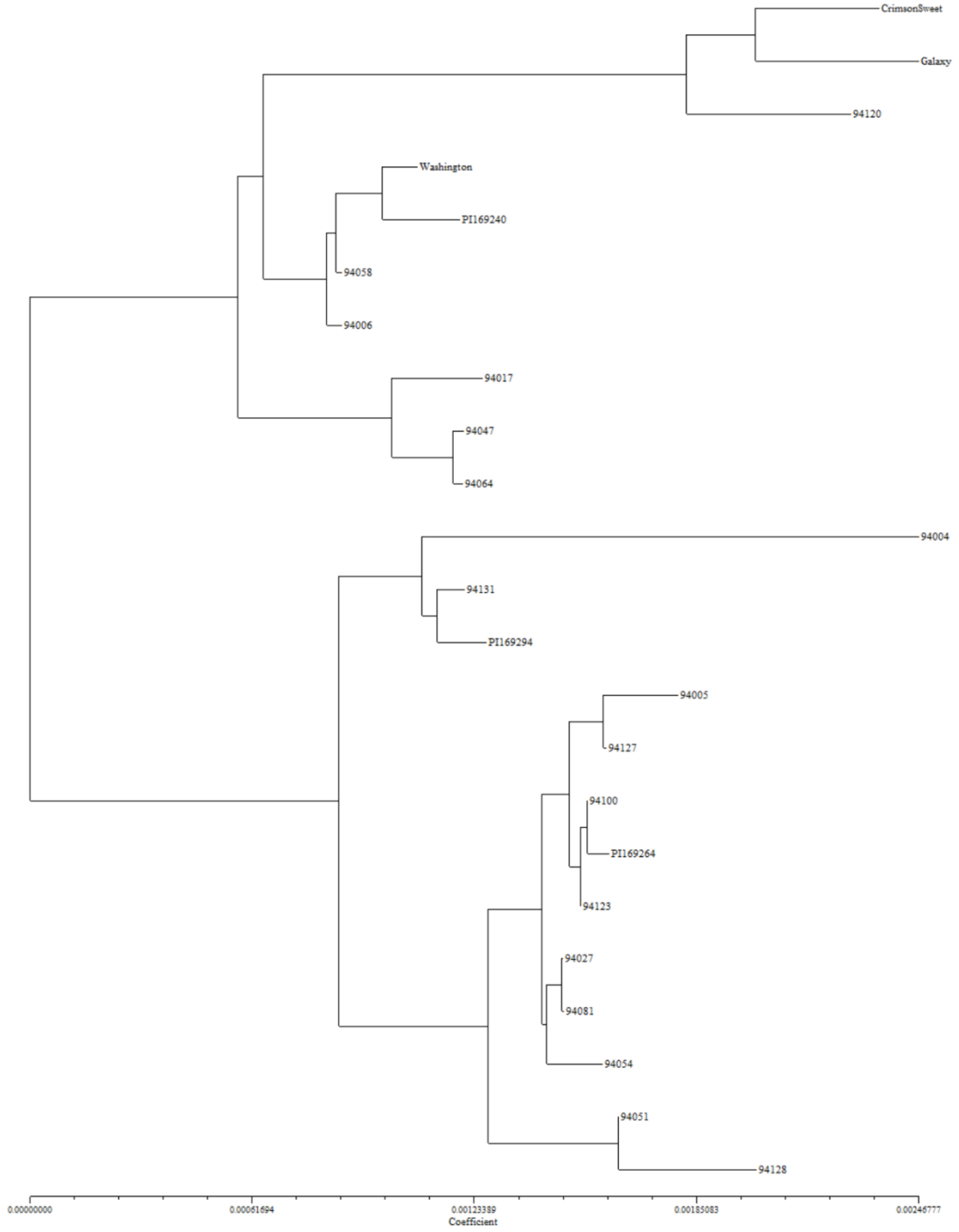
Erken dönemlerde Jarret, Merrick, Holms, Evans ve Aradhya (1997) tarafından karpuzda geliştirilen 8 SSR belirtecinden ancak 7 tanesinin polimorfik olduğunu bildirmişlerdir. Yine başka bir çalışmada Guerra-Sanz (2002) 19 SSR belirtecinden 18 tanesinin polimorfizm gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu araştırmalara benzer şekilde tez çalışmasında da kullanılan 13 SSR belirtecinden 10 tanesinin bu örnek grubu için polimorfik yapıda olduğu belirlenmiştir.

Angui vd. (2017) 36 farklı ülkeden toplanan *Citrullus* örneklerinde SSR belirteçleri ile yaptıkları çalışmada ortalama allel sayısının 1,243, etkili allel sayısının 1,153, Shannon indeksinin 0,191, gözlenen ve beklenen heterozigotluğun 0,124 ve 0,149 olduğunu ve bu durumun karpuzun dar genetik tabanından kaynaklandığını bildirmişlerdir. Tez çalışmasında bu değerlere benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 4.36. Ebeveynlere ait genetik çeşitlilik parametreleri

	GBB (bç)	N <sub>a</sub>	N <sub>e</sub>	H <sub>o</sub>	H <sub>e</sub>	F <sub>it</sub>	F <sub>st</sub>	PIC	I
BVWS00358	149-160	2	1,830	0,174	0,464	0,617	0,808	0,912	0,646
BVWS01708	279-320	2	1,482	0,045	0,333	0,886	0,943	0,814	0,507
BVWS00711	90-134	2	1,967	0,000	0,502	1,000	1,000	0,870	0,685
BVWS00681	203-222	2	1,091	0,000	0,085	1,000	1,000	0,796	0,179
BVWS02441	232-260	3	2,574	0,521	0,625	0,147	0,573	0,914	1,007
BVWS01133	251-260	2	1,240	0,130	0,198	0,327	0,663	0,879	0,344
MCPI_16	250-259	3	2,156	0,591	0,549	0,018	0,509	0,845	0,901
MCPI_11	260-300	2	1,910	0,696	0,487	-0,460	0,270	0,863	0,669
MCPI_05	204-198	2	1,240	0,217	0,198	-0,122	0,439	0,898	0,344
CYSTSIN	118-126	2	1,830	0,696	0,464	-0,533	0,233	0,898	0,646
Ortalama		2,2	1,732	0,307	0,391	0,215	0,608	0,869	0,593
Standart Sapma		0,422	0,466	0,287	0,177				0,256

GBA; Gözlenen Bant Büyüklükleri, N<sub>a</sub>; Gözlenen Allel Sayısı, N<sub>e</sub>; Etkili Allel Sayısı, H<sub>o</sub>; Gözlenen Heterozigotluk, H<sub>e</sub>; Beklenen Heterozigotluk, F<sub>it</sub>; Kendilenme Katsayısı , F<sub>st</sub>; Toplam Genetik Varyans, PIC; Polimorfik Bilgi İçeriği, I; Shannon Bilgi İndeksi



Şekil 4.32. Ebeveynlere ait genetik uzaklık dendrogramı

Melezlerin genetik çeşitliliği, tüm moleküler belirteçlere göre ebeveynleri ile aralarındaki genetik uzaklıkları açısından incelenmiştir (Çizelge 4.37). Genetik uzaklıkların hesaplanması sonucunda oluşturulan dendrogram **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'te sunulmuştur.



