

**İSTİLACI *Lepidium draba* L. TÜRÜNÜN
POPULASYONLARININ FENOTİPİK VE GENETİK
FARKLILIKLARI İLE EKOLOJİK
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Özkan AKSAKAL

**Doktora Tezi
Biyoloji Anabilim Dalı
Doç. Dr. Yusuf KAYA
2010
Her hakkı saklıdır**

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

İSTİLACI *Lepidium draba* L. TÜRÜNÜN POPULASYONLARININ
FENOTİPİK VE GENETİK FARKLILIKLARI İLE EKOLOJİK
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Özkan AKSAKAL

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

ERZURUM

2010

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

İSTİLACI *Lepidium draba* L. TÜRÜNÜN POPULASYONLARININ FENOTİPİK VE GENETİK FARKLILIKLARI İLE EKOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Doç. Dr. Yusuf KAYA danışmanlığında, Özkan AKSAKAL tarafından hazırlanan bu çalışma 29/12/2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından. Biyoloji Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Peyami BATTAL

İmza :

Üye : Prof. Dr. Medine GÜLLÜCE

İmza :

Üye : Doç. Dr. Güleray AĞAR

İmza :

Üye : Doç. Dr. Yusuf KAYA

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Meryem Ş. KÖSEOĞLU

İmza :

(imza)

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum
Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Ömer AKBULUT

Bu çalışma BAP projeleri kapsamında desteklenmiştir.
Proje No: 2007/162

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Doktora Tezi

İSTİLACI *Lepidium draba* L. TÜRÜNÜN POPULASYONLARININ FENOTİPİK VE GENETİK FARKLILIKLARI İLE EKOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Özkan AKSAKAL
Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Yusuf KAYA

Bu çalışmada, istilacı karakterdeki *Lepidium draba* L. türünün populasyon içi ve populasyonları arasındaki genotipik ve fenotipik farklılıklar random amplified polymorphic DNA (RAPD) ve fatty acid methyl ester (FAMES) teknikleri kullanılarak araştırılmıştır. Bu amaçla, Aşkale, Atatürk Üniversitesi Kampüsü, Erzincan, Malatya, Oltu ve Tortum olmak üzere 6 populasyondan 66 birey toplanmıştır. RAPD analiz sonuçlarına göre seçilmiş 12 primer ortalama %45.89 oranında polimorfik lokus oluşturmuş, populasyonlar orta seviyede genetik çeşitlilik göstermiştir ($H=0.1771$, $I=0.2608$). Genetik farklılaşma değeri $Gst=0.321$, gen akışı değeri $Nm=0.5287$ olarak belirlenmiştir. AMOVA analizleri sonucunda populasyon içindeki varyasyon %58.66, populasyonlar arasındaki varyasyon %30.68 ve gruplar arasındaki varyasyon %10.66 olarak tespit edilmiştir. Yağ asidi analizleri sonucunda doymuş yağ asitlerinden palmitik yağ asidinin bütün populasyonlarda ortak olduğu, 18:1 w8c yağ asidinin ise yüzde olarak en fazla bulunduğu görülmüştür. Türün istilacı özellik kazanmasında allelopatinin rolü olup olmadığını belirlemek amacıyla *Lepidium draba*'nın kök, gövde ve yapraklarının metanol ekstraktları çıkarılmış, mısır ve horozibiği tohumları üzerine allelopatik potansiyeli araştırılmıştır. Elde edilen ekstraktlar hem mısır hem de horozibiği tohumlarında radikula ve plumula uzunluğunu önemli ölçüde inhibe etmiştir. Yine metanol ekstresi uygulandıktan sonra çimlendirilen mısır ve horozibiği tohumlarındaki bitkisel hormonların miktarı HPLC cihazında ölçülmüştür. Bu hormonlardan Giberellik Asit, Zeatin ve İndol Asetik Asit miktarının tüm uygulama gruplarında azaldığı, Absisik Asit miktarının ise arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca *Lepidium draba* türünün yetiştiği toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiş, toprakların pH bakımından bazik ve nötr, kireç bakımından değişken, organik madde, azot ve fosfor bakımından fakir olduğu belirlenmiştir.

2010, 115 sayfa

Anahtar Kelimeler: Absisik Asit, FAMES, Giberellik Asit, İndol Asetik Asit, *Lepidium draba*, RAPD, Zeatin

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

DETERMINATION OF PHENOTYPIC, GENETIC DIFFERENCES AND ECOLOGICAL PROPERTIES OF THE POPULATIONS OF INVASIVE *Lepidium draba* L. SPECIES

Özkan AKSAKAL
Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Yusuf KAYA

In this study, phenotypic and genotypic differences between intra- and interpopulations of invasive species, *Lepidium draba* L. by using random amplified polymorphic DNA (RAPD) and fatty acid methyl ester (FAMES) techniques. With this aim, 66 individuals of 6 different populations from Aşkale, Atatürk University Campus, Erzincan, Malatya, Oltu and Tortum were collected. According to RAPD analysis, 12 primers selected composed polymorphic locus at the ratio of 45.89% and populations reflected genetic differences at median level ($H=0.1771$, $I=0.2608$). Genetic differences value was determined as $Gst=0.321$, and gene flow value was determined as $Nm=0.5287$. AMOVA analysis showed that the variation of intra-population was 58.66%, inter-population was 30.68% and between-groups was 10.66%. Fatty acid analysis showed that palmitic fatty acid is common, and 18:1 w8c fatty acid exists with the biggest ratio in all the populations studied. In order to define whether allelopathy has effects on invasiveness of the species; allelopathic potential of methanol extracts of root, stem and leaf of *L.draba* on corn and redroot pigweed seeds was assayed. These extracts inhibited plumule and radicle elongation of both corn and redroot pigweed seeds. After the application of methanol extracts, corn and redroot pigweed seeds were germinated and hormone levels were measured with HPLC device. In these hormones, it was observed that gibberellic acid, zeatin and indole acetic acid levels were decreased, and abscisic acid level was increased in all the groups. Moreover, physical and chemical analysis showed that the soils where *L. draba* grown have neutral or basic pH, changeable $CaCO_3$, and poor organic matter, nitrogen and phosphorus.

2010, 115 Pages

Keywords: Abscisic Acid, FAMES, Gibberellic Acid, Indole Acetic Acid, *Lepidium draba*, RAPD, Zeatin

TEŞEKKÜR

Doktora tezi olarak sunduğum bu alıŐma Atatürk Üniversitesi Araştırma Fon Saymanlığı tarafında desteklenmiŐ olup, Atatürk Üniversitesi Fen Fakóltesi Biyoloji Bölümü Moleküler Biyoloji, Bakteriyoloji ve Bitki fizyolojisi laboratuvarlarında yürütölmüŐtür.

AraŐtırmanın yürütölmesi ve değerlendirilmesinde yardımcı olan danıŐmanım, Sayın Doç. Dr. Yusuf KAYA'ya, Sayın Doç. Dr. Güleray AĞAR'a tez izleme komitesi üyesi Sayın Prof. Dr. Hüseyin ZENGİN'e, çalıŐmalarım sırasında her konuda yardımcı olan Sayın Biyolog Serap SUNAR ve hormon analizlerinin ölçümlerinde yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Peyami BATAL ve Sayın ArŐ. Gör. M. Emre EREZ'e teŐekkürü bir borç bilirim.

ÇalıŐmalarımın farklı aŐamalarında yardımlarını gördüğüm, Sayın Prof. Dr. Medine GÜLLÜCE'ye, Sayın ArŐ. Gör. Mehmet KARADAYI'ya ve Biyoloji Bölümü Moleküler Biyoloji, Bakteriyoloji Laboratuvarındaki alıŐma arkadaşlarımın tümüne teşekkür ederim. Ayrıca çalıŐmalarımın her aŐamasında beni yalnız bırakmayan aileme teŐekkürlerimi sunarım.

Özkan AKSAKAL

Aralık 2010

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER	15
2.1. Bitki Populasyonlarının Genetik Yapısını Etkileyen Faktörler	15
2.1.1. Gen akışı	15
2.1.2. Çevresel heterojenite ve seleksiyon	18
2.1.3. Genetik sürüklenme	18
2.1.4. Kurucu etkileri	19
2.2. Bitki Populasyon Genetiğinde Kullanılan Moleküler Markırlar	19
2.2.1. Fenotipik (Morfolojik) markırlar	21
2.2.2. Biyokimyasal markırlar	21
2.2.3. Nükleer DNA markırlar	24
2.2.3.a. RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism)	24
2.2.3.b. Mikrosatellit veya SSR (Simple Sequence Repeats)	25
2.2.3.c. RAPD (Randomly Amplified Polymorphic DNA)	26
2.2.3.d. AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism)	27
2.2.3.e. ISSR (Inter-Simple Sequence Repeats)	29
2.2.3.f. SCAR (Sequence-Characterized Amplified Region)	29
2.2.3.g. CAPS (Cleaved Amplified Polymorphic Sequence)	29
2.2.3.h. SRAP (Sequence Related Amplified Polymorphism)	30
3. MATERYAL ve YÖNTEM	31
3.1. Materyal	31
3.1.1. Kullanılan materyal	31
3.1.2. Kullanılan alet ve cihazlar	31

3.1.3. Kullanılan çözeltiler ve solüsyonlar	32
3.1.3.a. FAMEs profillerinin belirlenmesinde kullanılan çözeltiler.....	32
3.1.3.b. DNA izolasyonu için kullanılan çözeltiler	33
3.1.3.c. PCR ve elektroforez işlemleri için kullanılan çözeltiler.....	34
3.2. Yöntem	35
3.2.1. Populasyonların örneklenmesi	35
3.2.2. Bitkilerin FAMEs (Fatty Asit Metil Esterleri) profillerinin..... belirlenmesi	35
3.2.2.a. Yağ asidi metil esterlerinin saflaştırılması	35
3.2.2.b. Örneklerin yağ asidi içeriklerinin analiz edilmesi.....	36
3.2.2.c. Örneklerin FAMEs profillerinin istatistiksel analizi	36
3.2.3. DNA İzolasyonu.....	37
3.2.4. RAPD primerleri	38
3.2.5. PCR protokolü	39
3.2.6. Agaroz jel elektroforezi.....	40
3.2.7. Jellerin yorumlanması	40
3.2.8. Veri analizleri	41
3.3. Allelopatik Aktivitenin Belirlenmesi	41
3.3.1. Hormonların ekstraksiyon, saflaştırma ve analiz işlemleri	42
3.3.1.a. Ekstraksiyon ve saflaştırma işlemleri	42
3.3.1.b. Hormonların analizi.....	43
3.4. Ekolojik İnceleme Yöntemleri	45
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	47
4.1. RAPD	47
4.1.1. Tortum populasyonunda RAPD profillerine göre elde edilen..... sonuçlar	47
4.1.2. Oltu populasyonunda RAPD profillerine göre elde edilen..... sonuçlar	49
4.1.3. Erzincan populasyonunda RAPD profillerine göre elde edilen..... sonuçlar	51
4.1.4. Kampüs populasyonunda RAPD profillerine göre elde edilen..... sonuçlar	53

4.1.5. Malatya popülasyonunda RAPD profillerine göre elde edilen.....	
sonuçlar	55
4.1.6. Aşkale popülasyonunda RAPD profillerine göre elde edilen.....	
sonuçlar	57
4.2. FAMEs Profillerine Göre Elde Edilen Sonuçlar	63
4.2.1. Tortum popülasyonunda FAMEs profillerine göre elde edilen.....	
sonuçlar	63
4.2.2. Oltu popülasyonunda FAMEs profillerine göre elde edilen.....	
sonuçlar	66
4.2.3. Erzincan popülasyonunda FAMEs profillerine göre elde edilen.....	
sonuçlar	69
4.2.4. Kampüs popülasyonunda FAMEs profillerine göre elde edilen.....	
sonuçlar	72
4.2.5. Malatya popülasyonunda FAMEs profillerine göre elde edilen.....	
sonuçlar	75
4.2.6. Aşkale popülasyonunda FAMEs profillerine göre elde edilen.....	
sonuçlar	78
4.3. Allelopatik Aktivite.....	82
4.4. <i>Lepidium draba</i> Popülasyonlarının Yaşadığı Toprakların Özellikleri.....	94
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	96
KAYNAKLAR	104
ÖZGEÇMİŞ.....	

SİMGELER DİZİNİ

ABA	Absisik asit
AFLP	Amplified Fragment Length Polymorphism
AP-PCR	Arbitrarily Primed PCR
Bç	Baz çifti
CAPS	Cleaved Amplified Polymorphic Sequence
CTAB	Setil Trimetil Amonyum Bromür
DAF	DNA Amplification Fingerprinting
dNTP	Deoksinükleotid Tri Fosfat
EDTA	Etilendiamintetraasetik asit
FAMEs	Fatty Asit Metil Esterleri
GA	Giberellik asit
IAA	Indol asetik asit
ISSR	Inter-Simple Sequence Repeats
M	Molar
ml	Mililitre
mM	Milimolar
µl	Mikrolitre
°C	Santigrat Derece
PCR	Polimerase Chain Reaction
PVP	Polivinilpirolidon
RAPD	Randomly Amplified Polymorphic DNA
RFLP	Restriction Fragment Length Polymorphism
SCAR	Sequence-Characterized Amplified Region
SDS	Sodyum Dodesil Sülfat
SRAP	Sequence Related Amplified Polymorphism
SSR	Simple Sequence Repeats
TBE	Tris-Borat-EDTA tamponu
TE	Tris-EDTA tamponu
v/v	Hacim / Hacim
w/v	Ağırlık / Hacim

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. <i>Lepidium draba</i> Desv.'in Türkiye'de dağılımı	8
Şekil 3.1. Hormonlara ait HPLC kromatogramı	44
Şekil 4.1. Tortum populasyonunu oluşturan bireyler arasındaki genotipik bağlantı	48
Şekil 4.2. Tortum populasyonunun OPB04 RAPD primerine karşı oluşturduğu amplifikasyon ürünleri	49
Şekil 4.3. Tortum populasyonunun OPB07 RAPD primerine karşı oluşturduğu amplifikasyon ürünleri	49
Şekil 4.4. Oltu populasyonunu oluşturan bireyler arasındaki genotipik bağlantı	50
Şekil 4.5. Oltu populasyonunun OPB04 RAPD primerine karşı oluşturduğu amplifikasyon ürünleri	51
Şekil 4.6. Oltu populasyonunun OPB07 RAPD primerine karşı oluşturduğu amplifikasyon ürünleri	51
Şekil 4.7. Erzincan populasyonunu oluşturan bireyler arasındaki genotipik bağlantı	52
Şekil 4.8. Erzincan populasyonunun OPB07 RAPD primerine karşı oluşturduğu amplifikasyon ürünleri	53
Şekil 4.9. Erzincan populasyonunun OPB04 RAPD primerine karşı oluşturduğu amplifikasyon ürünleri	53
Şekil 4.10. Kampüs populasyonunu oluşturan bireyler arasındaki genotipik bağlantı	54
Şekil 4.11. Kampüs populasyonunun OPB04 RAPD primerine karşı oluşturduğu amplifikasyon ürünleri	55
Şekil 4.12. Kampüs populasyonunun OPB07 RAPD primerine karşı oluşturduğu amplifikasyon ürünleri	55
Şekil 4.13. Malatya populasyonunu oluşturan bireyler arasındaki genotipik bağlantı	56
Şekil 4.14. Malatya populasyonunun OPB04 RAPD primerine karşı oluşturduğu amplifikasyon ürünleri	57
Şekil 4.15. Malatya populasyonunun OPB07 RAPD primerine karşı oluşturduğu amplifikasyon ürünleri	57
Şekil 4.16. Aşkale populasyonunu oluşturan bireyler arasındaki genotipik bağlantı	58
Şekil 4.17. Aşkale populasyonunun OPB04 RAPD primerine karşı oluşturduğu amplifikasyon ürünleri	59
Şekil 4.18. Aşkale populasyonunun OPB07 RAPD primerine karşı oluşturduğu amplifikasyon ürünleri	59
Şekil 4.19. Nei (1972)'ye göre <i>Lepidium draba</i> populasyonları arasındaki genotipik bağlantı	61
Şekil 4.20. Jaccard (1908)'a göre <i>Lepidium draba</i> bireyleri arasındaki genotipik bağlantı	62
Şekil 4.21. Tortum populasyonunu oluşturan bireyler arasındaki biyokimyasal bağlantı	63

Şekil 4.22. Oltu popülasyonunu oluşturan bireyler arasındaki biyokimyasal bağlantı	66
Şekil 4.23. Erzincan popülasyonunu oluşturan bireyler arasındaki biyokimyasal bağlantı	69
Şekil 4.24. Kampüs popülasyonunu oluşturan bireyler arasındaki biyokimyasal bağlantı	72
Şekil 4.25. Malatya popülasyonunu oluşturan bireyler arasındaki biyokimyasal bağlantı	75
Şekil 4.26. Aşkale popülasyonunu oluşturan bireyler arasındaki biyokimyasal bağlantı	78
Şekil 4.27. Popülasyonlar arası biyokimyasal bağlantı	81
Şekil 4.28. <i>Lepidium draba</i> ekstrelerinin mısır tohumlarında radikula uzunluğu üzerine etkisi	84
Şekil 4.29. <i>Lepidium draba</i> ekstrelerinin mısır tohumlarında plumula uzunluğu üzerine etkisi	84
Şekil 4.30. <i>Lepidium draba</i> ekstrelerinin horoz ibiği tohumlarında radikula uzunluğu üzerine etkisi	85
Şekil 4.31. <i>Lepidium draba</i> ekstrelerinin horoz ibiği tohumlarında plumula uzunluğu üzerine etkisi	86
Şekil 4.32. <i>Lepidium draba</i> ekstrelerinin mısır tohumlarında gibberellik asit (GA) miktarı üzerine etkisi	87
Şekil 4.32. <i>Lepidium draba</i> ekstrelerinin mısır tohumlarında absisik asit (ABA) miktarı üzerine etkisi	87
Şekil 4.34. <i>Lepidium draba</i> ekstrelerinin horoz ibiği tohumlarında gibberellik asit (GA) miktarı üzerine etkisi	88
Şekil 4.35. <i>Lepidium draba</i> ekstrelerinin horoz ibiği tohumlarında absisik asit (ABA) miktarı üzerine etkisi	89
Şekil 4.36. <i>Lepidium draba</i> ekstrelerinin mısır tohumlarında zeatin miktarı üzerine etkisi	90
Şekil 4.37. <i>Lepidium draba</i> ekstrelerinin mısır tohumlarında indol asetik asit (IAA) miktarı üzerine etkisi	90
Şekil 4.38. <i>Lepidium draba</i> ekstrelerinin horoz ibiği tohumlarında zeatin miktarı üzerine etkisi	91
Şekil 4.39. <i>Lepidium draba</i> ekstrelerinin horoz ibiği tohumlarında indol asetik asit (IAA) miktarı üzerine etkisi	92
Şekil 4.40. Hormonlara ait HPLC kromatogramı	93

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan RAPD primerleri ve baz dizilimleri.....	38
Çizelge 4.1. Tortum popülasyonuna ait bireyler arasındaki genetik benzerlik indeksi	48
Çizelge 4.2. Oltu popülasyonuna ait bireyler arasındaki genetik benzerlik indeksi	50
Çizelge 4.3. Erzincan popülasyonuna ait bireyler arasındaki genetik benzerlik indeksi	52
Çizelge 4.4. Kampüs popülasyonuna ait bireyler arasındaki genetik benzerlik indeksi	54
Çizelge 4.5. Malatya popülasyonuna ait bireyler arasındaki genetik benzerlik indeksi	56
Çizelge 4.6. Aşkale popülasyonuna ait bireyler arasındaki genetik benzerlik indeksi	58
Çizelge 4.7. Genetik mesafe ve genetik benzerlik hesaplamaları.....	60
Çizelge 4.8. Tüm lokuslar için genetik varyasyon analizleri.....	61
Çizelge 4.9. Tortum popülasyonunun yağ asidi içeriği	64
Çizelge 4.10. Tortum popülasyonuna ait bireyler arasındaki biyokimyasal benzerlik indeksi.....	65
Çizelge 4.11. Oltu popülasyonunun yağ asidi içeriği	67
Çizelge 4.12. Oltu popülasyonuna ait bireyler arasındaki biyokimyasal benzerlik indeksi.....	68
Çizelge 4.13. Erzincan popülasyonunun yağ asidi içeriği	70
Çizelge 4.14. Erzincan popülasyonuna ait bireyler arasındaki biyokimyasal benzerlik indeksi.....	71
Çizelge 4.15. Kampüs popülasyonunun yağ asidi içeriği.....	73
Çizelge 4.16. Kampüs popülasyonuna ait bireyler arasındaki biyokimyasal benzerlik indeksi.....	74
Çizelge 4.17. Malatya popülasyonunun yağ asidi içeriği	76
Çizelge 4.18. Malatya popülasyonuna ait bireyler arasındaki biyokimyasal benzerlik indeksi.....	77
Çizelge 4.19. Aşkale popülasyonunun yağ asidi içeriği	79
Çizelge 4.20. Aşkale popülasyonuna ait bireyler arasındaki biyokimyasal benzerlik indeksi.....	80
Çizelge 4.21. Popülasyonlar arası biyokimyasal uzaklık indeksi	81
Çizelge 4.22. <i>Lepidium draba</i> 'nın farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış kök, gövde ve yaprak ekstraktlarının mısır ve horozibiği tohumlarının çimlenmesi üzerine etkisi.....	83
Çizelge 4.23. <i>Lepidium draba</i> 'nın farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış kök, gövde ve yaprak ekstraktlarının mısır tohumlarında radikula uzunluğuna etkisi	83
Çizelge 4.24. <i>Lepidium draba</i> 'nın farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış kök, gövde ve yaprak ekstraktlarının mısır tohumlarında plumula uzunluğuna etkisi	83
Çizelge 4.25. <i>Lepidium draba</i> 'nın farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış	

kök, gövde ve yaprak ekstresinin horoz ibiği tohumlarında radikula uzunluğuna etkisi	85
Çizelge 4.26. <i>Lepidium draba</i> 'nın farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış kök, gövde ve yaprak ekstresinin horoz ibiği tohumlarında plumula uzunluğuna etkisi	85
Çizelge 4.27. <i>Lepidium draba</i> 'nın farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış kök, gövde ve yaprak ekstresinin mısır tohumlarında GA ve ABA üzerine etkisi	86
Çizelge 4.28. <i>Lepidium draba</i> 'nın farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış kök, gövde ve yaprak ekstresinin horoz ibiği tohumlarında GA ve ABA üzerine etkisi	88
Çizelge 4.29. <i>Lepidium draba</i> 'nın farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış kök, gövde ve yaprak ekstresinin mısır tohumlarında zeatin ve IAA üzerine etkisi.....	89
Çizelge 4.30. <i>Lepidium draba</i> 'nın farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış kök, gövde ve yaprak ekstresinin horoz ibiği tohumlarında zeatin ve IAA üzerine etkisi.....	91
Çizelge 4.31. <i>Lepidium draba</i> türünün yetiştiği toprakların fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları	95

1. GİRİŞ

Doğal yayılma yolları ile birlikte, küresel ticaret ve taşımacılığın sonucu olarak, pek çok bitki türü insanlar aracılığı ile yeni bölgelere taşınmakta ve geldikleri bu yeni bölgelerde şaşırtıcı bir biçimde çoğalarak yayılmaya devam etmektedirler (Drake *et al.* 1989; Vitousek *et al.* 1996; Williamson 1996; Mack *et al.* 2000). İstilacı veya işgalci olarak adlandırılan bu türlerin bir kısmı, yeni geldikleri bölgelerde hızla çoğalarak ekosistemlerdeki süreçleri önemli ölçüde etkilemekte, doğal bitki birliklerinin yapı ve kompozisyonlarını değiştirmektedirler. Hatta bu türler mevcut yerli populasyonların ortadan kalkmasına (Holmes and Cowling 1997; Mack *et al.* 2000; Levine *et al.* 2003), bitki tozlaştırıcı etkileşimlerinin ve düzeninin değişmesine sebep olmaktadır (Chittka and Schurkens 2001; Brown and Mitchell 2001).

Gerek dünyada gerekse ülkemizdeki istilacı bitkilerin olumsuz en önemli etkilerinden birisi, kültür ve yem bitkileri alanlarında giriştikleri rekabet sonucu neden oldukları ürün kayıplarıdır (Perrings *et al.* 2000). Örneğin *Cirsium arvense* ve *Barbarea vulgaris* gibi işgalciler gerek yurdumuzda, gerekse Avrupa ve Güney Amerika'nın birçok yerinde ciddi ürün kaybına sebep olmaktadır (Kaya 1988; Pimentel *et al.* 2000; Zengin 1999). Yine toksik yabancı otlardan *Euphorbia* türleri ve *Senecio jacobaeana* çayır ve meralarda hızla çoğalarak ciddi problemlere yol açmaktadır (Lonsdale 1999). Bu toksik türler ürün kaybının ötesinde, ürün kalitesinin düşmesine ve ciddi zehirlenmelere de neden olmaktadır.

En temel seviyede, istilacılar ortamdaki yerli türlerle rekabete girerek vejetasyondaki tür dengesinin bozulmasına yol açmaktadır. Dünyadaki adalar ve Cape Flora (Kap flora alemi) gibi izole olmuş özel flora bölgeleri bu bakımdan hassas bölgeler olarak dikkate sunulmaktadır (Fritts and Roda 1998; Richardson *et al.* 1996). Öte yandan dünyanın pek çok bölgesinde istilacı bitkilerin yangın rejimini değiştirdikleri belirtilmiştir (D'Antonio and Vitousek 1992). Örneğin, Hawaii adalarına *Penissetum setaceum*' un gelmesiyle birlikte yangınların sayısında önemli miktarda artışın olduğu, başka bir istilacı bitki olan

Myrica faya'nın yerleşmesi sonucu besin döngüsünde değişimin meydana geldiği rapor edilmiştir (Vitousek *et al.* 1987; Vitousek and Walker 1989). Van Wilgen *et al.* (2001) 180 kadar istilacı bitki türünün Afrika'da 10 milyon hektar alanı işgal ettiğini ve bunlarla mücadele etmek için milyonlarca dolar harcadığını belirtmişlerdir. Aynı şekilde Hindistan ve İngiltere gibi ülkelerin istilacı bitkilerle ilgili ciddi problemler ile karşı karşıya bulunduğu, Amerika Birleşik Devletleri'nin istilacı bitkilerle mücadele etmek için her yıl 137 milyar dolar harcadığı kaydedilmiştir (Pimental *et al.* 2000). Bu açıdan bakıldığında, biyolojik istila olayının küresel çeşitliliği tehdit eden en önemli faktörlerin başında geldiği görülmektedir (Wilcove *et al.* 1998; Sala *et al.* 2000).

Bilim insanları son zamanlarda yerli ve istilacı bitkileri sistematik olarak birbirleri ile karşılaştırmaya başlamışlardır (Maron and Vila 2001; Keane and Crawley 2002; Mitchell and Power 2003). Bu çalışmalarda istilacı türlerin diğer türlere oranla bir takım ekolojik ve evrimsel avantajlara, diğer bir deyişle üstünlüklere sahip olduğu belirlenmiştir. Örneğin istilacı türlerin populasyon büyüklüklerini çok hızlı artırdıkları, kısa hayat döngüsüne sahip oldukları ve çok fazla miktarda tohum bıraktıkları kaydedilmiştir (Zangerl and Bazzaz 1992). Yine bu türlerin ekolojik toleranslarının geniş olduğu ve herbivorlarla olan ilişkilerinde bazı direnç mekanizmalarına sahip oldukları belirlenmiştir (Baker 1965, 1974; Zangerl and Bazzaz 1992; Strauss and Agrawal 1999; Rautio *et al.* 2002). Bu direnç mekanizmaları arasında, morfolojik yapılarında tüyler ve dikenlerin bulunması, bitki dokularındaki tadı değiştiren antiseptik ve antibakteriyel özellik gösteren çeşitli sekonder metabolitler ve ekstra floral salgılar gösterilebilir (Marquis 1992; Hartley and Jones 1996). Yine bilim insanları istila olaylarının başarısını açıklamak için Rapid Evolutionary Change (Hızlı Evrimsel Değişim) adı verilen bir potansiyel izah üzerine yoğunlaşmışlardır. Bu izahlar doğrultusunda istilacı türlerin aşağıda belirtilmiş sebeplerden dolayı geliştikleri ileri sürülmüştür.

1. Kurucu populasyonlardaki döllenme ve genetik sürüklenme ile bu türler evrimleşebilirler (Brown and Marshall 1981; Barret and Richardson 1986).

2. İstilacı bitkilerdeki tür içi ve türler arası hibridizasyon yeni genotipler oluşturabilir. Poliploid hibritlerin çoğunlukla istilacı olduğuna dair bazı deliller bulunmaktadır (Brown and Marshall 1981). Güneydoğu İngiltere'deki *Spartina anglica* bu duruma örnek gösterilebilir (Thompson 1991).

3. Yeni çevrelerdeki istila olayı seleksiyon rejiminde hızlı değişime yol açarak adaptif evrimsel değişime neden olabilir (Money and Cleland 2001; Baker 1974; Rice and Mack 1991; Weber and Schimid 1998; Neuffer and Hurka 1999).

Bu evrimsel değişimi takiben, istilacı bitkilerin çoğu bir biçme döneminden sonra istilacı özelliklerini kazanmaktadır (Williamson 1996). Seleksiyon rejimindeki değişim ve genetik darboğazın bu sıra dışı kombinasyonundan dolayı, hızlı evrimsel değişimi çalışmak için istilacı türler en iyi model sistemlerden birini sağlamaktadırlar (Thompson 1998; Lee 2002).

Bitkilerdeki istila olayının kapsamını ve özelliklerini açıklamaya çalışan ve en çok bilinen hipotez Blossey and Nötzold (1995) tarafından ortaya konulan Evolution of Increased Competitive Ability (EICA) hipotezidir. İstilacı bitkilerin çoğunun yeni geldikleri bölgelerde doğal olarak buldukları bölgelere göre çok daha hızlı geliştikleri görülmektedir (Crawley 1987). Bu hipoteze göre, istilacı yeni bölgelere yayıldıktan sonra, seleksiyon zamanla daha güçlü olan işgalci türlerden yana işler. Her ne kadar EICA hipotezini destekleyen deneysel veriler şüpheli ise de EICA hipotezi istilacı bitkiler hakkındaki son araştırmaların birçoğunu teşvik etmiştir. İstilacılar yeni ortama cevap olarak hızlıca evrim geçirdikleri gibi istila edilenler de istilacılara cevap olarak bunu yaparlar. İstilacı türler, özellikle hâkim duruma geçerlerse, doğrudan veya dolaylı yeni seleksiyon baskısı yaratırlar ve bu sebeple yerli türlerde niş değişimine sebep olurlar (Vitousek *et al.* 1996; Money and Cleland 2001; Sakai *et al.* 2001; Lee 2002). Ayrıca istilacı bitkiler, sıklıkla beslenme seviyelerinde karmaşık etkileri olması sebebiyle, tür etkileşimlerinde de hızlı evrimleşmelere yol açarlar (Thompson 1999; Richardson *et al.* 2000). Ancak, yeni ortama bitki gelişlerinden sonra konukçu ırk oluşumunun birkaç iyi belgelenmiş örneği haricinde (Singer *et al.* 1993; Carroll *et al.*

1998), bitki işgallerinin ortamdaki yerli bitkiler, mutualistler ve antagonistler için nasıl evrimsel sonuçlar meydana getirdikleri hakkında çok az şey bilinmektedir.

İstilacı türlerin savunma ve yarışma kabiliyeti önemli özellikleridir. Ancak, bu özelliklerin ikisini birden aynı bitki türü taşımayabilir. EICA hipotezi şüphesiz istilacı bitkilerin evrimi üzerine son zamanlardaki araştırmaların çoğunu etkilemesine rağmen istilacı bitkilerin evrimsel değişimi hakkında pek çok farklı hipotezde ortaya konmuştur (Baker 1974; Brown and Marshall 1981; Callaway and Ridenour 2004). İstilacı populasyonlardaki genetik farklılık, yeni seleksiyon koşulları altında olan bazı ekolojik özellikler için bazı genetik varyasyonlar olduğunu göstermektedir. Adaptif evrimsel değişim hakkındaki bu hipotezi test etmenin en doğru yolu, sıradan bir çevrede doğal ve istilacı populasyonlardaki döleri karşılaştırmaktır. Doğal ve istilacı populasyonlar benzer şartlar altında ekolojik karakterler bakımından önemli bir biçimde farklılaşırsa bu, genetik farklılaşma için delil oluşturmaktadır (Bossdorf *et al.* 2005).

Bitki türleri arasındaki allelopatik etkileşim, bazı istilacı ve yerli olmayan bitkilerin neden ekstrem derecede baskın olduğu, yerli türleri rekabette ezdikleri ve hatta tek türden oluşan bitki örtüsü oluşturduklarını açıklamak için sıkça kullanılmıştır (Wardle *et al.* 1993; Dolling *et al.* 1994; Ridenour and Callaway 2001). Ancak, bitki istilalarında allelopatik etkileşimin önemli bir rol oynadığına dair ampirik deliller hala şüphelidir. Muhtemel allelokimyasalları test eden kontrollü biyo-ölçümler, allelopatik etkiyi göstermekte sıklıkla başarısız olmuşlardır ve bunlar genellikle yapay olmaları bakımından eleştirilmişlerdir (Williamson 1996; Choesin and Boerner 1991; Dietz *et al.* 1996; Conway *et al.* 2002). Diğer yandan, bazı deneyler allelopatik etkileşimin substrata aktif karbon eklenmek suretiyle azaltıldığında rekabetin sonuçlarında büyük değişimler olduğunu ortaya koymuştur. Wardle *et al.* (1998) allelokimyasalların ekosistem özelliklerindeki değişimler yoluyla da dolaylı olarak bitki rekabetini değiştirebildiğini öne sürmüşlerdir. Mesela, istilacı *Carduus nutans* bitkisinin çürümekte olan yapraklarının varlığı, nodülasyondaki bir azalma sebebiyle, baklagil bitkilerinde azot tespitini azaltmıştır.

Yerli olmayan türlerin kendi birliklerinde yüksek baskınlığa ulaşmadıkları halde işgal edilmiş bir birlikte baskın hale geçmelerini açıklamak için allelopatik etkileşimin türlere özgü olduğunu kabul etmeliyiz. Yan yana gelişen türlerin rakipleri tarafından salınan alleokimyasallara adapte olmaları mümkündür ve bu sebeple yerleşik birliklerde güçlü etkileri görmek güç olabilir. Ancak, istilacı türler istila ettikleri birlikle ortak bir evrimsel geçmişi paylaşmadıkları için, bu tür sistemlerde daha büyük allelopatik etkilerin olması beklenebilir. Ancak, çok az sayıda çalışmada bir istilacı türün yerli ve istila edilmiş alandaki allelopatik etkileri karşılaştırılmıştır. Callaway and Aschehoug (2000) istilacı *Centaurea diffusa* ile birlikte yaşadığı çimenler arasındaki rekabetin sonuçlarını, aktif karbonun bu türler arasındaki allelopatik etkileşimi azaltıp azaltmadığına bağlı olduğunu göstermişlerdir. Yapılan literatür taramaları sonucunda, yeni rakiplerle karşılaştığında istilacı bir bitkinin allelopatik etki derecesinin değişip değişmediğine dair yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Doğal ve istilacı bitkilerin populasyonları içindeki veya arasındaki genetik çeşitliliği analiz etmenin yolu, DNA markırları ve alloenzimler ile araştırma yapmaktır (Bossdorf *et al.* 2005). Moleküler markırlar istilacı bitkilerin içeriğini çalışmak için önemlidir. Çünkü istilacıların genetik çeşitliliğinin miktarı ve istilanın seyri hakkında bilgi vermektedirler. İstilacı bitki populasyonlarının genetik analizlerinin çoğu, polimorfik moleküler markırlar tarafından karakterize edilen çeşitlilik üzerine odaklanmıştır. Özellikle yüksek verimli DNA ekstraksiyonu ve direkt sekans analizine ihtiyaç duyan markır sistemleri verinin hızlı alınmasını sağlamaktadır. Yabancı ot ekolojisinde DNA markır teknolojileri uygulamaları bazı bilim insanları tarafından tanımlanmıştır (Parker *et al.* 1998; O'Hanlon *et al.* 2000; Jasieniuk and Maxwell 2001). Moleküler markırlar türler arası çeşitliliğin yanı sıra, tür içi çeşitliliği ölçme ve genetik haritalamayı da mümkün kılmaktadır. Aslında Shaw *et al.* (2003) DNA sekansı üzerine dayalı istatistiklerin, taksonomik zenginlikten ziyade, taksonomik fikir veya bazı özel filogenetik yeniden yapılanmalardan bağımsız biyoçeşitliliği belirlemek için alternatif bir yaklaşım sağlayabildiğini önerdiler. İstatistiksel analizler, birlikteki farklılığı karşılaştırmak için önceden geliştirilen metotlardan yararlanarak tür zenginliği verilerinin değerlendirilmesine benzer şekilde markır verilerini değerlendirmektedir.

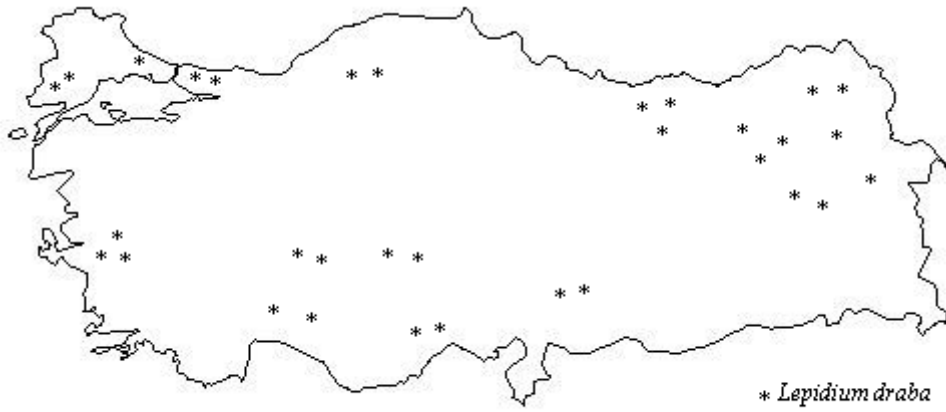
Mesela Jaccard'ın birlik benzerliği katsayısı, RAPD veya ISSR gibi dominant markırlardan elde edilen veriler için yaygın biçimde kullanılmaktadır (Ward 2006). Bu yaklaşım populasyonlar arası genetik benzerlik ve populasyon içi genetik çeşitliliği araştırmak amacıyla, çoklu genotipe sahip populasyonlarla çok türe sahip birlikleri karşılaştırmaktadır.

Materyal olarak seçtiğimiz ve birçok ülkede biyokontrol çalışmalarının yürütüldüğü önemli istilacı tür olan *Lepidium draba* Cruciferae familyasına ait olup çok yıllık otsu bir bitkidir. Güçlü ve derinlere inebilen kazık köke sahiptir. Odunlaşmış kökler dallanmıştır. Çiçekli gövdeleri biraz köşeli, 20-90 cm yükseklikte, dik, sert; \pm tüylü veya kısa, basık, basit tüylere sahip; üst kısımda dallanmış ve çok sayıda yaprağı vardır. Yaprak şeklinde önemli varyasyonlar görülür ancak tüm yapraklar \pm dalgalı kenarlı ve tüylü, belirgin dişli - düz arası şekillidir. Tabandaki yapraklar saplı, 7 cm kadar uzunlukta, obovat ile eliptik arası değişmektedir. Gövdenin ortasından itibaren üst yapraklar eliptik ve yumurtamsı şekillidir. Çiçek durumu braktesiz, demet halinde panikulalı, sıklıkla tepe kısmı düz veya şemsiye benzeridir. Çiçekler 8 mm çapındadır. Meyvelerde pedisel uzamıştır. Sepaller 4; 2,5 mm uzunlukta, geniş, petaller 4, sepallerin 2 katı uzunlukta, tabanda pençe şeklinde daralır, beyaz; stamenler 6, Meyve tüylü, yaklaşık 4 mm uzunlukta ve biraz genişçe, lateral olarak düzleşmiş, alt kısımda genişçe kalp şeklinde, üst kısımda ise giderek belirgin şekilde sivrilmiştir. Çenetler üst kısımda biraz damarlı, damarlar olgunlaştığında kaybolur ve yüzeyde bariz biçimde ağsı hale gelir. Sadece 1 tohum geliştiğinde meyve asimetriktir. Tohumlar koyu kırmızımsı kahverengi, yuvarlaktır ancak, bir uçta daralmıştır (Scurfield 1962) .

