

T.C.
ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

FERULAGO GLAREOSA KANDEMİR ve HEDGE (APIACEAE)
TÜRÜNÜN ÜREME EKOLOJİSİ, KORUMA BİYOLOJİSİ ve
DAĞILIM HARİTALANMASI

İdris SARI

Danışman: Prof. Dr. Ali KANDEMİR

BİYOLOJİ
ANABİLİM DALI

ERZİNCAN
2019

Her Hakkı Saklıdır.

Kabul ve Onay Sayfası

Prof. Dr. Ali Kandemir danışmanlığında, İdris Sarı tarafından hazırlanan bu çalışma 25/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Biyoloji Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak oybirliği/oy çokluğu (5/5) ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Ali KANDEMİR

İmza: 

Üye : Doç. Dr. Mustafa KORKMAZ

İmza: 

Üye : Doç. Dr. Ahmet MERT

İmza: 

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Engin KILIÇ

İmza: 

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Özdemir ŞENTÜRK

İmza: 

Yukarıdaki sonuç Enstitü Yönetim Kurulunun 08 / 08 / 2019 tarih ve 31/3..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Prof. Dr. Mustafa Fatih ERTUGAY
Enstitü Müdürü

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

Bilimsel Etiğe Uygunluk Sayfası

“*Ferulago glareosa* Kandemir ve Hedge (Apiaceae) türünün üreme ekolojisi, koruma biyolojisi ve dağılım haritalanması” isimli “Doktora” tezime tarafımda intihal tespit programı ile incelenmiştir. Buna göre tezimde bilimsel etik ihlali ve intihal olarak nitelendirilebilecek herhangi bir durum olmadığını taahhüt ederim.

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir biçimde elde edildiğini; aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi beyan ederim. 10/07/2019



İdris SARI

ÖZET

Doktora Tezi

***FERULAGO GLAREOSA* KANDEMİR ve HEDGE (APIACEAE) TÜRÜNÜN ÜREME EKOLOJİSİ, KORUMA BİYOLOJİSİ ve DAĞILIM HARİTALANMASI**

İdris SARI

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ali KANDEMİR

Etkileri gün geçtikçe daha fazla yaygınlaşan küresel iklim değişikliğine karşı endemik bitki türlerini koruma çabalarında henüz istenilen yeterliliğe erişilememiştir. *Ferulago glareosa*, Kemah, Erzincan, Türkiye’de yaşayan nadir endemik türlerimizden biridir. Bu çalışmada ilk olarak türün üreme sistemi, ziyaretçileri, meyve dağılımı, fidelerin popülasyonlara katılması, toprak tohum bankası ve popülasyon modellemesi gibi üreme ekolojisi ayrıntıları araştırıldı. Daha sonra türün habitat uygunluk modellemesi ve iklim değişikliği modellemeleri maksimum entropi yaklaşımı kullanılarak gerçekleştirildi. Tür için elde edilen çok sayıda tür dağılım modelleri arasından en uygun olanının seçiminde, modele ait eğitim veri seti ve test veri seti ROC değerleri arasındaki standart sapma değerleri dikkate alındı. Türün çiçek ödülllerinin tüm ziyaretçilere açık, ziyaretçilerinin bazılarının türün meyve tutumuna zararlı, üreme sisteminin geitonogam, ksenogam, tohum bankasının kısa-süreli kalıcı olduğu belirlendi. Ayrıca türün yaşam alanındaki konumsal ve zamansal varyasyonların türün çoğalma başarısında oldukça etkin olduğu saptandı. Türün meyveleri ve böcek ziyaretçilerinden biri arasında mimikrinin özel bir formu olan mimesis olduğu belirlendi. *F. glareosa* için elde edilen habitat uygunluk modeli (ROC: 0,970-0,968) incelendiğinde türün dağılımına etki eden çevresel faktörler; en soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı ve eğim olarak saptandı. Modelleme çalışmalarından elde edilen öngörülerde türün yayılış alanının yakın gelecekte bile uygun olamayabileceği görüldü. Özetle bu çalışmada, "yaklaşan en büyük tehlikelerden biri olan iklim değişikliğine karşı endemik bitki türlerini nasıl hazırlamalıyız" sorusunun yanıtı aranarak, endemik türlerimizin korunmasına yönelik önerilerde bulunuldu.