Çizelge 4.37. Ebeveynler ve melezler arasındaki genetik mesafe değerleri

	Crimson	Galaxy	Washington	94004	94005	94006	94017	94027	94047	94051	94054	94058	94064
Crimson	0,0000												
Galaxy	0,0008	0,0000											
Washington	0,0025	0,0023	0,0000										
94004	0,0035	0,0032	0,0041	0,0000									
94005	0,0045	0,0043	0,002	0,0024	0,0000								
94006	0,0018	0,0022	0,0004	0,0042	0,0023	0,0000							
94017	0,0022	0,0029	0,0014	0,0032	0,0032	0,0009	0,0000						
94027	0,0038	0,0043	0,0024	0,0026	0,0004	0,0019	0,0026	0,0000					
94047	0,0029	0,0028	0,001	0,003	0,0028	0,001	0,0005	0,0029	0,0000				
94051	0,0024	0,0029	0,0028	0,0015	0,0005	0,0025	0,0033	0,0001	0,0036	0,0000			
94054	0,0037	0,0042	0,0027	0,0027	0,0006	0,0022	0,003	0,0002	0,0032	0,0001	0,0000		
94058	0,0017	0,0021	0,0003	0,0043	0,0023	0,0001	0,0009	0,002	0,0011	0,0024	0,0022	0,0000	
94064	0,0029	0,0027	0,0009	0,003	0,0028	0,0011	0,0004	0,0029	0,0001	0,0036	0,0033	0,0011	0,0000
94081	0,0038	0,0043	0,0024	0,0026	0,0005	0,0019	0,0026	0,0000	0,0028	0,0001	0,0002	0,002	0,0028
94100	0,0042	0,0041	0,0022	0,0025	0,0003	0,002	0,0028	0,0002	0,0026	0,0003	0,0003	0,0021	0,0026
94120	0,0011	0,001	0,0022	0,0035	0,0043	0,0018	0,0021	0,004	0,0021	0,0035	0,004	0,0019	0,0022
94123	0,0042	0,0041	0,0022	0,0025	0,0003	0,002	0,0028	0,0002	0,0026	0,0003	0,0003	0,0021	0,0026
94127	0,0042	0,0041	0,0022	0,0025	0,0002	0,0022	0,003	0,0003	0,0028	0,0003	0,0004	0,0022	0,0028
94128	0,0029	0,0033	0,0032	0,002	0,0013	0,0028	0,0033	0,0009	0,0037	0,0000	0,0008	0,0027	0,0037
94131	0,0048	0,0047	0,003	0,0014	0,001	0,0032	0,0025	0,001	0,0022	0,0011	0,0011	0,0031	0,0022
PI169240	0,0025	0,0024	0,0003	0,0048	0,0025	0,0002	0,0013	0,0024	0,0009	0,0032	0,0028	0,0003	0,0009
PI169264	0,0041	0,0041	0,0024	0,0027	0,0005	0,0021	0,0028	0,0002	0,0027	0,0004	0,0003	0,0021	0,0027
PI169294	0,0049	0,0049	0,0033	0,0016	0,0013	0,0031	0,0023	0,001	0,0021	0,0014	0,0012	0,0031	0,0021
GIX94004	0,0038	0,0042	0,0024	0,0025	0,0005	0,002	0,0027	0,0000	0,003	0,0002	0,0003	0,002	0,0029
GIX94123	0,0032	0,0031	0,0028	0,0018	0,001	0,0027	0,0033	0,001	0,0032	0,0003	0,0009	0,0026	0,0032
CSX94017	0,0029	0,0034	0,0034	0,0022	0,0015	0,0029	0,0033	0,001	0,0037	0,0002	0,0009	0,0028	0,0037
CSX94047	0,0029	0,0034	0,0034	0,0021	0,0015	0,0027	0,0031	0,0009	0,0035	0,0002	0,0009	0,0027	0,0035
CSX94054	0,0001	0,0006	0,0022	0,0032	0,0042	0,0016	0,002	0,0037	0,0024	0,0024	0,0036	0,0015	0,0024
CSX94058	0,0033	0,0033	0,0032	0,002	0,0013	0,0029	0,0036	0,0012	0,0034	0,0005	0,001	0,0029	0,0035
CSX94081	0,0033	0,0032	0,0029	0,0018	0,0011	0,0027	0,0033	0,0009	0,0032	0,0004	0,001	0,0027	0,0032
CSX94100	0,0037	0,0036	0,0033	0,0021	0,0012	0,0032	0,0037	0,0011	0,0037	0,0003	0,0011	0,0031	0,0036
CSX94128	0,0032	0,0031	0,003	0,0019	0,0011	0,0029	0,0035	0,0011	0,0034	0,0002	0,0009	0,0028	0,0034
CSXPI169264	0,0029	0,0034	0,0034	0,0021	0,0015	0,0028	0,0033	0,001	0,0037	0,0002	0,0009	0,0028	0,0037
WsX94004	0,0036	0,0041	0,0039	0,003	0,0021	0,0033	0,0036	0,0016	0,0041	0,001	0,0014	0,0032	0,0041
WsX94027	0,0045	0,005	0,0034	0,0016	0,0014	0,0029	0,0021	0,0008	0,0023	0,0011	0,0011	0,003	0,0023
WsX94047	0,0046	0,0047	0,0036	0,0017	0,0015	0,0031	0,0023	0,0009	0,0025	0,0013	0,0012	0,0031	0,0025
WsX94054	0,0044	0,0049	0,0033	0,0017	0,0013	0,003	0,0021	0,0008	0,0024	0,001	0,001	0,0029	0,0023
WsX94064	0,0023	0,0028	0,0013	0,0016	0,0013	0,0008	0,0001	0,0008	0,0002	0,0012	0,001	0,0009	0,0003
WsX94081	0,0045	0,005	0,0034	0,0017	0,0014	0,0029	0,002	0,0008	0,0023	0,0011	0,001	0,0029	0,0023
WsX94100	0,0045	0,005	0,0034	0,0017	0,0014	0,0029	0,002	0,0008	0,0023	0,0011	0,001	0,0029	0,0023
WsX94131	0,0045	0,005	0,0034	0,0017	0,0014	0,0029	0,002	0,0008	0,0023	0,0011	0,001	0,0029	0,0023
WsXPI169264	0,0037	0,0042	0,0042	0,0012	0,0023	0,0038	0,0027	0,0018	0,0031	0,001	0,0018	0,0037	0,0031

Çizelge 4.37. Ebeveynler ve melezler arasındaki mesafe genetik değerleri (devam)