Lepidium draba türüne Finlandiya'da 65° kuzey enlemlerine kadar rastlanılmaktadır (Hulten 1950). Fas, Mısır, Balear adaları, Korsika ve Girit adasını da içine alan Akdeniz adaları, Güneybatı İran, Türkiye (Şekil 1), Afganistan, Pakistan ve Güney Amerika'da yayılış göstermektedir (Jahandiez and Maire 1931; Muschler 1912; Knoche 1921; Briquet 1913; Hayek 1927; Köie and Rechinger 1954; Boissier 1867). Yine, Kuzey Amerika'nın Ohio, Newyork, Oklahoma ve New Meksiko gibi eyaletleri ve Kanada sınırı boyunca büyük populasyonlar oluşturduğu belirtilmiştir (Corns and Frankton

1952). Avustralya'nın en kuzeyinden, 27° enlemlerine kadar olan bölgede seyrek populasyonlar oluşturmalarına rağmen Viktorya, Tazmania ve Avustralya'nın Merkezi ve Güneydoğu bölgelerinde ayrıca Yeni Zelanda'nın kuzey ve güney adalarının her ikisinde de sık ve büyük populasyonlar oluşturmaktadır (Morris 1954; Allan 1940). Yine, Büyük Britanya adalarında bol miktarda görülmektedir (Boissier 1867).

Tarla kenarları boyunca, yol kenarları ve yol kenarlarındaki çukurluklarda, çalılık bölgelerde, demir yolu sathı boyunca, çöplüklerde, terk edilmiş tarla ve bahçelerde büyük populasyonlar halinde gelişirler. Çoğunlukla açık alanları tercih etmekle beraber bazen çukurluk ve yarı gölgelik alanlar da bulunurlar. Oldukça önemli tarla yabancı otları arasındadır. Özellikle sulu bölgelerde çayırliklar, ekili alanlar ve kültüre alınmış bölgelerde bulunurlar (Davis 1988). Kuzeyde üst yayılış sınırı Finlandiya'dır. Bu bölgenin temmuz sıcaklığı ortalama 15-17°C' dir. Yıllık yağış ise 600 ile 1000 mm arasında değişmektedir (Hulten 1950).



Şekil 1.1. *Lepidium draba* L.'nin Türkiye'de dağılımı

Genellikle kumlu, kumlu-killi, çakıllı, taşlıklı, pH bakımından nötr veya hafif bazik toprakları tercih ettikleri belirtilmiştir. Yetiştikleri topraklar dünyanın çeşitli bölgelerinde birbirinden oldukça farklılık göstermektedir. Örneğin, Kansas bölgesinde 0-20 cm arası koyu yeşil-kahverengi, siltli-kumlu veya siltli-killi-kumlu, 20-25 cm arası

siyah-yeşilimsi kahverengi, kumlu-killi ve kireç taşı ve organik madde bakımından zengin, azot ve fosfor bakımından fakirdir (Frazier 1943). Buna karşın, Avusturalya'da toprağın 15 cm'ye kadar kırmızı ve gri, yüksek kil içerikli ve 23 cm'den sonra bol miktarda kireçli olduğu kaydedilmiştir. Bu toprakların bir bölümünde kuruluştan dolayı 10 cm'den fazla genişlikte çatlaklar meydana geldiğinden dolayı, bitkilerin köklerinde muhtemel kırılmalar gözlenmiştir. Morgan (1934), Viktorya bölgesinde *Lepidium draba* türünün yetiştiği toprakların nem miktarının 0-30 cm arasında %11.7, 30-60 cm arasında %13.9, 90-120 cm arasında %17.5 ve 120-150 cm arasında %19.5 olduğunu belirtmiştir.

Çoğunlukla kültüre alınmış ekin bitkileri ve yonca ile birlik oluşturmaktadırlar. Yine ekili alanlarda *Medicago denticulata*, *Medicago lupulina*, *Hypochoeris radicata* ve *Hordeum murinum* ile birlikte bulunmaktadırlar.

Özellikle *Lepidium draba* türü taze olduğu dönemlerde koyunlar tarafından otlanmaktadır. Sığırların bu bitkiyi otladıklarında süt veriminde bozulmaların olduğu söylenmektedir (Conochie 1950). Hatta sığırlarda zehirlenmelere sebep olduğu kaydedilmiştir. Kök kısımları kültürel amaçlarla ayrılıp başka bir bölgeye götürüldüklerinde yeniden gelişme yeteneğine sahiptir. Aynı zamanda ana kök de uygun şartlarda filizlenme ve yeniden gelişme yeteneğine sahiptir. Ancak, 46 cm'den uzun kesilmesi gerekir. Sulama, bitkinin tohumlarını ve kök materyalini arklardan taşıyarak yayılma ve yerleşmesini kolaylaştırır ancak, su taşkınları yeterince uzun süre devam ederse, geçirimsiz topraklar üzerinde bitkinin ölümüne sebep olur. Saman veya ziftle kaplamak, tekrar eden kesimler ve nadas alanlarında tekrar eden temiz ekim gibi uygulamalarla mücadelesinden kesin sonuç alınmaz. Bitkiyi kontrol edebilmek için bu uygulamaların periyodik olarak yapılması gerekir. Fakat geniş alanlar için bu pratik bir uygulama değildir.

Lepidium draba türü üzerinde yapılan çalışmaların çoğu günümüzde bu türün klonal yapısı ve istilacılığı üzerine yoğunlaşmıştır.

Guil *et al.* (1997), Güneydoğu İspanya’da tüketilen 6 popüler yenilebilir bitki türünün besleyici ve toksik bileşiklerini belirlemişlerdir. Çalışmada kullanılan bazı türlerin askorbik asit ve dehidroaskorbik asit içeriğinin çok yüksek olduğu ayrıca erurik asit olarak bilinen toksik maddenin *Lepidium draba* ve *Plantago major* türlerinde düşük miktarda da olsa bulunduğu tespit edilmiştir.

Schneider *et al.* (1997), RFLP ve PCR ile amplifiye edilmiş ribozomal DNA sekans analizlerini, kültür bitkileri ve çeşitli yabancı otların hastalıkları ile ilişkili fitoplasma sınıflandırması ve aydınlatılmasında kullanmışlardır. Sadece belirli coğrafik alanlarda bilinen, muhtemel hastalık etmeni henüz belirlenmemiş veya karakterize edilmemiş hastalıklar tespit etmişlerdir. İncelenen yeni hastalıkların *Bunias orientalis* ve *Lepidium draba* türlerinde virülans ve filodiye yol açanlar olduklarını belirlemişlerdir. Her iki hastalığın da AYP (aster yellows phytoplasma) ırklarıyla ilişkili olduğunu gözlemlemişlerdir. Aynı AYP tipinin *Portulaca oleracea*, *Stellaris media*, *Daucus carota* ssp. *sativus* ve *Cylamen persicum* türlerinde sararma ve filodi hastalıklarıyla alakalı olduğu bulunmuştur. Almanya ve Fransa orjinli hastalıklı *Trifolium repens* DNA örneklerinde yonca filodi fitoplazmasını belirleyerek bu organizmayı diğer AYP fitoplazmalarından kolaylıkla ayırt etmişlerdir.

Guerrero *et al.* (1999), farklı lokasyonlardan Cruciferae familyasına ait 5 türün taze yapraklarının yağ asidi ve oksalik asit miktarlarını, C vitamini ve besleyici element kompozisyonunu araştırmışlardır. İncelenen bitkilerde mevcut karbonhidrat oranının %1.4 ile %8.2 arasında değiştiğini, *Lepidium draba* türünün mineral element içeriğinin diğer yeşil yapraklı sebzelerden yüksek olduğunu kaydetmişlerdir.

Larson *et al.* (2000), kurak bir bitki topluluğu ekosisteminde *Lepidium draba*’nın yayılımı ve üretkenliğini değerlendirmek için tarla çalışmaları yapmışlardır. Bu araştırmada *Lepidium draba*’nın çimlenmesi, topraktan çıkması ve yaşamasının nemli çevrelerle sınırlı olduğu ve bu şartların 2-8 yılda bir görüldüğü kaydedilmiştir. Tarla şartları altında *Lepidium draba*’nın çimlenmesinin eğimli yerler ve karışık topraklara

sahip bölgelerde en iyi olduğu belirtilmiştir. Araştırmada, *Lepidium draba* populasyonları çok sayıda yarı gölgeli alana ekilmiş, bahar başlangıcındaki büyümeyi donma ve kuraklık takip ettiği zaman türün yayılımının azaldığı görülmüştür. Gövde sayısı sıcak mayıs ayında, nemli büyüme koşulları olduğunda ve bahar büyümesi uzadığı dönemde artmıştır. Taranan populasyonlarda bitki yoğunluğunun artışı tohum üretimini etkilememiştir. Yerleşik populasyonların bitki yoğunluğunu artırmak ve kaynakları ayırmak için vejetatif üretkenliğe bel bağladığı belirlenmiştir.

Qasem (2004), Ürdün'de meyve bahçeleri ve ekili tarlalarda istilacı zararlı yabancı otlardan *Lepidium draba* ve *Salvia syriaca*'nın allelopatik aktivitesini araştırmıştır. Bu çalışma; havuç, biber, kabak, soğan ve domates üzerine adı geçen bitkilerin kurumuş sürgün artıkları, kök eksüdatları, yaprak süzüntüleri ve uçucu maddelerin farklı laboratuvar ve sera denemeleriyle allelopatik etkisinin olup olmadığını anlamak için yapılmıştır. *Salvia syriaca*'nın taze sürgünlerinden elde edilen uçucu yağlarının çoğunun bitkinin fide büyümesini engellediği ve çimlenmeyi azalttığı belirlenmiş ve her iki bitkinin yaprak süzüntüleri veya kök eksüdatları laboratuvar şartları altında farklı bitkiler üzerine etkili olduğu bulunmuştur. Saksı deneyleri her iki bitkinin yüzeyinden alınan sürgün residülerinin adı geçen bitkilerin fide gelişimini azalttıklarını, tohum çimlenmesini önemli bir biçimde geciktirdiklerini göstermiştir. Yine domates, havuç ve soğanın en fazla etkilendiği kaydedilmiştir. *Lepidium draba*'nın çürümüş residülerinin 32 g/kg'da toksik olduğu gözlenmiştir. Ancak, taze materyaller olarak kullanıldıklarında düşük toksisite görülmüştür. Her iki türün yaprak süzüntüleri veya kök eksüdatları toprağa verildiğinde beyaz lahananın ve domatesin fide büyümesini azalttığı kaydedilmiştir. Sonuçlar *Lepidium draba* ve *Salvia syriaca*'nın farklı sebzeler üzerine yüksek oranda allelopatik potansiyele sahip olduğunu göstermiştir.

Fr'échard *et al.* (2002), bugünkü spektroskopik yöntemlerle *Lepidium draba*'nın çiçeklerinden yeni bir glukosinolat (L-prolinium 4-methylsulfinyl butyl) izole etmişlerdir.

Nodehi and Khangholi (2003), *Lepidium draba*, *Brassica deflexa* ve *Brassica napus*'un ekstrelerinin *Matthiola incana* ve *Amaranthus caudatus*'un büyümesi ve çimlenmesi üzerine allelopatik etkisini araştırmışlardır. Bu araştırmada bütün ekstrelerin her iki test bitkisinin de radikula büyüklüğünü ve çimlenme yüzdesini önemli oranda azalttığı tespit edilmiştir. Test bitkilerinin çimlenme yüzdesinin, radikula ve hipokotil uzunluğunun ekstre konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak azaldığı belirlenmiştir. Yine radikula boyunun hipokotile göre daha fazla azaldığı kaydedilmiştir.

Lepidium draba geniş ekolojik tolerans gösteren ve dünyanın hemen her tarafında yayılmış istilacı özellikte, çok yıllık yabancı otur. Meyve bitkileride dahil, birçok kültür bitkisi ile rekabete girmektedir. Çok az ekonomik değeri vardır ve sığırlar için toksiktir. *Lepidium draba* yaşadığı ortamda bir inhibisyon zonu oluşturur ve diğer bitki türleri tarafından istilası mümkün olmayan saf kolonileri çok hızlı bir biçimde meydana getirir. Alkali toprakları tercih etmesine karşın farklı toprak pH larında yetişmesi oldukça iyidir. Tohumdan üreyebildiği gibi kopan kök parçalarından da vejetatif olarak üreyebildiğinden dolayı, geleneksel yabancı ot mücadele metotlarıyla kontrol altına almak zordur. Toprak altı kısımları çok iyi gelişmiştir. Bireyler arasında yüksek oranda fenoloji görülmektedir. Kimyasal yöntemlerle kontrolü uzun zaman almaktadır. Bu tür, allelopatik etkiye sahip olduğundan ve güçlü rekabet yeteneğinden dolayı, diğer bitki türleri ile yarışır. Kök, taze sürgün ve yaprak ekstreleri, bitki artıkları ve uçucu yağları fitotoksitate göstermektedir (Qasem 2004).

Bon *et al.* (2005), Birleşik Devletler'de istilacı bir tür olan *Lepidium draba* üzerinde polimorfik mikrosatellit markırları çalışmışlardır. Bu türün kolonizasyon prosesi ve populasyon genetik yapısı bilinmediğinden dolayı birleşik devletlerdeki biyokontrol çalışmaları tıkanmıştır. Bon *et al.* bu istilacı türün poliploid durumunu ortaya çıkarmak amacıyla 11 polimorfik mikrosatellit markırı tanımlamışlardır.

İleri fitocoğrafik araştırmalar, istilacı genotiplerin orjinlerini ve populasyon yapılarını anlamak için oldukça önemli olup, biyolojik kontrol araştırma çabalarının bugünü ve geleceği için olumlu bilgiler sağlamaktadır. Gaskin *et al.* (2005), çalışmalarında Birleşik

Devletler’de istilacı olan *Lepidium draba* yabancı otunun populasyonları için yüksek değişkenli kloroplast DNA markırları araştırmışlardır. Bu alışmada Birleşik Devletler ve nasyada’ki 684 bireyin DNA sekansında 41 farklı haplotip belirlenmiştir. Bitkinin doğal ve istilacı bölgeler arasındaki karşılaştırmalar sonucu Birleşik Devletler’deki işgalcilerde allelik zenginlikte %33 azalma ve haplotip çeşitliliğinde ise %7 azalma gözlenmiştir. Doğal ortamdaki genetik varyasyonun çoğu populasyonlar ve coğrafik bölgeler içinde gözlenmiş, bölgeler arasında ise gözlenmemiştir. Karşılaştırma testleri, istilacı haplotiplerin çoğunun orjinlerinin benzer olduğunu göstermiştir.

Ward (2006), genetik çeşitliliğin llmesi için bir uzaysal analiz ölüsünün seçilmesi gerektiğini vurgulamış ancak genetik yapılanmanın farklı seviyelerinin farklı uzaysal ölülerde açığa çıkacağını ve genetik yapılanmayı meydana getiren faktörlerin nispi öneminin uzaysal l sürecinde farklılıklar göstereceğini belirtmiştir. Eşitsiz olmayan gen akışının lokal seviyedeki bitki populasyonlarında genetik yapıyı belirleyen başlıca faktör olduğunu, çevresel heterojenitenin zorladığı seçilim faktörünün uzaysal ölüm analizleriyle arttığını kaydetmiştir. Kıtasal ve küresel lkte istilacı bitki populasyonlarının genetik yapısını kurucu etkileri ve üreme yapılarının insanlar tarafından taşınmasından önemli lde etkilendiğini söylemiştir. Tek bir uzaysal lkte genetik analizin istila süreci hakkında sadece kısmi bir bilgi sağlasa da aynı tür için çok sayıda lkte bu tür veri sağlayan yayınlanmış araştırma sayısının azlığına değinmiştir. İstilacı bitki türlerinin genetik yapısını inceleme amaçlı, değişik uzaysal ve temporal ltlerde örneklemleri birleştiren, çok yönlü bir yaklaşımın, istilada rol alan genetik kuvvetler hakkında daha kapsamlı bilgi sunacağını belirtmiştir.

Gaskin (2006), Güney Amerika’nın güneybatısında doğal ve ekili alanları istila eden çok yıllık *Lepidium draba* üzerinde çalışmıştır. Bu araştırmada istilaların genellikle yoğun kümeler şeklinde görüldüğü ve lateral rizomlar nedeniyle klon gelişiminin mi yoksa fide oľřumunun mu kümelerin yayılmasında baskın metot olduğunun bilinmediğini kaydetmiştir. Yine istilanın klonal yapısını incelemek amaçıyla  ABD populasından (194 klonal populasyon veya genet) alınan altı küme AFLP tekniği kullanılarak incelenmiştir. Klonal ve klonal olmayan populasyonlar arasında ayrımı

sağlayabilmek amacıyla bilinen kardeş ve klonlar da çalışmaya dahil edilmiştir. Benzer klonal çalışmalarla mukayese edildiğinde kümelerde düşük genetik/ramet oranı (ortalama $G/N = 0,25$) ve düşük çeşitlilik seviyesi (ortalama $D = 0,49$) tespit edilmiştir. Bir kümede örneklenen rametlerin %55-85'i tek bir genetik tarafından temsil edildiği ve en geniş genetik 38 m genişlikte olduğu belirlenmiştir. *Lepidium draba*'nın küme ebadını genişletmek için fide oluşturmaktan ziyade, klonal üremeyi tercih ettiği kaydedilmiştir. Sonuçta tohum oluşumunu durdurmak veya azaltmaya odaklanan biyolojik yöntemlerin kümelerin genişlemesini engellemekte yetersiz kaldığı gözlenmiştir. Bir kümenin bir veya birkaç geniş genetik tarafından domine edilmesine karşın, daha küçük olan diğer genetiklerin var olabileceği veya bazen de kümenin yoğun kısımlarına taşınabileceği gösterilmiştir.

Lepidium draba'nın kökleri, meyveleri ve kuru çiçekli gövde kısımlarındaki uçucu bileşikler toplandıktan sonra hidroliz edilmiş ve GC ve GC/MS ile analiz edilmiştir. Çiçekli gövde kısımlarındaki başlıca uçucu bileşiklerin 3-butenil izotiosiyanat (%80.5) ve 4-metilsulfinilbütül izotiosiyanat (%5.6), meyvelerdeki başlıca uçucu bileşiklerin ise 4-metilsulfinilbütül izotiosiyanat (%72.1), heptadekan (%7.0), heksadekan (%6.8) ve oktadekan (%5.8) olduğu belirlenmiştir. Köklerdeki başlıca uçucu bileşiklerin ise 4-metilsulfinilbütül izotiosiyanat (%30.0), heksadekanoik asit (%24.1), izobutil izotiosiyanat (%14.3), 3-butenil izotiosiyanat, (%5.9) ve alfa-pinene (%5.4) olduğu tespit edilmiştir (Afsharypuor and Jamali 2006).

McKenney *et al.* (2007), benzer koşullar altında Birleşik Devletlerin batısında işgalci ve Avrupa'da doğal olarak yetişen istilacı *Lepidium draba*'nın genotiplerini karşılaştırarak EICA hipotezinin ortaya attığı fikirleri test etmişlerdir. Yarışma yeteneğindeki potansiyel farklılıkları test etmek için Güney Amerika'da doğal rekabet yeteneği az *Festuca idahoensis* ve Avrupa'da doğal rekabet yeteneği fazla *Festuca ovina* ile birlikte *Lepidium draba* türünü yetiştirmişlerdir. EICA tahminlerinin aksine doğal ve işgalci ortamlarında *Lepidium draba*'nın performansı arasında fark bulamamışlardır. Bu çalışmanın sonucunda EICA hipotezinin Birleşik Devletlerde *Lepidium draba*'nın istila başarısını açıklamak için uygun olmadığını göstermişlerdir.

Giriş bölümünde açıkladığımız istilacı türlerin olumsuz etkilerinden dolayı, biyolojik istila olayının sebepleri, sonuçları ve nasıl kontrol altına alınabileceği ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır (Drake *et al.* 1989; Williamson 1996). Ancak bu çalışmaların çoğu ekosistemlerin dengesi, türler arasındaki ekolojik ilişkiler, populasyonlar üzerine etkili olan faktörleri anlamamız konusunda sınırlı veya yetersiz kalmaktadır (Lodge 1993; Lonsdale 1999; Sakai *et al.* 2001). Bu nedenle bu tezde istilacı bitkilerden doğal ekosistemler üzerine oldukça zararlı etkisi olan ve birçok ülkede biyokontrol programına alınmış bulunan *Lepidium draba* türüne ait populasyonların

- a) ekolojik özellikleri, genotipik ve fenotipik farklılıkları belirlenerek türün istilacı olmasında bu faktörlerin etkisinin araştırılması
- b) türün istilacı olmasında allelopatik aktivitenin rolünün olup olmadığının tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Uzun vadede ise türün biyolojik kontrolüne katkı sağlanması hedeflenmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER

Bilim insanları populasyon genetiğinin metot ve prensiplerini kullanarak canlı topluluklarının genetik yapısı, genlerin populasyonlardaki dağılımı, belirli gen ve genotip frekanslarının populasyonlarda nasıl ve neden korunduğu, bazı genotip frekanslarının neden zamanla sona erdiğini ya da kaybolduğunu, populasyonlar ve jenerasyonlar arası gen akışı, yaygın hastalıklarda genetik faktörlerin etkisinin belirlenmesi ile ilgili birçok araştırma yapmaktadırlar. Bu bilgiler evrimsel sürecin anlaşılmasında oldukça önemlidir. Populasyon genetiği ayrıca genetik arazların nesillerdeki dağılımını belirleyen mutasyon ve reproduksiyon gibi genetik faktörlerle, seleksiyon ve migrasyon gibi çevresel ve sosyal faktörlerle de ilgilenir.

2.1. Bitki Populasyonlarının Genetik Yapısını Etkileyen Faktörler

Bitki populasyonlarının genetik yapısını etkileyen en önemli faktörler gen akışı, mutasyon, çevresel heterojenite ile ilişkili seleksiyon ve genetik sürüklenmedir. İstilacı bitki populasyonlarında olduğu gibi, başlangıç kolonizasyonu ile ilişkili kurucu etkileri de genetik yapıyı etkileyen önemli faktörlerdendir.

2.1.1. Gen akışı

Çiçekli bitkilerde gen akışı, polen (çiçektozu) hareketi ve tohumlarla yada üremeyi sağlayan diğer organların (bitki parçaları) yayılmasıyla meydana gelir. Petit (2004), gen akışında tohum ve polen yayılımının önemli olduğunu ve özellikle kurucu bitki populasyonlarında polen akışının tohum akışından daha etkili olduğunu ifade etmiştir. Bunun, istilacı bitki türleri için evrimsel sonuçları vardır; tohum yoluyla yayılma sayesinde tamamen egzotik genler kombinasyonu yeni bir çevreye götürülür, öte yandan polen yoluyla uzağa gen akışı, maternal alellerin hali hazırda bir derece bölgeye adaptasyon gösterdiği bir genotip meydana getirir. Farklı gen taşıyıcılarının nispi önemi mesafeye göre değişse de, elbette gen akışının genetik yapılanma üzerindeki etkileri pek çok farklı mesafede gerçekleşir. Yüksek düzeyde gen akışının önemli homojenize edici

etkileri olabilir ve bu da seleksiyon mevcut olduğu zaman bile genetik yapılanmayı sınırlandırabilir (Epperson 1990; Linhart and Grant 1996).

Gen akışı, hem küçük hemde geniş alanlarda polen veya propagül (küçük bitki parçası) hareketini etkileyen çevresel faktörlerden, üreme sisteminden ve yaşam formundan etkilenir. Bu koşullar altında sınırlı veya eşitsiz gen akışı, genetik yapılanmaya önemli katkılar sağlar. 15-20 m kadar dar bir çevrede meydana gelen dış döllenme depresyonu (outbreeding depression), aynı zamanda gen akışının olası homojenize edici etkilerini azaltabilir (Lynch 1991; Waser and Price 1994), öte yandan çok özelleşmiş alanlarda ise (klonal popülasyonlar gibi) iki ebeveynli iç döllenme depresyonu (inbreeding depression) meydana gelebilir (Heywood 1991). Çiçekli bitkilerde genetik yapılanma üzerinde oldukça büyük etkiye sahip olan gen akışı, üreme sistemi, tohum yayma mekanizması ve yaşam formu ile ilişkilidir (Hamrick and Godt 1996; Linhart and Grant 1996). Polen ve tohum yayma mekanizmaları sınırlı olan türlerde, mekansal bakımdan daha sınırlı gen akışından dolayı, popülasyonlar arasında genetik farklılaşma genellikle daha çok olur. Sonuç olarak, yüksek derecede kendi kendine tozlaşan türlerde, tür içi genetik çeşitliliğin popülasyonlar içinde değil popülasyonlar arasında daha fazla olduğu bilinmektedir. Sınırlı polen ve tohum hareketinden kaynaklanan mesafe izolasyonu (yani genetik ve coğrafi mesafeler arasındaki pozitif korelasyon ki böylece birbirlerine daha uzak olan bireyler veya popülasyonlar genetik açıdan birbirine daha az benzer) hem küçük alanlarda hemde büyük alanlardaki popülasyonlar arasındaki varyasyon artmaktadır. Bu şekilde mesafe izolasyonu, küresel olarak beklenen gen frekanslarından bölgesel sapmalara neden olmaktadır (Heywood 1991). Bunun aksine en yüksek düzeylerde ve en büyük mekansal mesafelerde gen akışı genellikle dış döllenme ile üreyen (outcrossing) türlerde, özellikle de kendine uyumsuzluk (kendine kısırlık) sistemlerine sahip, tohumları rüzgarla veya hayvanlar aracılığı ile yayılan türlerde meydana gelecektir. Bu durum, genelde popülasyonlar içinde önemli derecede genetik çeşitlilik görülmesi, fakat popülasyonlar arasında fazla çeşitlenme olmamasıyla sonuçlanır. Karışık döllenme sistemleri olan türler için genetik çeşitlenmenin dağılım modelleri genelde bu iki uç arasında bir yelpazede bulunur. İster tek üreme sistemi olsun ister diğer döllenme sistemleriyle bir arada bulunsun, eşeysiz üreme üremenin

türüne ve bitki parçaları yayılımının boyutuna göre değişen mesafelerde genetik yapılanmayı güçlendirir. Örneğin, tozlaşmanın olmadığı ve gen akışının sadece tohum hareketi yoluyla gerçekleştiği agamospermide genetik yapılanmanın mesafesi, tohumların yayıldığı fiziksel mesafelere bağlıdır. Tohum yayılımının sınırlı olması durumunda, populasyonlar içinde mesafeden kaynaklanan bölgesel izolasyonla ve populasyonlar arasında genetik farklılaşmayla, kendi kendine tozlaşan türlerde ortaya çıkan modellere benzer modeller gelişebilir (Heywood 1991). Tohum yayılımının olmadığı vejetatif üreyen türlerde, rizom parçaları gibi bitki parçalarının yayılması yoluyla gen akışı varsa, agamospermide görülene benzer bir genetik yapılanma görülmeye devam edebilir. Etkin genetik çevre büyüklüğü yayılmanın meydana geldiği fiziksel mesafeye bağlı olacaktır. Tek bir bireyden geniş alanlara klonal olarak yayılan türlerde, klonlar arasında genetik çeşitlenme olduğu varsayılırsa, yüksek derecede genetik yapılanma görülmesi muhtemeldir. Eşeyli üreme yoksa ve bitki parçaları yayılımı yoluyla gen akışı sınırlıysa, böyle türlerde genetik yapı uzun yıllar boyunca ilk kolonileşmeyle aynı olacaktır. Klonal bitki türleri için yayılma geçmişleri yeniden kurgulanırken bu muhtemelen önemli bir faktör olarak göz önünde bulundurulmalıdır. Bitki yaşam formu da genetik yapılanmanın meydana geldiği etkin çevre büyüklüğünü etkilemektedir. Daha büyük ve daha uzun bitkiler genellikle daha fazla miktarda tohum ve polen üreterek bunları uzak mesafelere yaymaktadır. Otsu bitkiler ile kıyaslandığında daha büyük mesafelere yayılan odunsu bitkilerin etkin genetik çevre büyüklüğü daha fazla olmaktadır (Hamrick *et al.* 1992; Waser and Price 1994). Uzun ömürlü çok yıllık bitkilerde ise üreme sistemine bakılmaksızın, populasyonlar arası genetik yapılanma, genellikle kısa ömürlü çok yıllık veya iki yıllık bitkilere göre daha düşük düzeydedir (Hamrick and Godt 1996). Sonuç olarak etkin genetik çevre büyüklüğünü belirlemek için yapılan uygun numune alma protokolleri, çiçekli bir yıllık bitkinin (forb) yayılımıyla çalı ya da ağaç gibi daha uzun odunsu çok yıllık bitkilerin yayılımında farklılık gösterir. Bu nedenle suda yaşayan türleri kapsayan yayılımlar (burada bireysel bitkiler veya bitki parçaları son derece hareketli olabilir) çok farklı genetik yapılanma modelleri sergilemektedirler.

2.1.2. Çevresel heterojenite ve seleksiyon

Çevresel heterojenite ve genetik çeşitlilik arasındaki korelasyon ve derecesi pek çok tür için kanıtlanmıştır. Çevresel heterojenite, genellikle sinerjistik bir şekilde etkileşime giren iki güç aracılığıyla genetik yapılanmaya katkıda bulunur. Birincisi, çevresel engeller gen akışını sınırlayarak populasyonlar veya alt-populasyonlar arasındaki genetik çeşitlenmeyi arttırabilir. İkincisi, çevresel heterojenite, farklı seleksiyon baskılarının uygulanmasıyla genetik yapılanmayla sonuçlanabilir. Bu iki olgu da hem küçük hemde büyük alanlarda meydana gelir. Örneğin, bitki populasyonlarında ağır metal toleransı seleksiyonundan kaynaklanan genotipsel farklılaşma, birkaç santimetreden kilometrelere kadar değişen mesafelerde kanıtlanmıştır (Al-Hiyaly *et al.* 1993; Mengoni *et al.* 2000). Genel bir kural olarak, özellikle etkin genetik çevre büyüklüğünün küçük olduğu populasyonlarda biyotik faktörlerden kaynaklanan seleksiyon, fiziksel faktörlerden kaynaklanan seleksiyonla karşılaştırıldığında, genetik farklılığı daha az olan mozaikler oluşturur (Linhart and Grant 1996). Yakın geçmişlerinde içe göç olan (introduction) ve bununla ilintili kurucu etkisi gibi olağandışı epizodlar bulunan türler, yöresel hatta bölgesel ölçeklerde çevresel heterojeniteyle bağlantılı genetik yapılanma göstermeyebilir; bu durum bazı yayılmacı bitkilerde gözlenmektedir. Ayrıca çevresel heterojenite ve genetik çeşitlenme bağıntısı başlı başına seleksiyonun kanıtı değildir. Grice *et al.*'ün (2000) kaydettiği gibi, hızla yayılan ve son derece bol olan türlerde dahi dağılım modelleri, ekolojik faktörlerin yanı sıra hem içe hemde dışa göç olaylarını da yansıtabilir.

2.1.3. Genetik sürüklenme

Genetik sürüklenme (rastgele gamet örneklerinden dolayı allel frekansındaki değişimler) özellikle küçük populasyonlarda genetik yapıyı etkilemektedir. Genetik sürüklenmenin bir bölgesel ölçekte coğrafik olarak ayrılmış populasyonlar arasında ve yerel ölçekte bölgesel olarak ayrılmış altpopulasyonlar arasında izolasyonu sağlayan ana faktörlerden biri olduğu ileri sürülmektedir. Böylece genetik sürüklenme ve seleksiyon gücü sınırsız gen akışının potansiyel olarak homojenize etkilerine karşı işler.

Linhart and Grant (1996) populasyonların yapısı üzerinde seleksiyon ile mukayese edildiğinde, genetik sürüklenmenin gen akışından sonra ikincil etkin faktör olduğunu ileri sürmüşlerdir.

2.1.4. Kurucu etkileri

Kurucu etkisi, geldikleri orijinal populasyonun yalnızca bir altkümesini temsil eden birkaç bireyden yeni bir populasyon geliştiği zaman görülür. Bu genellikle tek veya sınırlı sayıda girişe dayalı, yeni bir çevrenin kolonileşmesinde görülür. Kurucu etkisinin görüldüğü populasyon orijinal kaynak populasyonla kıyaslandığında zaman toplam genetik çeşitlilikte bir azalma görülebilir veya kurucu bireylerin özelliklerini taşıyan fakat daha büyük olan kaynak popülasyondaki genotip frekanslarını temsil etme zorunluluğu olmayan allel kombinasyonları (özellikle de nötr yerlerde) ortaya çıkabilir. Kurucu etkisinin hem küçük alanlarda hemde büyük alanlarda genetik çeşitliliği etkileme potansiyeli vardır, ancak bu etki belki de en belirgin şekliyle çok küçük veya çok büyük etkin genetik çevre büyüklüğüne sahip alanlarda görülür. Yöresel ve bölgesel düzeylerde, genetik çeşitlilik ve yapı üzerine etki eden kuvvetler olarak kurucu etkileriyle seleksiyonu birbirinden ayırmak zor olabilir.

2.2. Bitki Populasyon Genetiğinde Kullanılan Moleküler Markırlar

Genetik markır: Bir populasyon içinde birden fazla gen veya fenotipik özellik varsa, o populasyonun polimorfik olduğu söylenir ve polimorfizm genetik markırlarla belirlenir. Bireyin fenotipik ve/veya genotipik özelliklerini saptayan genetik işaretler genetik markır olarak tanımlanır ve hem protein hem de DNA sekansındaki varyasyonu açığa çıkaran ölçülebilir, belirlenebilir bir karakterdir.

Geçtiğimiz 10 yılda bitkilerdeki genetik çeşitliliğin coğrafi örnekleri ve populasyonların genetik çeşitliliği üzerine yapılan çalışmalarda nötral moleküler markırların kullanımı egemen olmuştur. Günümüzde mevcut markırların sayısının fazla olması, bir markırdan

ziyade çok sayıda markırın kullanılabilmesi, araştırmacılar için oldukça kolaylık sağlamaktadır. Bu muhtemel ranj, metapopulasyonun genetik yapısını daha iyi ölçmek için coğrafik varyasyonun temelini geçmişten günümüze kadar genişletmektedir. Populasyon genetiği çalışmaları için popüler moleküler markır teknikleri arasında izoenzimler ve DNA temelli teknikler restriction fragment length polymorphism (RFLP), random amplified polymorphic DNA (RAPD), amplified fragment length polymorphism (AFLP) ve microsatellitler veya simple sequence repeat (SSR) gösterilebilir. Bu markırlardan izoenzimler, RFLP ve SSR kodominant olup tekli lokus markırları olarak gösterilirler. Buna karşın RAPD ve AFLP dominant markırlardır ve multilokusturlar.

Markır seçiminde arzulanan özellikler: Her markır sistemi avantaj ve dezavantajlara sahiptir. Hiçbir markır sistemi tek başına arzu edilen bütün özellikleri taşımamaktadır. Bu nedenle markır seçiminde öncelikler iyi belirlenmeli ve seçilen markır sistemi araştırılan biyolojik sorulara iyi bir cevap olabilmelidir.

İdeal bir markır;

Polimorfik olmalı: Bireyler arasında oldukça polimorfik olmalı ve en az %1 sıklıkla görülmeli.

Tekrarlanabilir olmalı: Aynı veya farklı laboratuvar koşullarında tekrarlanabilir, nesilden nesile aktarılabilir ve kolaylıkla belirlenebilir olmalı.

Kodominant olmalı: Heterozigotluğu homozigotluktan ayırabilmeli.

Genom boyunca düzenli dağılımı olmalı: Markırın genom boyunca dağılımının sık oluşu polimorfizm çalışmaları için idealdir.

Çevresel etkilere maruz kalmamalı: Bireyin gelişim basamaklarından etkilenmemeli

Nötr olmalı: Mevcut diğer allellerden bağımsız ve etkilenmez olmalı.

Ekonomik olmalı: Kolay, hızlı, analiz maliyeti ucuz olmalı; mümkünse çok amaçlı donanım gerektiren markır sistemleri tercih edilmeli (de Vicente and Fulton 2004).

Genetik markır tipleri: Genetik markırlar fenotipik, biyokimyasal ve moleküler markırlar olarak 3'e ayrılırlar.

2.2.1. Fenotipik (morfolojik) markırlar

Bitki populasyonu içinde, bir bitki ya da bir grubu diğerlerinden ayıran seçici özellik, o genotipi ayıran bir markır olarak değerlendirilir. Meyve kabuğu, kök ve yaprak yapıları, çiçek formülü ve çiçeklenme durumu, tohum yapısı, tek veya çok yıllık olması, iletim demetleri gibi morfolojik özellikler bu grup markırları oluşturur (Kaya 1999). Bu özellikler ve geliştiği habitat özellikleri de dikkate alınarak, isimlendirilmiş bir bitki ile benzerlik ve farklılıkların karşılaştırılması (Klasik taksonomi) yapılır. Bu tip markırlar genetik yönden uzak akraba kabul edilen bitki toplulukları arasında etkili olarak kullanılabilmesine karşın, yakın akraba olan bitki toplulukları için yeterli ve etkili bir markır değildir (Gülşen ve Mutlu 2005). Fenotipin dolaylı değerlendirme şekli olması, kolay elde edilebilir olmaları, genellikle basit donanım gerektirmeleri gibi sebepler bu markırlar için avantaj oluşturmaktadır. Diğer taraftan tür seviyesinde uzmanlık ve tecrübe gerektirmesi, çevresel etkilere maruz kalmaları ve çeşitli gelişim aşamaları geçirmeleri (Staub and Sequen 1996) sebebiyle fenotipe dayalı olarak oluşturulan taksonomiler hatalı sınıflandırmalara neden olabilir. Bununla birlikte sınırlı sayıda da olsa tarımsal karakterlere bağlı morfolojik markırlar ıslah çalışmalarında kullanım alanı bulmuştur (Gülşen ve Mutlu 2005).

2.2.2. Biyokimyasal markırlar

Morfolojik karakterlerin sınırlı sayıda olması nedeniyle kimyasal analiz, sitoloji ve moleküler biyoloji tekniklerindeki ilerlemeler sonucunda yeni sınıflandırma teknikleri geliştirilmiştir. Kemotaksonomi olarak adlandırılan bu sınıflandırma tekniğinde markır olarak tohum depo proteinleri, yapraklarda bulunan kimyasallar, sekonder metabolitler ve izoenzimler kullanılır. Ancak en yaygın olarak kullanılanlar tohum depo proteinleri ve izoenzimler olup elektroforez tekniğiyle belirlenebilmektedirler. Orjini 1930'lara dayanan bu teknik (Tiselius 1937) sistematik ve populasyon genetiği ile ilgilenen bilim adamları tarafından kalıtsal varyasyon çalışmaları için kullanılmış olup (Gottlieb 1997; Brown 1979; Hamrick *et al.* 1979; Ellstrand 1984; Crawford 1985), bitki koleksiyonlarının genetik yapısını tanımlamadaki kolaylığı ve geçerliliği nedeniyle

oldukça geniş kullanım alanı bulmuştur. Yöntemde protein ve enzimlerin moleküler ağırlıkları ve yüklerine göre katottan anoda göç edebilme ve kendilerine spesifik histokimyasal boyalarla belirlenebilme avantajlarından yararlanılır. Temelde molekül ağırlığı, molekül konformasyonu, saflığı vb. tanımlama, ayrıca saflaştırma amacıyla kullanılan bu yöntem doğal veya rekombinant bir proteinin sentezlenip sentezlenmediği, sentezleniyorsa işlevsel olup olmadığı hakkında da bilgi verir.

Tür içi ve türler arası genetik çeşitliliğin analizinde, genetik kaynakların korunması ve ıslah çalışmalarında, genom ilişkilerinin belirlenmesinde, mahsüllerin geliştirilmesinde genetik markır olarak kullanılan tohum depo proteinlerindeki polimorfizm, DNA düzeyindeki baz değişiklikleri, kromozomlardan bir bölümünün kaybı veya yer değiştirmesinden kaynaklanır. Elektroforezle elde edilen tohum depo protein profilleri pek çok türün taksonomik ve evrimsel problemlerini çözmekte kullanılmaktadır. Çünkü elde edilen bant desenleri her tür için özel ve doğrudan doğruya genotipe bağlıdır (Ghafoor *et al.* 2000). Tohum depo proteinleri elektroforezinin geleneksel morfolojik yaklaşımlara göre avantajları, oldukça polimorfik ve tekrarlanabilir olmaları, gelişme mevsimlerinden bağımsız olması, hızlı analiz edilebilmesi, saklanmasıdaki kolaylıklar ve ihtiyaç duyulan örneğin az olmasıdır (Dinelli and Lucchese 1999).