2019, 106 Sayfa

Anahtar Kelimeler: *Ferulago glareosa*, İklim değişikliği, Koruma biyolojisi, Tozlaşma, Tür dağılım modellemesi, Üreme ekolojisi

ABSTRACT

Doctorate Thesis

REPRODUCTIVE ECOLOGY, CONSERVATION BIOLOGY and DISTRIBUTION MAPPING of *FERULAGO GLAREOSA* KANDEMİR and HEDGE (APIACEAE)

İdris SARI

Erzincan Binali Yıldırım University
Institute of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Ali KANDEMİR

In the endeavour to protect endemic plant species against global climate change, whose effects are becoming more common, yet the desired qualification has not been reached. *Ferulago glareosa* which lives in Kemah, Erzincan, Turkey is one of our rare endemic plants. In this study, firstly we investigated some reproductive ecology details of species such as reproductive system, visitors, fruit distribution, seedling recruitment, soil seed bank and population modelling. Later on, habitat suitability and climate change modelling of species were performed by using Maximum Entropy modelling approach. The standard deviation values between training data set ROC values and test data set ROC values were used to select the optimum model from among the great numbers of species distribution models which acquired for species. It was determined that the flower awards were open to all visitors, some of the visitors were harmful to fruit set, reproductive system was geitonogamous and xenogamous and soil seed bank was short-term persistence of species. Moreover, spatial and temporal variations in the habitat of species were found to be highly effective in the reproductive success of species. Mimesis, a special form of mimicry, was found between fruits of species and one of the visitors of species. The environmental variables affecting the distribution of *F. glareosa* (ROC: 0,970-0,968) were found as mean temperature of coldest quarter and slope. According to the predictions obtained from modelling studies, the distribution area of species may not be suitable even in the near future. In brief, we sought an answer to this question "how we should prepare our endemic plant species against climate change which is considered to be the biggest danger upcoming" and suggestions on conservation of our endemic plants were made.

2019, 106 Pages

Keywords: Climate change, Conservation biology, *Ferulago glareosa*, Pollination, Reproductive ecology, Species distribution modelling.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans ve doktora eğitimim boyunca yanımda olan yaşantı ve tutumlarıyla örnek olup, çeşitli alanlarda ilerlememe yardımcı olan danışmanım Prof. Dr. Ali Kandemir'e, tez izleme komite üyelerimden çok her alanda rahatça danışabildiğim büyüklerimiz olarak gördüğüm Doç. Dr. Mustafa Korkmaz ve Dr. Engin Kılıç'a, kısa sürelerde olsa da kendilerinden çok şey öğrendiğim Prof. Dr. Zeki Aytaç, Prof. Dr. Ali Sülün ve Doç. Dr. Zafer Türkmen başta olmak üzere; dünyayı bir parçada olsa rahata erdirmek için çabalamış ve çabalayan herkese teşekkür ediyorum. Tez çalışmalarına sağladığı destekten dolayı Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi BAP birimine (Proje no: FEN-A-080715-0158) ayrıca teşekkür ediyorum.