	94081	94100	94120	94123	94127	94128	94131	PI169240	PI169264	PI169294	GIX94004	GIX94123
Crimson												
Galaxy												
Washington												
94004												
94005												
94006												
94017												
94027												
94047												
94051												
94054												
94058												
94064												
94081	0,0000											
94100	0,0002	0,0000										
94120	0,0041	0,004	0,0000									
94123	0,0002	0,0000	0,004	0,0000								
94127	0,0003	0,0001	0,004	0,0001	0,0000							
94128	0,001	0,0011	0,0035	0,0011	0,0011	0,0000						
94131	0,001	0,0008	0,0044	0,0008	0,0009	0,0017	0,0000					
PI169240	0,0024	0,0022	0,002	0,0022	0,0023	0,0034	0,0034	0,0000				
PI169264	0,0002	0,0000	0,004	0,0001	0,0002	0,0012	0,0009	0,0023	0,0000			
PI169294	0,001	0,0008	0,0045	0,0008	0,001	0,0019	0,0002	0,0033	0,0007	0,0000		
GIX94004	0,000	0,0002	0,004	0,0002	0,0003	0,0009	0,0011	0,0024	0,0002	0,001	0,0000	
GIX94123	0,001	0,0009	0,0034	0,0009	0,0008	0,0002	0,0014	0,003	0,0009	0,0015	0,0009	0,0000
CSX94017	0,001	0,0012	0,0035	0,0012	0,0011	0,0001	0,0018	0,0035	0,0011	0,0018	0,0009	0,0002
CSX94047	0,0009	0,0011	0,0035	0,0011	0,0012	0,0002	0,0018	0,0033	0,001	0,0016	0,0008	0,0003
CSX94054	0,0037	0,0039	0,0009	0,0039	0,0039	0,0029	0,0045	0,0021	0,0038	0,0045	0,0037	0,0029
CSX94058	0,0012	0,001	0,0034	0,001	0,001	0,0004	0,0017	0,0033	0,001	0,0016	0,0011	0,0001
CSX94081	0,0009	0,0008	0,0034	0,0008	0,0008	0,0003	0,0015	0,0029	0,0009	0,0014	0,0009	0,0001
CSX94100	0,0011	0,001	0,0039	0,001	0,0009	0,0003	0,0016	0,0035	0,001	0,0017	0,0011	0,0000
CSX94128	0,0011	0,001	0,0034	0,001	0,0009	0,0002	0,0014	0,0031	0,001	0,0016	0,001	0,0001
CSXPI169264	0,001	0,0011	0,0035	0,0011	0,0011	0,0001	0,0018	0,0034	0,0011	0,0018	0,0009	0,0002
WsX94004	0,0016	0,0018	0,0029	0,0018	0,0017	0,0009	0,0023	0,004	0,0017	0,0023	0,0015	0,001
WsX94027	0,0008	0,0009	0,0045	0,0009	0,0011	0,0016	0,0004	0,0035	0,0008	0,0002	0,0008	0,0015
WsX94047	0,0009	0,0009	0,0044	0,001	0,0012	0,0017	0,0005	0,0037	0,0009	0,0003	0,001	0,0016
WsX94054	0,0008	0,0009	0,0045	0,0009	0,001	0,0016	0,0003	0,0035	0,0009	0,0002	0,0009	0,0015
WsX94064	0,0008	0,0009	0,002	0,0009	0,0012	0,0017	0,0004	0,001	0,0009	0,0002	0,0009	0,0016
WsX94081	0,0008	0,0009	0,0045	0,0009	0,0011	0,0016	0,0004	0,0035	0,0008	0,0002	0,0009	0,0016
WsX94100	0,0008	0,0009	0,0045	0,0009	0,0011	0,0016	0,0004	0,0035	0,0008	0,0002	0,0009	0,0016
WsX94131	0,0008	0,0009	0,0045	0,0009	0,0011	0,0016	0,0004	0,0035	0,0008	0,0002	0,0009	0,0016
WsXPI169264	0,0018	0,0019	0,004	0,0019	0,0019	0,0009	0,0011	0,0045	0,0019	0,0011	0,0018	0,0009



Çizelge 4.37. Ebeveynler ve melezler arasındaki mesafe genetik değerleri (devam)

	CSX94017	CSX94047	CSX94054	CSX94058	CSX94081	CSX94100	CSX94128	CSXPI169264	WsX94004
Crimson									
Galaxy									
Washington									
94004									
94005									
94006									
94017									
94027									
94047									
94051									
94054									
94058									
94064									
94081									
94100									
94120									
94123									
94127									
94128									
94131									
PI169240									
PI169264									
PI169294									
GIX94004									
GIX94123									
CSX94017	0,0000								
CSX94047	0,0001	0,0000							
CSX94054	0,0028	0,0028	0,0000						
CSX94058	0,0002	0,0003	0,003	0,0000					
CSX94081	0,0003	0,0002	0,003	0,0002	0,0000				
CSX94100	0,0002	0,0003	0,0034	0,0001	0,0001	0,0000			
CSX94128	0,0003	0,0003	0,003	0,0002	0,0001	0,0001	0,0000		
CSXPI169264	0,0000	0,0001	0,0028	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0000	
WsX94004	0,0008	0,0008	0,0035	0,001	0,0011	0,0012	0,001	0,0007	0,0000
WsX94027	0,0016	0,0014	0,0042	0,0017	0,0015	0,0017	0,0017	0,0016	0,002
WsX94047	0,0017	0,0015	0,0044	0,0019	0,0016	0,0018	0,0018	0,0017	0,0021
WsX94054	0,0015	0,0014	0,0042	0,0017	0,0016	0,0017	0,0016	0,0015	0,0019
WsX94064	0,0017	0,0015	0,002	0,0017	0,0016	0,0019	0,0018	0,0016	0,0021
WsX94081	0,0016	0,0014	0,0043	0,0018	0,0015	0,0018	0,0017	0,0016	0,0021
WsX94100	0,0016	0,0014	0,0043	0,0018	0,0015	0,0018	0,0017	0,0016	0,0021
WsX94131	0,0016	0,0014	0,0043	0,0018	0,0015	0,0018	0,0017	0,0016	0,0021
WsXPI169264	0,0008	0,0008	0,0035	0,001	0,0009	0,001	0,001	0,0008	0,0014

Çizelge 4.37. Ebeveynler ve melezler arasındaki genetik mesafe değerleri (devam)

	WsX94027	WsX94047	WsX94054	WsX94064	WsX94081	WsX94100	WsX94131	WsXPI169264
Crimson								
Galaxy								
Washington								
94004								
94005								
94006								
94017								
94027								
94047								
94051								
94054								
94058								
94064								
94081								
94100								
94120								
94123								
94127								
94128								
94131								
PI169240								
PI169264								
PI169294								
GIX94004								
GIX94123								
CSX94017								
CSX94047								
CSX94054								
CSX94058								
CSX94081								
CSX94100								
CSX94128								
CSXPI169264								
WsX94004								
WsX94027	0,0000							
WsX94047	0,0002	0,0000						
WsX94054	0,0001	0,0003	0,0000					
WsX94064	0,0001	0,0002	0,0001	0,0000				
WsX94081	0,0000	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000			
WsX94100	0,0000	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000		
WsX94131	0,0000	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
WsXPI169264	0,0009	0,001	0,0008	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0000

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

### 5.1. Morfolojik Karakterizasyon

Çalışmanın başlangıcında baba olarak kullanılacak ebeveyn genotiplerin belirlenmesi için elde bulunan 153 popülasyonun tohumlarında 5 temel morfolojik özellikten ve tohumların uzunluk ve genişlik ölçümlerinden faydalanılarak karakterizasyon gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma sonucunda birbirlerinden farklı gruplarda yer alan 94004, 94005, 94006, 94017, 94027, 94047, 94051,94054, 94058, 94064, 94081, 94100, 94120, 94123, 94127, 94128, 94131 genotipleri baba olarak seçilmiştir. Bunlarla beraber USDA koleksiyonundan temin edilen PI169240, PI169264, PI169294 aksesyonları da çalışmada kullanılmıştır. Bu çalışmada incelenen tohum özellikleri arasından tohum kabuğu üst rengi ve tohum kabuğu alt-üst renk ilişkisinin varyasyonu açıklamada en etkili özellikler olmuştur.