İzoenzimler: İzoenzim elektroforezi bitki koruma biyolojisi, sistematik, evrim ve bitki populasyon genetiği araştırmalarına büyük katkı sağlamıştır. DNA temelli markırların sayısındaki artışa rağmen, bitki populasyonlarındaki evrimsel süreçleri ve genetik çeşitliliği araştırmak için izoenzimler güvenilirliğini ve önemini korumaktadırlar. İzoenzimlerin geniş bir biçimde kullanılmalarının sebepleri arasında kodominant kalıtılması, mevcut lokus sayısı, teknik olarak kolaylığı ve ucuz olması gösterilebilir. Teknik ve zaman avantajları bir yana, izoenzimleri güvenilir ve uygun genetik markır yapan birçok özelliğe daha mevcuttur. Bunlar arasında mendel kalıtımı, kodominant expression, homolog izoenzim lokuslarının açıkça benzerliği ve farklı türler arasındaki izoenzim çeşitliliği gösterilebilir. Analitik metotlar ve izoenzimlerin özellikleri gibi teknik avantajlarının haricinde, geniş varyasyon gösteren bitki taksonları üzerine çok sayıda çalışma yapmayı da mümkün kılmaktadır. Habitat, coğrafik dağılım, dölleme

sistemi ve yaşam dönemi gibi faktörler ve genetik çeşitliliğin örnekleri arasındaki ilişki üzerinde genelleştirmeler yapmak için günümüzde oldukça kullanışlı büyük bilgi veri tabanları mevcuttur.

İzoenzim analizlerini önemli kılan bir dizi avantajlı özellikleri olmasına rağmen, önemli dezavantajları da bulunmaktadır. İzoenzim markırların muhtemel en önemli dezavantajı düşük seviyede varyasyon göstermesidir. Mikrosatellitler ile mukayese edildiğinde, izoenzimler örneğin köken analizi ve gen akışı gibi çalışmalarda daha az güvenilirlik gösterirler. Son zamanlarda DNA temelli moleküler markırların daha fazla kullanılmasıyla birlikte izoenzimler önemini oldukça yitirmiştir. Ancak oldukça detaylı moleküler çalışmalar için alternatif kaynak olarak yön gösterebilirler.

FAMEs: Yüksek bitkilerdeki fatty (yağ) asidi içeriği ve kompozisyonu kemotaksonomik markır vazifesi görmektedir (Shorland 1963; Harborne and Turner 1984; Hegnauer 1989; Spitzer *et al.* 1990; Aitzetmuller 1993; Aitzetmuller and Tesevegüren 1994; Bağcı vd 2003). Tohumların uzun zincirli fatty asit içeriğinin fazla oluşu, endüstriyel amaçlar için kullanımlarına dikkat çekilmiştir (Baumann *et al.* 1988). Bünyelerindeki fatty asit içeriği bitkiler arasındaki taksonomik ve filogenetik ilişkilerin tespitinde ilgilenilen bitki için karakteristik bilgi sunmaktadır (Goffman *et al.* 1999; Bağcı vd 2004). Yağ asitleri hidrokarbon yapısında olan makromoleküllerdir. Hücre sitoplazması ve diğer hücresel organellerin çift tabakalı membranlarında fosfolipit, glikolipit veya lipopolisakkarit formunda yapı molekülü olarak bulunurlar. Yapılarındaki farklılıklar dikkate alındığında, yağ asitleri tek zincirli yağ asitleri ve dallanmış zincir oluşturan yağ asitleri olarak 2 ana grup altında incelenirler. Biyolojik sistemlerde tek zincirli yağ asitleri oldukça yaygındır. Yağ asitlerinin içerdikleri karbon atomu sayısı, karbon atomları arasındaki çift bağ sayısı ve yeri, tek zincirli ya da dallanmış zincir oluşturmaları, karbonların hidrojen atomları tarafından doyurulmuş olup olmamaları, ökaryotik hücrelerde genellikle çift karbon sayısı (C14-C24), prokaryotik hücrelerde tek ve çift sayılı karbon (C9-C20) bulunuşu, yağ asitlerinin taksonomik markır olarak kullanılma sebepleridir.

Genetik olarak aynı olan organizmaların hücrelerindeki yağ asitlerinin sayısı, çeşitliliği ve % olarak miktarları (yağ asitleri profilleri) aynıdır ve çevre şartları aynı olduğu sürece değişmez. Yani yağ asitleri profillerindeki farklılıklar organizmalar arasındaki kimyasal ve genetik akrabalığın bir göstergesidir (Paisley 1995).

Bitkilerde kimyasal içeriklerine göre sınıflandırma, 1950'li yıllardan itibaren çalışılmaya başlanmış ancak, istenilen başarı elde edilememiştir. Bunun nedeni biyokimyasal markırların sınırlı sayıda oluşu ve çevresel şartlardan etkilenmeleri, bitkilerdeki makromoleküllerin türler için yeterince ayırt edici olmaması ve daha küçük moleküller olan sekonder metabolitlerin ise çevresel etkenlere göre değişiklik gösterebilmesidir (Grayer *et al.* 1999; Wink 2003).

2.2.3. Nükleer DNA markırlar

2.2.3.a. RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism/ Kesilmiş Parça Uzunluk Polimorfizmi)

Bitki populasyon genetiğinde DNA temelli markırların yaygın kullanımı DNA RFLP'nin gelişimi ve endonükleaz metodolojisinin uygulamaları ile başlamıştır. Tek kopya nükleer RFLP çok sayıda yüksek değişkenli kodominant markır sağlamaktadır. Özellikle ekin bitkilerinde hızlı sonuç verdiği için bitkilerde populasyon genetik çeşitliliği çalışmaları ve döllenme sistemi çalışmalarında kolaylıkla kullanıldığı gösterilmiştir (Clegg 1989). Bitki populasyon çalışmalarında RFLP'nin ilk uygulamalarından bazıları yüksek derecede tekrarlanan ribozomal RNA lokuslarının, genetik çeşitliliği araştırmalarda kullanılmasıdır (Schaal *et al.* 1991). Bu araştırmalar rDNA intergenic spacer length (ITS) ve restriksiyon bölgelerinin varyasyonuna dayanmaktadır. *Clematis fremontii* gibi bazı türler populasyon seviyesinde önemli derecede rDNA çeşitliliği gösterirken, diğer bazı türler fazla çeşitlilik veya restriksiyon çeşitliliği çok az veya hiç göstermezler. Bu yüzden de rDNA RFLP dataları uygulamalı

populasyon çalışmalarında nispeten sınırlı kalmıştır. Öte yandan, tek lokuslu nükleer RFLP markırları populasyonlar arasında ve içinde genetik varyasyon örneklerini analiz etmede oldukça açıklayıcı bilgiler sunmaktadır. İzozim işaretleyicileri ile RFLP genetik varyasyonu belirlemek amacıyla karşılaştırıldıklarında, polimorfizm seviyesini belirlemede RFLP izozim ile belirlenenden 3 ya da 4 kat daha fazla polimorfiktir (Byrne *et al.* 1998).

RFLP analizinde, organizmaya ait çeşitli dokulardan izole edilen genomik DNA'nın nükleik asit dizilişini tanıyan DNA kesim enzimlerince kesilmesine ve kesilen DNA parçaları çeşitli yöntemlerle işaretlenmiş prob DNA molekülleri yardımıyla görüntülenmesi esasına dayanır. İzole edilen DNA molekülünün kesimi 4 veya 6 nükleotidi tanıyan enzimlerce yapılmaktadır. Kesilen DNA parçaları bir jel (agaroz jel veya %6'lık poliakrilamid jel) içerisinde elektroforeze tabi tutulurlar. Kesilen parçalar elektroforez sonucunda jel içerisinde büyüklüklerine göre sıralanırlar. Bu sıralama sonrası DNA jel ortamından daha kullanışlı olan naylon filtrelelere tek iplikçik halinde Southern transfer metoduyla aktarılır. Filtrelere DNA'yı jel üzerindeki dizilişiyile taşıyan ve çoğunlukla radyoaktif ³²P veya radyoaktif olmayan chemiluminescent sistemi ile etiketlenmiş tek iplik halindeki DNA uygulanır. Kesilmiş ve jel elektroforez yapıldıktan sonra filtreye aktarılmış DNA'ların, işaretlenmiş olan bu DNA'lar ile hibridize olmaları sağlanır. Filtredeki fazlalıklar çeşitli tamponlar ile yıkama yapılarak uzaklaştırılır ve otoradyografi yapılarak oluşan polimorfizmler değerlendirilir (Yıldırım ve Kandemir 2001).

2.2.3.b. Mikrosatellit veya SSR (Simple Sequence Repeats/ Basit Dizi Tekrarları)

Mikrosatellit veya diğer adıyla SSR potansiyel olarak bitki populasyon çalışmalarında en fazla kullanılan genetik markırlardan biridir. Mikrosatellitler genellikle 1 veya 6 baz çifti uzunluğunda birbiri ardına tekrar eden kısa bir "motif" sekansdan oluşur. Bu bölgeler sıklıkla ve rastgele bitki ve hayvan genomunda bulunurlar ve kısmen sık allel frekansına sahiptirler. Böylece onlar populasyon içindeki bireyler arasında geniş varyasyon gösterirler ve koruma biyolojisi, gen haritalama, bitki ıslahı, köken

araştırmaları, türün moleküler evrimi, adli olaylar gibi çok geniş bir alanda kullanılmaktadırlar (Jarne and Lagoda 1996). Kısa DNA sekanslarının ard arda gelen tekrarlarına dayalı (5-100 ünite) bu markırlar, tekrarlı ünitelerdeki varyasyon sayısından dolayı oldukça polimorfiktirler. Spesifik SSR lokuslarındaki tekrar aralığı, korunmuş bölgelerin tekrarlı dizi tarafına spesifik primerler kullanarak PCR ile kolayca ölçülebilir. SSR'in yüksek değişim ve kodominantlığı, bu sekansların genom boyunca yayılması ve otomasyon için uygunluğu, onları oldukça kullanışlı yapmaktadır. Mikrosatellitler çevreleyici DNA'dan daha hızlı gelişirler ve bundan dolayı da çok polimorfiktirler. Potansiyel olarak multialleliktirler. Özellikle bitki populasyon genetiğinde populasyonlar arasında gen akışını ve populasyon içindeki döllenme olaylarını değerlendirmek için oldukça ideal olduğu kanıtlanmıştır (Chase *et al.* 1996). Bu çok değişkenlikli kodominant markırın önemli avantajlarının yanında zaman ve işgücü gerektirmesi dezavantajlarıdır (Squirrell *et al.* 2003). Uygun primer dizayn etmek için sekans bilgisi gerektirmektedir ve sekans bilgisi de yalnızca birkaç önemli ticari bitki ile sınırlıdır. Birçok bitki türü için mikrosatellitler yalnızca bir genomik kütüphanenin oluşturulması ve görüntülenmesi için izole edilmiş klonlardan geliştirilebilir. Squirrell *et al.* (2003) tarafından gösterildiği gibi, bir çalışma primer setinin geliştirilmesi, sekansı yapılan klonların orjinal sayısına göre meydana gelen yıpranma oranına bağlıdır. Mikrosatellitler için kullanılan PCR amplifikasyon protokolleri genellikle sabittir ve 10µl' lik total miktar için uygulanabilir.

2.2.3.c. RAPD (Randomly Amplified Polymorphic DNA/ Rastgele Arttırılmış Polimorfik DNA)

Bitki polulasyon genetiği çalışmalarında SSR'dan sonra muhtemelen en çok kullanılan moleküler markır RAPD'dir. RAPD'in temeli genellikle 10bp uzunluğunda ve nükleotid dizilimi rastgele seçilmiş tek çeşit primerlerin kullanımına dayanır (Williams *et al.* 1990). Bu primerler tasarlanırken, primerlerin GC/AT oranlarının %50 ya da daha fazla olmasına dikkat edilir (Gregor *et al.* 1994). Yaygın olarak diğer PCR uygulamalarının aksine iki değil bir primer kullanılır, ancak bu primer her iki yöndeki DNA üretimi için de kullanılır. Dolayısıyla kullanılan primerler genomun birden fazla

bölgesine yapışır ve genel olarak yöntem şu aşamaları içermektedir; Primerleri içeren PCR reaksiyonlarıyla hedef bölgeler kopyalanır, spesifik DNA zincirleri agaroz veya poliakrilamid jel elektroforezi ile büyüklüklerine göre ayrıldıktan sonra, Et-Br veya gümüş nitrat ile tespit edilir. Prosedür olarak aynı aşamaları kullanan fakat primer uzunluğu, amplifikasyon şartları ve DNA bantlarının belirlenmesi için kullanılan işlemlerle birbirinden ayrılan (Kumar 1999) iki yöntem daha vardır. Bunlar DAF (DNA Amplification Fingerprinting/DNA Çoğaltımlı Parmakizi) ve AP-PCR (Arbitrarily Primed PCR)'dır (Owen and Uyeda 1991; Welsh and McClelland 1990). DAF, genellikle 8-merlik, çok kısa primerler kullanır. Amplifikasyon ürünleri, üre içeren polyester-poliakrilamid jelde yürütülür, ardından polimorfik ve monomorfik bantların sayısını iki veya üçe katlayan gümüş boyama ile belirlenir. AP-PCR ise genellikle 18-24bp uzunluğunda primerler kullanır ve amplifikasyon ürünleri Et-Br ilavesinden sonra agaroz jelde belirlenir (Bassam *et al.* 1991; Caetano-Anolles and Gresshoff 1994; Bassam and Bentley 1995). Teknik, çabuk sonuç vermesi, ucuz olması, daha az işgücü gerektirmesi, az miktarda ve düşük kaliteli DNA ile çalışılabilmesi gibi bir takım avantajlara sahiptir (Yıldırım ve Kandemir 2001; Karaca vd 2002; Temizkan ve Arda 2004). Ayrıca polimorfizm oranı diğer tekniklerle karşılaştırıldığında oldukça yüksektir (Whitkus *et al.* 1994). Ancak, RAPD markırlarının bazı dezavantajları vardır. Bunlardan biri, dominant özellikte markır vermesi, diğeri de RAPD markırlarının tekrarlanabilirliğinin, PCR ve DNA tespiti sırasında şartların tam olarak kontrol edilememesi nedeniyle düşük olmasıdır (dos Santos *et al.* 1994; Harris 1999).

Başlangıçta RAPD kantitatif özellik gösteren lokusları belirlemek için özellikle genom haritalamada ve bitki ıslahı çalışmalarında geniş olarak kullanılmıştır. Sonradan doğal populasyonların genetik varyasyonunu belirlemede çoğunlukla izoenzimler ile birlikte popüler olarak kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde çoğu bitki türü için genetik çeşitlilik ve populasyon genetik yapısı çalışmalarında RAPD kullanılmaktadır.

2.2.3.d. AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism/ Çoğaltılmış Fragment Uzunluk Polimorfizmi)

Bitki populasyon genetiği çalışmalarında sonradan kullanılmaya başlanmış bir tekniktir. Tıpkı RAPD gibi rastgele primer kullanılması, sekans bilgisi gerektirmemesi ve dominant özellikte markır vermesi ile RFLP'den farklılık gösterir. Tıpkı RAPD gibi dominant markır verir. Ancak RAPD protokolünün aksine, tek bir AFLP reaksiyonu ile 100-200 lokus incelenebilir (Mueller and Wolfenbarger 1999). Polimorfizm tipik olarak mendel kalıtımı gösterir. Restriksiyon enzimleriyle kesilen DNA parçalarının adaptör DNA ile birleştirilmesinden sonra arka arkaya yapılan iki PCR reaksiyonu ve bu reaksiyonlarda seçici primer kullanılmasıyla yürütülür (Zabeau and Vos 1993). Bu markır sisteminin temeli, PCR'la daha önceden iki enzimle kesilip uygun adaptörler bağlanmış DNA fragmentlerinden bir kısmının klonlanması ve tespitidir. Adaptörün ve onun bağlandığı restriksiyon dizini, DNA primerlerinin bağlanma yeri olarak görev yapar. Seçici baz primerin 3' ucuna eklenir. Her iki primer çiftinin sonundaki seçici bazlar değiştirilerek veya değişik kombinasyonlarda kullanarak her seferinde yeni fragmentler klonlanır ve bu yolla yeni polimorfizm elde edilir ki bu özellik yöntemin en büyük avantajını oluşturur (Gülşen ve Mutlu 2005). Son amplifikasyon ürünleri poliakrilamid jelde yürütülür ve farklı genotiplere ait, farklılık gösteren bantlar gümüş boyama ve radyoaktif işaretli primerlerle tespit edilir. Polimorfizm oranı oldukça yüksektir (Yıldırım ve Kandemir 2001). Farklı primer kombinasyonları kullanılarak sınırsız sayıda markır geliştirilebildiğinden dolayı bitki populasyon genetiğinde kullanılan en etkili moleküler markırlardan biridir.

RAPD kullanıldığında karşılaşılan tekrarlama problemleri ile AFLP analizlerinde karşılaşılmamasına rağmen, her ikisi de dominant markırlardır ve bu yüzden populasyon genetiği tahminleri için yapılan değerlendirmelerde güven konusunda benzer sıkıntılar karşımıza çıkarmaktadırlar. Bununla birlikte, AFLP analizlerinin yüksek ayırma gücü ve hangisinin büyük oranda genetik markırlar üretebileceği ile ilgili sağladığı kolaylık sayesinde, bitki türlerinde populasyon düzeyi varyasyon analizlerinde AFLP'nin uygulanabilirliği daha fazladır.

AFLP ve mikrosatellitler gen akışı, döllenme sistemi, bitki populasyonlarının genetik yapısı çalışmaları için en çok seçilen DNA temelli moleküler markırlardır. Son

zamanlarda bitki populasyonları üzerine yapılan birçok çalışmada bu markırların potansiyel ayırma gücü ve etkinliği mukayese edilmiştir. Beklendiği gibi mikrosatellitler lokus seviyesinde AFLP'den çok daha fazla polimorfik olmasına karşın, polimorfik lokus belirlemede AFLP daha etkilidir. Örneğin, *Avicennia marina* bitkisinde mikrosatellitler için 0.780 ile mukayese edildiğinde AFLP için heterozigotluk oranı ortalama sadece 0.193 belirlenmiştir. Ancak belirlenen 918 AFLP bandının tamamının polimorfik olduğu belirtilmiştir (Maguire *et al.* 2002).

2.2.3.e. ISSR (Inter-Simple Sequence Repeats/ Basit Dizi Tekrar Arası)

Teknik, 5' ve 3' ucunda güçlendirilen, kısa tekrarlanan DNA zincirlerinin primer olarak PCR reaksiyonunda kullanılmasını, PCR ürünlerinin elektroforez ile büyüklüklerine göre ayrılmasını ve jel üzerinde DNA'ların tespitini içerir (Zietkiewicz *et al.* 1994). Primer olarak 2 ile 4 arasında değişen farklı veya aynı nükleotidlerle sabitleştirilen, basit olarak tekrarlanan DNA zincirleri kullanılır. Bir reaksiyonda tekrarlanan zincir aynı kalmak kaydıyla, sabitleştirici DNA'ların farklı kombinasyonları primer olarak aynı reaksiyonda kullanılarak bir tek PCR reaksiyonunda güçlendirilen hedef DNA zincirlerinin sayısı arttırılır. Dolayısıyla bir tek jel üzerinde üretilebilecek bant ya da markır sayısı arttırılır. Bu, diğer DNA markırlarının üretebildiği sayılarla karşılaştırıldığında önemli bir avantaj sağlar (Fang *et al.* 1997).

2.2.3.f. SCAR (Sequence-Characterized Amplified Region/ Dizisi Karakterize Edilmiş Çoğaltılmış Bölgeler)

RAPD ve ISSR gibi markır spesifitesi düşük olan markırların gücü, bu yöntemlerle elde edilen bantların jel üzerinden çıkarılarak, 3' uçlarındaki DNA zincirlerinin tespiti ve bunların daha uzun, dolayısıyla da daha spesifik primerler olarak, PCR reaksiyonlarında kullanılması ile arttırılır (Paran and Micheltmore 1993). Tekrarlanabilirliği RAPD ve ISSR markırlarına nazaran çok daha yüksektir. Genellikle dominant markırlar oluşturmasına rağmen, tek tek bantların kısa nükleotid kesici restriksiyon enzimlerle kesilmesiyle kodominant markırlara dönüştürülebilir.

2.2.3.g. CAPS (Cleaved Amplified Polymorphic Sequence/ oğaltılmış Kesilmiş Polimorfik Dizi) (PCR-RFLP)

Bu teknik, PCR reaksiyonu ile guclendirilen ürünlerin restriksiyon enzimleriyle kesilmesi ve elektroforezle büyüklüklerine göre ayrılan bu kesilmiş fragmentlerin tespitini içerir (Konieczyn and Ausubel 1993; Jarvis *et al.* 1994). Primerler cDNA veya genomik DNA klonlarından klonlanan ve DNA zincirleri tespit edilen RAPD veya ISSR bantlarından elde edilir.

Hem SCAR hem de CAPS primerleri geliştirebilmek için DNA zincir bilgisine gereksinim duyulduğundan ve RAPD ile AFLP gibi alternatif markır sistemleri bulunduğundan her iki yöntem de yaygın olarak kullanılmayıp daha çok RAPD, ISSR ve AFLP gibi spesifitesi düşük markırların spesifitesini arttırmak amacıyla kullanılmaktadır.

2.2.3.h. SRAP (Sequence Related Amplified Polymorphism/ oğaltılan Sekans Polimorfizmi)

Bu markırlar 17 veya 18bp uzunluğundaki ileri (forward) ve ters (reverse) primerlerin kullanılmasıyla elde edilir. İleri primerler 13 veya 14bp uzunluğundaki çekirdek dizini ve buna 5' ucunda eklenmiş CCGG dizini, ters primerlerde ise yine aynı uzunluktaki çekirdek dizini ve bu dizine eklenmiş AATT dizini içermektedir. Hem ileri hem de ters primerler 3' ucunda üç adet seçici nükleotid içermektedir. Bu primerler doğrudan gen bölgelerini hedef almaktadır. SRAP markırları, RAPD markırlarına göre daha yüksek oranda tutarlı sonuçlar ortaya koymaktadır ve AFLP markırlarına göre ise daha ucuz ve daha az işgücü gerektirmektedir (Li and Quiros 2001).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Kullanılan materyal

Genetik analizler için bitkisel materyal olarak, 6 farklı bölgeden örneklenen *Lepidium draba* L. türünün populasyonlarının genç yaprakları kullanılmıştır. Allelopatik aktivitenin ölçülmesi için çiçekli dönemde genç yaprak, kök ve gövde örnekleri toplanıp her birinin ekstraksiyonu hazırlanmıştır. Yine türün yaşadığı toprakların bazı fiziksel ve kimyasal analizleri için bitkilerin köklerinin bulunduğu yerlerden 30 cm derinlikten 500 g kadar toprak örneği alınmıştır.

3.1.2. Kullanılan alet ve cihazlar

Çalışma esnasında aşağıdaki alet ve cihazlar kullanılmıştır:

Otoklav (Hirayama, JAPAN, HVE 50, SN 030787253)

Soğutmalı Santrifüj (Hettich, Mikro 22R, M10, SN 0001279-03-00)

Santrifüj (Eppendorf, GERMANY, 5414 D, SN 5425-40112)

Otomatik Termocycle Sistem (Eppendorf, GERMANY, SN 5331-01846)

Elektroforez Sistemi (Biogen, Apelex, FRANCE, SN 280800)

Jel Görüntüleme Sistemi (Uvitec, Biolab, EEC, SN M01-2467)

Mikrobiyal İdentifikasyon Sistemi (MIDI, Inc., Newark, DE)

Hematoloji Çalkalayıcısı (GERMANY, GEL-3025, SN 10365703F)

Çalkalayıcı (Thermoshake, Gerhard, GERMANY, SN 4002319)

Su Banyosu (Nüve, TÜRKİYE, ST-402, SN 02-0138)

Otomatik Pipetler (Eppendorf, GERMANY)

Spektrofotometre (Cecil, CE 5502)

Magnetik Karıştırıcı (Nüve, TÜRKİYE, MK-418, SN 05-1083)

pH Metre (Hana, PORTUGAL, HI 9321, SN 396202)

Derin Dondurucu (Nuairie, U.S.A., -86 Ultralow Freezer, SN P07K-476316-PK)

Hassas Terazı (Scaltec, GERMANY, SPB42, SN SPB42-9090823)

Buzdolabı (Arçelik, TÜRKİYE, 8190NF)

Saf Su Cihazı (Ateks, 7x35, Eu)

Mikrodalga Fırın (Arçelik, TÜRKİYE, MD 592)

Kar makinesi (Angelontonia, ITALIA, SN 25183/00)

3.1.3. Kullanılan Çözelti ve Solüsyonlar

Araştırma süresince kullanılan çözeltilerin kimyasal içerikleri aşağıdaki gibidir:

3.1.3.a. FAMEs profillerinin belirlenmesinde kullanılan çözeltiler

Çözelti 1: Hücre parçalayıcı (Saponification)

45gr	NaOH
150ml	Metil alkol
150ml	Saf su

Çözelti 2: Metilleştirme (Methylation)

325ml	HCl (6N)
275ml	Metil alkol

Çözelti 3: Saflaştırma (Extraction)

200ml	Hekzan
200ml	MTBE (Methyl-tert-butyl ether)

Çözelti 4: Bazik yıkama (Base wash)

10.8gr	NaOH
900ml	Saf su

3.1.3.b. DNA izolasyonu için kullanılan çözeltiler**DNA ekstraksiyon tamponu:**

100mM	Tris-HCl	(pH 8.0)
50mM	EDTA	(pH 8.0)
500mM	NaCl	
%2	SDS	(w/v)
%2	β -mercaptoethanol	(v/v)
%1	PVP	(w/v)

CTAB/NaCl:

%10 CTAB (Setil trimetil amonyum bromür)
0,7M NaCl

Fenol: Kloroform: İzoamil alkol:

25:24:1 oranında hazır olarak kullanılmıştır.

Kloroform: İzoamil alkol:

24:1 oranında hazır olarak kullanılmıştır.

TE tamponu:

10mM Tris-HCl (pH 8.0)

1mM EDTA (pH 8.0)

%70'lik Etil Alkol:

70 ml etil alkolün hacmi steril distile su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır.

3.1.3.c. PCR ve elektroforez işlemleri için kullanılan çözeltiler

Ethidium Bromür Çözeltisi: 500 ml 0.5x TBE tamponu içerisine 300 µl ethidium bromür ilave edilerek hazırlanmıştır. Karanlık ortamda oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir.

Bovine Serum Albumin: 1 ml steril distile su içerisinde 20 mg bovine serum albumin olacak şekilde hazırlanarak -20°C'de muhafaza edilmiştir.

Bromfenol Blue Çözeltisi: 0.25g bromfenol blue, 0.25 g xylene cyanol FF ve 30 ml gliserol'ün toplam hacminin 100 ml'ye tamamlanmasıyla hazırlanmıştır. Çözelti otoklavda steril edildikten sonra +4°C'de muhafaza edilmiştir

0,5x TBE tamponu: Bu araştırmada kullanılan TBE tamponu 10x TBE olarak satın alınmış ve 0,5 birim 10x TBE tampon +9,5 birim saf su ilavesi ile 0,5x TBE tamponu hazırlanmıştır.

Primerlerin Hazırlanması: Kullanılan primerler üretici firmanın önerdiği miktarda sulandırılarak stok solüsyonu, daha sonra da uygun hesaplamalar ile 1µM olacak şekilde çalışma solüsyonları hazırlanmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Populasyonların örnekleme

Araştırmada *Lepidium draba* L. türünün altı populasyonu (Tortum, Oltu, Atatürk Üniversitesi Kampüsü, Aşkale, Erzincan, Malatya) örnekleştir. *Lepidium draba*'nın bu populasyonlarından mayıs-haziran aylarında reprodüktif olgunluğa erişmiş olan her populasyondan 11 bireye ait genç yaprakları toplanmıştır. Bireyler arasındaki mesafenin en az 50 m olmasına dikkat edilmiştir.

Toplanan örnekler, FAME ve RAPD için kullanılmak üzere -20°C'de saklanmıştır. Daha sonra sıvı azot ile dondurulup havanda öğütülerek 2ml'lik tüplere aktarılmış ve kullanılmaya kadar yine -20°C'de saklanmıştır.

3.2.2. Bitkilerin FAMES (Fatty Asit Metil Esterleri) profillerinin belirlenmesi

Bitkilerin FAMES profilleri MIS (Sherlock Microbial Identification System, version 4.5, MIDI, Newark, DE) kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.2.a. Yağ asidi metil esterlerinin saflaştırılması

FAMES profillerinin belirlenmesinde daha önce bahsedilen çözeltiler kullanılarak aşağıdaki protokol izlenmiştir (Şahin 1999).

a. İçinde yaklaşık olarak 40 mg öğütülmüş bitkisel doku bulunan her bir test tüpüne 1 ml Çözelti 1 ilave edilmiş ve 5-10 sn çalkalanarak 5 dk süreyle 100°C'lik su banyosunda inkübasyona bırakılmıştır. Bu muamele ile canlı hücreler parçalanarak yağ asitlerinin serbest kalması sağlanmıştır.

b. Test tüplerine 2 ml Çözelti 2 eklenerek 5-10 sn'lik bir çalkalamadan sonra 80°C'de 10 dk süreyle su banyosunda bekletilmiş ve hemen takiben 2 dk süreyle buz veya soğuk su içerisinde soğutulmuştur. Bu uygulama ile serbest yağ asitlerine ester bağları ile metil eklenerek yağ asidi metil esterleri elde edilmiştir. Bu durum yağ asitlerine yüksek sıcaklıkta buharlaşma özelliği vermektedir.

c. Soğutulan tüplere 1.25 ml Çözelti 3 eklenerek 10 dk süreyle hematoloji çalkalayıcısı ile çalkalanmıştır. Alt kısmında inorganik, üst kısmında da organik sıvı fazları olmak üzere iki ayrı faz oluşmuştur. Pastör pipeti kullanarak tüplerin alt kısmındaki asidik faz atılmış ve yağ asitlerinin toplandığı organik faz muhafaza edilmiştir.

d. En son aşamada ise her tüpe 3 ml Çözelti 4 ilave edilerek 5 dk süreyle çalkalandıktan sonra 10 dk süreyle oda sıcaklığında bekletilmiştir. Çözelti 4, bazik bir solüsyon olup serbest yağ asidi metil esterlerini daha saf olarak elde etmemize yardımcı olur. Tüp içerisinde yine iki ayrı faz oluşmuştur. Üst fazda toplanan ve yağ asidi metil esterlerini içeren faz, pastör pipeti ile alınarak 2 ml' lik gaz kromatografi tüplerine transfer edilmiş ve ağızları sıkıca kapatılmıştır.

3.2.2.b. Örneklerin yağ asidi içeriklerinin analiz edilmesi

Tüpler, MIS cihazı üzerindeki örnek toplama tepsisine yerleştirildikten sonra cihaz çalıştırılarak sistem kılavuzunda belirtildiği gibi örnekler tek tek analiz edilmiş ve tanı sonuçları alınmıştır. Bu testler bütün örnekler için üç kez tekrar edilmiş ve en yüksek tanı sonucu değerlendirmeye alınmıştır.

3.2.2.c. Örneklerin FAMEs profillerinin istatistiksel analizi

FAMEs analizi her bir bireydeki fatty asitlerin varlığı (%0,1-100) ve yokluğu (%0) şeklinde değerlendirilmiş, türler arası değerlendirmeler SPSS V.16 ile hesaplanmış ve UPGMA yöntemi ile dendogramları oluşturulmuştur.

3.2.3. DNA İzolasyonu

DNA izolasyon protokolü olarak Barış (2009) esas alınmış ve birkaç maddesinde değişiklik yapılarak aşağıdaki şekilde uygulanmıştır.

- a. Önceden sıvı azotta parçalanıp 2ml' lik tüplere alınan bitki materyali üzerine 1000µl DNA ekstraksiyon tamponu eklenmiş, alt üst ederek karıştırılmış ve önceden 65°C'ye ısıtılmış su banyosunda 10-60 dk bekletilmiştir.
- b. 12000rpm ve 4°C'de 10 dk santrifüjlenerek üst faz yeni bir tüpe aktarılmıştır.
- c. 1000µl Fenol:Kloroform:İzoamil alkol eklenerek birkaç kez alt üst ederek karıştırılmıştır. 12000rpm ve 4°C'de 5 dk santrifüjlenmiştir. Üst faz dikkatli bir şekilde yeni bir tüpe aktarılmıştır.
- d. Üst faza 1/10 hacim CTAB/NaCl çözeltisinden eklenmiş ve alt üst ederek karıştırılmıştır.
- e. 1000µl Kloroform:İzoamil alkol eklenerek birkaç kez alt üst edilerek karıştırılmıştır. 12000rpm ve 4°C'de 5 dk santrifüjlenerek üst faz dikkatli bir şekilde yeni bir tüpe aktarılmıştır.
- f. DNA'yı çöktürmek için 0,6 hacim soğuk izopropanol eklenerek -20°C'de 10 dk bekletilmiştir.
- g. 12000rpm ve 4°C'de 10 dk santrifüjlenerek üst faz atılmıştır.
- h. Pelet önce %100'lük sonra %70'lik soğuk ethanol ile yıkanmıştır.
- ı. Yıkanan pelet bir gece bekletilerek kurutulmuştur.
- i. Kurutulan DNA 100µl TE tamponunda çözülmüştür.
- j. Kullanılincaya kadar -20°C'de saklanmıştır.

Elde edilen DNA 250 kat (3µl DNA+747µl TE tamponu) seyreltilerek spektrofotometrede 260nm ve 280nm dalga boylarında absorbans (A) değerleri okunmuştur. OD (okuma değeri) 260/280 değeri 1,1-1,8 arasında olması DNA'nın saf olduğunu göstermektedir. 50 (DNA için multifikasyon katsayısı) x 250 (seyreltme katsayısı) x OD₂₆₀ (260nm' de okuma değeri) formülünden faydalanılarak stoktaki DNA miktarı hesaplanmıştır. Stok DNA'dan 50ng/µl DNA içeren çalışma solüsyonu hazırlanmıştır.

3.2.4. RAPD primerleri

Çalışmada toplam 40 RAPD primeri (Operon Technologies Inc., Alameda, CA, USA) denenmiş, bunlardan 12 tanesi amplifikasyon vermiştir. Kullanılan primerlerin baz dizileri Çizelge 3.1' de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan RAPD primerleri ve baz dizimleri

Primerin Adı	Baz Dizilimi 5'→3'
OPB07	GGTGACGCAG
OPB04	GGACTGGAGT
Oligo6	TGCCGAGCTG
Oligo5	CCAGATGCAC
OPL14	GTGACAGGCT
Oligo7	AGGGGTCTTG
OPL09	TGCGAGAGTC
OPC15	GACGGATCAG
OPH18	GAATCGGCCA
OPH19	CTGACCAGCC
OPY15	AGTCGCCCTT
OPY16	GGGCCAATGT

3.2.5. PCR protokolü

PCR işlemi için şu protokol izlenmiştir; 0,5 ml'lik tüpe 3µl 10x PCR tamponu, 1,8µl BSA (10mg/ml), 1,2µl dNTP (10mM), 1,2µl MgCl₂ (25mM), 3µl DNA (100ng/µl), 1,2µl primer (5µM), 0,4µl 5Unit/µl *Taq* DNA polimeraz (Promega Crop. Madison, Wis.) ve 17,4µl saf su ilave edilerek hacim 30µl'ye tamamlanmıştır.

Bu işlemlerin ardından örnekler PCR otomatik thermocycle aletine (Eppendorf Mastercycler Gradient Authorized Thermal Cycle) yerleştirilmiş ve aşağıdaki döngüye tabi tutulmuştur.

- 1) PCR aleti otomatik olarak 5 dk 94°C tutulmuş,
- 2) 4 döngü olacak şekilde sırasıyla,
1 dk 30 sn 94°C
1 dk 30 sn 37°C
3 dk 72°C'de tutulmuş,
- 3) 41 döngü olacak şekilde sırasıyla,
1 dk 94°C
1 dk 36°C
1 dk 42°C
3 dk 72°C'de tutulmuş,
- 4) Son olarak 7 dk 72°C'de tutularak süreç tamamlanmıştır.
- 5) PCR aletinden çıkarılan örnekler 4°C'de saklanmıştır.

3.2.6. Agaroz jel elektroforezi

PCR işleminden sonra örnekler agaroz jel elektroforezinde yürütülmüş ve oluşan bantlara göre primerlerin hibridize olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. İşlem sırası aşağıdaki gibidir;

- a. Jel içerisinde agarın konsantrasyonu %1.5 konsantrasyon olacak şekilde agaroz tartılıp 0,5x Tris-Borat EDTA (TBE) tamponu içerisinde mikrodalga fırında hazırlanmıştır.
- b. Mikrodalga fırından çıkarılan 0,5x TBE + agaroz çözeltisi içerisine 0,5µg/ml olacak miktarda Ethidium bromid eklenmiştir.
- c. Hazırlanan jel katılaşmadan elektroforez tankına dökülmüş ve donmadan önce jel üzerine tarak konularak örneklerin yükleneceği kuyucuklar oluşturulmuştur.
- d. Jel donduktan sonra her bir kuyucuğa ayrı bir örnek (3µl bromfenol mavisi + 7µl PCR ürünü) yüklenmiştir.
- e. Elektrik akımı verilerek 70V–150 dk süre ile DNA'lar elektroforez işlemine tabi tutulmuş, iki saat sonunda elektrik akımı kesilmiştir.
- f. Elektroforez tankından çıkarılan jel UV ışık altında incelenmiş ve fotoğrafları çekilmiştir.

3.2.7. Jellerin yorumlanması

Amplifikasyon ürünleri görsel olarak değerlendirilmiştir. Tüm bantlar değerlendirmeye alınmıştır. RAPD bantlarının büyüklüğünü belirlemek amacıyla 50–10000 baz çifti arasındaki bantları içeren DNA standartı (Generuler™ 100 base pair DNA Ladder, MBI Fermentas) kullanılmıştır. Çalışılan örneklerde bantlar var olma ve olmama durumuna göre değerlendirilmiştir. Var olan her bir haploit bant için “1” rakamı, olmayan bant için ise “0” rakamı kullanılmıştır.

3.2.8. Veri analizleri

Final veri seti sadece polimorfik bantları içermiştir. Veri dosyaları POPGENE (Yeh *et al.* 1997) ve POPULATION 1.2.28 analiz edilecek şekilde hazırlanmıştır (Langella 2000). Her örnek için gözlenen allel sayısı (N_a), etkili allel sayısı (N_e), Nei'nin genetik çeşitliliği (1972) (H) ve Shanon information indeksi (I) hesaplanmıştır. POPULATIONS 1.2.28 programı ile Nei (1972)'nin genetik mesafe degerleri (D_s) kullanılarak bir dendogram (Neighbour-joining trees= yakın bağlantı ağacı= NJ) kurulmuştur. Yine populasyon içi ve populasyonlar arası değerlendirmeler Jaccard (1908)'in benzerlik indeksine göre yapılmış, SPSS V16 ile hesaplamalar yapılmış ve UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Means) yöntemi ile dendogramlar oluşturulmuştur. Arlequin 3.11 versiyonu kullanılarak moleküler varyans analizleri (AMOVA) yapılmıştır.