İdris SARI

06, 2019

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
2.1. Çiçekli Bitkilerde Üreme Ekolojisi.....	7
2.2. Tür Dağılım Modellemeleri ve Canlı Türleri İçin Önemi	11
3. KURAMSAL TEMELLER	16
3.1. Çiçekli Bitkilerin Üreme Sistemleriyle İlgili Terminoloji.....	16
3.1.1. Çiçeklerin, bitkilerin ve populasyonların cinsiyeti	16
3.1.2. Çiçekli bitkilerde soy dışı üreme aygıtları	17
3.1.3. Çiçekli bitkilerde kendine uyuşmazlık.....	18
3.2. Tür Dağılım Modellemeleriyle İlgili Terminolojiler	20
3.2.1. Tür dağılım modellemeleri.....	20
3.2.2. Biyoklimatik değişkenler	22
3.2.3. Ekolojide niş kavramı	28
3.3. Populasyon Modellemeleriyle İlgili Terminolojiler	30
4. MATERYAL ve YÖNTEM	32
4.1. Materyal	32
4.2. Yöntem.....	32
4.2.1. <i>F. glareosa</i> 'nın erselik çiçeklerinin morfolojisinin belirlenmesi.....	32
4.2.2. <i>F. glareosa</i> 'nın polen sayısının belirlenmesi.....	32
4.2.3. <i>F. glareosa</i> 'nın polen verimliliğinin belirlenmesi	33
4.2.4. <i>F. glareosa</i> 'nın polen sitolojisi çalışmaları.....	34
4.2.5. <i>F. glareosa</i> 'nın Arthropoda ziyaretçilerinin belirlenmesi	34
4.2.7. <i>F. glareosa</i> 'nın 2018 yılı meyve tutumunun belirlenmesi.....	36
4.2.8. <i>F. glareosa</i> 'nın yaş/evre yapılı modellenmesi	37

4.2.9. <i>F. glareosa</i> 'nın toprak tohum bankası türünün belirlenmesi.....	37
4.2.10. <i>F. glareosa</i> 'nın tohum canlılığının araştırılması.....	38
4.2.11. <i>F. glareosa</i> 'nın meyve/tohum dağılımının ve avcılığının araştırılması....	39
4.2.12. <i>F. glareosa</i> 'nın fidelerinin popülasyonlara katılmaları	39
4.2.13. <i>F. glareosa</i> 'nın üreme sistemi analizi.....	40
4.2.14. <i>F. glareosa</i> 'da apomiksis varlığının/yokluğunun araştırılması	41
4.2.15. <i>F. glareosa</i> 'nın çiçek açma fenolojisinin belirlenmesi	41
4.2.16. <i>F. glareosa</i> 'nın yaşam alanının toprak analizi.....	42
4.2.17. <i>F. glareosa</i> 'nın birey sayısının saptanması.....	42
4.2.18. <i>F. glareosa</i> 'nın bireylerinin konum verilerinin alınması.....	43
4.2.19. Biyoklimatik ve sürekli değişken dosyalarının hazırlanması.....	44
4.2.20. <i>F. glareosa</i> 'nın habitat uygunluk modellemesi	44
4.2.21. <i>F. glareosa</i> 'nın model geçerliliklerinin değerlendirilmesi	49
4.2.22. <i>F. glareosa</i> için Erzincan'da iklimsel olarak uygun olabilecek alanlar....	49
4.2.23. <i>F. glareosa</i> 'nın yaşam ve yayılış alanlarının haritalanması.....	49
4.2.24. <i>F. glareosa</i> 'nın yayılış alanının 2050 ve 2070 yıllarındaki durumu.....	49
4.2.25. İstatistiksel değerlendirmeler	50
4.2.26. İmaj dosyalarının hazırlanması	50
5. ARAŞTIRMA BULGULARI	51
5.1. <i>Ferulago glareosa</i> 'nın Üreme Ekolojisiyle İlgili Bulgular	51
5.1.1. <i>F. glareosa</i> 'nın erselik çiçeklerinin morfolojisi.....	51
5.1.2. <i>F. glareosa</i> 'nın anterindeki ve bir çiçeğindeki polen sayısı	54
5.1.3. <i>F. glareosa</i> 'nın polen verimliliği	55
5.1.4. <i>F. glareosa</i> 'nın polen sitolojisi	56
5.1.5. <i>F. glareosa</i> 'yı ziyaret eden Arthropoda türleri (2016-2017-2018 yılları)	57
5.1.5.1. Bitkinin tozlaşmasında rol alan böcekler.....	59
5.1.5.2. Bitkiye zararlı olan böcek türleri	59
5.1.5.3. Bitkide zararlı olan örümcek türleri.....	61
5.1.5.4. Bitkide gözlenen predatör ve parazitoid türler	61
5.1.5.5. <i>F. glareosa</i> 'yla <i>T. strigarus</i> 'un kriptik ilişkisi	65
5.1.6. <i>F. glareosa</i> 'nın meyve tutumuna karıncaların etkisi	65
5.1.7. <i>F. glareosa</i> 'nın 2018 yılı meyve tutumu	67
5.1.8. <i>F. glareosa</i> 'nın yaş/evre yapılı modellenmesi	69