Yerel genotipler 1 yıl kendileme sonrası ebeveyn olarak kullanılmış ve gelişme aşamalarına göre morfolojik karakterizasyonları gerçekleştirilmiştir. Kotiledon aşamasında büyüklük, şekil ve yeşil rengin yoğunluğu özellikleri incelenmiştir. Yapılan faktör analizi kotiledon büyüklüğü ile kotiledonda yeşil rengin yoğunluğu arasında pozitif bir ilişki olduğunu ve kotiledon şeklinin bu iki özellikten etkilenmediğini ortaya koymuştur (Şekil 4.5). Kotiledon büyüklüğü ve yeşil rengin yoğunluğunun çevre koşullarından kotiledon şekline göre daha çok etkilenebilir olmasının üç özellik arasındaki bu ilişkiyi ortaya koyması ile mümkün olabilir. Karpuzda morfolojik karakterizasyon gerçekleştirilirken bu üç özellikten kotiledon şeklinin tercih edilmesi varyasyonun açıklanmasında daha etkili olabilir. Yaprak özelliklerinin de bu çalışma için morfolojik karakterizasyonda varyasyonu en iyi açıklayan özelliklerden olduğu görülmüştür. Yaprak lobluluk derecesi, yaprak kıvrıcıklığı ve yaprak sapı uzunluğu özellikleri arasında pozitif ilişki olduğu görülmüştür. Aynı şekilde bir pozitif ilişki yaprak genişliği, yaprak uzunluk/genişlik oranı ve yaprak uzunluğu arasında da tespit edilmiştir. Yaprak büyüklüğü özelliğinin ise uzunluk/genişlik oranı ile doğru orantılı olduğu görülmüştür. Yaprak rengi özelliği beklendiği gibi diğer özelliklerden bağımsız şekilde etki göstermiştir (Şekil 4.9). Analizler sırasında yaprak lobluluk derecesi ve yaprak kıvrıcıklığının birbirleriyle bağlantılı olduğu beklenmese de doğru orantılı oldukları gözlenmiştir. Yaprak sapı uzunluğu da bu iki özellikle aynı yönde etkili olduğu görülmüştür fakat bu özellikler ile ilişkili olduğu düşünülmemektedir (Şekil 4.9).

Meyve özelliklerinin karpuzun morfolojik karakterizasyonunda ve seleksiyonunda oldukça etkili belirteçler olduğu daha önceki çalışmalarda da bildirilmiştir. Bu tez çalışmasında da gerek sayılarının fazlalığı sebebiyle gerek birbirlerinden bağımsız yapıları sebebiyle varyasyonu açıklamada oldukça etkili olmuşlardır (Şekil 4.14). Ebeveyn genotiplerin tohumlarında yapılan morfolojik karakterizasyonda ise en başta gerçekleştirilen çalışmaya benzer sonuçlar elde edilmiştir. Melezlerin kotiledon (Şekil 4.21), yaprak (Şekil 4.24), meyve (Şekil 4.28) ve tohum (Şekil 4.31) özelliklerinin morfolojik karakterizasyonları sonucunda ise genel olarak anne olan standart çeşitler ile benzerlik gösterdikleri tespit edilmiştir.

Sonuç olarak incelenen morfolojik özellikler ebeveynlerde ve melezlerde varyasyonun açıklanmasında etkili olmuşlardır. Bu özellikler arasında en etkili olanlar yaprak ve meyve özellikleri olurken, tohum ve kotiledon özellikleri bunlara göre daha geride kalmıştır. Yine de çok sayıda genotipin incelendiği çalışmalarda tohum ve kotiledon özelliklerinin kullanılması varyasyonun açıklanmasında oldukça etkili olabilir.

## **5.2. Moleküler Karakterizasyon**

Tez çalışmasında toplam 13 SSR belirteci kullanılmış, bunlardan 10 tanesinin polimorfik, 3 tanesinin monomorfik yapıda olduğu tespit edilmiştir. Polimorfik yapı gösteren 10 belirteç arasında üçer allel ile en fazla allel sayısı BVWS02441 ve MCPI\_16 belirteçlerinde tespit edilmiştir. En yüksek etkili allel sayısı yine BVWS02441 belirtecinde (2,6) en düşük etkili allel sayısı ise BVWS00681 belirtecinde (1,09) gözlenmiştir. Gözlenen heterozigotluk 0 (BVWS00711, BVWS00681) ile 0,696 (CYSTSIN, MCPI\_11) değerleri arasında, beklenen heterozigotluk ise 0,085 (BVWS00681) ile 0,625 (BVWS02441) değerleri arasında değişmiştir. Kendileme katsayısı ve toplam genetik varyansın en yüksek (1 ve 1) tespit edildiği belirteçler BVWS00711 ve BVWS00681 olurken en düşük (-0,533 ve 0,233) olarak tespit edildiği belirteç CYSTSIN olmuştur. Belirteçler arasında PIC değeri 0,912 (BVWS02441) ve 0,796 (BVWS00681) arasında değişmiştir. Shannon bilgi indeksi değeri ise 1,007 (BVWS02441) ve 0,179 (BVWS00681) değerleri arasında değişmiştir.

Bu çalışma ile 10 yıllık süreçte toplanan çeşitli yerel karpuz genotiplerinin morfolojik ve moleküler karakterizasyonları gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda bu kapsamda incelenen karpuz genotipleri arasında yüksek morfolojik çeşitlilik gözlenmiş fakat moleküler

düzeyde çeşitliliğin morfolojik olana kıyasla daha düşük olduğu görülmüştür. Bu sonuç Kabakgiller ile ilgili daha önce çalışmalarda da sıklıkla karşılaşılan ve bildirilen genetik tabanın darlığına dayandırılabilir. Bu çalışma ile bundan sonraki çalışmalarda araştırmacılar tarafından çeşitli ıslah amaçları ile kullanılabilir bazı karpuz genetik kaynakları tanımlanmıştır.