3.3. Allelopatik Aktivitenin Belirlenmesi

Lepidium draba L. türünün birkaç populasyondan alınmış örnekleri gölgede kurutulmuş, kök, gövde ve yapraklar birbirinden ayrılarak öğütülmüştür. Öğütülmüş kök, gövde ve yapraklar bir Soxhlet extractor (Isopad Heidelberg, Germany) kullanılarak 72 saat süresince 1 litre metanol kullanılarak ekstrakte edilmiş daha sonra filtre kâğıdından (Whatman no:1) süzülerek ve bir rotary evaporator kullanılarak 40°C'de uçucu maddeler uçurulmuştur. Elde edilen residue testlerde kullanılana kadar +4°C'de saklanmıştır. Elde edilen ekstraktların mısır ve horoz ibiği tohumlarının çimlenmesi üzerine etkisi test etmek için mısır ve horoz ibiği tohumları %2,5 lik NaOCL'de 3 dakika sterilize edilmiş, saf su ile yıkanan tohumlar steril kurutma kağıdına konulduktan sonra petrilere ekilmiştir (ortalama mısır için 15 tohum, horozibiği için 30 tohum ve 5 paralel). Üzerlerine %2.5, %5, %10'luk ekstrakt eklenmiş, kontrol grubu ile birlikte petrilere 25°C' de karanlıkta çimlenmeye bırakılmıştır. Yedi gün boyunca çimlenen tohum sayısı gözlenip kaydedilmiştir. Her bir çimlenen tohumun radikula ve plumula uzunluğu 7. gün sonunda kumpas ile ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Kaydedilen sonuçların SPSS 16.0 istatistik programında one way ANOVA testi kullanılarak standart sapmaları ve ortalamaları hesaplanmış, $P \leq 0.01$

seviyesinde önem durumu belirlenerek standart hata çubukları eklenmiştir. Hormon analizleri için 5. gün sonunda 1 g örnek alınmış ve -20°C' de saklanmıştır.

3.3.1. Hormonların ekstraksiyon, saflaştırma ve analiz işlemleri

3.3.1.a. Ekstraksiyon ve saflaştırma işlemleri

Ekstraksiyon ve saflaştırma işlemleri Kuraishi *et al.* (1991), Battal ve Tileklioğlu (2001) metotlarına göre ve üç tekrarlı olarak yapılmıştır. Derin dondurucudan çıkarılan küçük parçalar halindeki örnekler sıvı azot içerisinde bir havan yardımıyla toz haline getirilmiştir. Toz haline getirilen örnekler üzerine -40°C'de bekletilen %80'lik metanol ilave edilerek (Davies 1995) 10 dk ultra doku parçalayıcıda (Ultrasonic Processor, Jencons LTD.) homojenize edildikten sonra, +4°C'de ve karanlıkta 24 saat homojenize işlemine devam edilmiştir. Örnekler Whatman No:1 filtre kâğıdından süzölmüş ve süpernatant alındıktan sonra kalan parçalar tekrar aynı işlemlere tabi tutulmuş ve sonra her iki süpernatant birleştirilmiştir. Birleştirilen süpernatantlar tekrar 0.45 µml'lik PTFE filtrelerinden (Cutting 1991) geçirilmiş ve bir evaporator pompası yardımıyla 35°C'de kurutulmuştur. Kurutulan ekstraktlar 0.1 molarlık KH₂PO₄ (pH 8) tamponunda tekrar çözülmüştür. Çözünen ekstraktlarda bulunan yağ asitlerini ayırmak için örnekler 1 saat 4°C'de 5.000 rpm'de sanrifüj (Hermle Z 320 K) edilmiştir (Palni *et al.* 1983). Supernatant otomatik pipetle tüplerden alınmış ve bir beher içerisine bırakılmıştır. Fenolik bileşikleri ve renk maddelerini ayırmak için (Qamaruddin 1996; Chen 1991; Kovac and Zel 1994), her örneğe ait 1 gramlık çözünmeyen Polivinilpolipirolidon (PVPP, Sigma) hazırlanmış ve süpernatantın bulunduğu beher içerisine bırakılarak, iyice karıştırılmıştır (Money and Staden 1984; Hernandez-Minea 1991).

PVPP (Polivinilpolipirolidon)'nin hazırlanması: 1 gram çözünmeyen PVPP bir beher içerisine bırakılmış ve üzerine 30 mM asetik asit konarak süspansiyon şeklinde iyice karıştırıldıktan sonra süzölmüştür. Tekrar üç kat hacimdeki asetik asitle yıkanıp süzöldükten sonra kullanılmıştır.

PVPP ile karıştırılan süpernatant Whatman No:1 filtre kâğıdından süzülerek PVPP'den ayrılmıştır. Ekstrakt alınarak ya hemen kullanılmış ya da daha sonra kullanılmak üzere -40°C'de saklanmıştır (Cheik and Jonmes 1994). Daha spesifik ayırma yapabilmek için Sep-Pak C18 (Waters) kartüjleri kullanılmıştır (Machackova *et al.* 1993). Kartüjler kullanılmadan önce aşağıdaki açıklandığı şekilde şartlandırılmıştır.

Şartlandırma işlemi: Kartüjler önce 5 ml %80'lik metanolden geçirildikten sonra, 5 ml saf suyla yıkanmak suretiyle kullanıma hazırlanmıştır. Süpernatantlar (dondurulmuşsa çözünmesi beklendikten sonra) 5 mililitrelik şırıngalarla şartlandırılmış Sep-Pak C18 kartüjlerinden (1 ml/dak) geçirilmiştir.

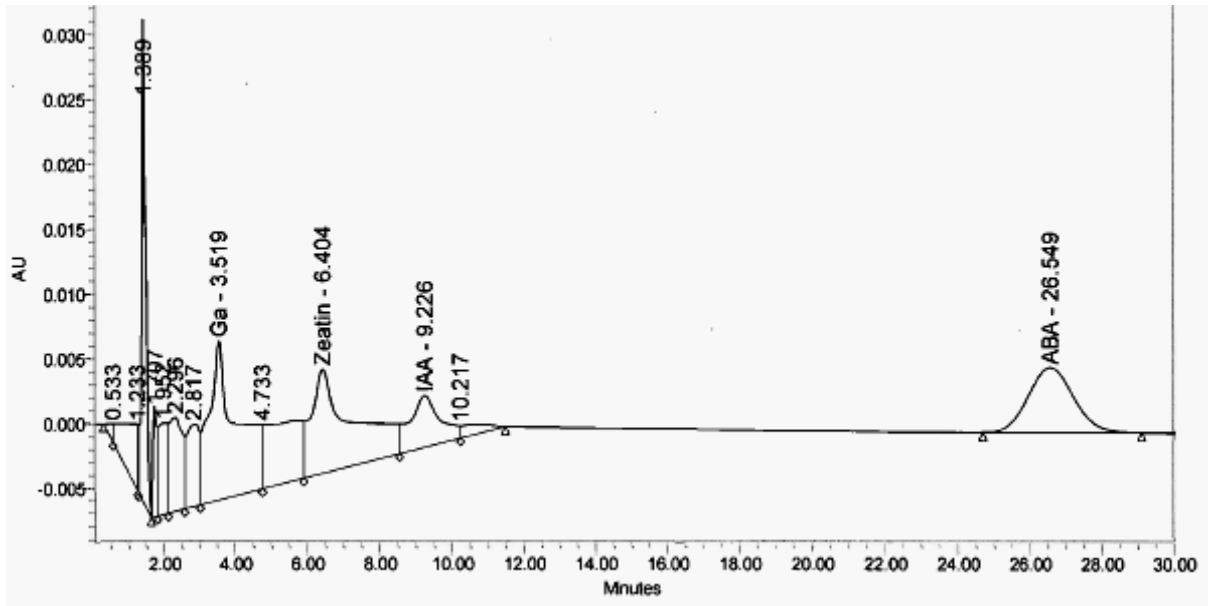
Kartüjler tarafından adsorbe edilen hormonlar %80'lik metanolde (1 g taze örnek için 3 ml) çözmek suretiyle küçük şişelere alınmıştır. Küçük şişelere alınan numuneler HPLC analizleri için kullanılmıştır (Qamaruddin *et al.* 1990).

3.3.1.b. Hormonların analizi

Hormon analiz yönteminde Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) yöntemi kullanılmıştır (Horgan and Kramers 1979; Koshimizo and Iwamura 1986; Morris *et al.* 1990). HPLC analizleri aşağıdaki sistemler kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.1).

Pompa: Araştırmamızda basıncı 20.000 psi'ye kadar çıkabilen Waters marka (Waters 1525) pompa kullanılmıştır (Robyt and White 1990).

Dedektör: Çalışmamızda Waters marka ve 4020 model UV dedektörü kullanılmıştır (Roberts and Hooley 1988; Horgan 1988). Dedektörün en uygun dalga boyunun ise 245 nm olduğu tespit edilmiştir (Featonby-Smith and Van Staden 1984; Banowetz 1994).



Şekil 3.1. Hormonlara ait HPLC kromatogramı.

*Alıkonma zamanları: GA 3.519 dk., Zeatin 6.404 dk., IAA 9.226 dk. ABA 26.594 dk. Kolon: Waters Boundapak C18; Dedektör: UV Waters 2487 Dual λ Absourbans Dedector; Dalga boyu 245 nm; Mobil faz: %11'lik asetonitril (pH: 4,91); Akış hızı: 2.0 ml/dk.

Kolon: Çalışmamızda Bondapak C18 (Waters; 30x0,2 cm) kolon kullanılmıştır (Horgan and Kramer 1979; Brenner 1981; Palni *et al.* 1983; Hernandez–Miana 1991; Chen 1991).

İzokratik sistem: Bu sistemde, sabit konsantrasyondaki mobil fazın dakikadaki akış hızı ile beraber maddelerin kolonlardaki alıkonma zamanına bağlı olarak birbirlerinden ayrılabilmesi temeline dayanmaktadır. Çalışmamızda izokratik sistem kullanılmıştır (Turnbull and Hanke 1985; Taylor *et al.* 1990).

Kaydedici: (Integratör): Dedektörün gönderdiği uyarılar Waters marka ve Breeze Software tarafından kaydedilmiştir.

Mobil faz: Çalışmamızda %11'lik asetonitril (HPLC'ye özgü, Merck) tampon olarak 40 mM trietil amonyum asetat (TEAA) ilave edilmiş ve pH'sı 4,91'e ayarlanan mobil faz kullanılmıştır (Hansen *et al.* 1984; Soejima *et al.* 1992; Kovac and Zel 1994; Chamberlain 1995).

TEAA'nın hazırlanması: Belli bir miktarda trietilamilin (Merck) alınarak bir mezür içerisine bırakılmış, üzerine trietilamilin miktarından biraz daha az olacak şekilde asetik asit yavaş yavaş ilave edilmiştir. Daha sonra elde edilen çözelti buzdolabına bırakılmış soğuduktan sonra kullanılmıştır.

Degaze işlemi: Millipore marka vakum pompası kullanılarak pH'sı ayarlanan mobil fazda oluşan gazlar uzaklaştırılmıştır.

İstatistiksel analiz: Her bir örneğe ait GA, ABA, IAA ve zeatin miktarının ölçümü 3 kez tekrarlanmış, SPSS 16.0 istatistik programında one way ANOVA testi kullanılarak standart sapmaları ve ortalamaları hesaplanmış, $P \leq 0.01$ seviyesinde önem durumu belirlenerek standart hata çubukları eklenmiştir.

3.4. Ekolojik İnceleme Yöntemleri

Toprak reaksiyonu: Toprak örneklerinin pH'ları 1:2.5'lük toprak-su süspansiyonunda potansiyometrik olarak cam elektrotlu pH metre ile ölçülmüştür (McLean 1982).

Kalsiyum karbonat (CaCO₃) tayini: Toprak örneklerinin kireç içerikleri "Scheibler Kalsimetresi" ile volümetrik olarak saptanmıştır (Nelson 1982).

Organik madde tayini: Toprak örneklerinin organik madde içerikleri Smith-Weldon yöntemine göre belirlenmiştir (Nelson and Sommers 1982).

Topraktaki total azot (N) miktarının tayini: Mikrokjeldahl metoduna göre yapılmıştır (Jackson 1962).

Topraktaki fosfor (P) miktarının tayini: Toprak örneklerinin elverişli fosfor içerikleri NaHCO₃ yöntemine göre oluşturulan mavi renkli çözeltinin ışık absorpsiyonu 660 nm dalga boyuna ayarlı spektrofotometrede okunarak belirlenmiştir (Olsen and Summers 1982).

Topraktaki değişebilir katyonların tayini: Toprak örneklerinin değişebilir katyonları amonyum asetatla (1 N, pH=7.0) çalkalanıp ekstrakte edildikten sonra Na, K, Ca ve Mg ICP-MS (Inductively Coupled Plasma- Mass Spectrometer) cihazında ölçülmüştür.

Topraktaki Fe, Zn, Mn tayini: Elverişli Fe, Mn, Zn miktarları DTPA ile ekstrakte edilen süzüntünün ICP-MS cihazında okunması suretiyle belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

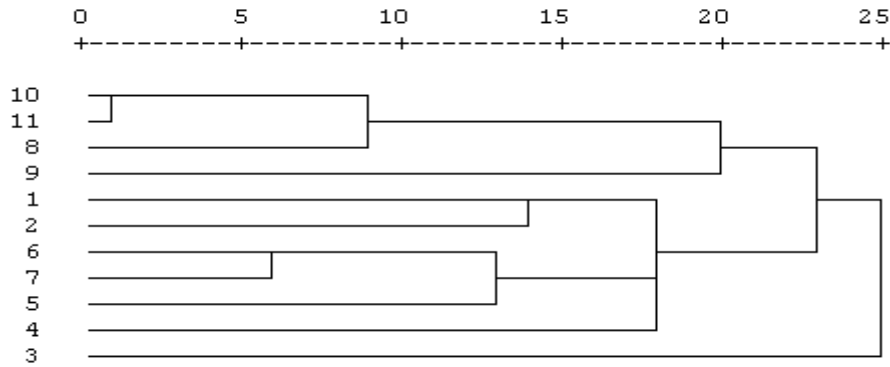
4.1. RAPD

Erzurum, Erzincan ve Malatya illerine ait 6 farklı lokaliteden toplanan 66 *Lepidium draba* L. örneği için toplam 40 RAPD primeri denenmiş ve bunlar arasından en iyi amplifikasyon veren 12 primer seçilerek değerlendirilmeye alınmıştır. Bu 12 RAPD primerinden büyüklüğü 50 baz çifti (bç) ile 1000 baz çifti arasında değişen toplam 218 bant elde edilmiştir. Elde edilen bu bantların 73 tanesi polimorfiktir. Kullanılan primerlerden OPH19 primeri en yüksek sayıda bant oluştururken, OPY15 primeri en az bant veren primer olmuştur. Çalışılan 12 primerin oluşturduğu bantlar var (1) veya yok (0) şeklinde değerlendirilmiştir. Populasyon içi ve populasyonlar arası değerlendirmeler hem SPSS V16 hem de POPGENE Microsoft Windows-based Freeware for Population Genetics Analysis, Version 1.31 (Yeh et al. 1997) ve POPULATION 1.2.28 (Langella 2000) programları kullanılarak yapılmıştır. SPSS V16 paket programı içerisinde yer alan Jaccard'ın benzerlik indeksiyle populasyon içindeki ve populasyonlar arasındaki değerlendirmeler yapıp UPGMA yöntemi ile dendrogramlar oluşturulurken, POPGENE ve POPULATION 1.2.28 programları ile Nei'ye göre tüm lokuslar için genetik çeşitlilik ile genetik benzerlik ve genetik farklılaşma değerleri verilmiş (Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8), yakın bağlantı ağacı (Neighbour Joining Trees) oluşturulmuştur (Şekil 4.8). Ayrıca her örnek için gözlenen allel sayısı (Na), etkili allel sayısı (Ne), gen akısı (Nm), Nei'nin genetik çeşitliliği (H) ve Shannon bilgi indeksi (I) hesaplanmıştır.

4.1.1. Tortum populasyonunda RAPD profillerine göre elde edilen sonuçlar

Tortum populasyonu için hesaplanan genetik farklılaşma değeri $H=0.2062$, Shannon'un bilgi indeksi ise $I=0.3082$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Jaccard'ın benzerlik indeksi ile oluşturulan dendrogram sonuçlarına göre tüm bireyler bir grupta toplanmıştır (Şekil 4.1). Tortum populasyonunu oluşturan bireyler arasındaki genotipik benzerlik indeksi 0.394 ile 0.767 arasında değişmektedir (Çizelge 4.1). Çalışılan RAPD primerleri, populasyon bireyleri arasında molekül büyüklüğü 50 -1000 bç arasında

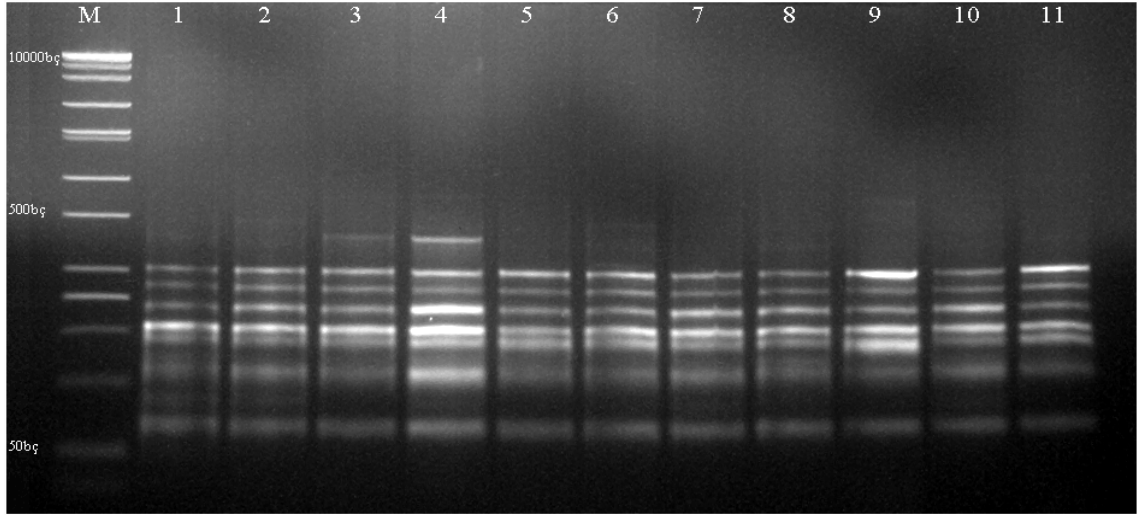
değişen toplam 42 bant oluşturmuştur (Şekil 4.2, 4.3). Çalışılan bütün primerlerin polimorfik olduğu gözlenmiştir ve polimorfik bant sayısı 42, polimorfizm oranı ise %57.53 olarak tespit edilmiştir.



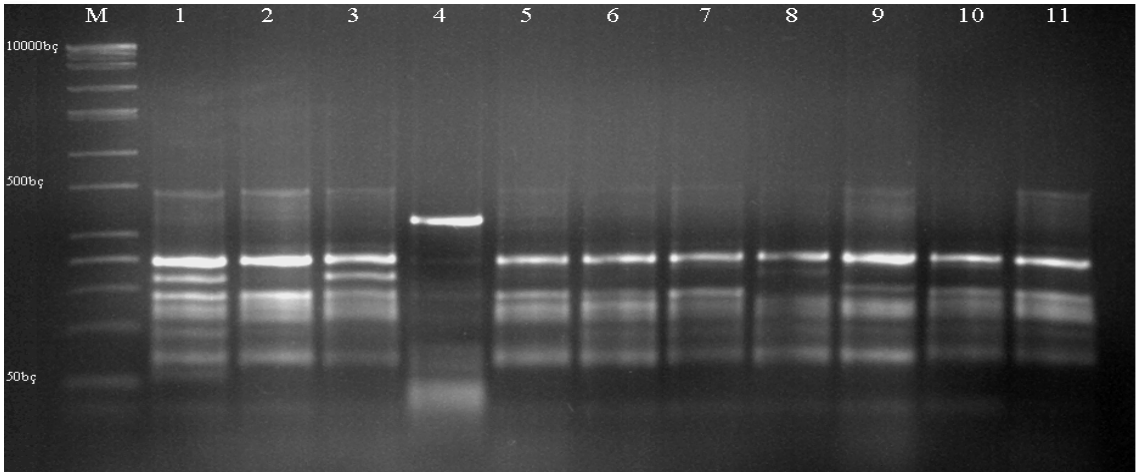
Şekil 4.1. Tortum popülasyonunu oluşturan bireyler arasındaki genotipik bağlantı

Çizelge 4.1. Tortum popülasyonuna ait bireyler arasındaki genetik benzerlik indeksi

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
T1	1,000										
T2	0,606	1,000									
T3	0,517	0,516	1,000								
T4	0,600	0,500	0,556	1,000							
T5	0,594	0,543	0,406	0,581	1,000						
T6	0,629	0,622	0,457	0,571	0,706	1,000					
T7	0,417	0,543	0,406	0,531	0,529	0,706	1,000				
T8	0,571	0,657	0,485	0,514	0,600	0,590	0,514	1,000			
T9	0,424	0,515	0,464	0,406	0,455	0,500	0,455	0,576	1,000		
T10	0,486	0,447	0,394	0,471	0,472	0,439	0,432	0,629	0,531	1,000	
T11	0,545	0,543	0,452	0,441	0,486	0,487	0,444	0,697	0,500	0,767	1,000



Şekil 4.2. Tortum populasyonunun OPB04 RAPD primerine karşı oluşturduğu amplifikasyon ürünleri

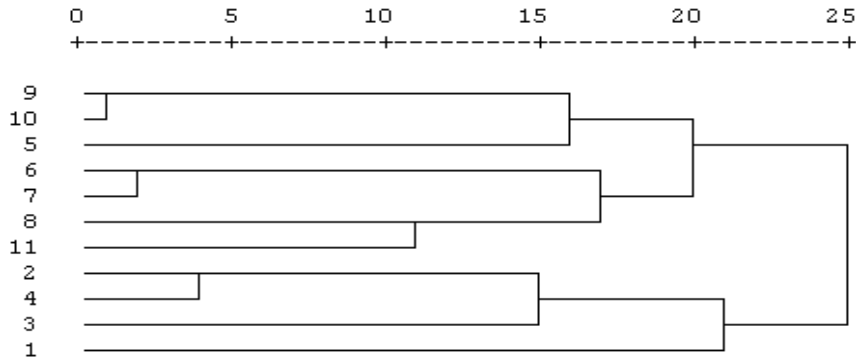


Şekil 4.3. Tortum populasyonunun OPB07 RAPD primerine karşı oluşturduğu amplifikasyon ürünleri

4.1.2. Oltu populasyonunda RAPD profillerine göre elde edilen sonuçlar

Oltu populasyonu için hesaplanan genetik farklılaşma değeri $H=0.1620$, Shannon'un bilgi indeksi ise $I=0.2352$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Jaccard'ın benzerlik indeksi ile oluşturulan dendrogram sonuçlarına göre bireyler iki grupta toplanmıştır (Şekil 4.4). I. Grup kendi arasında iki alt gruba ayrılmıştır. Oltu populasyonunu

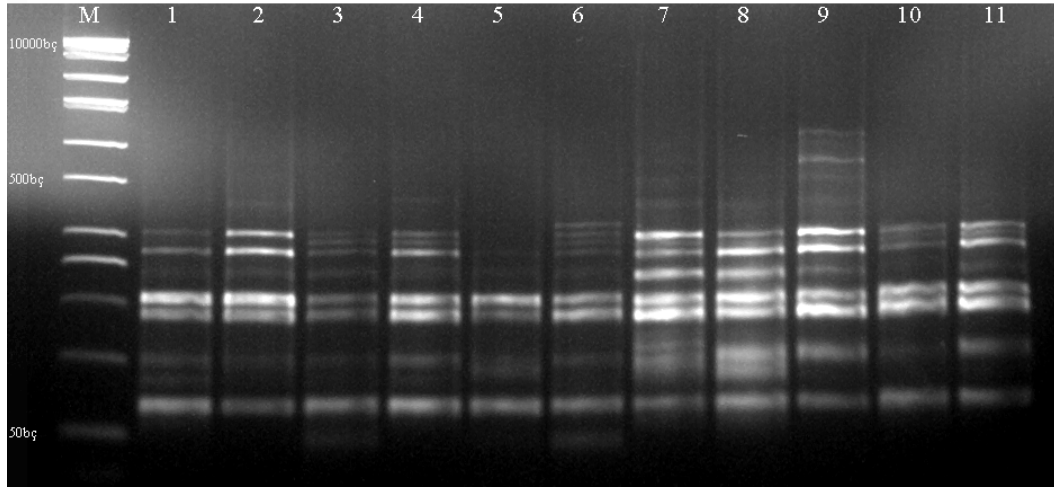
oluşturan bireyler arasındaki genotipik benzerlik indeksi 0.233 ile 0.714 arasında değişmektedir (Çizelge 4.2). Çalışılan RAPD primerleri, populasyon bireyleri arasında molekül büyüklüğü 50 -750 bç arasında değişen toplam 29 bant oluşturmuştur (Şekil 4.5, 4.6). Çalışılan bütün primerlerin polimorfik olduğu gözlenmiş ve polimorfik bant sayısı 29, polimorfizm oranı ise %39.73 olarak tespit edilmiştir.



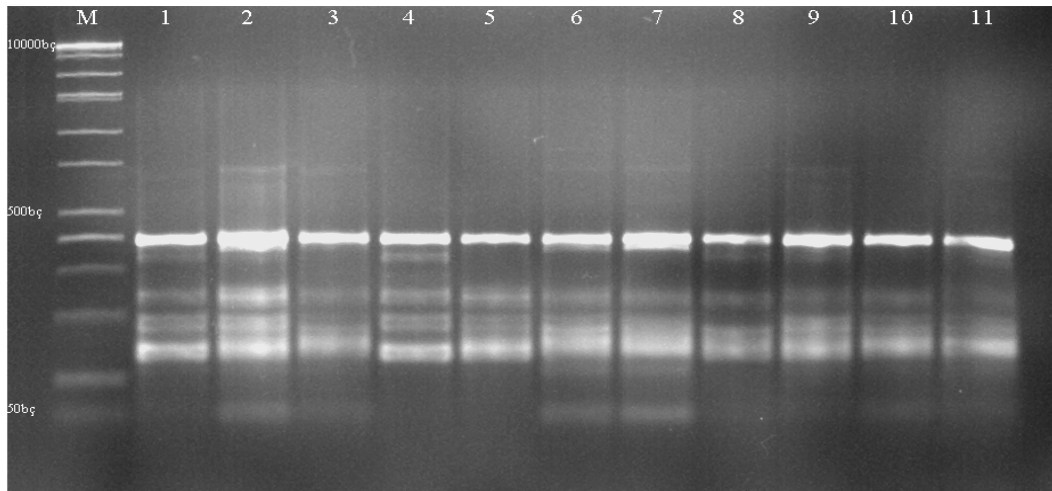
Şekil 4.4. Oltu populasyonunu oluşturan bireyler arasındaki genotipik bağlantı

Çizelge 4.2. Oltu populasyonuna ait bireyler arasındaki genetik benzerlik indeksi

	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11
O1	1,000										
O2	0,500	1,000									
O3	0,412	0,556	1,000								
O4	0,444	0,667	0,500	1,000							
O5	0,273	0,455	0,524	0,478	1,000						
O6	0,318	0,435	0,435	0,458	0,480	1,000					
O7	0,364	0,360	0,360	0,385	0,357	0,696	1,000				
O8	0,364	0,417	0,417	0,440	0,462	0,500	0,600	1,000			
O9	0,233	0,367	0,414	0,433	0,607	0,438	0,469	0,469	1,000		
O10	0,265	0,382	0,343	0,441	0,417	0,486	0,559	0,472	0,714	1,000	
O11	0,400	0,524	0,333	0,478	0,440	0,480	0,462	0,583	0,452	0,545	1,000



Şekil 4.5. Oltu populasyonunun OPB04 RAPD primerine karşı oluşturduğu amplifikasyon ürünleri

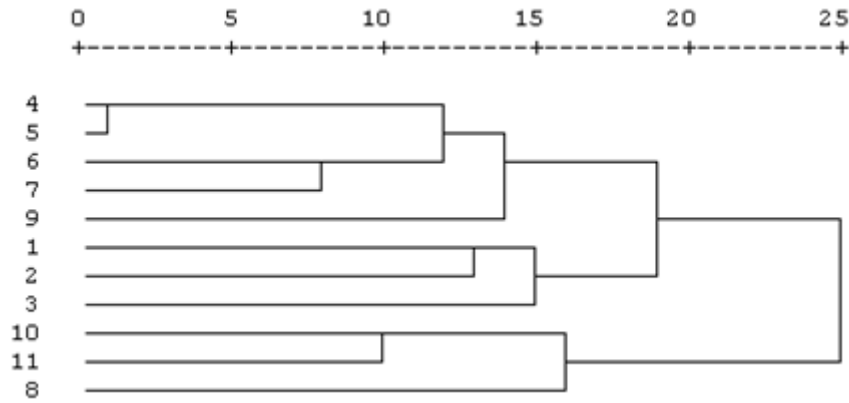


Şekil 4.6. Oltu populasyonunun OPB07 RAPD primerine karşı oluşturduğu amplifikasyon ürünleri

4.1.3. Erzincan populasyonunda RAPD profillerine göre elde edilen sonuçlar

Erzincan populasyonu için hesaplanan genetik farklılaşma değeri $H=0.1844$, Shannon'un bilgi indeksi ise $I=0.2701$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Jaccard'ın benzerlik indeksi ile oluşturulan dendrogram sonuçlarına göre bireyler iki grupta toplanmıştır (Şekil 4.7). I. Grup kendi içinde üç alt gruba ayrılmıştır. Erzincan

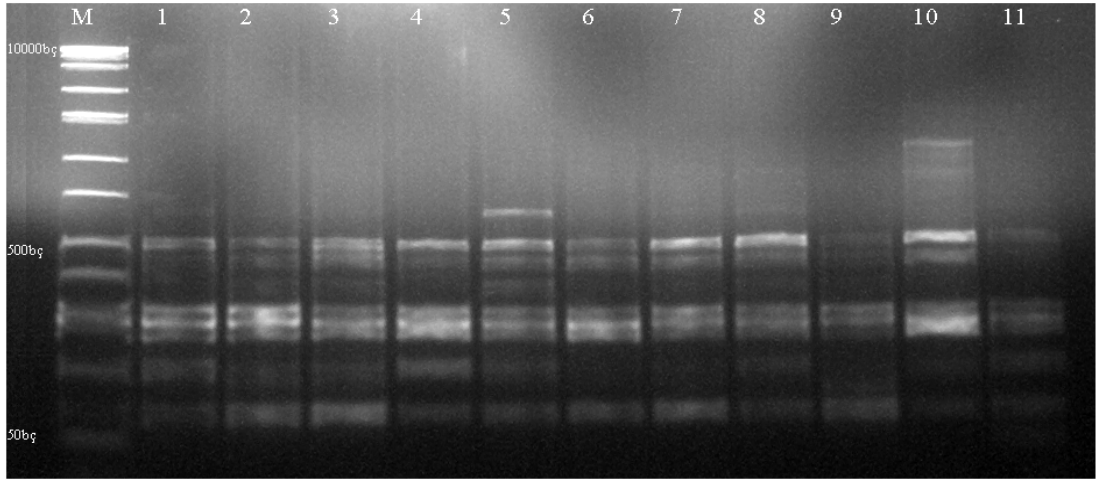
populasyonunu oluşturan bireyler arasındaki genotipik benzerlik indeksi 0.037 ile 0.708 arasında değişmektedir (Çizelge 4.3). Çalışılan RAPD primerleri, populasyon bireyleri arasında molekül büyüklüğü 50 -750 bp arasında değişen toplam 34 bant oluşturmuştur (Şekil 4.8, 4.9). Çalışılan bütün primerlerin polimorfik olduğu gözlenmiş ve polimorfik bant sayısı 34, polimorfizm oranı ise %46.58 olarak tespit edilmiştir.



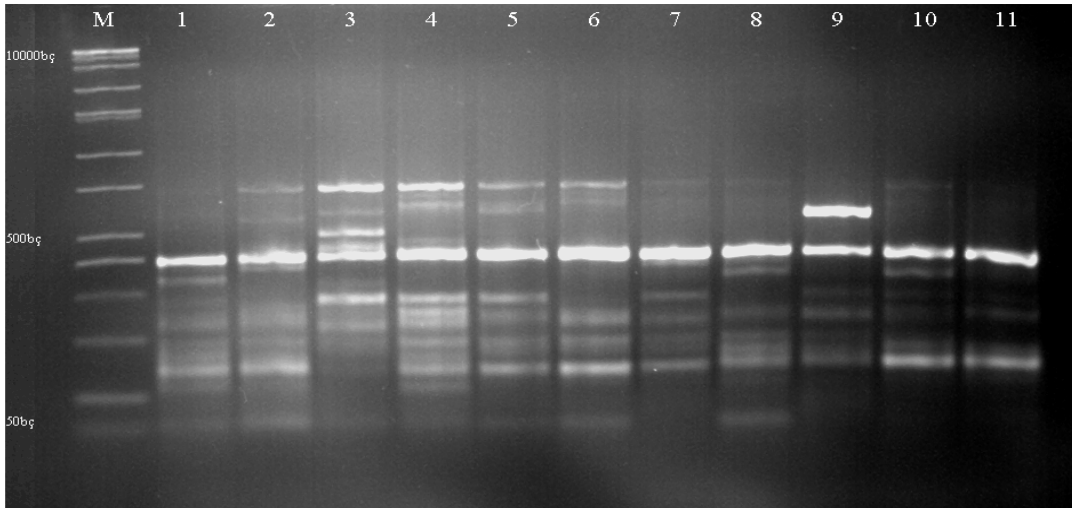
Şekil 4.7. Erzincan populasyonunu oluşturan bireyler arasındaki genotipik bağlantı

Çizelge 4.3. Erzincan populasyonuna ait bireyler arasındaki genetik benzerlik indeksi

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11
E1	1,000										
E2	0,438	1,000									
E3	0,400	0,429	1,000								
E4	0,500	0,333	0,364	1,000							
E5	0,391	0,240	0,318	0,708	1,000						
E6	0,333	0,250	0,269	0,500	0,517	1,000					
E7	0,304	0,318	0,350	0,393	0,462	0,556	1,000				
E8	0,125	0,182	0,200	0,286	0,400	0,345	0,375	1,000			
E9	0,333	0,250	0,320	0,452	0,419	0,500	0,355	0,258	1,000		
E10	0,182	0,136	0,095	0,167	0,172	0,267	0,231	0,381	0,267	1,000	
E11	0,056	0,059	0,067	0,037	0,080	0,148	0,190	0,375	0,107	0,500	1,000



Şekil 4.8. Erzincan populasyonunun OPB04 RAPD primerine karşı oluşturduğu amplifikasyon ürünleri

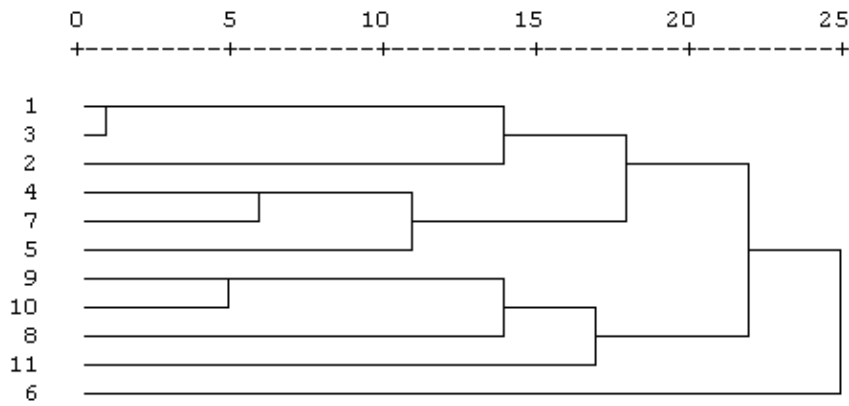


Şekil 4.9. Erzincan populasyonunun OPB07 RAPD primerine karşı oluşturduğu amplifikasyon ürünleri

4.1.4. Kampüs popülasyonunda RAPD profillerine göre elde edilen sonuçlar

Kampüs popülasyonu için hesaplanan genetik farklılaşma değeri $H=0.1887$, Shannon'un bilgi indeksi ise $I=0.2775$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Jaccard'ın benzerlik indeksi ile oluşturulan dendrogram sonuçlarına göre tüm bireyler bir grupta toplanmıştır (Şekil 4.10). Kampüs popülasyonunu oluşturan bireyler arasındaki

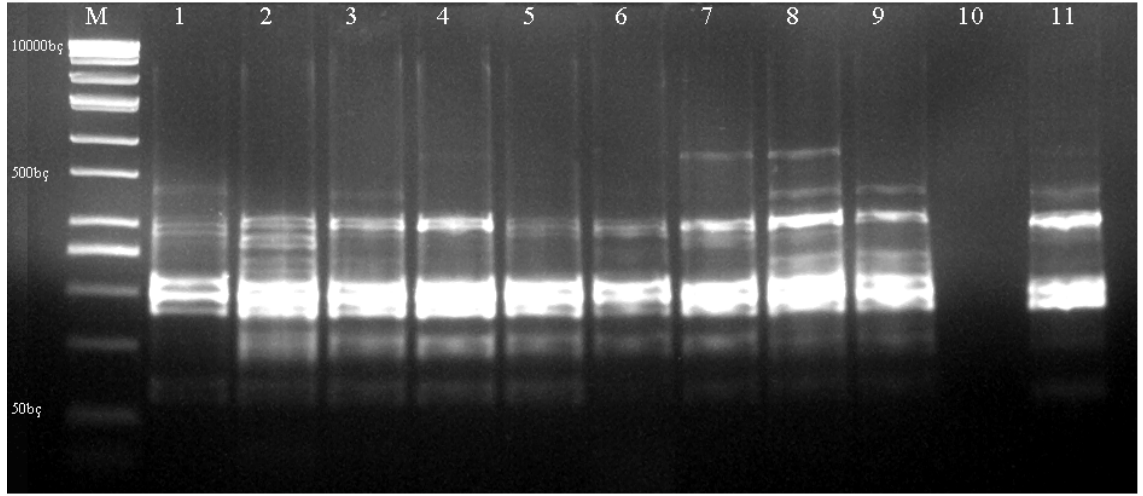
genotipik benzerlik indeksi 0.167 ile 0.706 arasında değişmektedir (Çizelge 4.4). Çalışılan RAPD primerleri, populasyon bireyleri arasında molekül büyüklüğü 50 -750 bç arasında değişen toplam 35 bant oluşturmuştur (Şekil 4.11, 4.12). Çalışılan bütün primerlerin polimorfik olduğu gözlenmiş ve polimorfik bant sayısı 35, polimorfizm oranı ise %47.95 olarak tespit edilmiştir.



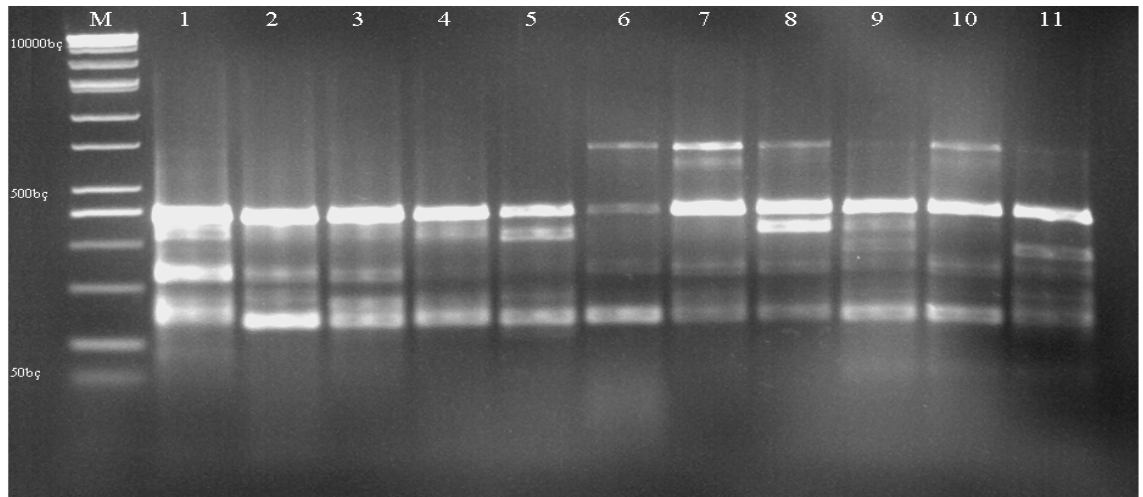
Şekil 4.10. Kampüs populasyonunu oluşturan bireyler arasındaki genotipik bağlantı

Çizelge 4.4. Kampüs populasyonuna ait bireyler arasındaki genetik benzerlik indeksi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
K1	1,000										
K2	0,526	1,000									
K3	0,706	0,455	1,000								
K4	0,474	0,348	0,550	1,000							
K5	0,400	0,240	0,409	0,579	1,000						
K6	0,261	0,231	0,333	0,292	0,240	1,000					
K7	0,455	0,400	0,458	0,619	0,478	0,346	1,000				
K8	0,310	0,414	0,323	0,333	0,333	0,367	0,571	1,000			
K9	0,294	0,424	0,382	0,314	0,314	0,306	0,389	0,436	1,000		
K10	0,345	0,400	0,400	0,281	0,323	0,400	0,406	0,545	0,629	1,000	
K11	0,280	0,346	0,296	0,308	0,259	0,167	0,357	0,333	0,471	0,500	1,000



Şekil 4.11. Kampüs populasyonunun OPB04 RAPD primerine karşı oluşturduğu amplifikasyon ürünleri

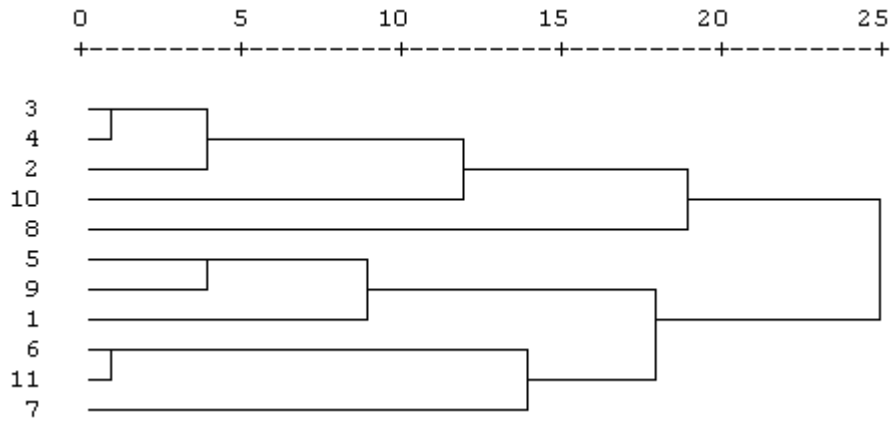


Şekil 4.12. Kampüs populasyonunun OPB07 RAPD primerine karşı oluşturduğu amplifikasyon ürünleri

4.1.5. Malatya populasyonunda RAPD profillerine göre elde edilen sonuçlar

Malatya populasyonu için hesaplanan genetik farklılaşma değeri $H=0.1844$, Shannon'un bilgi indeksi ise $I=0.2701$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Jaccard'ın benzerlik indeksi ile oluşturulan dendrogram sonuçlarına göre tüm bireyler iki grupta toplanmıştır (Şekil 4.13). Her bir grupta kendi içinde gruplara ayrılmıştır. Malatya populasyonunu

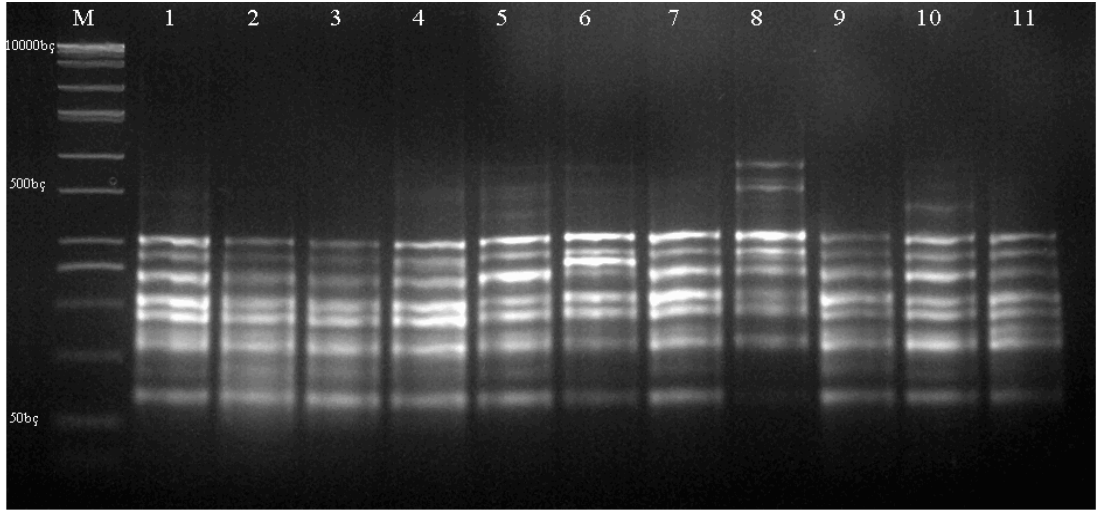
oluşturan bireyler arasındaki genotipik benzerlik indeksi 0.100 ile 0.562 arasında değişmektedir (Çizelge 4.5). Çalışılan RAPD primerleri, popülasyon bireyleri arasında molekül büyüklüğü 50 -500 bç arasında değişen toplam 32 bant oluşturmuştur (Şekil 4.14, 4.15). Çalışılan bütün primerlerin polimorfik olduğu gözlenmiş ve polimorfik bant sayısı 32, polimorfizm oranı ise %43.84 olarak tespit edilmiştir.



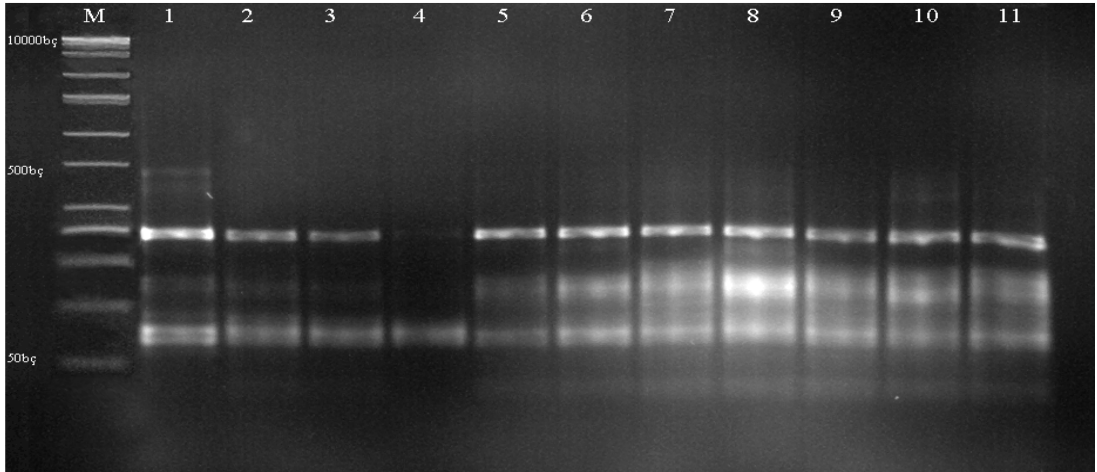
Şekil 4.13. Malatya popülasyonunu oluşturan bireyler arasındaki genotipik bağlantı

Çizelge 4.5. Malatya popülasyonuna ait bireyler arasındaki genetik benzerlik indeksi

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
M1	1,000										
M2	0,226	1,000									
M3	0,394	0,481	1,000								
M4	0,371	0,556	0,562	1,000							
M5	0,464	0,250	0,265	0,324	1,000						
M6	0,464	0,167	0,344	0,364	0,462	1,000					
M7	0,345	0,222	0,414	0,265	0,286	0,440	1,000				
M8	0,286	0,304	0,462	0,481	0,179	0,269	0,240	1,000			
M9	0,464	0,296	0,344	0,406	0,520	0,357	0,286	0,269	1,000		
M10	0,200	0,500	0,462	0,333	0,138	0,222	0,348	0,167	0,100	1,000	
M11	0,452	0,345	0,382	0,441	0,312	0,556	0,379	0,194	0,400	0,321	1,000



Şekil. 4.14. Malatya populasyonunun OPB04 RAPD primerine karşı oluşturduğu amplifikasyon ürünleri

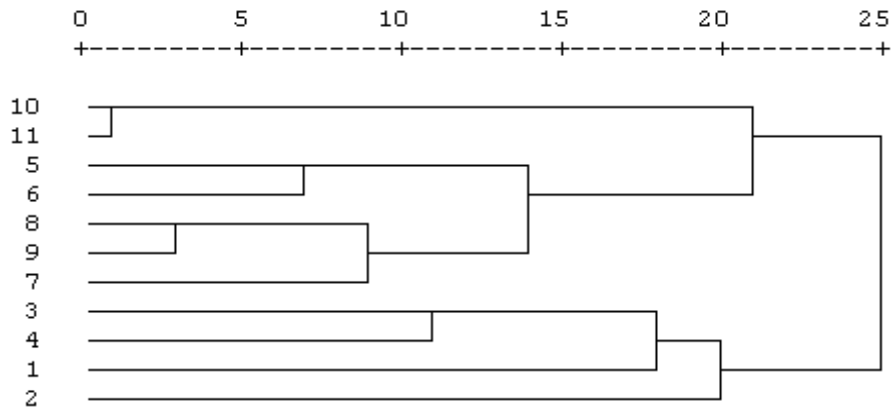


Şekil 4.15. Malatya populasyonunun OPB07 RAPD primerine karşı oluşturduğu amplifikasyon ürünleri

4.1.6. Aşkale popülasyonunda RAPD profillerine göre elde edilen sonuçlar

Aşkale popülasyonu için hesaplanan genetik farklılaşma değeri $H=0.1543$, Shannon'un bilgi indeksi ise $I=0.2278$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Jaccard'ın benzerlik indeksi ile oluşturulan dendrogram sonuçlarına göre bireyler iki grupta toplanmıştır (Şekil 4.16). Aşkale popülasyonunu oluşturan bireyler arasındaki genotipik benzerlik

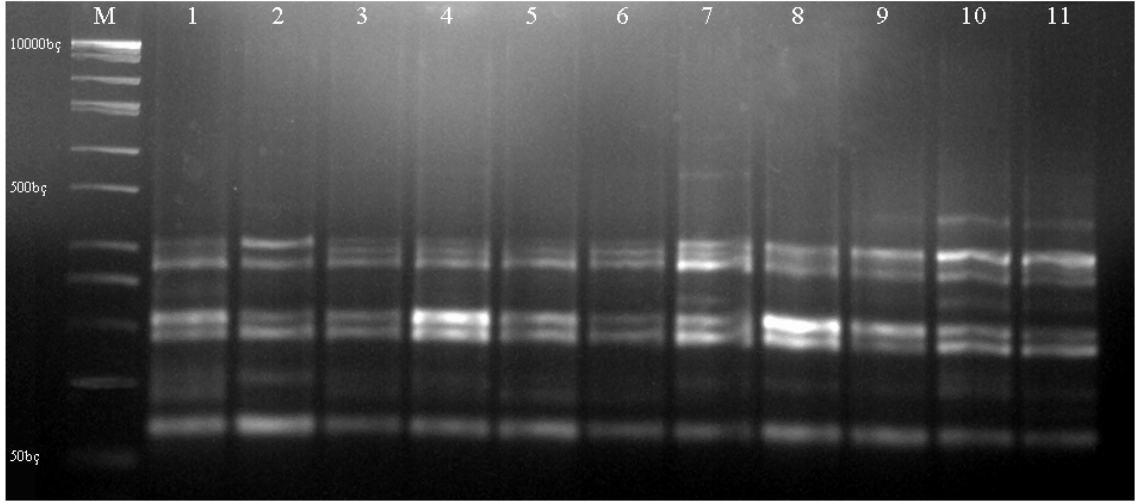
indeksi 0.217 ile 0.722 arasında değişmektedir (Çizelge 4.6). Çalışılan RAPD primerleri, populasyon bireyleri arasında molekül büyüklüğü 50 -500 bç arasında değişen toplam 29 bant oluşturmuştur (Şekil 4.17, 4.18). Çalışılan bütün primerlerin polimorfik olduğu gözlenmiş ve polimorfik bant sayısı 29, polimorfizm oranı ise %39.73 olarak tespit edilmiştir.



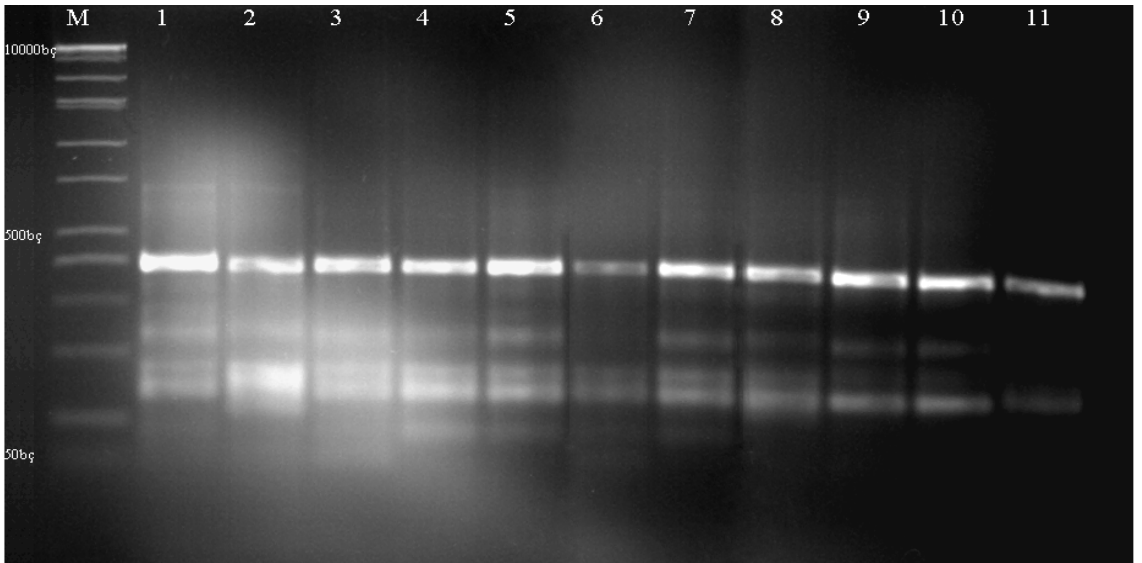
Şekil 4.16. Aşkale populasyonunu oluşturan bireyler arasındaki genotipik bağlantı

Çizelge 4.6. Aşkale populasyonuna ait bireyler arasındaki genetik benzerlik indeksi

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
A1	1,000										
A2	0,450	1,000									
A3	0,471	0,444	1,000								
A4	0,500	0,476	0,588	1,000							
A5	0,455	0,269	0,381	0,545	1,000						
A6	0,370	0,226	0,417	0,500	0,640	1,000					
A7	0,217	0,318	0,471	0,500	0,524	0,542	1,000				
A8	0,393	0,429	0,385	0,464	0,536	0,600	0,560	1,000			
A9	0,375	0,308	0,429	0,458	0,480	0,615	0,650	0,692	1,000		
A10	0,381	0,364	0,444	0,409	0,375	0,462	0,450	0,538	0,619	1,000	
A11	0,250	0,409	0,421	0,333	0,308	0,345	0,429	0,519	0,458	0,722	1,000



Şekil 4.17. Aşkale populasyonunun OPB04 RAPD primerine karşı oluşturduğu amplifikasyon ürünleri



Şekil 4.18. Aşkale populasyonunun OPB07 RAPD primerine karşı oluşturduğu amplifikasyon ürünleri

Nei (1972)'ye göre hesaplanan genetik mesafe değerleri 0.2184 (Kampüs-Aşkale) ile 0.3809 (Malatya-Oltu) arasındadır. Böylece genetik olarak en uzak populasyonların Malatya ve Oltu, birbirine en yakın populasyonların ise Kampüs ve Aşkale populasyonları olduğu görülmektedir (Çizelge 4.7). Genetik benzerlik verileri genetik mesafe değerleri ile tamamen uyumlu çıkmıştır. Beklendiği gibi Malatya ve Oltu

populasyonları en az benzerlik gösteren populasyonlarken (0.6833), Kampüs ve Aşkale populasyonları ise genetik benzerlik değerleri bakımından birbirine en yakın populasyonlardır (0.8038). Genetik mesafe değerleri ile oluşturulan dendrogramda 3 kümelenme gözlenmiştir (Şekil 4.19). Her bir grupta iki populasyon yer almıştır. Tortum ve Oltu populasyonları, Aşkale ve Kampüs populasyonları, Malatya ve Erzincan populasyonları bir grupta yer almıştır. Populasyonlar için ortalama polimorfik lokus yüzdesi %45.89, gözlenen allel sayısı 1.4589, ortalama etkili allel sayısı 1.3091 belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Populasyonlar arasındaki gen akışı değeri (Nm) 0.5287, genetik farklılaşma değeri (Gst) 0.321 olarak hesaplanmıştır ($Nm=0.25x(1-GST)/GST$). Jaccard'a göre *Lepidium draba*'nın tüm bireyleri arasında yapılan benzerlik indeksine göre bireyler 6 grupta toplanmıştır (Şekil 4.20).

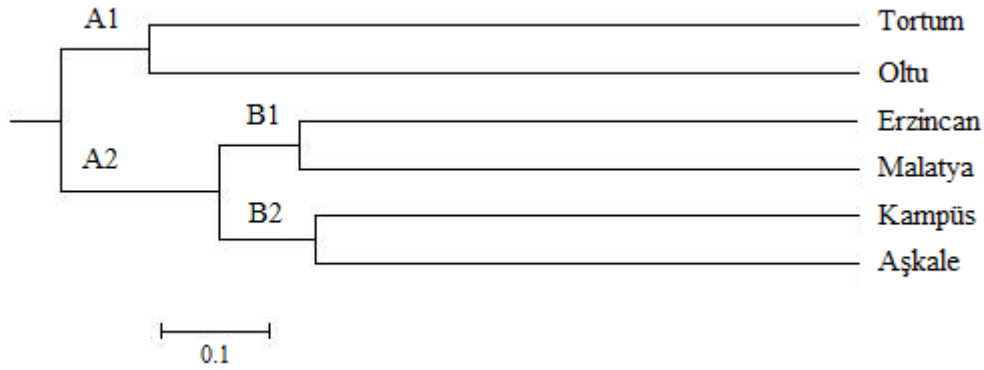
Çizelge 4.7. Genetik mesafe ve genetik benzerlik hesaplamaları (Nei 1972)

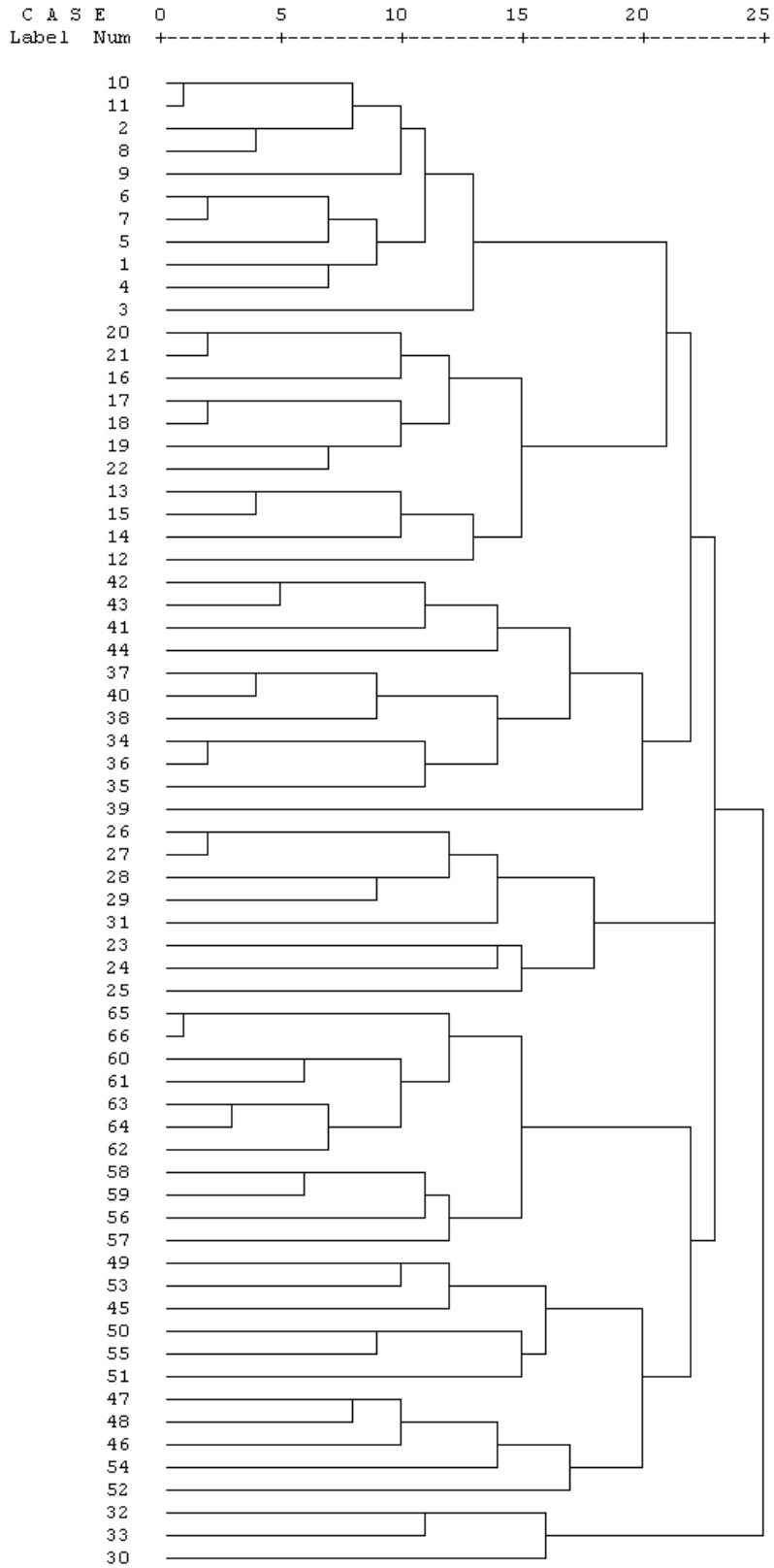
Populasyon	Tortum	Oltu	Erzincan	Kampüs	Malatya	Aşkale
Tortum	****	0.7585	0.7046	0.7294	0.7130	0.7535
Oltu	0.2764	****	0.7323	0.7588	0.6833	0.7947
Erzincan	0.3501	0.3115	****	0.7678	0.7993	0.7979
Kampüs	0.3155	0.2760	0.2642	****	0.7546	0.8038
Malatya	0.3383	0.3809	0.2240	0.2816	****	0.7817
Aşkale	0.2830	0.2298	0.2232	0.2184	0.2461	****

Çizelge 4.8. Tüm lokuslar için genetik varyasyon analizleri (Nei 1987)

Populasyon	Örnek Sayısı	Na	Ne	H	I	P	%P
Tortum	11	1.5753	1.3522	0.2062	0.3082	42	57.53
Oltu	11	1.3973	1.2922	0.1620	0.2352	29	39.73
Erzincan	11	1.4658	1.3266	0.1844	0.2701	34	46.58
Kampüs	11	1.4795	1.3271	0.1887	0.2775	35	47.95
Malatya	11	1.4384	1.2926	0.1670	0.2465	32	43.84
Aşkale	11	1.3973	1.2639	0.1543	0.2278	29	39.73
Ortalama	11	1.4589	1.3091	0.1771	0.2608	33.5	45.89

Yapılan AMOVA analiz sonuçlarına göre populasyon içindeki varyasyon %58.66, populasyonlar arasındaki varyasyon %30.68 ve bölgeler arasındaki varyasyon %10.66 olarak belirlenmiştir.

**Şekil 4.19.** Nei (1972)'ye göre *Lepidium draba* populasyonları arasındaki genotipik bağlantı

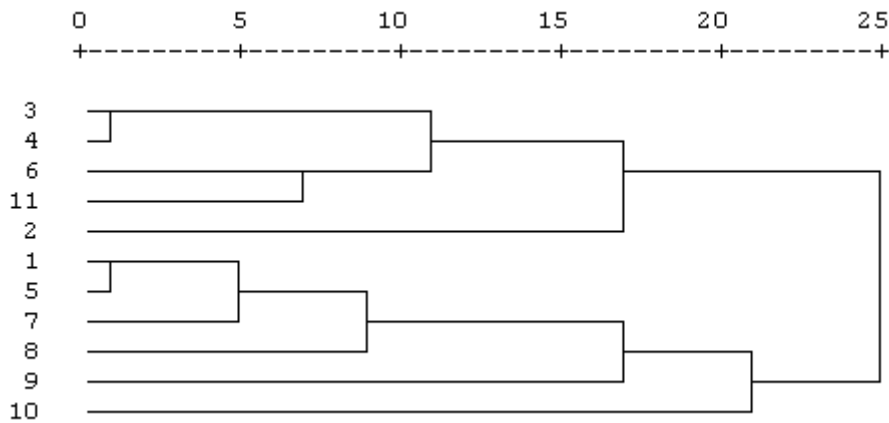


Şekil 4.20. Jaccard (1908)'a göre *Lepidium draba* bireyleri arasındaki genotipik bağlantı

4.2. FAMES Profillerine Göre Elde Edilen Sonuçlar

4.2.1. Tortum populasyonunda FAMES profillerine göre elde edilen sonuçlar

Tortum populasyonunun % olarak yağ asidi içeriği çizelge 4.9 da verilmiştir. Çizelgeye göre populasyonun 19 çeşit yağ asidi içerdiği ve yağ asidi oranlarının %0.14 (25:0 3OH) ile %69.84 (18:1 w8c/18:3 w3c) arasında değiştiği görülmektedir. Bireylerin tamamı 18:1 w8c/18:3 w3c, 16:0, 16:1 Cis 7 DMA (w9), 18:2 w6c yağ asitlerini içermektedir. 24:1 w9c Nervonic, 16:1 Cis Alkol w7 yağ asitleri sadece 10 numaralı bireyde görülmektedir. C22 Primary Alkol yalnızca 7 ve 9 numaralı bireylerde yoktur. 16:1 w9c ise 2,3 ve 4 nolu bireylerde oldukça yüksek oranda mevcut olup (%10.68-%15.77) diğer bireylerde bulunmamaktadır. ISO 17:1 G yalnızca 2 numaralı bireyde çok az bir miktarda (%1.48) belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda bireyler iki gruba ayrılmıştır (Şekil 4.21). Tortum populasyonunu oluşturan bireyler arasındaki biyokimyasal benzerlik indeksi 0,267 ile 0,857 arasında değişmektedir (Çizelge 4.10).



Şekil 4.21. Tortum populasyonunu oluşturan bireyler arasındaki biyokimyasal bağlantı

Çizelge 4.9. Tortum popülasyonunun yağ asidi içeriği

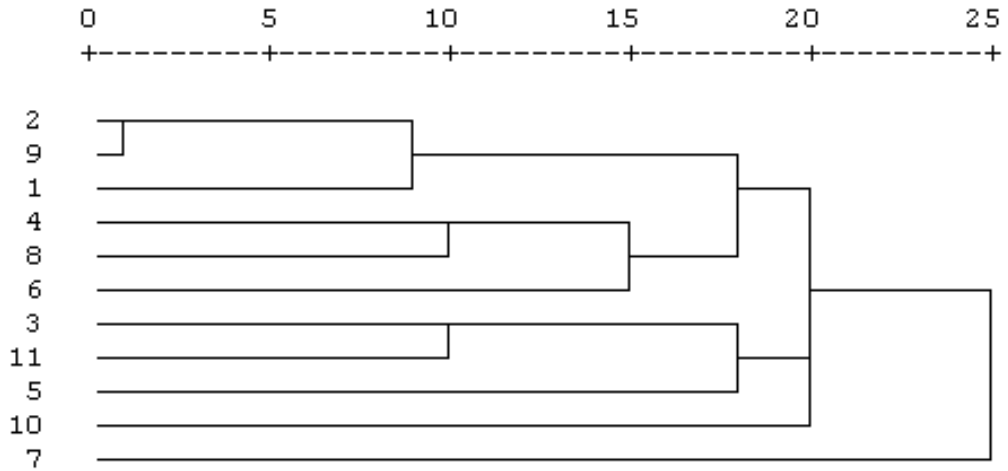
Yağ Asitleri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
18:1 w8c/18:3 w3c	51.70	57.81	54.65	59.94	54.16	69.84	52.89	50.96	64.27	65.34	62.72
24:1 w9c Nervonic	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.49	--
16:1 Cis Alkol w7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.48	--
16:0	11.75	13.28	10.95	11.11	10.65	12.70	11.50	8.97	10.33	15.02	11.51
16:1 Cis 7 DMA (w9)	0.61	0.76	2.19	1.50	1.45	1.10	0.44	1.35	0.89	0.84	2.32
18:0	0.66	--	--	--	0.77	--	0.52	--	--	0.78	--
C22 Primary Alkol	1.83	1.05	3.78	4.10	1.93	3.48	--	3.42	--	3.04	7.37
C25 N Alkol	--	0.89	--	--	--	0.08	0.18	--	--	--	--
18:1 w9t Alkol	0.96	1.67	--	1.18	1.40	1.20	1.04	0.91	1.26	1.58	1.25
18:2 w6c	9.59	11.25	12.66	10.69	12.55	10.55	9.84	6.60	9.97	10.06	11.65
16:1 w8c	9.13	--	--	--	10.46	--	8.73	9.34	--	--	--
21:1 w6c	10.99	--	--	--	--	--	10.34	16.26	9.96	--	--
21:0	0.76	--	--	--	1.44	--	0.96	0.96	1.16	--	--
16:1 w9c	--	10.68	15.77	11.49	--	--	--	--	--	--	--
21:0 ISO	--	--	--	--	1.45	--	1.68	--	1.29	1.19	--
ISO 17:1 G	--	1.48	--	--	--	--	--	--	--	--	--
18:0 2OH	0.86	--	--	--	0.98	--	0.55	--	0.56	--	--
19:1 w8t	1.17	--	--	--	1.24	--	1.05	1.23	--	0.75	2.76
25:0 3OH	--	0.14	--	--	--	--	--	--	0.28	--	--

Çizelge 4.10. Tortum popülasyonuna ait bireyler arasındaki biyokimyasal benzerlik indeksi

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
T1	1,000										
T2	0,353	1,000									
T3	0,385	0,545	1,000								
T4	0,462	0,636	0,857	1,000							
T5	0,846	0,353	0,385	0,462	1,000						
T6	0,462	0,636	0,625	0,750	0,462	1,000					
T7	0,786	0,333	0,267	0,333	0,786	0,429	1,000				
T8	0,833	0,400	0,455	0,545	0,692	0,545	0,643	1,000			
T9	0,571	0,400	0,333	0,417	0,571	0,417	0,643	0,538	1,000		
T10	0,533	0,467	0,417	0,500	0,643	0,500	0,500	0,500	0,400	1,000	
T11	0,583	0,500	0,625	0,750	0,583	0,750	0,429	0,700	0,417	0,636	1,000

4.2.2. Oltu popülasyonunda FAMES profillerine göre elde edilen sonuçlar

Oltu popülasyonunun % olarak yağ asidi içeriği çizelge 4.11 de verilmiştir. Çizelgeye göre popülasyonun 20 çeşit yağ asidi içerdiği ve yağ asidi oranlarının %0.11 (25:0) ile %70.14 (18:1 w8c/18:3 w3c) arasında değiştiği görülmektedir. Bireylerin tamamı 18:1 w8c/18:3 w3c, 16:0, 16:1 Cis 7 DMA (w9) yağ asitlerini içermektedir. 18:1 w9t Alkol sadece 1 nolu bireyde, 18:2 w6c ise sadece 7 nolu bireyde belirlenmemiştir. 25:0 ve 26:0 3OH sırasıyla yalnızca 5 ve 10 nolu bireylerde çok az miktarda tespit edilmiştir. 16:1 w8c sadece 6 nolu bireyde %10.61 oranında belirlenmiştir. Tortum popülasyonunda olduğu gibi, 18:1 w8c/18:3 w3c ve 16:0 yağ asitleri bütün bireylerde en yüksek orandadır. İstatistiksel analiz sonucuna göre bireyler tek bir grup altında toplanmıştır. Oltu popülasyonunu oluşturan bireyler arasındaki biyokimyasal benzerlik indeksi 0,214 ile 0,990 arasında değişmektedir (Çizelge 4.12).



Şekil 4.22. Oltu popülasyonunu oluşturan bireyler arasındaki biyokimyasal bağlantı

Çizelge 4.11. Oltu populasyonunun yağ asidi içeriği

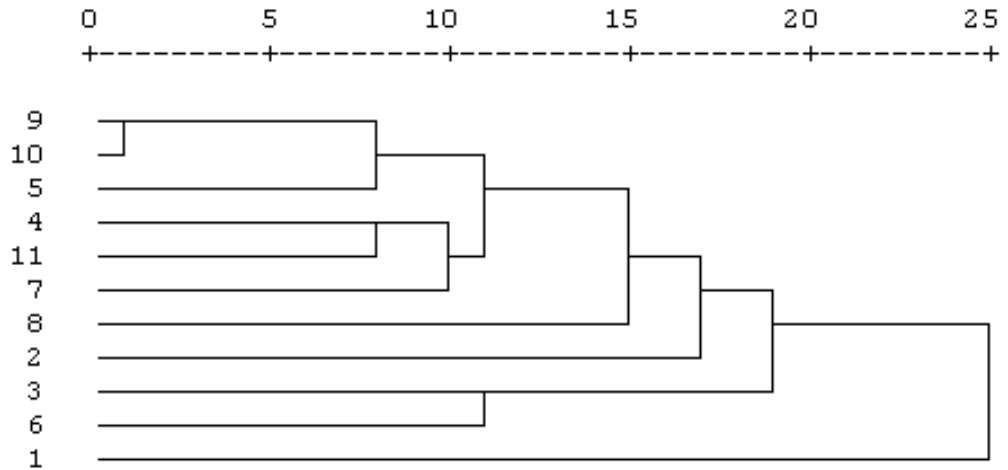
Yağ Asitleri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
18:1 w8c/18:3 w3c	56.59	62.76	54.93	70.14	65.52	51.58	51.32	56.16	62.89	67.34	47.99
14:0	--	--	--	--	0.47	--	1.31	--	--	--	--
16:1 Cis Alkol w7	0.61	0.77	--	--	0.86	--	--	--	0.76	--	--
16:0	12.93	11.61	11.99	13.17	13.69	11.80	10.80	10.12	15.74	13.18	10.25
16:1 Cis 7 DMA (w9)	1.41	1.44	2.54	2.08	1.44	1.37	1.76	2.19	2.11	3.69	3.24
26:0 3OH	--	--	--	--	--	--	--	--	--	3.76	--
18:0	1.00	--	--	--	0.91	0.87	--	--	--	--	1.09
C22 Primary Alkol	1.01	6.00	4.91	4.43	3.79	4.45	--	5.36	4.16	--	9.76
C25 N Alkol	--	--	0.45	--	0.50	0.81	--	--	--	0.63	0.69
18:1 w9t Alkol	--	2.68	2.55	2.53	2.76	2.04	2.11	1.91	2.83	2.82	2.05
18:2 w6c	7.25	8.26	7.39	7.64	8.44	7.95	--	6.67	7.55	8.03	5.42
16:1 w8c	--	--	--	--	--	10.61	--	--	--	--	--
21:1 w6c	--	--	--	--	--	7.32	16.32	16.31	--	--	--
21:0	--	--	--	--	--	1.11	1.90	1.28	--	--	1.55
16:1 w9c	--	--	12.74	--	--	--	12.53	--	--	--	13.35
18:1 w5c	6.54	6.47	--	--	--	--	--	--	3.44	--	--
ISO 17:1 G	--	--	2.50	--	--	--	1.94	--	--	--	2.34
18:0 2OH	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.80
25:0	--	--	--	--	0.11	--	--	--	--	--	--
28:0	--	--	--	--	0.91	--	--	--	--	--	1.14

Çizelge 4.12. Oltu populasyonuna ait bireyler arasındaki biyokimyasal benzerlik indeksi

	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11
O1	1,000										
O2	0,778	1,000									
O3	0,417	0,545	1,000								
O4	0,556	0,750	0,667	1,000							
O5	0,538	0,538	0,500	0,500	1,000						
O6	0,462	0,462	0,538	0,545	0,533	1,000					
O7	0,214	0,308	0,500	0,364	0,312	0,429	1,000				
O8	0,455	0,600	0,545	0,750	0,429	0,727	0,545	1,000			
O9	0,778	0,990	0,545	0,750	0,538	0,462	0,308	0,600	1,000		
O10	0,364	0,500	0,600	0,625	0,462	0,500	0,333	0,500	0,500	1,000	
O11	0,429	0,429	0,750	0,500	0,600	0,533	0,400	0,429	0,429	0,462	1,000

4.2.3. Erzincan populasyonunda FAMES profillerine göre elde edilen sonuçlar

Erzincan populasyonunun % olarak yağ asidi içeriği çizelge 4.13 de verilmiştir. Çizelgeye göre populasyonun 22 çeşit yağ asidi içerdiği ve yağ asidi oranlarının %0.13 (C25 N Alkol) ile %70.90 (18:1 w8c/18:3 w3c) arasında değiştiği görülmektedir. Bireylerin tamamı 18:1 w8c/18:3 w3c, 16:0, 16:1 Cis 7 DMA (w9) ve 18:2 w6c yağ asitlerini içermektedir. 16:1 Cis Alkol w7 ve C22 Primary Alkol sırasıyla 1 ve 2 nolu bireyler hariç bütün bireylerde bulunmaktadır. 16:1 w8c ve 21:1 w6c yalnızca 1 nolu bireyde, 28:0 ve 19:0 3OH ise sırasıyla yalnızca 8 ve 2 nolu bireylerde tespit edilmiştir. Tortum ve oltu populasyonlarından farklı olarak 14:0 yağ asidi 1 ve 11 nolu birey hariç bütün bireylerde belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre tüm bireyler bir grupta toplanmıştır (Şekil 4.23). Erzincan populasyonunu oluşturan bireyler arasındaki biyokimyasal benzerlik indeksi 0,400 ile 0,889 arasında değişmektedir (Çizelge 4.14).