## KAYNAKLAR

- Achigan-Dako, E. G., Avohou, E. S., Linsoussi, C., Ahanchede, A., Vodouhe, R. S. ve Blattner, F. R. (2015). Phenetic characterization of *Citrullus* spp. (*Cucurbitaceae*) and differentiation of egusi-type (*C. mucosospermus*). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 62(8), 1159-1179. doi:10.1007/s10722-015-0220-z
- Alimari, A., Zaid, A. ve Fadda, Z. (2017). Genetic diversity in local Palestinian watermelon (*Citrullus lanatus*) accessions. *International Journal of Agricultural Policy and Research*, 5(10), 157-162.
- Angui, C. M. V., Koffi, K. K., Koffi, K. G., Flamand, M.-C., Bertin, P., Baudoin, J.-P., . . . Zoro, B. I. A. (2017). Microsatellite-based genetic diversity among accessions of *Citrullus* spp. collected from 36 countries. *Australian Journal of Crop Science*, 11(08), 1033-1041. doi:10.21475/ajcs.17.11.08.pne572
- Ay, T. ve Erkiç, A. (2008). Çukurova’da karpuz *Fusarium* solgunluğu etmeni *Fusarium oxysporum f.sp. niveum*’un ırklarının ve bu ırklara karşı bazı karpuz çeşitlerinin reaksiyonlarının belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 48(1), 49-58.
- Bağ, M., Sarı, N., Solmaz, İ., Göçmen, M. ve Şimşek, İ. (2017). Çekirdekli mini karpuz melezlerinin bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6(Özel Sayı), 137-144.
- Barham, W. (1956). *A study of the Royal Golden watermelon with emphasis on the inheritance of the chlorotic condition characteristic of this variety*. Paper presented at the Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.
- Bisognin, D. A. (2002). Origin and evolution of cultivated cucurbits. *Ciência Rural*, 32(4), 715-723. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782002000400028>
- Botstein, D., White, R. L., Skolnick, M. ve Davis, R. W. (1980). Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. *American journal of human genetics*, 32(3), 314.
- Choudhary, B. R., Pandey, S., Rao, E. S., Singh, D. ve Sharma, B. D. (2016). Characterization of variability in watermelon (*Citrullus lanatus*) for DUS testing. *Current Horticulture*, 4(2), 30-34.
- Choudhary, B. R., Pandey, S. ve Singh, P. K. (2015). Morphological diversity analysis among watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb) Mansf.) genotypes.
- Dane, F. ve Lang, P. (2004). Sequence variation at cpDNA regions of watermelon and related wild species: implications for the evolution of *Citrullus* haplotypes. *Am J Bot*, 91(11), 1922-1929. doi:10.3732/ajb.91.11.1922
- Dane, F. ve Liu, J. (2006). Diversity and origin of cultivated and citron type watermelon (*Citrullus lanatus*). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54(6), 1255-1265. doi:10.1007/s10722-006-9107-3
- Dou, J., Lu, X., Ali, A., Zhao, S., Zhang, L., He, N. ve Liu, W. (2018). Genetic mapping reveals a marker for yellow skin in watermelon (*Citrullus lanatus* L.). *PLoS One*, 13(9), e0200617. doi:10.1371/journal.pone.0200617
- Doyle, J. J. ve Doyle, J. L. (1990). Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus*, 12(13), 39-40.
- FAO. (2021). Food and Agriculture Organization Statics. Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/>
- Gama, R. N., Santos, C. A., Dias, R. C., Alves, J. C. ve Nogueira, T. O. (2015). Microsatellite markers linked to the locus of the watermelon fruit stripe pattern. *Genet Mol Res*, 14(1), 269-276. doi:10.4238/2015.January.16.11

- Gama, R. N., Santos, C. A., Dias, R. C., Souza, R. R.ve Queiróz, M. A. (2015). Microsatellite markers linked to powdery mildew resistance locus in watermelon. *Australian Journal of Crop Science*, 9(1), 92.
- Gichimu, B. M., Owuor, B. O., Mwai, G. N.ve Dida, M. M. (2009). Morphological characterization of some wild and cultivated watermelon (*Citrullus sp.*) accessions in Kenya. *Journal of Agricultural and Biological Science*, 4(2), 10-18.
- Goda, M. (2007). *Diversity of local genetic resources of watermelon Citrullus lanatus (Thunb.) Matsum and Nakai, in Sudan.*
- Guerra-Sanz, J. (2002). Citrullus simple sequence repeats markers from sequence databases. *Molecular Ecology Notes*, 2(3), 223-225.
- Guner, N.ve Wehner, T. C. (2003). Gene list for watermelon. *Cucurbit Genet Coop Rpt*, 26, 76-92.
- Gusmini, G.ve Wehner, T. C. (2003). Polygenic inheritance of some vine traits in two segregating watermelon families. *Cucurbit Genetics Cooperative Report*, 26, 32-35.
- Gusmini, G.ve Wehner, T. C. (2006). Qualitative inheritance of rind pattern and flesh color in watermelon. *J Hered*, 97(2), 177-185. doi:10.1093/jhered/esj023
- Hakimi, F.ve Madidi, S. E. (2015). Variability of agro-morphological traits in some Moroccan watermelon landraces (*Citrullus lanatus* Thunb. Matsum. and Nakai). *International Journal of Current Science*, 17(E), 90-96.
- Hashizume, T., Sato, T.ve Hirai, M. (1993). Determination of genetic purity of hybrid seed in watermelon (*Citrullus lanatus*) and tomato (*Lycopersicon esculentum*) using random amplified polymorphic DNA (RAPD). *Japanese Journal of Breeding*, 43(3), 367-375.
- Hashizume, T., Shimamoto, I.ve Hirai, M. (2003). Construction of a linkage map and QTL analysis of horticultural traits for watermelon [*Citrullus lanatus* (THUNB.) MATSUM & NAKAI] using RAPD, RFLP and ISSR markers. *Theor Appl Genet*, 106(5), 779-785. doi:10.1007/s00122-002-1030-1
- Henderson, W. R. (1989). Inheritance of orange flesh color in watermelon. *Cucurbit Genetics Cooperative*, 24.
- Henderson, W. R., Scott, G. H.ve Wehner, T. C. (1998). Interaction of flesh color genes in watermelon. *Journal of Heredity*, 89(1), 50-53.
- Hepper, F. N.ve Gardens, R. B. (2009). *Pharaoh's flowers: the botanical treasures of Tutankhamun*: KWS Publishers Chicago (IL).
- Higdon, J. (2003). *An evidence-based approach to vitamins and minerals health benefits and intake recommendations*: Thieme Medical Publishers, Inc.
- Huh, Y. C., Solmaz, İ.ve Sarı, N. (2008). *Morphological characterization of Korean and Turkish watermelon germplasm*. Paper presented at the IXth EUCARPIA, Cucurbitaceae 2008 Avignon (France).
- Jarret, R. L., Merrick, L. C., Holms, T., Evans, J.ve Aradhya, M. K. (1997). Simple sequence repeats in watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai). *Genome*, 40(4), 433-441. doi:10.1139/g97-058
- Ji, G., Zhang, J., Gong, G., Shi, J., Zhang, H., Ren, Y., . . . Xu, Y. (2015). Inheritance of sex forms in watermelon (*Citrullus lanatus*). *Scientia Horticulturae*, 193, 367-373. doi:10.1016/j.scienta.2015.07.039
- Jin, B., Park, G., Choi, Y., Nho, J., Son, B.ve Park, Y. (2017). Evaluation of DNA Markers for Fruit-related Traits and Genetic Relationships Based on Simple Sequence Repeat in Watermelon Accessions. *Korean Journal of Horticultural Science&Technology*, 35(01), 108-120. doi:10.12972/kjhst.20170012
- Joobeur, T., Gusmini, G., Zhang, X., Levi, A., Xu, Y., Wehner, T. C., . . . Dean, R. A. (2006). Construction of a watermelon BAC library and identification of SSRs anchored to