Şekil 4.23. Erzincan populasyonunu oluşturan bireyler arasındaki biyokimyasal bağlantı

Çizelge 4.13. Erzincan popülasyonunun yağ asidi içeriği

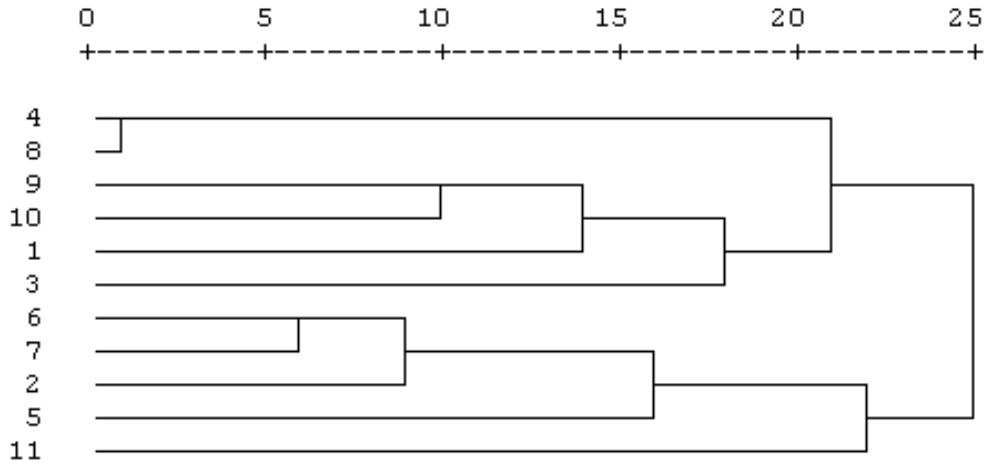
Yağ Asitleri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
18:1 w8c/18:3 w3c	53.28	57.87	59.33	65.68	64.19	59.94	64.87	68.32	70.90	68.83	64.18
14:0	--	0.88	0.69	0.18	0.83	1.26	0.45	0.63	1.02	0.25	--
16:1 Cis Alkol w7	--	0.57	0.55	0.60	0.65	0.54	0.69	0.58	0.68	0.68	0.64
16:0	10.85	13.62	12.69	14.86	16.00	16.56	15.10	14.46	12.79	12.40	16.28
16:1 Cis 7 DMA (w9)	2.62	1.43	1.16	1.07	1.75	1.31	1.20	1.41	2.08	2.11	1.75
28:0	--	--	--	--	--	--	--	0.55	--	--	--
18:0	0.90	0.88	--	0.78	--	0.92	0.97	0.71	1.00	0.93	1.00
C22 Primary Alkol	3.66	--	4.09	2.82	1.47	2.11	1.39	2.37	6.41	6.82	4.11
C25 N Alkol	--	4.07	--	0.77	--	--	0.84	--	--	--	0.13
18:1 w9t Alkol	1.88	2.11	1.89	1.98	2.44	1.99	2.38	--	--	2.26	2.53
18:2 w6c	5.40	7.64	4.36	8.08	9.85	6.35	9.15	6.19	5.12	5.07	9.04
16:1 w8c	13.77	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
21:1 w6c	5.33	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
21:0	0.73	--	1.16	--	--	1.59	0.65	--	--	--	--
16:1 w9c	--	--	8.38	--	--	--	--	--	--	--	--
18:1 w5c	--	7.03	1.68	2.02	2.44	2.43	--	2.33	--	--	--
21:0 ISO	1.09	--	--	--	--	1.41	--	0.82	--	--	--
18:0 2OH	0.48	0.65	0.99	--	--	1.57	--	--	--	--	--
19:0 3 OH	--	1.86	--	--	--	--	--	--	--	--	--
ISO 17:1 G	--	--	1.65	--	--	--	1.99	--	--	--	--
19:1 w8t	--	--	0.98	--	--	1.56	--	--	--	--	--
24:1 w9c Nervonic	--	--	0.40	0.42	--	0.47	--	--	--	--	0.35

Çizelge 4.14. Erzincan popülasyonuna ait bireyler arasındaki biyokimyasal benzerlik indeksi

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11
E1	1,000										
E2	0,412	1,000									
E3	0,421	0,500	1,000								
E4	0,412	0,714	0,588	1,000							
E5	0,400	0,615	0,600	0,750	1,000						
E6	0,529	0,529	0,706	0,733	0,643	1,000					
E7	0,500	0,600	0,588	0,714	0,615	0,625	1,000				
E8	0,438	0,533	0,444	0,643	0,667	0,667	0,533	1,000			
E9	0,429	0,538	0,438	0,667	0,700	0,571	0,667	0,727	1,000		
E10	0,500	0,615	0,500	0,750	0,800	0,643	0,750	0,667	0,889	1,000	
E11	0,500	0,615	0,412	0,750	0,636	0,533	0,750	0,538	0,700	0,800	1,000

4.2.5. Kampüs popülasyonunda FAMEs profillerine göre elde edilen sonuçlar

Kampüs popülasyonunun % olarak yağ asidi içeriği çizelge 4.15 de verilmiştir. Çizelgeye göre popülasyonun 20 çeşit yağ asidi içerdiği ve yağ asidi oranlarının %0.53 (C25 N Alkol) ile %62.33 (18:1 w8c/18:3 w3c) arasında değiştiği görülmektedir. Bireylerin tamamı 18:1 w8c/18:3 w3c ve 16:0 yağ asitlerini bulundurmaktadır. C22 Primary Alkol özellikle 1 ve 3 nolu bireylerde oldukça yüksek oranda bulunmaktadır. Yine diğer popülasyonlardan farklı olarak 21:1 w6c yağ asidi 5,6,7 ve 11 numaralı bireylerde oldukça yüksek oranda tespit edilmiştir. 16:1 w8c, 26:0 3OH ve 28:0 yağ asitleri sırasıyla sadece 11, 9 ve 1 nolu bireylerde belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre bireyler iki grupta toplanmıştır. 21:1 w6c ve 16:1 w9c yağ asitlerini yüksek oranda ihtiva eden 5,6,7 ve 11 nolu bireyler bir grupta yer alırken bu yağ asitlerini bulundurmayan bireyler diğer grupta toplanmıştır (Şekil 4.24). Kampüs popülasyonunu oluşturan bireyler arasındaki biyokimyasal benzerlik indeksi 0,143 ile 0,990 arasında değişmektedir (Çizelge 4.16).



Şekil 4.24. Kampüs popülasyonunu oluşturan bireyler arasındaki biyokimyasal bağlantı

Çizelge 4.15. Kampüs popülasyonunun yağ asidi içeriği

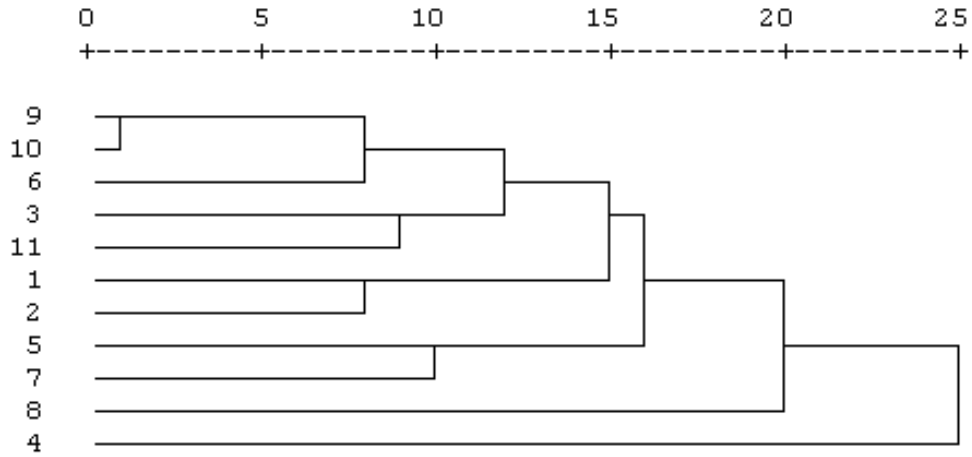
Yağ Asitleri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
18:1 w8c/18:3 w3c	44.18	53.49	49.66	53.02	37.25	37.41	34.67	50.08	54.38	62.33	42.34
14:0	--	1.82	--	1.83	1.12	0.94	0.86	1.07	--	2.70	--
16:1 Cis Alkol w7	--	--	--	1.40	--	--	--	0.94	--	--	--
16:0	8.64	13.22	10.95	14.87	8.70	8.47	7.93	11.52	11.04	13.19	9.96
16:1 Cis 7 DMA (w9)	1.67	1.25	--	2.51	1.89	1.45	1.53	3.38	2.53	1.69	1.21
18:0	--	1.08	--	1.56	--	0.89	0.89	1.23	--	--	--
C22 Primary Alkol	33.34	8.24	25.52	8.42	--	--	7.68	17.55	14.28	7.47	8.99
C25 N Alkol	--	--	8.07	--	--	--	0.81	--	0.90	0.66	0.53
18:1 w9t Alkol	1.75	2.09	--	4.32	2.17	1.52	1.53	3.43	2.95	3.24	2.57
18:2 w6c	5.10	9.75	5.81	10.46	--	7.09	6.52	6.82	6.91	8.72	--
16:1 w8c	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	12.28
21:1 w6c	--	--	--	--	27.92	25.44	21.61	--	--	--	19.24
21:0	--	2.95	--	--	1.75	1.36	1.80	--	--	--	1.62
16:1 w9c	--	--	--	--	15.03	10.77	9.97	--	--	--	--
26:0 3OH	--	--	--	--	--	--	--	--	3.41	--	--
ISO 17:1 G	--	1.63	--	--	1.80	1.42	1.47	--	--	--	--
18:0 2OH	--	2.51	--	--	1.77	1.32	1.11	--	--	--	1.26
28:0	2.74	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
19:1 w8t	--	1.39	--	--	--	1.06	0.95	--	--	--	--
12:0	--	--	--	0.95	0.60	--	--	0.77	--	--	--

Çizelge 4.16. Kampüs popülasyonuna ait bireyler arasındaki biyokimyasal benzerlik indeksi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
K1	1,000										
K2	0,462	1,000									
K3	0,500	0,308	1,000								
K4	0,545	0,571	0,364	1,000							
K5	0,286	0,533	0,143	0,400	1,000						
K6	0,333	0,786	0,200	0,438	0,714	1,000					
K7	0,375	0,800	0,333	0,471	0,625	0,867	1,000				
K8	0,545	0,571	0,364	0,990	0,400	0,438	0,471	1,000			
K9	0,667	0,429	0,625	0,500	0,267	0,312	0,438	0,500	1,000		
K10	0,667	0,538	0,625	0,636	0,357	0,400	0,533	0,636	0,778	1,000	
K11	0,417	0,467	0,364	0,333	0,500	0,438	0,562	0,333	0,500	0,500	1,000

4.2.4. Malatya popülasyonunda FAMEs profillerine göre elde edilen sonuçlar

Malatya popülasyonunun % olarak yağ asidi içeriği çizelge 4.17 de verilmiştir. Çizelgeye göre popülasyonun 18 çeşit yağ asidi içerdiği ve yağ asidi oranlarının %0.43 (16:1 Cis Alkol w7) ile %71.54 (18:1 w8c/18:3 w3c) arasında değiştiği görülmektedir. Bireylerin tamamı 18:1 w8c/18:3 w3c ve 16:0 yağ asitlerini taşımaktadırlar. Daha önceki popülasyonların aksine 16:1 Cis 7 DMA (w9) yağ asidini taşıyan birey sayısı son derece azdır. ISO 17:1 G ve 18:0 2OH sadece 8 nolu bireyde bulunmaktadır. 18:2 w6c sadece 1 nolu bireyde ve nispeten yüksek oranda (%10.04) belirlenmiştir. C22 Primary Alkol'ün oranı diğer popülasyonlardaki bireylere göre daha yüksektir. 16:1 w9c 4 bireyde oldukça yüksek oranda belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre tüm bireyler bir grupta toplanmıştır (Şekil 4.25). Malatya popülasyonunu oluşturan bireyler arasındaki biyokimyasal benzerlik indeksi 0,091 ile 0,909 arasında değişmektedir (Çizelge 4.18).



Şekil 4.25. Malatya popülasyonunu oluşturan bireyler arasındaki biyokimyasal bağlantı

Çizelge 4.17. Malatya populasyonunun yağ asidi içeriği

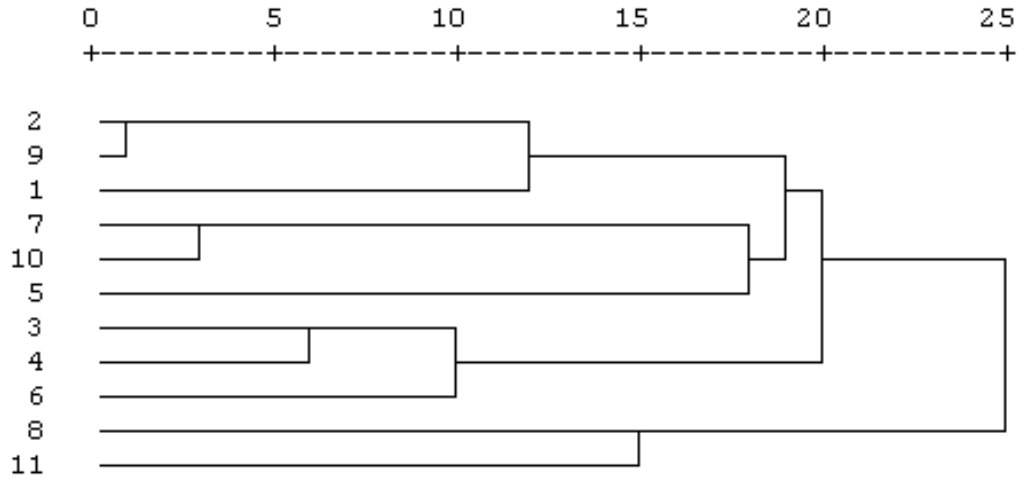
Fatty acids	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
18:1 w8c/18:3 w3c	64.30	66.84	68.40	61.27	54.86	49.69	59.44	58.82	58.26	58.76	71.54
14:0	0.66	--	--	--	--	--	--	0.71	--	--	--
16:1 Cis Alkol w7	0.63	0.72	--	--	--	--	--	0.43	--	--	--
16:0	13.74	15.13	11.94	11.46	12.16	17.24	12.55	12.13	12.66	15.24	16.50
16:1 Cis 7 DMA (w9)	0.55	0.88	0.83	--	0.69	--	--	1.18	--	--	0.78
18:2 w6c	10.04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
18:0	0.71	0.99	--	--	0.64	0.94	0.59	--	--	--	0.97
C22 Primary Alkol	8.55	3.17	6.47	3.78	5.39	4.17	--	--	6.89	1.67	--
C25 N Alkol	0.50	0.90	--	--	0.61	--	--	--	--	--	--
18:1 w9t Alkol	--	2.26	1.78	--	1.34	1.67	1.79	1.45	1.67	1.55	2.05
18:2 w6c	--	9.11	10.57	23.38	9.37	15.92	7.66	--	7.46	12.65	8.16
16:1 w8c	--	--	--	--	8.64	--	10.65	--	--	--	--
21:1 w6c	--	--	--	--	5.22	--	5.85	9.63	--	--	--
21:0	--	--	--	--	0.77	--	0.63	1.29	--	--	--
16:1 w9c	--	--	--	--	--	7.14	--	12.43	13.06	10.12	--
18:1 w5c	--	--	--	--	--	2.84	0.83	--	--	--	--
ISO 17:1 G	--	--	--	--	--	--	--	1.35	--	--	--
18:0 2OH	--	--	--	--	--	--	--	0.58	--	--	--

Çizelge 4.18. Malatya populasyonuna ait bireyler arasındaki biyokimyasal benzerlik indeksi

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
M1	1,000										
M2	0,727	1,000									
M3	0,455	0,667	1,000								
M4	0,100	0,111	0,167	1,000							
M5	0,500	0,667	0,545	0,091	1,000						
M6	0,385	0,545	0,556	0,125	0,462	1,000					
M7	0,267	0,385	0,364	0,111	0,667	0,545	1,000				
M8	0,312	0,333	0,308	0,091	0,375	0,267	0,333	1,000			
M9	0,333	0,500	0,714	0,167	0,417	0,750	0,364	0,308	1,000		
M10	0,333	0,500	0,714	0,167	0,417	0,750	0,364	0,308	0,909	1,000	
M11	0,455	0,667	0,714	0,167	0,545	0,556	0,500	0,308	0,500	0,500	1,000

4.2.6. Aşkale popülasyonunda FAMES profillerine göre elde edilen sonuçlar

Aşkale popülasyonunun % olarak yağ asidi içeriği çizelge 4.19 da verilmiştir. Çizelgeye göre popülasyonun 22 çeşit yağ asidi içerdiği ve yağ asidi oranlarının %0.23 (C25 N Alkol) ile %63.87 (18:1 w8c/18:3 w3c) arasında değiştiği görülmektedir. Bireylerin tamamı 18:1 w8c/18:3 w3c, 16:0 ve 18:1 w9t Alkol yağ asitlerini bulundurmaktadır. 16:1 Cis 7 DMA (w9), 18:2 w6c yağ asitleri sırasıyla sadece 6 ve 5 nolu bireylerde tespit edilmemiştir. 21:1 w6c yağ asidi 1, 5 ve 11 nolu bireylerde yüksek oranda bulunmaktadır. 12:0 ve 21:0 ISO sırasıyla sadece 5 ve 7 numaralı bireylerde son derece düşük miktarda belirlenmiştir. 7 ve 10 numaralı bireylerde hemen hemen bütün yağ asitleri belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre bireyler tek grupta toplanmıştır (Şekil 4.26). Aşkale popülasyonunu oluşturan bireyler arasındaki biyokimyasal benzerlik indeksi 0,267 ile 0,900 arasında değişmektedir (Çizelge 4.20).



Şekil 4.26. Aşkale popülasyonunu oluşturan bireyler arasındaki biyokimyasal bağlantı

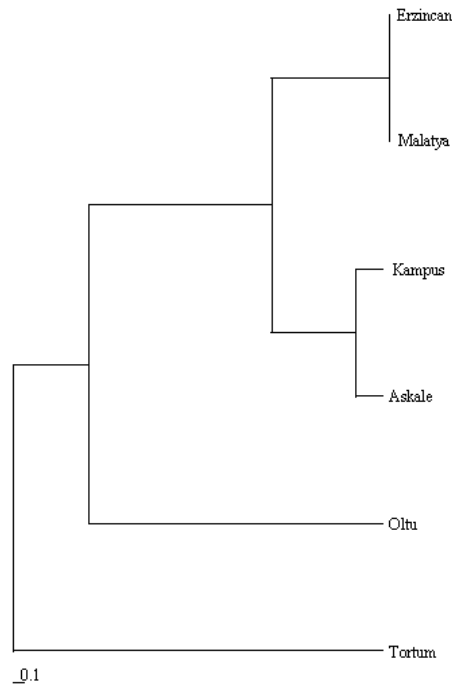
Çizelge 4.19. Aşkale popülasyonunun yağ asidi içeriği

Yağ Asitleri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
18:1 w8c/18:3 w3c	57.26	62.88	62.86	62.24	56.56	56.99	57.29	55.39	63.87	54.58	58.76
14:0	0.67	0.99	--	--	0.74	--	0.59	--	0.19	0.52	--
16:1 Cis Alkol w7	0.52	0.82	0.74	0.54	0.48	0.79	0.46	--	0.73	0.59	--
16:0	10.30	17.56	13.19	12.63	10.90	13.82	11.00	13.93	16.77	12.42	10.07
16:1 Cis 7 DMA (w9)	2.45	0.64	0.89	1.11	1.33	--	1.57	1.19	0.93	1.17	0.79
12:0	--	--	--	--	0.43	--	--	--	--	--	--
18:0	0.87	0.87	--	--	--	--	0.73	0.91	0.95	0.72	0.54
C22 Primary Alkol	5.05	1.09	3.26	1.49	3.62	2.76	3.44	--	3.33	3.83	--
C25 N Alkol	--	--	--	0.73	--	--	--	--	--	0.38	0.23
18:1 w9t Alkol	1.88	2.32	1.97	1.92	1.79	1.77	1.55	1.97	2.28	1.90	1.89
18:2 w6c	5.51	8.07	7.04	7.98	--	11.27	6.43	13.22	10.42	6.94	6.43
26:0 3OH	--	--	--	--	--	--	0.91	--	--	0.31	--
21:1 w6c	12.88	--	--	--	10.91	--	--	--	--	--	8.49
21:0	0.99	--	--	--	0.99	--	1.22	1.31	--	0.52	0.69
16:1 w9c	--	--	9.51	10.30	10.08	10.89	9.45	--	--	9.41	--
18:1 w5c	--	4.32	--	--	--	0.96	--	--	--	2.20	1.56
ISO 17:1 G	--	--	--	1.28	1.49	0.79	1.50	--	--	1.99	--
18:0 2OH	0.72	--	--	--	0.68	--	0.47	0.94	--	0.53	--
19:1 w8t	0.53	--	--	--	--	--	0.74	0.89	--	0.69	--
21:0 ISO	--	--	--	--	--	--	1.55	--	--	--	--
24:1 w9c Nervonic	--	--	--	--	--	--	0.29	--	--	0.54	--
16:1 w8c	--	--	--	--	--	--	--	9.64	--	--	9.99

Çizelge 4.20. Aşkale populasyonuna ait bireyler arasındaki biyokimyasal benzerlik indeksi

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
A1	1,000										
A2	0,643	1,000									
A3	0,500	0,636	1,000								
A4	0,438	0,538	0,800	1,000							
A5	0,625	0,438	0,500	0,533	1,000						
A6	0,375	0,583	0,700	0,727	0,467	1,000					
A7	0,667	0,500	0,471	0,500	0,579	0,444	1,000				
A8	0,643	0,429	0,385	0,333	0,353	0,267	0,500	1,000			
A9	0,692	0,900	0,700	0,583	0,467	0,500	0,529	0,462	1,000		
A10	0,632	0,556	0,444	0,556	0,550	0,500	0,842	0,474	0,500	1,000	
A11	0,500	0,500	0,357	0,400	0,333	0,333	0,333	0,615	0,429	0,450	1,000

FAMEs profillerine göre populasyonlar 4 grupta toplanmıştır (Şekil 4.27). Erzincan ve Malatya populasyonları I. Grupta, Kampüs ve Aşkale populasyonları II. Grupta toplanmıştır. Oltu ve Tortum populasyonları ayrı ayrı iki grup oluşturmuşlardır. Biyokimyasal uzaklık indeksine göre Oltu ve Malatya (1.61983) birbirine en uzak populasyonlardır (Çizelge 4.21).



Şekil 4.27. Populasyonlar arası biyokimyasal bağlantı

Çizelge 4.21. Populasyonlar arası biyokimyasal uzaklık indeksi

Populasyon	Tortum	Oltu	Erzincan	Kampüs	Malatya	Aşkale
Tortum	6.21818	7.15702	5.89256	6.60331	6.85950	7.51240
Oltu	1.15702	5.78182	6.61983	7.52893	7.25620	6.76860
Erzincan	-0.12562	0.81983	5.81818	6.28099	6.47107	7.07438
Kampüs	0.29587	0.91074	0.10744	6.83471	6.90909	7.38017
Malatya	0.47603	1.61983	0.35372	6.03636	0.36198	7.47107
Aşkale	0.65785	0.13223	0.41983	0.70744	0.18017	7.49091

4.3. Allelopatik Aktivite

Test bitkisi olarak kullanılan mısır ve horozibiği bitkilerine ait tohumların çimlenmesi genel olarak *Lepidium draba* türünün kök, gövde ve yapraklarına ait metanol ekstrelerinden olumsuz yönde etkilenmiştir. *Lepidium draba*'ya ait metanol ekstreleri mısır ve horozibiği bitkilerinin çimlenmesini sırasıyla %8.7 ile %36.24 ve %7.7 ile %43.36 oranında azaltmıştır (Çizelge 4.22). Uygulanan dozdaki artışa paralel olarak olumsuz etkide de bir artış belirlenmiştir. Her iki test bitkisi içinde en etkili konsantrasyonun %10 olduğu tespit edilmiştir.

Kontrol ile mukayese edildiğinde hem mısır hem de horozibiği tohumlarında radikula ve plumula boyu bütün konsantrasyonlarda önemli bir biçimde azalmıştır. Mısır radikula boyu %37.69 ile %69.24 (Çizelge 4.23, Şekil 4.28) oranında, plumula boyu ise %30.83 ile %58.82 (Çizelge 4.24, Şekil 4.29) oranında azalmıştır. Yine horozibiği radikula boyu %41.88 ile %83.68 (Çizelge 4.25, Şekil 4.30), plumula boyu ise %38.3 ile %87.24 (Çizelge 4.26, Şekil 4.31) oranında azalmıştır.

Mısır tohumlarında GA miktarı kontrol ile kıyaslandığı zaman kök ve gövde ekstresi uygulama gruplarında önemli oranda azalmıştır (Şekil 4.32). Yine doz artışına bağlı olarak GA miktarında hemen hemen tüm konsantrasyonlarda azalma kaydedilmiştir (Çizelge 4.27). Buna karşılık ABA miktarı %2,5'lük kök ekstresi uygulaması haricinde tüm uygulama gruplarında kontrol ile kıyaslandığında artmıştır (Çizelge 4.27, Şekil 4.33). Horozibiği tohumlarında GA miktarı kontrol ile mukayese edildiğinde tüm uygulama gruplarında azalmıştır (Çizelge 4.28, Şekil 4.34). Buna karşılık ABA miktarı özellikle kök ekstresi uygulanan gruplarda çok önemli bir artış göstermiştir. Yaprak ve gövde ekstresi uygulanan gruplarda kontrole göre önemli bir artış olmamıştır (Şekil 4.35). Kullanılan ekstrelerin mısır tohumlarında zeatin miktarını çok fazla etkilemedikleri (Çizelge 4.29, Şekil 4.36), IAA miktarını ise gövdenin %10'luk ekstresinin önemli biçimde azalttığı belirlenmiştir (Şekil 4.37). Horozibiği uygulama gruplarında ise kontrole oranla kök ekstresi uygulama gruplarının fazla etkilenmediği, buna karşılık gövde ve yaprak ekstrelerinin zeatin miktarını azalttığı tespit edilmiştir

(Çizelge 4.30, Şekil 4.38). Yine horozibiği tohumlarında IAA miktarının %5 ve %10 luk ekstrelere etkilendiği ve doz artışına bağlı olarak bu hormonun miktarının azaldığı kaydedilmiştir (Çizelge 4.30, Şekil 4.39).

Çizelge 4.22. *Lepidium draba*'nın farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış kök, gövde ve yaprak ekstrelerinin mısır ve horozibiği tohumlarının çimlenmesi üzerine etkisi.

Ekstre	Mısır			Horozibiği		
	Kök	Gövde	Yaprak	Kök	Gövde	Yaprak
Kontrol	69 ^a	69 ^a	69 ^a	143 ^a	143 ^a	143 ^a
2.5%	62 ^a	57 ^b	63 ^a	118 ^b	117 ^b	132 ^a
5%	55 ^{bc}	53 ^b	52 ^{bc}	90 ^{cd}	88 ^{cd}	104 ^{bc}
10%	47 ^c	49 ^b	44 ^c	81 ^d	84 ^d	97 ^c

Duncan's multiple range testine göre aynı sütundaki aynı harfler P<0.05 seviyesinde önemsizdir.

Çizelge 4.23. *Lepidium draba*'nın farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış kök, gövde ve yaprak ekstresinin mısır tohumlarında radikula uzunluğuna etkisi

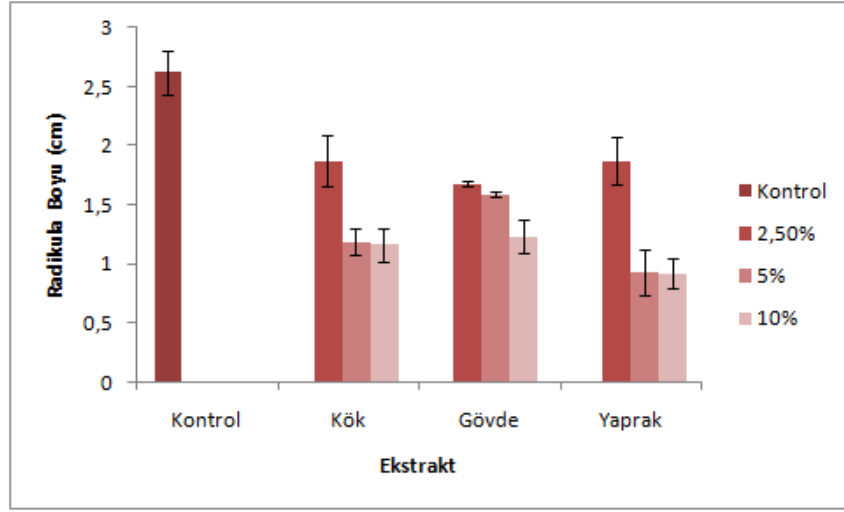
Ekstrakt	Kontrol	%2.5	%5	%10
Kök	2.62222±0.188	1.6466±0.19*	1.04545±0.017*	1.02444±0.17*
Gövde		1.4755±0.09*	1.3977±0.016*	1.0888±0.16*
Yaprak		1.6466±0.12*	0.82272±0.12*	0.8066±0.11*

*P≤0.01 seviyesinde önemli

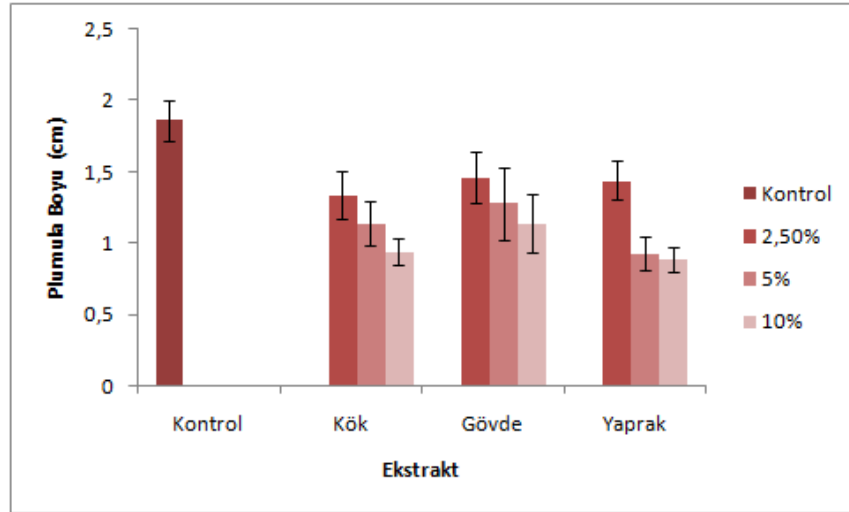
Çizelge 4.24. *Lepidium draba*'nın farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış kök, gövde ve yaprak ekstresinin mısır tohumlarında plumula uzunluğuna etkisi

Ekstrakt	Kontrol	%2.5	%5	%10
Kök	1.86±0.14	1.1733±0.14*	1.00454±0.16*	0.8266±0.11*
Gövde		1.2866±0.13*	1.1272±0.22*	1±0.10*
Yaprak		1.26444±0.08*	0.82045±0.17*	0.7777±0.17*

*P≤0.01 seviyesinde önemli



Şekil 4.28. *Lepidium draba* ekstralarının mısır tohumlarında radikula uzunluğu üzerine etkisi



Şekil 4.29. *Lepidium draba* ekstralarının mısır tohumlarında plumula uzunluğu üzerine etkisi

Çizelge 4.25. *Lepidium draba*'nın farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış kök, gövde ve yaprak ekstresinin horozibiği tohumlarında radikula uzunluğuna etkisi

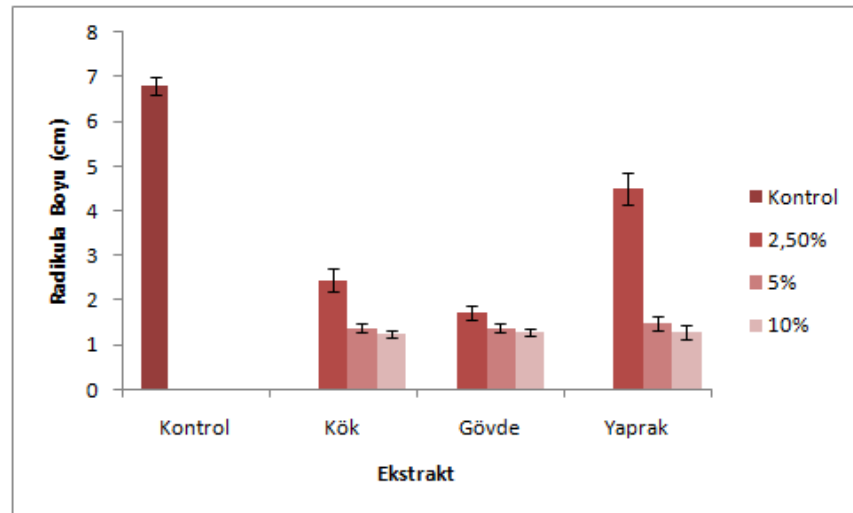
Ekstrakt	Kontrol	%2.5	%5	%10
Kök	6,8055±0.018	2,15±0.22*	1,2116±0.13*	1,1111±0.32*
Gövde		1,522±0.08*	1,2222±0.10*	1,1333±0.14*
Yaprak		3,9555±0.07*	1,3111±0.07*	1,15±0.13*

*P≤0.01 seviyesinde önemli

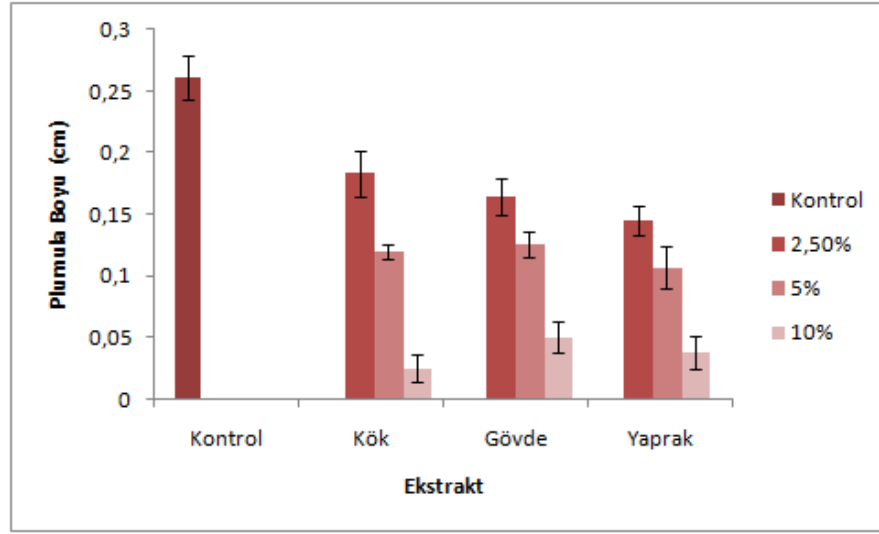
Çizelge 4.26. *Lepidium draba*'nın farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış kök, gövde ve yaprak ekstresinin horozibiği tohumlarında plumula uzunluğuna etkisi

Ekstrakt	Kontrol	%2.5	%5	%10
Kök	0,2611±0.018	0,1611±0.016	0,1055±0.013	0,02222±0.010
Gövde		0,14444±0.005	0,1111±0.009	0,04444±0.015
Yaprak		0,1277±0.010	0,09444±0.011	0,03333±0.011

*P≤0.01 seviyesinde önemli



Şekil 4.30. *Lepidium draba* ekstrelerinin horozibiği tohumlarında radikula uzunluğuna etkisi

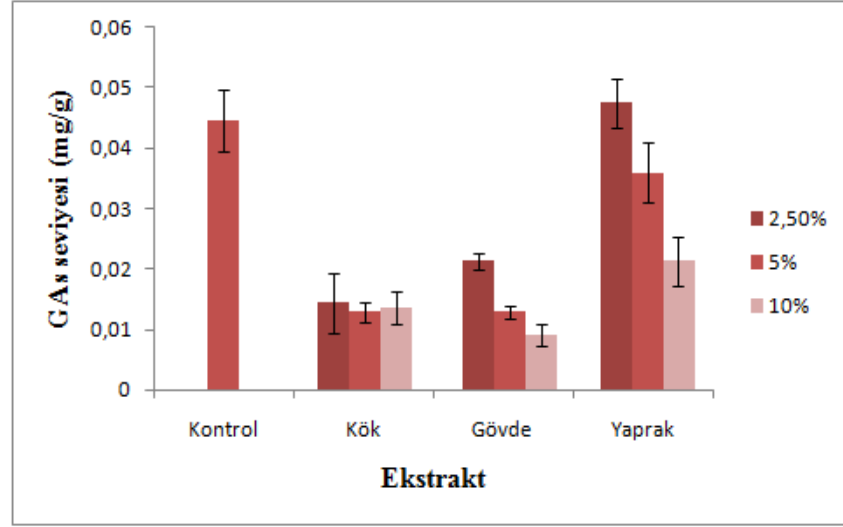


Şekil 4.31. *Lepidium draba* ekstrelerinin horzibegi tohumlarında plumula uzunluğu üzerine etkisi

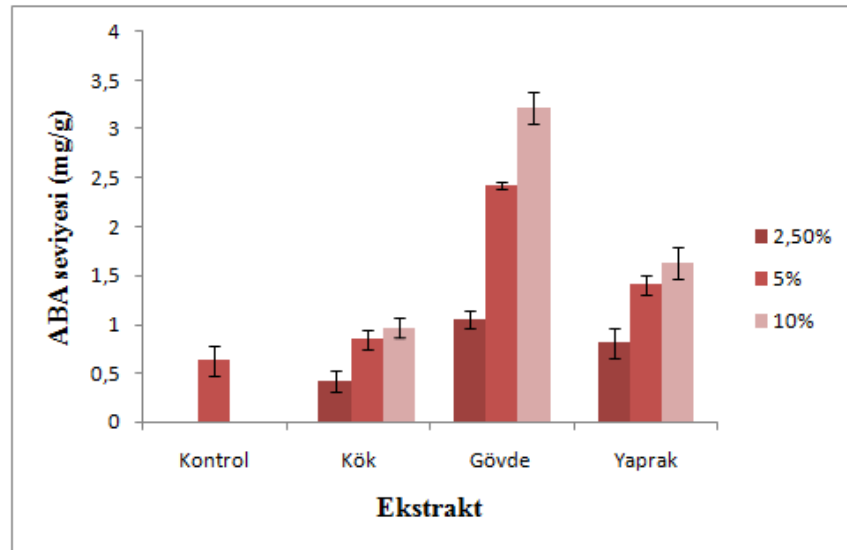
Çizelge 4.27. *Lepidium draba*'nın farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış kök, gövde ve yaprak ekstresinin mısır tohumlarında GA ve ABA üzerine etkisi

Kons.	GA (mg/g)			ABA (mg/g)		
	Kök	Gövde	Yaprak	Kök	Gövde	Yaprak
Kontrol	0,0447±	0,0447±	0,0447±	0,63084±	0,63084±	0,63084±
	0.00507	0.00507	0.00507	0.15347	0.15347	0.1534
%2.5	0,0144±	0,0214±	0,0477±	0,45887±	1,17878±	0,90361±
	0.00503*	0.00135*	0.00107	0.122763	0.099086*	0.170162*
%5	0,0129±	0,0129±	0,0361±	0,94158±	2,70563±	1,57206±
	0.00165*	0.00097*	0.00200	0.109963*	0.047459*	0.111077*
%10	0,0136±	0,0091±	0,0215±	1,07216±	3,58702±	1,81432±
	0.00262*	0.00185*	0.00409*	0.110978*	0.038431*	0.179914*

*P≤0.01 seviyesinde önemli



Şekil 4.32. *Lepidium draba* ekstrelerinin mısır tohumlarında Giberellik Asit (GA) miktarı üzerine etkisi

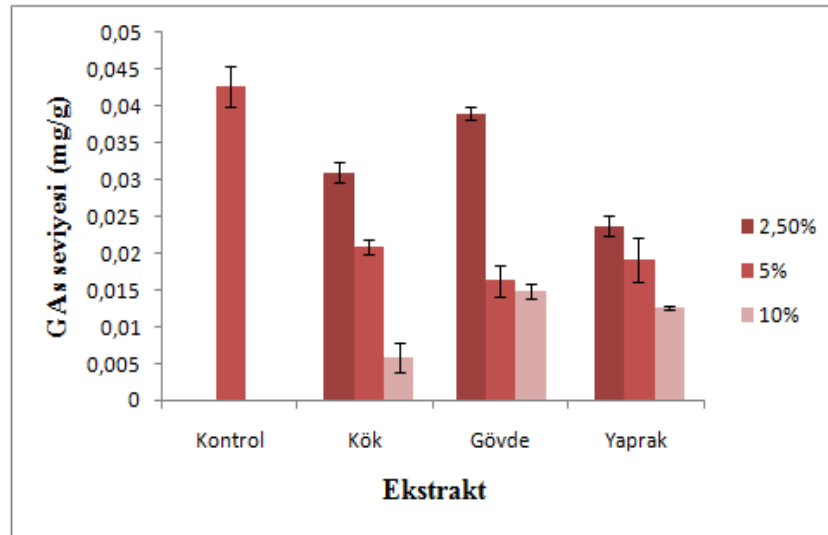


Şekil. 4.33. *Lepidium draba* ekstrelerinin mısır tohumlarında Absisik Asit (ABA) miktarı üzerine etkisi

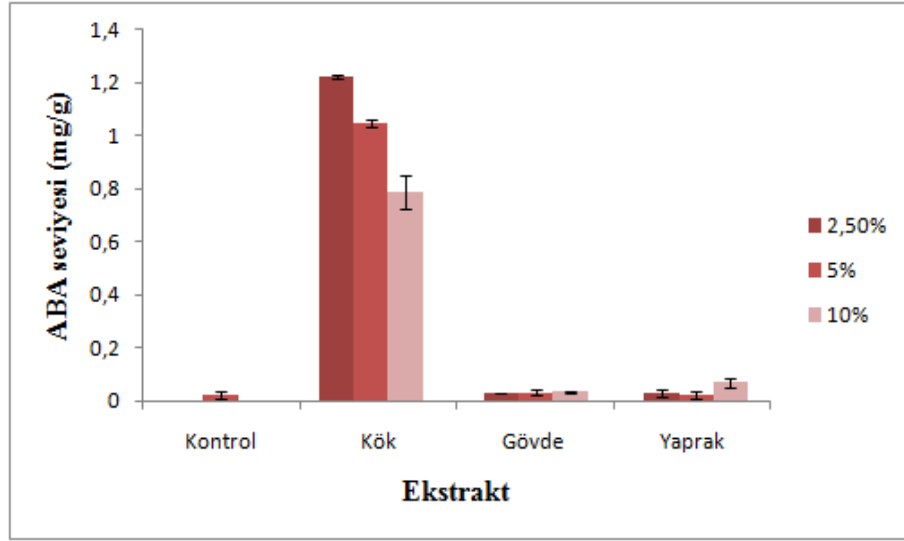
Çizelge 4.28. *Lepidium draba*'nın farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış kök, gövde ve yaprak ekstresinin horozibiği tohumlarında GA ve ABA üzerine etkisi