- melon or Arabidopsis genomes. *Theor Appl Genet*, 112(8), 1553-1562. doi:10.1007/s00122-006-0258-6
- Kanda, T. (1931). The inheritance of seed-coat coloring in the watermelon. *The Japanese Journal of Genetics*, 7, 30-48.
- Kapiel, T., Rhodes, B., Dane, F.ve Zhang, X. (2008). Advances in Watermelon Breeding. *Journal of New Seeds*, 6(4), 289-319. doi:10.1300/J153v06n04\_01
- Karagöz, A., Özbek, K.ve Sarı, N. (2016). Türkiye'nin bitkisel biyolojik çeşitliliğinin korunması ve sürdürülebilir kullanımına ilişkin sorunlar ve çözüm önerileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 88-99.
- Karipcin, M. Z., Sarı, N.ve Kırnak, H. (2008). Preliminary research on drought resistance of wild and domestic Turkish watermelon accessions.
- Karipcin, M. Z., Sarı, N.ve Kırnak, H. (2009). *Yerli ve yabani karpuz genotiplerinde kuraklığa toleransın belirlenmesi* (107T613). Retrieved from Şanlıurfa:
- Karipcin, M. Z., Sarı, N.ve Kırnak, H. (2010). Effects of drought on yield and pomological features of wild and domestic turkish watermelon genotypes. *Acta Horticulturae*(871), 259-266.
- Kim, H., Han, D., Kang, J., Choi, Y., Levi, A., Lee, G. P.ve Park, Y. (2015). Sequence-characterized amplified polymorphism markers for selecting rind stripe pattern in watermelon (*Citrullus lanatus* L.). *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 56(3), 341-349. doi:10.1007/s13580-015-0017-1
- Kumar, R.ve Wehner, T. C. (2011). Discovery of second gene for solid dark green versus light green rind pattern in watermelon. *J Hered*, 102(4), 489-493. doi:10.1093/jhered/esr025
- Lê, S., Josse, J.ve Husson, F. (2008). FactoMineR: an R package for multivariate analysis. *Journal of statistical software*, 25(1), 1-18.
- Lee, S. J., Shin, J. S., Park, K. W.ve Hong, Y. P. (1996). Detection of genetic diversity using RAPD-PCR and sugar analysis in watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.] germplasm. *Theoretical and Applied Genetics*, 92(6), 719-725.
- Levi, A., Thies, J. A., Simmons, A., Tadmor, K., Wechter, W. P., Reddy, O. U. K.ve Katzir, N. (2012). *Exploiting genetic diversity in Citrullus spp. to enhance watermelon cultivars*. Paper presented at the Cucurbitaceae 2012. Proceedings of the Xth EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Cucurbitaceae, Antalya, Turkey.
- Levi, A., Thies, J. A., Wechter, W. P., Harrison, H. F., Simmons, A. M., Reddy, U. K., . . . Fei, Z. (2013). High frequency oligonucleotides: targeting active gene (HFO-TAG) markers revealed wide genetic diversity among *Citrullus spp.* accessions useful for enhancing disease or pest resistance in watermelon cultivars. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60(2), 427-440.
- Levi, A., Thomas, C. E., Keinath, A. P.ve Wehner, T. C. (2001). Genetic diversity among watermelon (*Citrullus lanatus* and *Citrullus colocynthis*) accessions. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 48(559-566).
- Levi, A., Thomas, C. E., Trebitsh, T., Salman, A., King, J., Karalius, J., . . . Zhang, X. (2006). An extended linkage map for watermelon based on SRAP, AFLP, SSR, ISSR, and RAPD markers. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 131(3), 393-402.
- Liu, S., Gao, P., Zhu, Q., Luan, F., Davis, A. R.ve Wang, X. (2016). Development of cleaved amplified polymorphic sequence markers and a CAPS-based genetic linkage map in watermelon (*Citrullus lanatus* [Thunb.] Matsum. and Nakai) constructed using whole-genome re-sequencing data. *Breed Sci*, 66(2), 244-259. doi:10.1270/jsbbs.66.244



- Lou, L. (2009). *Inheritance of fruit characteristics in watermelon [Citrullus lanatus (Thunb.) Matsum. & Nakai]*. (Master of Science Master of Science Thesis), North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, USA.
- Lou, L.ve Wehner, T. C. (2016). Qualitative Inheritance of External Fruit Traits in Watermelon. *Hortscience*, 51(5), 487-496. doi:10.21273/hortsci.51.5.487
- Maggs-Kölling, G. L.ve Christiansen, J. L. (2003). Variability in Namibian landraces of watermelon (*Citrullus lanatus*). *Euphytica*, 132, 251-258.
- Maragal, S., Rao, E. S.ve Lakshmana Reddy, D. C. (2019). Genetic analysis of fruit quality traits in prebred lines of watermelon derived from a wild accession of *Citrullus amarus*. *Euphytica*, 215(12). doi:10.1007/s10681-019-2527-x
- McGregor, C. (2012). *Citrullus lanatus* germplasm of southern Africa. *Israel Journal of Plant Sciences*, 60(4), 403-413.
- McKay, J. (1936). Factor interaction in citrullus: Seed-coat color, fruit shape and markings show evidence of mendelian inheritance in watermelon crosses. *Journal of Heredity*, 27(3), 110-112.
- Nişanyan, S. (2017, 27.10.2019). Karpuz. Retrieved from <https://www.nisanyansozluk.com/?k=karpuz&view=annotated>
- Pandey, A., Khan, M. K., Isik, R., Turkmen, O., Acar, R., Seymen, M.ve Hakki, E. E. (2019). Genetic diversity and population structure of watermelon (*Citrullus sp.*) genotypes. *3 Biotech*, 9(6), 210. doi:10.1007/s13205-019-1736-2
- Park, Y.ve Cho, S. (2012). Watermelon production and breeding in South Korea. 60(4), 415. doi:<https://doi.org/10.1560/IJPS.60.4.415>
- Paudel, L., Clevenger, J.ve McGregor, C. (2019). Chromosomal Locations and Interactions of Four Loci Associated With Seed Coat Color in Watermelon. *Front Plant Sci*, 10, 788. doi:10.3389/fpls.2019.00788
- Peakall, R.ve Smouse, P. E. (2006). GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. *Molecular Ecology Notes*, 6(1), 288-295.
- Perkins-Veazie, P. (2009). *Cucurbits, watermelon, and benefits to human health*. Paper presented at the IV International Symposium on Cucurbits, Changsha, Hunan (China).
- Pitrat, M., Chauvet, M.ve Foury, C. (1999). *Diversity, history and production of cultivated cucurbits*. Paper presented at the 1. International Symposium of Cucurbits, Leuven, Belgium.
- Poole, C. F. (1941). Inheritance of seed characters in watermelon. *The Japanese Journal of Genetics*, 63, 433-456.
- Poole, C. F.ve Grimbball, P. C. (1945). Interaction of sex, shape, and weight genes in watermelon. *J Agric Res*, 71, 533-552.
- Porter, D. (1937). Inheritance of certain fruit and seed characters in watermelons. *Hilgardia*, 10(12), 489-509.
- Prothro, J., Abdel-Haleem, H., Bachlava, E., White, V., Knapp, S.ve McGregor, C. (2013). Quantitative Trait Loci Associated with Sex Expression in an Inter-subspecific Watermelon Population. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 138(2), 125-130. doi:10.21273/jashs.138.2.125
- Prothro, J., Sandlin, K., Abdel-Haleem, H., Bachlava, E., White, V., Knapp, S.ve McGregor, C. (2012). Main and Epistatic Quantitative Trait Loci Associated with Seed Size in Watermelon. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 137(6), 452-457. doi:10.21273/jashs.137.6.452
- Reddy, U. K., Abburi, L., Abburi, V. L., Saminathan, T., Cantrell, R., Vajja, V. G., . . . Wehner, T. C. (2014). A genome-wide scan of selective sweeps and association mapping of fruit traits using microsatellite markers in watermelon. *Journal of Heredity*, 106(2), 166-176.