Kons.	GA (mg/g)			ABA (mg/g)		
	Kök	Gövde	Yaprak	Kök	Gövde	Yaprak
Kontrol	0,0426±	0,0426±	0,0426±	0,02424±	0,02424±	0,02424±
	0.02718	0.02718	0.02718	0.014142	0.014142	0.014142
%2.5	0,0311±	0,0391±	0,0238±	1,19795±	0,02999±	0,02683±
	0.00131*	0.00996	0.00142*	0.007030*	0.001177	0.014997
%5	0,0210±	0,0163±	0,0192±	1,02613±	0,03062±	0,02348±
	0.00093*	0.00473*	0.00291*	0.012045*	0.009908	0.015094
%10	0,0058±	0,015±	0,0126±	0,77112±	0,03344±	0,06932±
	0.00206*	0.0010*	0.00032*	0.061913*	0.005682	0.020011*

*P≤0.01 seviyesinde önemli



Şekil 4.34. *Lepidium draba* ekstreslerinin horozibiği tohumlarında Giberellik Asit (GA) miktarı üzerine etkisi

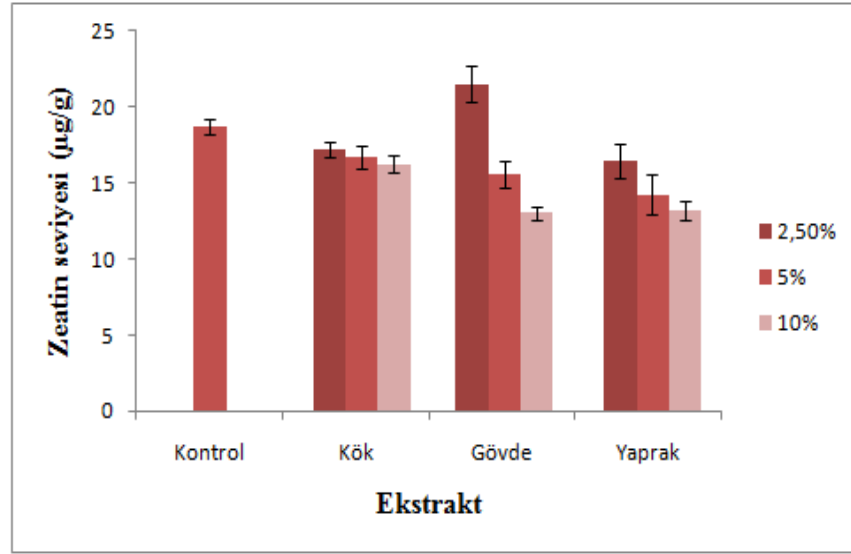


Şekil 4.35. *Lepidium draba* ekstralarının horozibiği tohumlarında Absisik Asit (ABA) miktarı üzerine etkisi

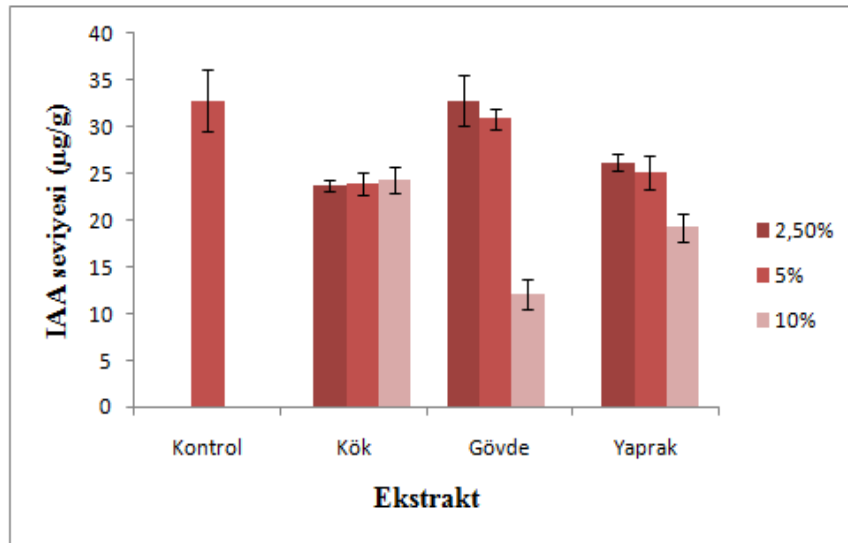
Çizelge 4.29. *Lepidium draba*'nın farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış kök, gövde ve yaprak ekstresinin mısır tohumlarında Zeatin ve IAA üzerine etkisi

Kons.	Zeatin ($\mu\text{g/g}$)			IAA ($\mu\text{g/g}$)		
	Kök	Gövde	Yaprak	Kök	Gövde	Yaprak
Kontrol	18.72±	18.72±	18.72±	32.78±	32.78±	32.78±
	0.5131	0.5131	0.5131	3.2907	3.2907	3.2907
%2.5	17.32±	21.49±	16.55±	23.81±	32.97±	26.34±
	0.5270	1.1731	1.1340	0.6301*	2.7145	0.9638*
%5	16.81±	15.52±	14.31±	24.02±	31.04±	25.22±
	0.7381	0.8772*	1.2930*	1.2373*	1.1136	1.8148*
%10	16.33±	13.01±	13.26±	24.49±	12.12±	19.32±
	0.6173	0.4127*	0.6772*	1.4189*	1.6170*	1.4582*

* $P \leq 0.01$ seviyesinde önemli



Şekil 4.36. *Lepidium draba* ekstralarının mısır tohumlarında Zeatin miktarı üzerine etkisi

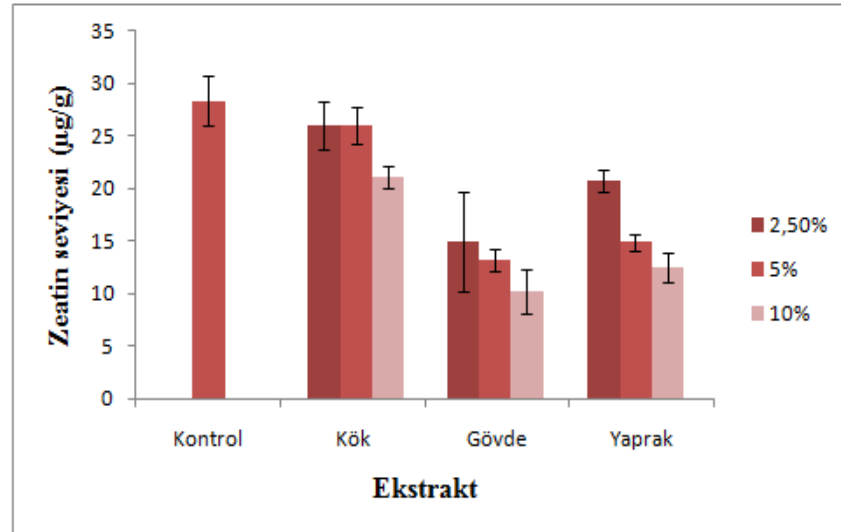


Şekil 4.37. *Lepidium draba* ekstralarının mısır tohumlarında İndol Asetik Asit (IAA) miktarı üzerine etkisi

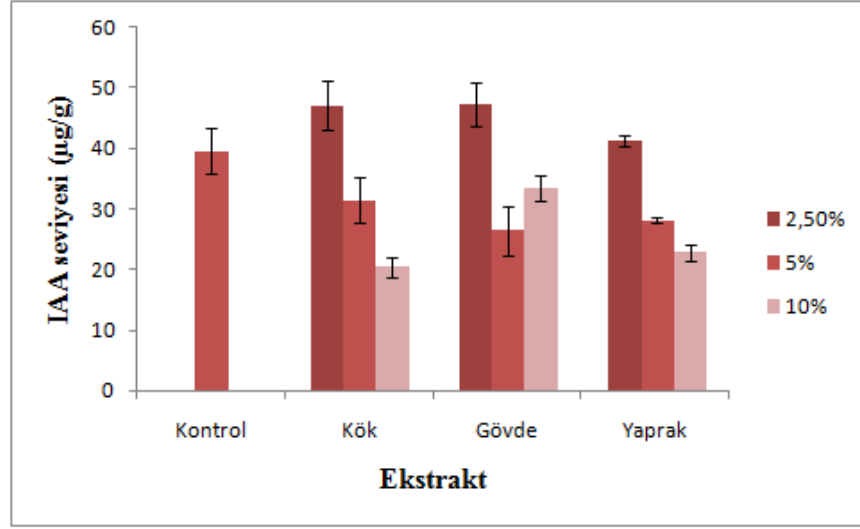
Çizelge 4.30. *Lepidium draba*'nın farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış kök, gövde ve yaprak ekstresinin horozibiği tohumlarında Zeatin ve IAA üzerine etkisi

Kons.	Zeatin ($\mu\text{g/g}$)			IAA ($\mu\text{g/g}$)		
	Kök	Gövde	Yaprak	Kök	Gövde	Yaprak
Kontrol	28.36±	28.36±	28.36±	39.64±	39.64±	39.64±
	2.4005	2.4005	2.4005	3.8244	3.8244	3.8244
%2.5	26.17±	15.00±	20.87±	47.05±	47.49±	41.39±
	2.2383	4.7256*	1.0687*	4.0860	3.5876	0.8744
%5	26.14±	13.26±	14.94±	31.49±	26.53±	28.25±
	1.8142	1.0380*	0.8732*	3.8156*	4.1777*	0.4623*
%10	21.01±	10.21±	12.62±	20.35±	33.56±	22.91±
	1.0233*	2.1303*	1.4246*	1.7110*	2.0833*	1.3122*

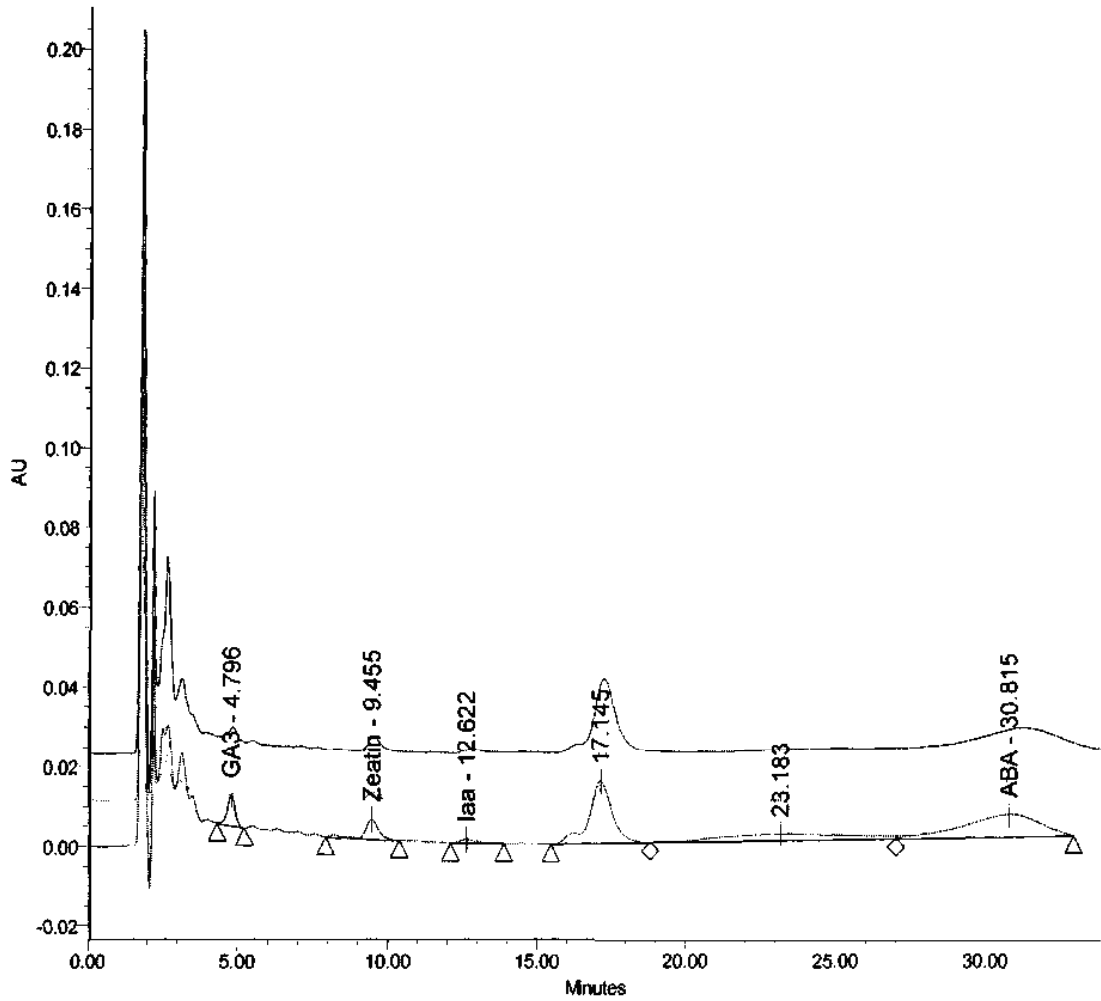
*P<0.01 seviyesinde önemli



Şekil 4.38. *Lepidium draba* ekstrelerinin horozibiği tohumlarında Zeatin miktarı üzerine etkisi



Şekil 4.39. *Lepidium draba* ekstrelerinin horozibği tohumlarında İndol Asetik Asit (IAA) miktarı üzerine etkisi



— Sample Name: MY_kontrol Date Acquired: 2/14/2009 1:38:38 PM Vial: 1 Injection: 4
 — Sample Name: MY_3 Date Acquired: 2/14/2009 2:48:08 PM Vial: 1 Injection: 6
 — Sample Name: MK_2 Date Acquired: 2/14/2009 3:23:28 PM Vial: 1 Injection: 7

Component Summary For Retention Time

	Sample Name	Inj.	Channel	Vial	GA3	Zeatin	laa	ABA
1	MY_kontrol	4	2487Channel 1	1	4.796	9.455	12.622	30.815
2	MY_3	6	2487Channel 1	1	4.567	6.800	11.792	31.076
3	MK_2	7	2487Channel 1	1	4.492	6.560	11.792	31.329
	Mean				4.618	7.605	12.069	31.073
	Std. Dev.				0.159	1.606	0.479	0.257
	% RSD				3.4	21.1	4.0	0.8

Şekil 4.40. Hormonlara ait HPLC kromatogramı.

*Kolon: Waters Boundapak C18; Dedektör: UV Waters 2487 Dual λ Absorbans Dedector; Dalga boyu 245 nm; Mobil faz: %11'lik asetonitril (pH: 4,91); Akış hızı: 2.0 ml/dk

4.4. *Lepidium draba* Populasyonlarının Yaşadığı Toprakların Özellikleri

Lepidium draba L. türünün toplandığı populasyonların bulunduğu bölgelerden alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analizleri yapılarak sonuçlar Çizelge 4.31’de verilmiştir. Bu sonuçların değerlendirilmesi ve yorumlanması Tüzüner (1990) tarafından verilen standart değerlerden faydalanılarak yapılmıştır.

Yapılan toprak analizi sonuçlarına göre, Kampüs populasyonundan alınan toprakların pH bakımında bazik olduğu diğer populasyonlardan alınan toprakların nötr olduğu belirlenmiştir. Kireç bakımından Malatya ve Kampüs populasyonunun bulunduğu topraklar çok fazla kireçli, Tortum ve Oltu populasyonlarının bulunduğu topraklar çok az kireçli, Erzincan ve Aşkale populasyonlarının bulunduğu topraklar ise orta kireçlidir. Toprakların tamamı çok az veya az organik madde içermektedir. Türün yetiştiği toprakların azot ve fosfor bakımından fakir olduğu belirlenmiştir. Toprakların ihtiva ettiği Ca, K, Mg ve Na miktarı populasyonlar arasında farklılık göstermektedir. Kalsiyum miktarı Malatya populasyonunda, Potasyum miktarı Kampüs populasyonunda, magnezyum ve sodyum miktarı ise Tortum populasyonunda yüksektir. Toprakların ihtiva ettiği mikroelementlerden bakır, mangan ve çinko Oltu populasyonunda, demir Aşkale populasyonunda yüksek oranda belirlenmiştir (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.31. *Lepidium draba* türünün yetiştiği toprakların fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Populasyon	Tortum	Oltu	Erzincan	Kampüs	Malatya	Aşkale
pH	7.68	7.61	7.68	8.76	7.93	7.88
CaCO ₃ (Kireç) %	0.67	1.34	8.39	56.24	29.82	13.1
Organik madde %	0.688	0.41	1.75	0.09	1.82	0.17
N (Azot) %	0.077	0.007	0.042	0.014	0.021	0.09
P (Fosfor) ppm	0.54	0.09	0.53	1.44	0.45	1.11
Ca (Kalsiyum) mg/kg	6669	6827	4899	7106	9197	5160
K (Potasyum) mg/kg	262.5	317.1	200.0	534.5	353.2	276.3
Mg (Magnezyum) mg/kg	1036	280.9	476.6	285.7	650.4	161.9
Na (Sodyum) mg/kg	291.1	46.16	8.061	82.21	12.51	13.12
Cu (Bakır) mg/kg	0.998	1.762	1.351	0.498	1.016	0.282
Fe (Demir) mg/kg	0.293	0.527	0.339	0.397	0.507	1.191
Mn (Mangan) mg/kg	0.979	8.508	1.517	1.680	3.076	1.312
Zn (Çinko) mg/kg	0.162	2.356	0.153	0.259	0.476	0.196

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

RAPD markırları uygun istatistiksel programlar ile kullanıldığında hem populasyon içindeki hem de populasyonlar arasındaki genetik çeşitliliği belirlemek için oldukça kullanışlıdır. Bu tezde markır teknolojisi, çeşitli ülkelerde istilacı olan *Lepidium draba* populasyonlarındaki genetik çeşitliliği belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Yapılan POPGENE analiz sonuçlarına göre Tortum populasyonu en yüksek sayıda polimorfik lokus oluşturan populasyon olurken (%57.53), Oltu ve Aşkale en düşük sayıda polimorfik lokus veren populasyonlardır (%39.73). Tüm populasyonlar için ortalama polimorfik lokus yüzdesi %45.89 olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda elde edilen polimorfik lokus yüzdesi *Arabidopsis thaliana* (%43.7) için verilen polimorfik lokus yüzdesi değerinden yüksek çıkmıştır (Fedorenko and Gritskikh 2008). Polimorfik lokus yüzdesi, Nei'nin genetik çeşitliliği (H), Shannon'un bilgi indeksi (I), gözlenen allel sayısı (Na) ve etkili allel sayısı (Ne) Çizelge 4.8 de verilmiştir. Araştırmamızda yer alan populasyonlar orta seviyede genetik çeşitlilik göstermektedir (H=0.1771 ve I=0.2608). Populasyonlar arasında Tortum populasyonu en yüksek genetik çeşitlilik gösterirken (H=0.2062 ve I=0.3082), Aşkale populasyonu en düşük genetik çeşitlilik gösteren populasyon olarak belirlenmiştir (H=0.1543 ve I=0.2278).

Nei'nin genetik mesafe değerlerine göre oluşturulan yakın bağlantı ağacına göre populasyonlar iki ana gruba ayrılmıştır. I. Grupta Tortum-Oltu populasyonu, II. Grupta Erzincan, Malatya, Kampüs ve Aşkale populasyonu yer almıştır. II. Grupta kendi içinde Aşkale-Kampüs ve Malatya-Erzincan grubu şeklinde ikiye ayrılmıştır. Gerek genetik mesafe olarak gerek iklim yapısı olarak Aşkale ve Kampüs populasyonlarının bir grupta, Tortum ve Oltu populasyonlarının bir grupta, Erzincan ve Malatya populasyonlarının bir grupta toplanması beklenen bir durumdur. Yine Nei'ye göre hesaplanan genetik mesafe değerlerine göre Aşkale ve Kampüs populasyonları en yakın, Malatya ve Oltu populasyonları en uzak populasyonlar olarak belirlenmiştir. Bu durum gen akışı ihtimalinin yüksek oluşundan dolayı coğrafik yakınlığın, yakın bölgelerdeki populasyonlar arasındaki genetik benzerliğin artışına katkıda bulunduğu şeklinde düşünülebilir. Ayrıca H ve Nm değerleri populasyonlardaki önemli gen akışını belirten

değerlerdir. Wright'a (1969) göre Nm değerinin 1'den küçük olması populasyonlarda genetik sürüklenme yüzünden farklılaşma başladığını göstermektedir. Bizim çalışmalarımızda Nm değeri 0.5287 olarak bulunmuştur. Bu değer istilacı *Coreopsis grandiflora* (Liang *et al.*, 2008) için verilen Nm (0.7664) değerinden düşüktür. Bu durumda populasyonlarda gen akışının olduğu söylenebilir. Gen akışı değeri seleksiyon için bir indikatör değerdir (Mengistiu *et al.* 2000). Gen akışı değerinin çok yüksek çıkması populasyonlarda yüksek seleksiyon baskısı olduğunu göstermektedir. Nitekim Mengistiu *et al.* (2000) yaptıkları araştırmada Karaçayır (ryegrass) türü için Nm değerini 15.3 vermişlerdir. Bu durum populasyonda çok büyük bir seleksiyon baskısına atfedilmiştir. *Lepidium draba* populasyonlarında Nm değeri bu değer ile kıyaslandığında oldukça düşüktür. Dolayısıyla bu populasyonlarda bir seleksiyon baskısından bahsetmek mümkün değildir. Populasyonlar arasındaki benzerliğin ve polimorfizm oranının yükseklik, sıcaklık, su ve habitat yapısı gibi çeşitli faktörlerden etkilendiği bilinmektedir (Nianxi *et al.* 2006). Örneğin yüksek ve düşük rakımdaki bitki populasyonları arasındaki genetik farklılaşma, farklı rakımdaki bitkilerin çiçeklenme zamanının farklı olmasından dolayı bu populasyonlar arasındaki polen değişiminin olmamasına atfedilmektedir (Reisch *et al.* 2005). Nitekim Çizelge 4.31 de verilen toprak analizleri sonuçları da bu durumu desteklemektedir. Erzincan ve Malatya populasyonları, Kampüs ve Aşkale populasyonları, Oltu ve Tortum populasyonları toprak yapısı olarak da birbirlerine yakınlık göstermektedirler. Benzer durum *Reaumuria soongarica* türünde Qian *et al.* (2008) tarafından belirlenmiştir. Adı geçen araştırmada alt populasyonların genetik çeşitliliği ve ekolojik faktörler arasında Mantel 2.0 testine göre pozitif korelasyon tespit edilmiştir. Yine Türkiye ve İsrail'de yayılış gösteren *Triticum dicoccoides*'in 11 populasyonu üzerinde yapılan RAPD sonuçlarına göre, RAPD polimorfizmi ile sıcaklık, yükseklik ve habitat yapısı arasında önemli ilişki belirlenmiştir (Fahima *et al.* 1999). Bir başka araştırmada da *Aegiceras corniculatum* populasyonları ile yaşadıkları toprağın sıcaklığı ve azot miktarı arasında pozitif korelasyon belirlenmiştir (Volis *et al.* 2001).

Bütün bireyler için gözlenen allel sayısı 1.4589, etkili allel sayısı ortalama 1.3091 olarak belirlenmiştir. Etkili allel sayısı en yüksek Tortum populasyonunda gözlenmiştir.

Kimura and Crow (1964), Hartl and Clark'a (1989) göre etkili allel sayısı resiprokal homozigotluğa atfedilmektedir.

Populasyonlar arasındaki genetik farklılaşma değeri (Gst) 0.321 olarak belirlenmiştir. Bu değer Mengistiu *et al.* (2000) tarafından rapor edilen değer ile karşılaştırıldığında (0.146) yüksektir. Yine istilacı *Coreopsis grandiflora* (Liang *et al.* 2008) için verilen Gst (0.3948) değerinden düşüktür. Gst değerinin, kendi kendine döllen (self pollinating) türlerde 0.51'den (Hamrick and Godt 1989) daha yüksek olduğu, tohumla üreyen (out-crossing) türler için ise 0.1 ile 0.20 arasında bulunduğu belirtilmiştir. *Lepidium draba* hem sürünücü köklerle vejetatif hem de tohumla çoğaldığından Gst değerinin bu iki değer arasında yer aldığı görülmektedir.

Yapılan AMOVA analizleri sonucunda populasyon içindeki varyasyon %58.66, populasyonlar arasındaki varyasyon % 30.68 ve bölgeler arasındaki varyasyon % 10.66 olarak belirlenmiştir. Bu değerler populasyonlar arasındaki genetik farklılaşma (Gst) değeri ile uyumlu çıkmıştır. Döllenme sistemi, tohum dağılımı, yaşam formu ve coğrafik dağılım populasyon içindeki ve populasyonlar arasındaki genetik varyasyon seviyesini belirleyen temel faktörlerdir. İzoenzim ve RAPD analizleri tohumla üreyen türlerde genel olarak populasyon içindeki varyasyonun populasyonlar arasındaki varyasyondan daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bizim sonuçlarımızda da populasyon içindeki varyasyon populasyonlar arasındaki varyasyondan daha yüksek çıkmıştır. İstilacı *Coreopsis grandiflora* için populasyon içindeki varyasyon %60.52 olarak rapor edilmiştir. Populasyonlar arasındaki varyasyon tohumla üreyen diğer türler ile karşılaştırıldığında, *Digitalis obscura* (%15.2), *Leucopogon obtectus* (%13.3), *Aster tripolium* (%17.5) ve *Primula farinosa* (%20.6)'ya göre daha yüksektir (Reisch *et al.* 2005). Ancak *Senecio vulgaris* (%38.9), *Cerastium fischerianum* (%39.1) ve *Antirrhinum subaeticum* (%82.3) gibi yalnızca vejetatif olarak üreyen türler ile karşılaştırıldığında düşüktür (Reisch *et al.* 2005). Bunun sebebi *Lepidium draba* türünün hem vejetatif hem de tohumla üreyebilmesi olarak gösterilebilir.

İstilacı bitki populasyonları arasındaki genetik farklılaşma başlıca dört sebepten kaynaklanmaktadır. Bunlardan birincisi genetik farklılaşma, polen/tohum yayılımıyla populasyonlar arasındaki gen akışından kaynaklanabilir. İkincisi olarak doğal seleksiyon ve populasyon farklılaşmaları tarafından etkilenebilir. Doğal seleksiyon faktörlerinden en önemlisi olarak kesintili habitat heterojenitesi görülmektedir (Filchak *et al.* 2000). Üçüncüsü populasyonlar arasındaki genetik farklılaşma gen mutasyonlarından kaynaklanabilir. Ancak gen mutasyonları düşük etki oranından dolayı populasyon farklılaşmalarını etkileyen ana faktör olarak genellikle düşünülmez. Son olarak, populasyonlar arasındaki genetik farklılaşma genetik sürüklenme sonucu olabilir. Genetik sürüklenme özellikle küçük populasyonlarda gözlenmektedir. Araştırmalarımızda *Lepidium draba* populasyonlarında genetik farklılaşmanın önemli biçimde iklimik ve coğrafik faktörlerin etkisinde kaldığı görülmektedir. Bu populasyonlar arasındaki farklılaşmanın sebepleri arasında coğrafik ve iklimik faktörler ve az da olsa gen akışının varlığı gösterilebilir.

Lepidium draba türüne ait populasyonların yağ asidi içeriğine bakıldığında bütün populasyonlarda doymuş yağ asitlerinden palmitik yağ asidi (16:0) bulunmaktadır. Yine tüm populasyonlarda yüzde olarak en fazla bulunan yağ asidi 18:1 w8c dir. Bu yağ asidinin miktarı Kampüs populasyonunun birkaç bireyinin haricinde tüm bireylerde %50 nin üzerindedir. Montanik yağ asidi (28:0) Oltu populasyonunun iki bireyinde, Erzincan ve Kampüs populasyonlarının birer bireyinde bulunurken, Aşkale, Malatya ve Tortum populasyonlarında bu yağ asidi hiç yoktur.

UPGMA yöntemi ile oluşturulan dendrogram sonuçlarına göre Malatya ve Erzincan populasyonları bir grupta toplanmıştır. İki populasyonun yağ asidi içeriğine bakıldığında, 18:1 w8c yağ asidi ve 16:0 yağ asidinin tüm bireylerde oldukça yüksek miktarda bulunduğu görülmektedir. Yine 18:2 w6c yağ asidi oranlarının benzer olduğu tespit edilmiştir. 14:0, 16:1 w9c, 21:0ISO ve ISO17:1G her iki populasyona ait bireylerde bulunurken, 24:1w9c Nervonic yağ asidi Erzincan populasyonuna ait bazı bireylerde mevcuttur. RAPD sonuçlarına benzer şekilde, Aşkale ve Kampüs populasyonları aynı grupta toplanmıştır. 16:1 Cis 7 DMA (w9) yağ asidi miktarı her iki

populasyonun bireyleri arasında benzerlik göstermiştir. Yine 18:2 w6c, 16:0 ve 18:1 w8c yağ asitlerinin miktarı iki populasyonun bireyleri arasında benzerlik gösterirken 12:0 yağ asidi sadece Kampüs populasyonunun bir bireyinde, 24:1 w9c Nervonic asit ise Aşkale populasyonunun bir bireyinde belirlenmiştir. Tortum populasyonuna ait bireylerde 21:1 w6c ve 16:1 w8c, 16:1 w9c, 18:2 w6c, C22 Primary Alkol yağ asitlerinin oranları diğer populasyonlar ile karşılaştırıldığında oldukça yüksektir. Diğer yağ asitlerinin miktarı da öteki populasyonlara göre farklı olduğundan dolayı Tortum populasyonu diğer populasyonlardan farklılık göstermiştir.

Genel anlamda bitki populasyonlarında gözlemlenen yağ asidi farklılığının sebebinin ekolojik faktörlerden kaynaklandığı bilinmektedir. Bu faktörler arasında sıcaklık, lokalite, toprak yapısı, yükseklik, fotoperiyot, yağmur, ortalama güneş radyasyonu ve beslenme yer almaktadır. Sıcaklık yağ asidi (özellikle doymamış yağ) kompozisyonunu etkileyen en önemli faktördür (Hu *et al.* 2006). Bizim yağ asidi sonuçlarına göre Malatya ve Erzincan populasyonları bir grupta, Aşkale ve Kampüs populasyonları bir grupta toplanmıştır. Yine Oltu ve Tortum populasyonları birbirine yakındır. Sıcaklık ve diğer iklimsel faktörler göz önüne alındığında bu populasyonların benzer grupta toplanması beklenen bir durumdur. Nitekim Malatya ve Erzincan ya da Kampüs ve Aşkale populasyonları gerek sıcaklık ve yağış, gerekse yükseklik bakımından benzer özelliklere sahip populasyonlardır. Yine Çizelge 4.31’de verilen toprak özelliklerine bakıldığı zaman Malatya ve Erzincan ya da Kampüs ve Aşkale populasyonlarının topraklarının benzer ekolojik özellikler gösterdiği görülmektedir. Bu durumda benzer çevre şartlarında yetişen *Lepidium draba* populasyonlarının yağ asidi içeriğinin benzer olmasının ekolojik faktörlerden ileri geldiği söylenebilir. Bazı türlerde biyokimyasal farklılığının sebebi ekolojik faktörlerle birlikte, genetik farklılıklara da dayanmaktadır. Nitekim çalışmamızda elde edilen RAPD sonuçları hem toprak yapısı sonuçları ile hem de yağ asidi sonuçları ile uyumludur. Bu durumda çalışmamızda elde edilen biyokimyasal, ekolojik ve genetik verilerin, populasyonlar arasındaki farklılığı açıklamada uygunluk gösterdiği söylenebilir.

Toprağın fiziksel ve kimyasal analizleri sonucunda, *Lepidium draba* türünün pH bakımından bazik ve hafif nötr, kireç bakımından orta ve az kireçli, organik madde, azot ve fosfor bakımından fakir topraklarda yetiştiği belirlenmiştir. Dünyanın değişik bölgelerinde türün tercih ettiği toprakların içeriği değişiklik göstermektedir. Örneğin, Kansas bölgesinde türün bazik, kireç ve organik madde bakımından zengin, azot ve fosfor bakımından fakir topraklarda yetiştiği rapor edilmiştir (Frazier 1943). Yetiştirildiği topraklar açısından türün adaptasyon yeteneğinin oldukça yüksek olduğu söylenebilir.

Yapılan allelopati deneyleri sonucunda *Lepidium draba* türünün kök, gövde ve yaprak metanol ekstralarının mısır ve horozibiği tohumlarında çimlenme oranını düşürdüğü, radikula ve plumula gelişimini önemli bir biçimde inhibe ettiği belirlenmiştir. Yine doz artışına bağlı olarak inhibisyon oranında da artış kaydedilmiştir (Çizelge 23, 24, 25, 26). Qasem (2004) yaptığı çalışmada *Lepidium draba* türünün kök ekstresinin havuç, salatalık, lahana ve soğan kök gelişimini önemli bir biçimde inhibe ettiğini, yine bizim bulgularımıza benzer şekilde doz artışına bağlı olarak inhibisyon oranının arttığını rapor etmiştir. Stachon and Zimdahl (1980) ekstre oranındaki artışın biyolojik aktif bileşiklerin miktarını artırdığını, dolayısıyla bitki gelişiminin azaldığını belirtmişlerdir. Yine Patterson (1981) canlı bitkilerden uzun zaman süresince toprağa salınan toksik bileşiklerin güçlü olumsuz etkilere sebep olacağını kaydetmiştir. Kök ekstraları büyüme ortamına ilave edildiklerinde test bitkilerinin büyümesini azaltmakta ve radikula boyunu olumsuz bir biçimde etkilemektedir. Aynı araştırmacılar tarafından *Lepidium draba* gövde ve yaprak ekstralarının domates, soğan ve lahana tohumlarında radikula ve plumula boyunu azalttığı belirtilmiştir. Yine doz artışına bağlı olarak etki oranının arttığı kaydedilmiştir.

Lepidium draba ekstresi uygulanan mısır ve horoz ibiği fidelerindeki GA, ABA, IAA ve Zeatin konsantrasyonu Çizelge 4.27, 4.28, 4.29, 4.30'da verilmiştir. GA konsantrasyonu tüm uygulama gruplarında doz artışına bağlı olarak her iki bitkide de azalmıştır. Özellikle kök ekstresi uygulama grupları diğerlerinden daha fazla etkilenmiştir. Türker vd (2008) yaptıkları çalışmada kullandıkları bitkilerin metanol ekstralarının mısır tohumlarında GA miktarını önemli bir biçimde azalttığını, yine bizim

bulgularımıza benzer şekilde konsantrasyondaki artışın GA miktarını daha fazla azalttığını rapor etmişlerdir. Bitkide GA, boyca uzamayı ve dormansiyi kırmayı sağlayan hormondur. Allelopatik stres altında mısır ve horozibiğinin dormansi durumu daha uzun süre devam ettiğinden dolayı GA seviyesi düşük kalmış olabilir. Yine GA miktarının az olmasından dolayı çimlenmiş tohumlar kontrol ile mukayese edildiklerinde daha kısa oldukları gözlenmiştir. Uygulanan *Lepidium draba* ekstrelerinin tamamı mısır tohumlarında ABA miktarını artırmıştır. Bununla birlikte gövde ekstresi uygulanan gruplarda artış daha fazladır. Horozibiği tohumlarında ise kök ekstresinin bütün konsantrasyonları ABA miktarını önemli ölçüde artırırken, diğer ekstre konsantrasyonları çok büyük bir değişime neden olmamıştır. ABA konsantrasyonunda gözlenen artışa benzer bulgular sarımsak köklerinde ve buğday fidelerinde de allelopatik stres altında rapor edilmiştir (Bernat *et al.* 2004). Yüksek miktarda ABA ya dormant tohumlar için karakteristiktir ya da çeşitli stres koşullarında ABA seviyesi artmaktadır (Quarrie and Lister 1983, Gawraska *et al.* 2002). Bu duruma göre tüm uygulama gruplarında allelopatik stres altında birkaç gün tohumların çimlenmesi uzadığından dolayı ABA miktarında artış olması muhtemeldir. Yine allelopati stresi altında ABA miktarındaki artış Gawraska *et al.* (2002) tarafından rapor edilmiştir. Mısır tohumlarında zeatin miktarı kontrol ile kıyaslandığında, çok fazla bir değişim göstermemiştir. Horozibiği tohumlarında ise gövde ve yaprak ekstresi uygulama gruplarında zeatin miktarı azalmıştır. Türker vd (2008) tarafından yapılan araştırmada *Origanum vulgare* ve *Mentha longifolia* gibi türlerin mısır tohumlarında zeatin miktarını çok fazla değiştirmedeği rapor edilmiştir. Mısır ve horozibiği tohumlarında IAA miktarı doz artışına bağlı olarak azalma göstermiştir. Doz artışına bağlı olarak IAA miktarındaki azalış, yine Türker vd (2008) tarafından farklı bitki ekstreleri için rapor edilmiştir. Bitkiler tarafından salınan allelokimyasallar besin alınımını azaltmakta, IAA ve GA gibi hormonların aktivitesini baskı altında tutmaktadır. Stres şartlarında ABA konsantrasyonu ise artmaktadır.

Allelopati çalışmalarında çoğunlukla %10'luk ekstre kullanılmaktadır (Rutherford and Powrie 1993; Lathera and Bazzalo 1999). Muhtemelen bu konsantrasyondaki allelokimyasal miktarı, bitkinin yaşadığı ekolojik ortama verdiği bir miktar daha

fazladır. Allelopatik maddelerin bitkinin bulunduğu ekolojik ortamdaki miktarını düşen yaprakların miktarı, çürüyen bitki artıklarının oranı, diğer bitkilere olan uzaklık ve yağmur gibi faktörler belirlemektedir. Yine hedef türlerin hayat döngülerinin farklı aşamaları allelokimyasal miktarından farklı etkilenebilmektedir. *Lepidium draba* bulunduğu ortamda büyük ve diğer türlerden daha baskın populasyonlar oluşturmaktadır. Muhtemelen kök, gövde veya yapraklarından salgıladığı bazı allelokimyasal maddeler doğal olarak yetiştiği ortamda bulunan türler ile etkileşime girmekte ve diğer türlerle olan rekabette bu türe üstünlük sağlamaktadır. Özellikle bu maddeleri yüksek konsantrasyonda salgılıyorsa, birlikte bulunduğu bitkilerin gelişimine engel olabilmektedir. Yarışma yeteneği ve allelopati, bitkilerin populasyon dinamiklerini ve büyümelerini eş zamanlı olarak etkileyen faktörlerdir (Nilsson 1994; Ridenour and Callaway 2001). Tek ve çok yıllık yabancı otların çoğu allelopatik potansiyele sahip türler olarak bilinirler ve ciddi biçimde kültür bitkilerinin üretkenliğini ve yaşamasını etkileyebilirler (Putnam ve Duke 1978; Rice 1979; Qasem 1994). Callaway and Aschehong (2000) istilacı karakterdeki bir türün diğer türler üzerine salgıladığı çeşitli allelokimyasallar ile daha avantajlı olduğunu belirtmişlerdir. Böylece allelopatinin istila olayında oldukça önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak *Lepidium draba* türünün geniş alanları istila etmesinde ve büyük populasyonlar oluşturmasında;

- 1) Hem populasyon içinde hem de populasyonlar arasında genetik çeşitlilik göstermesi,
 - 2) Farklı ekolojik koşullara uyum yeteneği,
 - 3) Sahip olduğu allelopatik potansiyel ile diğer türlerle girdiği rekabette avantajlı olması
- gibi birtakım özellikler gösterilebilir. Ancak, türün biyokontrol altına alınabilmesi için SSR gibi kodominant özellik gösteren bir markır ile genetik çeşitliliğin daha detaylı araştırılması, türün geçirdiği evrimsel süreçlerin tespit edilmesi, herbivorlara karşı direnç mekanizmasının olup olmadığının belirlenmesi, türün doğal yetiştiği ve istilacı olduğu ortamların karşılaştırılması gibi faktörlerinde belirlenmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Afsharypuor, S., Jamali, M., 2006. Volatile constituents of the flowering aerial parts, fruits and roots of *Cardaria draba* L. Journal Of Essential Oil Research, 18, 674-675.
- Aitzetmuller, K., 1993. Capillary GLC fatty acid fingerprints of seed lipids - a tool in plant chemotaxonomy. Journal of High Resolution Chromatograph, 16, 488-490.
- Aitzetmuller, K. and Tsevegsüren N., 1994. Seed fatty acids, "Front - End" Desaturases and Chemotaxonomy - a case study in the Ranunculaceae, Journal of Plant physiology, 143, 538-543.
- Al-Hiyaly, S.A.K., McNeilly, T., Bradshaw, A.D., Mortimer, A.M., 1993. The effect of zinc contamination from electricity pylons: genetic constraints on selection for zinc tolerance. Heredity, 70, 22-32.
- Allan, H.H., 1940. Handbook of naturalized flora of New Zealand. Dept. Industr. And Sci. Res. Bull. No: 83.
- Bağcı, E., Bruehl L., Aitzetmuller K. and Altan Y., 2003. Fatty acid and tocochromanol patterns of some Turkish Boraginaceae. Nordic Journal of Botany, 6, 719-726.
- Bağcı, E., Bruehl L., Özçelik H., Aitzetmuller K., Vural M. and Şahin A., 2004. A study of the fatty acid tocochromanol patterns of some Fabaceae (Leguminosae) plants from Turkey I. Grases Y Aceites, 4, 378-384.
- Baker, H.G., 1965. Characteristics and modes of origin of weeds. In: Baker HG, Stebbins GL, (eds) The genetics of colonizing species, Academic Press, 147-169 p, New York, USA.
- Baker, H.G., 1974. The evolution of weeds. Annual Review Ecological Systematics, 5, 1-24.
- Banowetz, G.M., 1994. Immunoanalysis of Cytokinins. Cytokinins. (Editors: Mok, D. W. S., Mok, M. C.) CRC Press, 305-315 p, London, England.
- Barış, Ö., 2009. Erzurum ilindeki mağaralarda damlataşı oluşumunda etkili bakterilerin izolasyonu, karakterizasyonu ve tanısı. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum, 135s.
- Barrett, S.C.H., Richardson, B.J., 1986. Genetic attributes of invading species. In: Groves R. H, Burdon J.J (eds). Ecology of biological invasions, 21-33 p, Cambridge University Press, Cambridge, England.
- Bassam, B.J., Caetano-Anolles G., Gresshoff P.M., 1991. Fast and sensitive silver staining of DNA in polyacrylamide gels. Analytical Biochemistry, 196, 80-83.
- Bassam, B.J., Bentley S., 1995. Electrophoresis of polyester backed polyacrylamide gels. Biotechniques, 19, 568-573.
- Battal, P., Tileklioğlu, B., 2001. The effects of different mineral nutrients on the levels of cytokinins in Maize (*Zea mays* L.). Turkish Journal of Botany 25, 123-130.
- Baumann, H., Bühler M., Fochem H., Hirsinger F., Zoe H.B., and Falbe J., 1988. Angewandte Chemie, 100, 41-46.
- Bernat, W., Gawronska, H., Janowiak, F., Gawronski, S-W., 2004. The effects of sunflower allelopathics on germination and seedling vigour of winter wheat and mustard. Zeszyty Problemowe Postepow Nauk Rolniczych, 496, 275-287.
- Blossey, B., Nötzold, R., 1995. Evolution of increased competitive ability in invasive nonindigenous plants: A hypothesis. Journal of Ecology, 83, 887-889.

- Boissier, E., 1867. Flora orientalis. Vol. I. Basileae.
- Bon, M.C., Hurard, C., Gaskin, J., Risterucci, A.M., 2005. Polymorphic microsatellite markers in polyploid *Lepidium draba* L. ssp *draba* (Brassicaceae) and cross-species amplification in closely related taxa. *Molecular Ecology Notes*, 5(1), 68-70.
- Bossdorf, O., Auge, H., Lafuma, L., Rogers, W.E., Siemann, E., Prati, D., 2005. Phenotypic and genetic differentiation between native and introduced plant populations. *Oecologia*, 144, 1–11.
- Briquet, J., 1913. *Prodrome Dela flore Corse*. Geneva.
- Brenner, M.L., 1981. Modern methods for plant growth substance analysis. *Annual Review Plant Physiology*, 32, 511-538.
- Brown, A., 1979. Enzyme polymorphisms in plant populations. *Theoretical Population Biololg* 15, 1- 42.
- Brown, A.H.D., Marshall, D.R., 1981. Evolutionary changes accompanying colonization in plants. In: Scudder G C E, Reveal JL (eds) *Evolution today*, 351-363 p, Carnegie-Mellon University, Pittsburgh.
- Brown, B.J., Mitchell, R.J., 2001. Competition for pollination: effects of pollen of an invasive plant on seed set of a native congener. *Oecologia*, 129, 43-49.
- Byrne, M., Parrish, T.L., Moran, G.F., 1998. Nuclear RFLP diversity in *Eucalyptus nitens*. *Heredity*, 81, 225–233.
- Callaway, R.M., Aschehoug, E.T., 2000. Invasive plants versus their new and old neighbors: a mechanism for exotic invasion. *Science*, 290, 521–523.
- Callaway, R.M., Ridenour, W.M., 2004. Novel weapons: invasive success and the evolution of increased competitive ability. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2, 436–443.
- Caetano-Anolles, G., Gresshoff P.M., 1994. Staining nucleic acids with silver, an alternative to radioisotopic and fluorescent labelling. *Promega Notes*, 45, 13-18.
- Carroll, S.P., Klassen, S.P., Dingle, H., 1998. Rapidly evolving adaptations to host ecology and nutrition in the soapberry bug. *Evolutionary Ecology*, 12, 955-968.
- Chamberlain, J., 1995. *The Analysis of Drugs in Biological Fluids (Second Edition)*. CRC Press, 139-145 p, New York, USA
- Cheik, N., Jonmes, R.J., 1994. Distruption of maize kernel growth and development by heat stress. *Plant Physiology* 106, 45-51.
- Chase, M.R., Moller, C., Kesseli, R., Bawa, K.S., 1996. Distant gene flow in tropical trees. *Nature*, 383, 398–399.
- Chen, W.S., 1991. Changes in cytokinins before and during early flower bud differentiation in lychee (*Litchi chinensis* Sonn.). *Plant Physiology* 96, 1203-1206.
- Chittka, L., Schurkens, S., 2001. Successful invasion of a floral market. *Nature*, 411, 653.
- Choesin, D.N., Boerner, R.E.J., 1991. Allylithiocyanate release and the allelopathic potential of *Brassica napus* (Brassicaceae). *American Journal of Botany*, 78, 1083-1090.
- Clegg, M.T., 1989. Molecular diversity in plant populations. In: Brown, A.H.D., Clegg, M.T., Kahler, A.L. and Weir, B.S. (eds) *Plant Population Genetics, Breeding and Genetic Resources*. Sinauer Associates, Sunderland, 98–115 p, Massachusetts.

- Conichie, J., 1950. Weed taints in Australian dairy produce. *Australian Journal of Dairy Technology*, 5, 43-47.
- Conway, W.C., Smith, L.M., Bergan, J.F., 2002. Potential allelopathic interference by the exotic Chinese tallow tree (*Sapium sebiferum*). *American Midland Naturalist*, 148, 43-53.
- Corns, W.G., Frankton, C., 1952. Hoary cresses in Canada with particular reference to their distribution and control in Alberta. *Science Agriculture*, 32, 484-496.
- Crawford, D., 1985. Electrophoretic data and plant speciation. *Systematic Botany*, 10, 405-416.
- Crawley, M.J., 1987. What makes a community invasible? In: Gray A.J., Crawley, M. J., Edwards, P.J., (eds) *Colonization, succession and stability*, 429-453 p, Blackwell, London, England.
- Cutting, J.G.M., 1991. Determination of the cytokinin complement in healthy and witchesbroom malformed protease. *Journal of Plant Growth Regulation* 10, 85-89.
- D'Antonio, C.M., Vitousek, P.M., 1992. Biological invasions by exotic grasses, the grass/ fire cycle and global change. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 23, 63-87.
- Davis, P.H., 1988. *Flora of Turkey and the East Aegean Island (Supplement)*. Vol. 1- 10. University Press, 11, 4-124 p, Edinburg.
- Davies, P.J., 1995. The plant hormones; Their nature, occurrence and functions. *Plant Hormones* (Editor: Davies P.J.) Kluwer Academic Publishers, 1-39 p, Boston, USA.
- De Vicente, M.C. and Fulton T., 2004. Using Molecular Marker Technology in Studies on Plant Genetic Diversity: Learning module, Vol 1, Institute for Genomic Diversity/International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Cornell University, Rome, Italy.
- Dietz, H., Steinlein, T., Winterhalter, P., Ullmann, I., 1996. Role of allelopathy as a possible factor associated with the rising dominance of *Bunias orientalis* L. (Brassicaceae) in some native plant assemblages. *Journal of Chemical Ecology*, 22, 1797-1811.
- Dinelli, G., Lucchese C., 1999. Comparison between capillary and polyacrylamide gel electrophoresis for identification of *Lolium* species and cultivars. *Electrophoresis*, 20, 2524-2532.
- Dolling, A., Zackrisson, O., Nilsson, M.C., 1994. Seasonal variation in phytotoxicity of Bracken (*Pteridium aquilinum* L. Kuhn). *Journal of Chemical Ecology*, 20, 3163-3172.
- Dos Santos, J.B., Nienhuis J., Skroch P., Tivang J. and Slocum M.K., 1994. Comparison of RAPD and RFLP genetic markers in determining genetic similarity among *Brassica oleracea* L. genotypes. *Theoretical and Applied Genetics*, 87, 909-915.
- Drake, J.A., Money, H.A., di Castri, F., Groves, R.M., Kruger, F.J., Rejmanek, M., Williamson, M., 1989. *Biological invasions: a global perspective*. John Wiley & Sons, Chichester.
- Ellstrand, N., 1984. Multiple paternity within the fruits of the wild radishes, *Raphanus sativus*. *American Naturalist*, 123, 819-828.

- Eperson, B.K., 1990. Spatial autocorrelation of genotypes under directional selection. *Genetics*, 124, 757–771.
- Featonby-Smith, B.C., Van Staden, J., 1984. Identification and seasonal variation of endogenous cytokinins in *Ecklonia maxima* (Osbeck) Papenf. *Botanica Marina*, 27, 527-531.
- Fahima, T., Sun, G.L., Beharav, A., 1999. RAPD polymorphism of wild emmer wheat populations, *Triticum dicoccoides*, in Israel. *Theoretical and Applied Genetics*, 98, 434–447.
- Fang, D.Q., Roose M.L., Kruger R.R., Federici C.T., 1997. Fingerprinting trifoliolate orange germplasm accessions with isozymes, RFLPs and inter-simple sequence repeats. *Theoretical and Applied Genetics*, 95, 211-219.
- Fedorenko, O.M., Gritskikh, M.V., 2008. Diversity of *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. natural populations at the Northern Limits of the species range: RAPD analysis. *Russian Journal of Genetics* 44 (4), 425-428.
- Filchak, K.E., Roethele, J.B., Feder, J.L., 2000. Natural selection and sympatric divergence in the apple maggot *Rhagoletis pomonella*. *Nature*, 407, 739-742.
- Frazier, J.C., 1943. Nature and rate of development of the root systems of *Lepidium draba*. *Botanical Gazette*, 105, 244-250.
- Fr'échard, A., Fabre, N., Hannedouche, S., Fourast'e, I., 2002. Glucosinolates from *Cardaria draba*. *Fitoterapia*, 73, 177-178.
- Fritts, T.H., Roda, G.H., 1998. The role of introduced species in the degradation of island ecosystems: a case history of Guam. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 29, 113-140.
- Gaskin, J.F., 2006. Clonal structure of invasive hoary cress (*Lepidium draba*) infestations. *Weed Science*, 54, 428–434.
- Gaskin, J.F., Zhang, D-Y., Bon, M-C., 2005. Invasion of *Lepidium draba* (Brassicaceae) in the western United States: distributions and origins of chloroplast DNA haplotypes. *Molecular Ecology*, 14, 2331–2341.
- Gawroska, H., Bernat, W., Ciurzynska, M., Garwonski, S.W., 2002. Photosynthesis and water status of mustard plants as influenced by sunflower allelopathics. Abstract of third world congress on allelopathy. Challenge for the new millennium, Tsukuba, Japan.
- Ghafoor, A., Ahmad Z., Qureshi A.S., Bashir M., 2000. Genetic relationship in *Vigna mungo* (L.) Heper and *V. radiata* (L.) R. Wilezek based on morphological traits and SDS-PAGE. *Euphytica*, 123, 367-378.
- Goffman F.D., Thies W., Velasco L., 1999. Chemotaxonomic value of tocopherols in Brassicaceae. *Phytochemistry*, 50, 793-798.
- Gottlieb, L., 1997. Electrophoretic evidence and plant systematics. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 64, 161-180.
- Grayer, R.J., Chase, M.W., Simmonds, M.S.J., 1999. A comparison between chemical and molecular characters for the determination of phylogenetic relationships among plant families: An appreciation of Hegnauer's "Chemotaxonomie der Pflanzen". *Biochemical systematics and Ecology*, 27, 369-393.
- Gregor, D., Hartmann W. And Stosser R., 1994. Cultivar Identification in *Prunus domestica* using Random Amplified Polymorphic DNA markers. *Acta Horticulturae*, 359.

- Grice, A.C., Radford, I.J., Abbott, B.N., 2000. Regional and landscape-scale patterns of shrub invasion in tropical savannahs. *Biological Invasions*, 2, 187–205.
- Guil, J.L., Rodriguez-Garcia, I., Torija, E., 1997. Nutritional and toxic factors in selected wild edible plants. *Plant Foods for Human Nutrition*, 51, 99–107.
- Guerrero, J.L.G., Gimenez-Martinez, J.J., Torua-Isasa, M.E., 1999. Nutritional composition of wild edible Crucifer species. *Journal of Food Biochemistry*, 23, 283-294.
- Gülşen, O., Mutlu N., 2005. Bitki Biliminde Kullanılan Genetik Markırlar ve Kullanım Alanları. *Alatarım*, 4 (2), 27-37.
- Hamrick, J.L., Linhart Y. and Mitton J.B., 1979. Relationships between life history characteristics and electrophoretically detectable genetic variation in plants. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 10, 173-200.
- Hamrick, J.L., Godt, M.J.W., 1989. Allozyme diversity in plant species. In: Brown AHD, Clegg MT, Kahler AL Weir BS (eds) *Plant population genetics, breeding and genetic resources*. Sinauer Associates, Sunderland, 43–63 p, Massachusetts.
- Hamrick, J.L., Godt, M.J., Sherman-Broyles, S.L., 1992. Factors influencing levels of genetic diversity in woody plant species. *New Forestry*, 6, 95–124.
- Hamrick, J.L., Godt, M.J., 1996. Effects of life history traits on genetic diversity in plant species. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 351, 1291–1298.
- Hansen, C.E., Venzler, H., Meins, F., 1984. Concentration gradient of trans-zeatin riboside and *trans*-zeatin in the maize stem. *Plant Physiology*, 75, 959-963.
- Harborne, J.B. and Turner B.L., 1984. *Plant Chemosystematics*. Academic Press, 180-191 p, London, England.
- Harris, S.A., 1999. RAPD in systematics – a useful methodology? In: Hollingsworth, P.M., Bateman R.M., Gornall R.J. (Eds.), *Molecular Systematics and Plant Evolution*. Taylor & Francis, 211-228 p, London, England.
- Hartl, D.L., Clark, A.G., 1989. *Principles of population genetics* 2nd edn. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Hartley, S.E., Jones, C.G., 1996. Plant chemistry and herbivory, or why the world is green. In: Crawley MJ (eds) *Plant Ecology*. Blackwell, 284± 324 p, Oxford.
- Hayek, A., 1927. *Prodromus florae Peninsulae Baloaniceae*. Berlin.
- Hegnauer, R., 1989. *Chemotaxonomie der pflanzen*, Vol. 8, 611-612 p, Birkhuser, Basel.
- Hernandez-Minea, F.M., 1991. Identification of cytokinins and the changes in their endogenous levels in developing *Citrus sinensis* leaves. *Journal of Horticultural Science*, 66, 505-511.
- Heywood, J.S., 1991. Spatial analysis of genetic variation in plant populations. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 22, 335–355.
- Holmes, P.M., Cowling, R.M., 1997. The effects of invasion by *Acacia saligna* on the guild structure and regeneration capabilities of South African fynbos shrublands. *Journal of Applied Ecology*, 34, 317-332.
- Horgan, R., Kramers, M.R., 1979. High-performance liquid chromatography of cytokinins. *Journal of Chromatography*, 173, 263-270.
- Horgan, R., 1988. *Hormone Analysis*, In: *Plant Hormones*. (Editor: Davies, J. D.) Kluwer Academic Publishers, 415-419 p, London, England.

- Hu, G., Abblet, G., Pauls, K.P., Rajcan, I., 2006. Environmental effects on fatty acid levels in soybean seed soil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 83, 759-763.
- Hulten, E., 1950. Atlas of the distribution of vascular plants in North-West Europae, Stockholm.
- Jaccard, P., 1908. Nouvelles recherches sue la distribution florante. *Bulletin Society Vaud. Scitisten Nature* 44, 223–270.
- Jackson, M.L., 1962. *Soil Chemical Analysis*, Prentice Hall. Englewood Cliffs. 3. N.J., 498, London.
- Jahandiez, E., Maire, R., 1931. *Catalogue de plantes du Maroc*. Alger.
- Jarne, P., Lagoda, P.J.L., 1996. Microsatellites, from molecules to populations and back. *Trends in Ecology and Evolution*, 11, 424–429.
- Jarvis, P., Lister C., Szabo V., Dean C., 1994. Integrat on of CAPs Markers into the RFLP Map Generated Using Recombinant Inbred Lines of *Arabidopsis thalina*. *Plant Molecular Biology*, 24, 685-687.
- Jasieniuk, M., Maxwell, B.D., 2001. Plant diversity: new insights from molecular biology and genomics technologies. *Weed Science*, 49, 257–265.
- Karaca, M., Saha S., Zipf A., Jenkins J.N. and Lang D.J., 2002. Genetic diversity among forage bermudagrass (*Cynodon* spp.): Evidence from chloroplast and nuclear DNA fingerprintig. *Crop Science*, 42, 2118-2127.
- Kaya, Y., 1988. Pasinler ovası ve çevresindeki buğday ve çavdar tarlalarında bulunan yabancı otların fitososyolojik yönden araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kaya Y., 1999. *Tohumlu Bitkiler Sistematigi*. 580 p, Erzurum.
- Keane, R.M., Crawley, M.J., 2002. Exotic plant invasions and the enemy release hypothesis. *Trends in Ecology & Evolution*, 17, 164-170.
- Kimura, M., Crow, J.F., 1964. The number of alleles that can be maintained in a finite population. *Genetics*, 49, 725–735.
- Konieczyn, A., Ausubel F.M., 1993. A Procedure for Mapping *Arabidopsis* Mutations Using Co-dominant Ecotype-specific PCR-based Markers. *The Plant Journal*, 4, 403-410.
- Koshimizo, K., Iwamura, H., 1986. Cytokinins. *Chemistry of Plant Hormones*, (Editor: Takahashi, N.), CRC Press Inc., 154-199 p, Florida.
- Knoche, H., 1921. *Flora Balearica*. Montpellier.
- Kovac, M., Zel, J., 1994. The effect of aliminium on the cytokinins in the mycelia of *Lactarius piperatus*. *Planta Sicience*, 97, 137-142.
- Köie, M., Rechinger, R.H., 1954. Beitrag zur flora Südwest-Irans. II. *Dansk. Bot. Arkiv*. 15: 1.
- Kumar, L.S., 1999. DNA markers in plant improvement: An overview. *Biotechnology Advances*, 17, 143-182.
- Kuraishi, S., Tasaki, K., Sakurai, N., Sadatoku, K., 1991. Changes in levels of cytokinins in etiolated squash seedlings after illumination. *Plant Cell Phsiology*, 32, 585-591.
- Langella, O., 2000. POPULATIONS: Population Genetic Software (Individuals or populations distances, phylogenetic trees). CNRS, France. <http://pge.cnrs-gif.fr/bioinfo/populations>.

- Larson, L., Kiemnec, G., Smergut, T., 2000. Hoary cress reproduction in a sagebrush ecosystem. *Journal of Range Management*, 53 (5), 556-559.
- Laterra, P., Bazzalo, M.E., 1999. Seed-to-seed allelopathic effects between two invaders of burned Pampa grasslands. *Weed Research*, 39, 297-308.
- Lee, C.E., 2002. Evolutionary genetics of invasive species. *Trends in Ecology and Evolution*, 17, 386-391.
- Levine, J.M., Vilà, M., D'Antonio, C.M., Dukes, J.S., Grigulis, K., Lavorel, S., 2003. Mechanisms underlying the impacts of exotic plant invasions. *Proceeding of the Royal Society of London B*, 270, 775-781.
- Li, G., Quiros C.F., 2001. Sequence-related Amplified Polymorphism (SRAP) a New Marker System Based on a Simple PCR Reaction: Its Application to Mapping and Gene Tagging in Brassica. *Theoretical and Applied Genetics*, 103, 455-461.
- Liang, Y., Liu, J., Zhang, S.P., Wang, S.J., Guo, W.H., Wang, R.Q., 2008. Genetic diversity of the invasive plant *Coreopsis grandiflora* at different altitudes in Laoshan Mountain, China. *Canadian Journal of Plant Sciences*, 88(4), 831-837.
- Linhart, Y.B., Grant, M.C., 1996. Evolutionary significance of local genetic differentiation in plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 27, 237-277.
- Lodge, D.M., 1993. Biological invasions: lessons for ecology. *Trends in Ecology and Evolution*, 8, 133-137.
- Lonsdale, W.M., 1999. Global patterns of plant invasions and the concept of invasibility. *Ecology*, 80, 1522-1536.
- Lynch, M., 1991. The genetic interpretation of inbreeding depression and outbreeding depression. *Evolution*, 45, 622-629.
- Machackova, I., Krekule, J., Eder, J., Seidlova, F., Strnad, M., 1993. Cytokinins in photoperiodic induction of flowering in *Chenopodium* species. *Physiologia Plantarum*, 87, 160-166.
- Mack, R.N., Simberloff, D., Lonsdale, W.M., Evans, H., Clout, M., Bazzaz, F.A., 2000. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Applications*, 10, 689-710.
- Maguire, T.L., Peakall, R., Saenger, P., 2002. Comparative analysis of genetic diversity in the mangrove species *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. (Avicenniaceae) detected by AFLPs and SSRs. *Theoretical and Applied Genetics*, 104, 388-398.
- Maron, J.L., Vilà, M., 2001. When do herbivores affect plant invasion? Evidence for the natural enemies and biotic resistance hypotheses. *Oikos*, 95, 361-373.
- Marquis, R.J., 1992. Selective impact of herbivores In: Fritz RS, Simms EL, (eds) *Plant resistance to herbivores and pathogens: ecology, evolution and genetics*. University of Chicago Press, 301±325 p, Chicago, USA.
- McKenney, J.L., Cripps, M.G., Price, W.J., Hinz, H.L., Schwarzländer, M., 2007. No difference in competitive ability between invasive North American and native European *Lepidium draba* populations. *Plant Ecology*, 193, 293-303.
- McLean, E.O., 1982. Soil pH and Lime Requirement. *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition*. Agronomy. No: 9 Part 2. Edition P: 199-224.
- Mengistu, L.W., Mueller-Warrant, G.W., Barker, R.E., 2000. Genetic diversity of *Poa annua* in western Oregon grassseed crops. *Theoretical and Applied Genetics*, 101, 70-79.

- Mengoni, A., Gonnelli, C., Galardi, F., Gabbrielli, R., Bazzicalupo, M., 2000. Genetic diversity and heavy metal tolerance in populations of *Silene paradoxa* L.(Caryophyllaceae): a random amplified polymorphic DNA analysis. *Molecular Ecology*, 9, 1319–1324.
- Mitchell, C.E., Power, A.G., 2003. Release of invasive plants from fungal and viral pathogens. *Nature*, 421, 625-627.
- Money, H.A., Cleland, E.E., 2001. The evolutionary impact of invasive species. *Proceeding of National Academy Sciences USA*, 98, 5446-5451.
- Money, P.A., Staden, J.V., 1984. Seasonal changes in the levels of endogenous cytokinins in *Sargassum heterophyllum* (Phaeophyceae). *Botanica Marina*, 17, 437-442.
- Morgan, A., 1934. Hoary cress control. *The Journal of the Department of the Agriculture Victoria*, 1, 32-45.
- Morris, N., 1954. Whiteweed (*Cardaria draba*). Noxious weed of Tasmania. *Tasmanian Journal of Agriculture*, 25, 253-270.
- Morris, J.W., Doumas, P., Morris, R.O., Zaer, J.B., 1990. Cytokinins in vegetative and reproductive buds of *Pseudotsuga menziesii*. *Plant Physiology*, 9, 67-71.
- Muschler, R., 1912. *Manual of the Flora of Egypt*. Berlin.
- Mueller, U.G., Wolfenbarger, L.L., 1999. AFLP genotyping and fingerprinting. *Trends in Ecology and Evolution*, 14, 389–393.
- Nei, M., 1972. Genetic distance between populations. *American Naturalist*, 106, 283-292.
- Nei, M., 1987. *Molecular evolutionary genetics*. Columbia Uni. Press, New York.
- Nelson, R.E., 1982. Carbonate and Gypsum. *Methods of soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition*. Agronomy. No: 9, Part 2. Edition P: 191-197.
- Nelson, D.W., & Sommers, L.E., 1982. Organic Matter. *Methods of soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition*. Agronomy. No: 9, Part 2. Edition P: 574-579.
- Neuffer, B., Hurka, H., 1999. Colonization history and introduction dynamics of *Capsella-bursa pastoris* (Brassicaceae) in North America: Isozymes and quantitative traits. *Molecular Ecology*, 8, 1667-1681.
- Nianxi, Z., Yubao, G., Jinlong, W., Anzhi, R., Hua, X., 2006. RAPD diversity of *Stipa grandis* populations and its relationships with some ecological factors. *Acta Ecologica Sinica*, 26(5), 1312-1319.
- Nilsson, M.C., 1994. Separation of allelopathy and resource competition by the boreal dwarf shrub *Empetrum hermaphroditum*. *Oecologia*, 98, 1–7
- Nodehi, A.R., Khangholi, S., 2003. Allelopathic potential of *Cardaria draba*, *Brassica deflexa* and *Brassica napus* on germination and seedling growth of *Mathiola incana* and *Amaranthus caudatus*. Pajouhesh-va-Sazandegi. In *Agronomy & Horticulture*, 60, 65-71.
- O’Hanlon, P.C., Peakall, R., Briese, D.T., 2000. A review of new PCR-based genetic markers and their utility to weed ecology. *Weed Research*, 40, 239–254.
- Olsen, S.R., & Sommers, L.E., 1982. Phosphorus. *Methods of soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Second Edition*. Agronomy. No: 9, Part 2. Edition P: 403-427.

- Owen, J.L., Uyeda, C.M., 1991. Single Primer Amplification of Avian Genomic DNA Detects Polymorphic Loci. *Annual Biotechnology*, 2, 107-122.
- Paisley, R., 1995. MIS whole cell fatty acid analysis by gas chromatography. MIDI, Inc., Newark, DE, USA.
- Palni, L.M.S., Susmons, R.E., Letham, D.S., 1983. Mass spectro analysis of cytokinins in plant tissues. *Plant Physiology*, 7, 858-863.
- Paran, L., Michelmore R.W., 1993. Development of Reliable PCR-based Markers Linked to Downy Mildew Resistance Genes in Lettuce. *Theoretical and Applied Genetics*, 85, 985-993.
- Parker, P.G., Snow, A.A., Schug, M.D., Booton, G.C., Fuerst, P.A., 1998. What molecules can tell us about populations: Choosing and using a molecular marker. *Ecology*, 7, 361-382.
- Patterson, D.T., 1981. Effects of allelopathic chemicals on growth and physiological responses of soybean (*Glycine max*). *Weed Sciences*, 29, 53-59.
- Perrings, C., Williamson, M., Dalmazzone, S., 2000. The economics of biological invasions. Edward Elgar, Cheltenham.
- Petit, R.J., 2004. Biological invasions at the gene level. *Diversity and Distributions*, 10, 159-165.
- Pimentel, D., Lach, L., Zuniga, R., Morrison, D., 2000. Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States. *Bioscience*, 50, 53-63.
- Putnam, A.R., and Duke, W.B., 1978. Allelopathy in agroecosystems. *Annual Review of Phytopathology*, 16, 431-451.
- Qamaruddin, M., 1996. Appearance of the zeatin riboside type of cytokinin in *Pinus sylvestris* seeds after red light treatment. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 6, 41-46.
- Qamaruddin, M., Dormling, I., Eliasson, L., 1990. Increase in cytokinin levels in scots pine in relation to chilling and bud burst. *Physiologia Plantarum*, 79, 236-241.
- Qasem, J.R. 1994. Allelopathic effect of white top (*Lepidium draba*) on wheat and barley. *Allelopathy Journal*, 1, 29-40.
- Qasem, J.R., 2004. Allelopathic plants: 11. *Cardaria draba* (L.) Desv. *Allelopathy Journal*, 13 (2), 165-172.
- Qian, Z-Q., Xu, L., Wang, Y.L., Yang, J., Zhao, G.F., 2008. Ecological genetics of *Reaumuria soongorica* (Pall.) Maxim. population in the oasisedesert ecotone in Fukang, Xinjiang, and its implications for molecular evolution. *Biochemical Systematics and Ecology*, 36, 593-601.
- Quarrie, S.A., Lister, P.G., 1983. Characterization of spring wheat genotypes differing in drought-induce abscisic acid accumulation. *Journal of Experimental Botany*, 34, 1260-1270.
- Rautio, P., Markkola, A., Matel, J., Tuomi, J., Harma, E., Kuikka, K., Siitonen, A., Leal Riesco, I., Roitto, M., 2002. Developmental plasticity in birch leaves: defoliation causes a shift from glandular to nonglandular trichomes. *Oikos*, 98, 437-446.
- Reisch, C., Anke, A., Röhl, M., 2005. Molecular variation within and between ten populations of *Primula farinose* (Primulaceae) along an altitudinal gradient in the northern Alps. *Basic Applied Ecology*, 6, 35-45.
- Rice, E.L., 1979. Allelopathy. An update. *Botanical Review*, 45, 17-109.

- Rice, K.J., Mack, R.N., 1991. Ecological genetics of *Bromus tectorum*. III. The demography of reciprocally sown populations. *Oecologia*, 88, 91-101.
- Richardson, D.M., Allsopp, N., D'Antonio, C.M., Milton, S.J., Rejmanek, M., 2000. Plant invasions – the role of mutualisms. *Biological Reviews*, 75, 65-93.
- Richardson, D.M., van Wilgen, B.W., Higgins, S.I., Trinder-Smith, T.H., Cowling, R.M., McKell, D.H., 1996. Current and future threats to plant biodiversity on the Cape Peninsula, South Africa. *Biodiversity Conservation*, 5, 607-647.
- Ridenour, W., Callaway, R.M., 2001. The relative importance of allelopathy in interference: the effects of an invasive weed on a native bunchgrass. *Oecologia*, 126(3), 444-450.
- Roberts, J.A., Hooley, R., 1988. *Plant Growth Regulators*. Blackie, 1-84 p, London.
- Robyt, J.F., White, B.J., 1990. *Biochemical Techniques Theory and Practica*. Waveland Press, Inc. 101-103.
- Rutherford, M.C., Powrie, L.W., 1993. Allelochemic control of biomass allocation in interacting shrub species. *Journal of Chemical Ecology*, 19(5), 893-906.
- Sakai, A.K., Allendorf, F.W., Holt, J.S., Lodge, D.M., Molofsky, J., With, K.A., Baughman, S., Cabin, R.J., Cohen, J.E., Ellstrand, N.C., McCauley, D.E., O'Neil, P., Parker, I.M., Thompson, J.N., Weller, S.G. 2001. The population biology of invasive species. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 32, 305-332.
- Sala, O.E., Chapin, III.F.S., Armesto, J.J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Huenneke, L.F., Jackson, R.B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D.M., Money, H.A., Oesterheld, M., Poff, N.L., Sykes, M.T., Walker, B.H., Walker, M., Wall, D.H., 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287, 1770-1774.
- Schaal, B.A., Leverich, W.J., Rogstad, S.H., 1991. A comparison of methods for assessing genetic variation in plant conservation biology. In: Falk, D.A. and Holsinger, K.E. (eds) *Genetics and Conservation of Rare Plants*. Oxford University Press, 123-134 p, New York.
- Schneider, B., Marcone, C., Kampmann, M., Ragozzino, A., Lederer, W., Cousin, M.T., Seemuller, E., 1997. Characterization and classification of phytoplasmas from wild and cultivated plants by RFLP and sequence analysis of ribosomal DNA. *European Journal of Plant Pathology*, 103, 675-686.
- Scurfield, G., 1962. *Cardaria draba* (L.) Desv. *The Journal of Ecology*, 50 (2), 489-499.
- Shaw, A.J., Cox, C.J., Boles, S.B., 2003. Global patterns in peatmoss biodiversity. *Molecular Ecology*, 12, 2553-2570
- Shorland, F.B., 1963. In: *Chemical Plant Taxonomy*. Ed: T. Swain. Academic Press. 253-311 p, New York.
- Singer, M.C., Thomas, C.D., Parmesan, C., 1993. Rapid human-induced evolution of insect diet. *Nature*, 366, 681-683.
- Soejima, H., Sugiyama, T., Ishihara, K., 1992. Changes in cytokinin activities and mass spectrometric analysis of cytokinins in root exudates of rice plant (*Oryza sativa* L.). *Plant Physiology*, 94, 1724-1729.
- Spitzer, V., Marx F., Maia J.G.S. and Pfeilsticker K., 1990. *Fat Science Technology*, 92, 165-172.

- Squirrell, J., Hollingsworth, P.M., Woodhead, M., Russell, J., Lowe, A.J., Gibby, M., and Powell, W., 2003. How much effort is required to isolate microsatellites from plants. *Molecular Ecology*, 12, 1339–1348.
- Stachon, W.J., Zimdahl, R.L., 1980. Allelopathic activity of Canada thistle (*Cirsium arvense*) in Colorado. *Weed Science*, 28, 83-86.
- Staub, J.E., Sequen F.C., 1996. Genetic Markers, Map Construction and Their Application in Plant Breeding. *HortScience*, 31 (5), 729-741.
- Strauss, S.Y., Agrawal, A.A., 1999. The ecology and evolution of plant tolerance to herbivory. *Trends in Ecology and Evolution*, 14, 179-185.
- Şahin, F., 1999. Mikroorganizmaların yağ asitleri profillerine göre tanısı (Microbial Identification System) II. Uygulamalı Moleküler Biyoloji Teknikleri Kursu, 15-20 Mayıs 2000, Erzurum, p64-68.
- Taylor, J.S., Thompson, B., Pate, S.J., Atkins, C.A., Pharis, R.P., 1990. Cytokinins in the phloem sap of white lupin (*Lupinus albus* L.). *Plant Physiology*, 94, 1714-20.
- Temizkan, G., Arda, N., 2004. Moleküler Biyolojide Kullanılan Yöntemler (2. baskı). Nobel Tıp Kitabevleri, 345 s, İstanbul.
- Tiselius, A., 1937. A new apparatus for electrophoretic analysis of colloidal mixtures. *Trans. Faraday Society*, 33, 524-531.
- Thompson, J. D., 1991. The biology of an invasive plant. *Bioscience*, 41, 393-401.
- Thompson, J.N., 1998. Rapid evolution as an ecological process. *Trends in Ecology and Evolution*, 13, 329-332.
- Thompson, J.N., 1999. The evolution of species interactions. *Science*, 284, 2116-2118.
- Turker, M., Battal, P., Agar, G., Güllüce, M., Şahin, F., Erez, M.E., Yıldırım, N., 2008. Allelopathic effects of plant extracts on physiological and cytological processes during maize seed germination. *Allelopathy Journal*, 21(2), 273-286.
- Turnbull, C.G.N., Hanke, D.E., 1985. The control of bud dormancy in potato tubers. Measurement of the seasonal pattern of changing concentration of zeatin. *Planta*, 165, 366-376.
- Tüzüner, A., 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 375, Ankara.
- Van Wilgen, B.W., Richardson, D.M., Le Maitre, D.C., Marais, C., Magadlela, D., 2001. The economic consequences of alien plant invasion: examples of impact and approaches to sustainable management in South Africa. *Environment and Sustainable Development*, 3, 145-168.
- Wardle, D.A., Nicholson, K.S., Rahman, A., 1993. Influence of plant age on the allelopathic potential of nodding thistle (*Carduus nutans* L .) against pasture grasses and legumes. *Weed Research*, 33, 69-78.
- Wardle, D.A., Nilsson, M.C., Gallet, C., Zackrisson, O., 1998. An ecosystem-level perspective of allelopathy. *Biological Reviews*, 73, 305-319.
- Vitousek, P.M., D'Antonio, C.M., Lopper, L.L., Westbrooks, R., 1996. Biological invasions as global environmental change. *American Scientist*, 84, 468-478.
- Vitousek, P.M., Walker, L.R., 1989. Biological invasion by *Myrica faya* in Hawaii: plant demography, nitrogen fixation, ecosystem effects. *Ecological Monographs*, 59, 247-265.

- Vitousek, P.M., Walker, L.R., Whiteaker, L.D., Mueller-Dombois, D., Matson, P.A., 1987. Biological invasion by *Myrica faya* alters ecosystem development in Hawaii. *Science*, 238, 802-804.
- Volis, S., Yakubov, B., Shulgina, I., 2001. Tests for adaptive RAPD variation in population genetic structure of wild barley, *Hordeum spontaneum* Koch. *Biological Journal of Linnean Society*, 74, 289–303.
- Ward, S., 2006. Genetic analysis of invasive plant populations at different spatial scales *Biological Invasions*, 8, 541–552.
- Waser, N., Price, M.V., 1994. Crossing distance effects in *Delphinium nelsonii*: outbreeding and inbreeding depression in progeny fitness. *Evolution*, 48, 842–852.
- Weber, E., Schmid, B., 1998. Latitudinal population differentiation between in two species of *Solidago* (Asteraceae) introduced into Europe. *American Journal of Botany*, 85, 1110-1121.
- Welsh, J. and McClelland M., 1990. Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. *Nucleic Acids Research*, 18, 7213-7218.
- Whitkus, R., Doebley J., Wendel J.F., 1994. DNA-based markers in plants, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Wilcove, D.S., Rothstein, D., Dubow, J., Phillips, A., Loso, E., 1998. Quantifying threats to imperiled species in the United States. *Bioscience*, 48, 607-615.
- Williams, J.G.K., Kubelik A.R., Livak R.J., Rafalski J.A., Tingey S.V., 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Research*, 18, 6531-6535.
- Williamson, M., 1996. Biological invasions. Chapman & Hall, London.
- Wink, M., 2003, Evolution of secondary metabolites from an ecological and molecular phylogenetic perspective. *Phytochemistry*, 64, 3-19.
- Wright, S., 1969. *Evolution and Genetics of Populations: The Theory of Gene Frequencies*. Chicago: Univ. Chicago Press, Chicago, USA.
- Yeh, C.F., Yang, R., Boyle, T., 1997. POPGENE Version 1.31. Windows-based Software for Population Genetics Analysis.
- Yıldırım, A., Kandemir, N., 2001. Bitki Biyoteknolojisi (eds. Babaoğlu, M., Gürel, E., Özcan, S.). Bölüm 23, Genetik Markörler ve Analiz Metodları, 334-363. Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları, 374 s, Konya.
- Zabeau, M., Vos P., 1993. Selective restriction fragment amplification: a general method for DNA fingerprints. *European Patent Application*. Publ. 0534858A1.
- Zangerl, A.R., Bazzaz, F.A., 1992. Theory and pattern in plant defense allocation. In: Fritz RS, Simms EL, (eds) *Plant resistance to herbivores and pathogens: ecology, evolution and genetics*. University of Chicago Press, 363±391 pp, Chicago, USA
- Zengin, H., 1999. Erzurum yöresinde fasülye ekim alanlarında görülen yabancıotlar, yoğunlukları, yaygınlıkları ve topluluk oluşturma durumları üzerinde çalışmaları. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23, 69-74.
- Zietkiewicz, E., Rafalski A., Labuda D., 1994. Genome Fingerprinting by Simple Sequence Repeat (SSR)-anchored Polymerase Chain Reaction Amplification. *Genomics*, 20: 176-183.

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Erzurum'un Aşkale ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Erzurum'da tamamladı. 1998 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Fen-edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nden 2002 yılında mezun oldu. Aynı yıl Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisansa başladı. 2006 yılında yüksek lisans öğrenimini tamamladı ve aynı yıl Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde doktora öğrenimine başladı. 2005 yılından beri Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.