- Ren, Y., Di, J., Gong, G., Zhang, H., Guo, S., Zhang, J. ve Xu, Y. (2015). Genetic analysis and chromosome mapping of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* (FON) race 1 and race 2 in watermelon (*Citrullus lanatus* L.). *Mol Breed*, 35(9), 183. doi:10.1007/s11032-015-0375-5
- Sarı, N., Solmaz, İ., Yetişir, H. ve Unlu, H. (2005). *Watermelon genetic resources in Turkey and their characteristics*. Paper presented at the III International Symposium on Cucurbits 731.
- Singh, D. (2016). *Morphological and molecular characterization of watermelon [Citrullus lanatus (Thunb.) Matsum and Nakai] genetic resources*. Punjab Agricultural University, Ludhiana, Retrieved from <https://krishikosh.egranth.ac.in/handle/1/5810020107>
- Singh, D., Singh, R., Sandhu, J. S. ve Chunneja, P. (2017). Morphological and genetic diversity analysis of *Citrullus* landraces from India and their genetic inter relationship with continental watermelons. *Scientia Horticulturae*, 218, 240-248. doi:10.1016/j.scienta.2017.02.013
- Soghani, Z. N., Rahimi, M., Nasab, M. A. ve Maleki, M. (2018). Grouping and genetic diversity of different watermelon ecotypes based on agro-morphological traits and ISSR marker. *Iheringia. Série Botânica.*, 73(1), 53-59.
- Solak, İ. (2008). Osmanlı İmparatorluğu Döneminde Anadolu'da Meyve ve Sebze Üretimi. *Türkiyat Araştırmaları Dergisi*, 24(2008), 217-251.
- Solmaz, İ. ve Sarı, N. (2008). Characterization of watermelon (*Citrullus lanatus*) accessions collected from Turkey for morphological traits. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 56(2), 173-188. doi:10.1007/s10722-008-9353-7
- Solmaz, İ., Sarı, N. ve Aka-Kaçar, Y. (2013). Bazı Karpuz Genotiplerinin SSR ve SRAP Markörleri ile Karakterizasyonu. *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 29(2), 58-68.
- Solmaz, İ., Sarı, N., Aka-Kaçar, Y. ve Yalçın-Mendi, N. Y. (2010). The genetic characterization of Turkish watermelon (*Citrullus lanatus*) accessions using RAPD markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 57(5), 763-771.
- Solmaz, İ., Sarı, N., Kartal, E. ve Yetişir, H. (2012). *Seed characteristics and seed-fruit correlation of Turkish watermelon germplasm*. Paper presented at the Cucurbitaceae 2012. Proceedings of the Xth EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Cucurbitaceae, Antalya, Turkey, 15-18 October, 2012.
- Soltani, F., Ebadi, M., Mostoufi, Y. ve Azizzadeh, S. (2012). *Evaluation of phenotypic variation of Iranian watermelon (Citrullus sp.) accessions by morphological markers*. Paper presented at the International Symposium on Biotechnology and Other Omics in Vegetable Science 1145.
- Sugiyama, M., Sugiyama, K., Ohara, T., Morishita, M., Sakata, Y., Lebeda, A. ve Paris, H. (2004). *Characteristics and inheritance of a high hermaphroditic flower-bearing accession of watermelon (Citrullus lanatus)*. Paper presented at the Progress in cucurbit genetics and breeding research. Proceedings of Cucurbitaceae.
- Süyüm, K. (2011). *Karpuz genetik kaynaklarının tuzluluk ve kuraklığa tolerans seviyelerinin belirlenmesi*. (Yüksek lisans Yüksek lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Szamosi, C., Solmaz, I., Sari, N. ve Bársony, C. (2009). Morphological characterization of Hungarian and Turkish watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. et Nakai) genetic resources. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 56(8), 1091-1105. doi:10.1007/s10722-009-9432-4
- Szamosi, C., Solmaz, I., Sari, N. ve Bársony, C. (2010). Morphological evaluation and comparison of Hungarian and Turkish melon (*Cucumis melo* L.) germplasm. *Scientia Horticulturae*, 124(2), 170-182. doi:10.1016/j.scienta.2009.12.024

- Şalk, A., Arın, L., Deveci, M.ve Polat, S. (2008). *Cucurbitaceae* (Kabakgiller) Familyası Sebzeleri. In *Özel Sebzecilik* (pp. 488). Tekirdağ: Onur Grafik Matbaa ve Reklam Hizmetleri.
- Tanaka, T., Wimol, S.ve Mizutani, T. (1995). Inheritance of Fruit Shape and Seed Size of Watermelon. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 64(3), 543-548.
- TÜİK. (2018). Bitkisel Üretim İstatistikleri. Retrieved from <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>
- Twain, M. (1894). *The tragedy of Pudd'nhead Wilson ; and the comedy Those extraordinary twins*. Hartford, Conn.: American Pub. Co.
- UPOV. (2013) Watermelon guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability, TG/142/5 C.F.R.
- van Zeista, W. (1983). Fruits in foundation deposits of two temples. *Journal of Archaeological Science*, 10(4), 351-354.
- Vancouver Research and Extension Unit, W. S. U. (2005a). Watermelon Variety Descriptions Crimson Sweet. In C. Sweet (Ed.): Mount Vernon Northwestern Washington Research and Extension Center Vegetable Research and Extension.
- Vancouver Research and Extension Unit, W. S. U. (2005b). Watermelon Variety Descriptions Jubilee. In Jubilee (Ed.): Mount Vernon Northwestern Washington Research and Extension Center Vegetable Research and Extension.
- Wasylikowa, K.ve van der Veen, M. (2004). An archaeobotanical contribution to the history of watermelon, *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai (syn. *C. vulgaris* Schrad.). *Vegetation History and Archaeobotany*, 13(4), 213-217. doi:10.1007/s00334-004-0039-6
- Weetman, L. M. (1937). Inheritance and correlation of shape, size and color in the watermelon, *Citrullus vulgaris* Schrad. *Research Bulletin (Iowa Agriculture and Home Economics Experiment Station)*, 20(228), 1.
- Wehner, T. C. (2007). Watermelon. In J. Prohens-Tomás & F. Nuez (Eds.), *Vegetables I: Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae* (Vol. 1, pp. 380-418). USA: Springer Science & Business Media.
- Wehner, T. C. (2008). *Overview of the genes of watermelon*. Paper presented at the Cucurbitaceae 2008, Proceedings of the IXth EUCARPIA meeting on genetics and breeding of Cucurbitaceae, Avignon, France. <http://hdl.handle.net/2174/195>
- Wei, C., Chen, X., Wang, Z., Liu, Q., Li, H., Zhang, Y., . . . Zhang, X. (2017). Genetic mapping of the LOBED LEAF 1 (CILL1) gene to a 127.6-kb region in watermelon (*Citrullus lanatus* L.). *PLoS One*, 12(7), e0180741. doi:10.1371/journal.pone.0180741
- Yağcıoğlu, M., Gülşen, O., Yetişir, H., Solmaz, İ.ve Sarı, N. (2016). Preliminary studies of genom-wide association mapping for some selected morphological characters of watermelons. *Scientia Horticulturae*, 210, 277-284.
- Yang, H.-B., Park, S.-W., Kim, K.-T., Park, Y., Lee, G. P.ve Kang, S.-C. (2015). Suggestion of the Three-Locus Model Determining Rind Color and Stripe Pattern in Watermelon. *한국원예학회 학술발표요지*, 42-42.
- Yang, H.-B., Park, S.-W., Park, Y., Lee, G. P., Kang, S.-C.ve Kim, Y. K. (2015). Linkage analysis of the three loci determining rind color and stripe pattern in watermelon. *Korean J Horti Sci*, 33(4), 559-565.
- Yang, K.-K., Liang, Z.-h.ve Wu, C.-j. (2016). Analysis on differentially expressed genes in watermelon rind color based on RNA-Seq. *Journal of Central South University*, 23(11), 2818-2826. doi:10.1007/s11771-016-3345-0

- Yeh, F. C., Yang, R., Boyle, T. B., Ye, Z. ve Mao, J. X. (1997). POPGENE, the user-friendly shareware for population genetic analysis. *Molecular biology and biotechnology centre, University of Alberta, Canada, 10*, 295-301.
- Zane, L., Bargelloni, L. ve Patarnello, T. (2002). Strategies for microsatellite isolation: a review. *Mol Ecol, 11*(1), 1-16. doi:10.1046/j.0962-1083.2001.01418.x
- Zhang, X., Rhodes, B. ve Skorupska, H. (1994). RAPD molecular markers in watermelon. *Cucurbit Genetics Cooperative Report, 17*, 116-119.
- Zohary, D., Hopf, M. ve Weiss, E. (2012). *Domestication of Plants in the Old World: The Origin and Spread of Domesticated Plants in Southwest Asia, Europe, and the Mediterranean Basin*: OUP Oxford.



## EKLER

EK 1. Çizelge 1. Ebeveynlere ait örneklerde kullanılan SSR lokuslarının sahip oldukları allel büyüklükleri

	BVWS00358		BVWS01708		BVWS00711		BVWS00681		MCPI_16		MCPI_11		CYSTSIN		BVWS02441		BVWS01133		MCPI_05	
Crimson Sweet	149	149	320	320	90	90	222	222	259	255	300	260	126	118	232	232	260	260	204	198
Galaxy	149	149	320	320	90	90	203	203	259	255	300	260	126	118	260	242	260	260	204	198
Washington	160	149	279	279	90	90	222	222	259	255	300	260	118	118	260	260	260	260	204	204
94004	160	160	320	320	134	134	222	222	259	255	260	260	118	118	260	260	260	260	204	204
94005	160	149	279	279	134	134	222	222	255	255	300	260	118	118	260	260	260	251	204	204
94006	160	160	279	279	90	90	222	222	255	255	300	260	126	118	242	242	260	251	204	204
94017	160	160	279	279	90	90	222	222	259	250	260	260	118	118	232	232	260	260	204	204
94027	160	160	279	279	134	134	222	222	255	255	300	260	126	118	242	242	260	260	204	204
94047	160	160	279	279	90	90	222	222	259	255	260	260	118	118	260	242	260	251	204	204
94051	149	149	0	0	134	134	222	222	255	255	300	260	126	118	242	242	260	260	204	204
94054	149	149	279	279	134	134	222	222	255	255	300	260	126	118	242	232	251	251	204	204
94058	160	149	279	279	90	90	222	222	259	255	300	260	126	118	242	242	260	260	204	204
94064	160	160	279	279	90	90	222	222	259	250	260	260	118	118	260	242	260	260	204	204
94081	160	160	279	279	134	134	222	222	259	255	300	260	126	118	242	242	260	260	204	204
94100	160	160	279	279	134	134	222	222	259	255	300	260	126	118	260	242	260	260	204	204
94120	160	160	320	320	90	90	222	222	255	255	300	300	126	118	260	242	260	260	204	204
94123	160	160	279	279	134	134	222	222	255	255	300	260	126	118	260	242	260	260	204	204
94127	160	149	279	279	134	134	222	222	250	250	300	260	118	118	260	242	260	260	204	204
94128	149	149	320	279	134	134	222	222	255	255	300	260	126	118	242	242	260	260	204	198
94131	149	149	279	279	134	134	222	222	255	250	260	260	126	118	260	242	260	260	204	204
PI169240	160	160	279	279	90	90	222	222	0	0	300	260	126	118	260	242	260	260	204	198
PI169264	160	160	279	279	134	134	222	222	259	255	300	260	126	118	260	232	260	260	204	204
PI169294	160	160	279	279	134	134	222	222	259	255	260	260	126	118	260	232	260	260	204	198

EK 1. Çizelge 2. Mezlere ait örneklerde kullanılan SSR lokuslarının sahip oldukları allel büyüklükleri

	BVWS00358		BVWS01708		BVWS00711		BVWS00681		MCPI_16		MCPI_11		CYSTSIN		BVWS02441		BVWS01133		MCPI_05	
GLX94004	160	160	279	279	134	134	222	222	255	250	300	260	126	118	242	242	260	260	204	198
GLX94123	160	149	320	279	134	134	222	222	259	255	300	260	126	118	260	242	260	260	204	198
CRX94017	160	149	320	279	134	134	222	222	259	250	300	260	126	118	242	232	260	260	198	198
CRX94047	160	160	320	279	134	134	222	222	259	255	300	260	126	118	242	232	260	260	204	198
CRX94054	160	149	320	320	90	90	222	222	259	255	300	260	126	118	242	232	260	260	204	198
CRX94058	160	149	320	279	134	134	222	222	259	250	300	260	118	118	260	232	260	251	204	198
CRX94081	160	160	320	279	134	134	222	222	255	250	300	260	126	118	260	242	260	260	204	198
CRX94100	160	149	320	279	134	134	222	222	259	250	300	260	126	118	260	242	0	0	204	198
CRX94128	149	149	320	279	134	134	222	222	255	250	300	260	126	118	260	242	260	260	204	198
CRXPI169294	160	149	320	279	134	134	222	222	255	250	300	260	126	118	242	232	260	260	204	198
WX094004	160	149	320	279	134	134	222	222	255	250	300	300	126	118	242	232	260	260	204	204
WSX94027	160	160	279	279	134	134	222	222	259	255	260	260	126	118	242	232	260	260	204	198
WSX94047	160	160	279	279	134	134	222	203	255	255	260	260	126	118	242	232	260	260	204	204
WSX94054	160	149	279	279	134	134	222	222	259	255	260	260	126	118	242	232	260	260	204	204
WSX94064	160	160	279	279	0	0	222	222	259	255	260	260	126	118	242	232	260	251	204	204
WSX94081	160	160	279	279	134	134	222	222	259	255	260	260	126	118	242	232	260	260	204	204
WSX94100	160	160	279	279	134	134	222	222	259	255	260	260	126	118	242	232	260	260	204	204
WSX94131	160	160	279	279	134	134	222	222	259	255	260	260	126	118	242	232	260	260	204	204
WSXPI169294	160	149	320	279	134	134	222	222	255	255	260	260	126	118	242	232	260	260	204	204

GL: Galaxy, CR: Crimson Sweet, WS: Washington