5.1.9. <i>F. glareosa</i> 'nın toprak tohum bankası	70
5.1.10. <i>F. glareosa</i> 'nın tohum canlılığı oranı	71
5.1.11. <i>F. glareosa</i> 'nın meyve/tohum dağılımı ve avcılığı.....	71
5.1.12. <i>F. glareosa</i> 'nın fidelerinin popülasyonlara katılması	71
5.1.13. <i>F. glareosa</i> 'nın üreme sistemi	72
5.1.14. <i>F. glareosa</i> 'da apomiksis varlığı/yokluğu	73
5.1.15. <i>F. glareosa</i> 'nın çiçek açma fenolojisi.....	73
5.1.16. <i>F. glareosa</i> 'nın yaşam alanının toprak analizi.....	75
5.1.17. <i>F. glareosa</i> 'nın birey sayısı.....	75
5.2. <i>Ferulago glareosa</i> 'nın Habitat Uygunluk Modellemeleriyle İlgili Bulgular ...	77
5.2.1. <i>F. glareosa</i> 'nın habitat uygunluk modellemesi	77
5.2.2. <i>F. glareosa</i> 'nın 2050 ve 2070 yılı iklim değişikliği modellemeleri	81
5.2.3. <i>F. glareosa</i> 'nın yayılış alanının 2050 ve 2070 yıllarında uygunluğu	83
5.2.4. <i>F. glareosa</i> 'nın yayılış ve yaşam alanları	84
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	85
KAYNAKLAR	94
EKLER.....	106
Ek-1. Tez Çalışması Süresince Yapılan Akademik Çalışmalar	106
ÖZGEÇMİŞ	107

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1. <i>F. glareosa</i> 'nın bireylerinin Haziran 2017'de genel görünümü	5
Şekil 1.2. <i>F. glareosa</i> 'nın bireylerinin yaşadığı habitat yamalarından görünüm.....	5
Şekil 2.1. Çiçekli bitkilerde tozlaşma tiplerinin illüstrasyonu	8
Şekil 3.1. Çiçekli bitkilerdeki eşey tipleri	17
Şekil 3.2. Kendine uyuşmazlığın dimorfik ve trimorfik sistemlerde gösterimi.....	19
Şekil 4.1. Photoshop programıyla oluşturulmuş milimetrik desen	33
Şekil 4.2. <i>F. glareosa</i> 'nın ziyaretçilere karşı izole edilmesinden görünüm.....	36
Şekil 4.3. <i>F. glareosa</i> 'nın ışınlarının ve üreme yapılarının illüstrasyonu.....	36
Şekil 4.4. <i>F. glareosa</i> 'nın tohumlarının toplanması ve topraktan çıkarılan tohumları...38	
Şekil 4.5. 2018'de tohum canlılığı araştırmalarında elde edilen fidelerden görünüm	38
Şekil 4.6. Tohum dağılımı araştırmalarında tasarlanan kutu ve illüstrasyonu.....	39
Şekil 4.7. Tip 2 yamalarda elde edilen fidelerden görünüm.....	40
Şekil 4.8. <i>F. glareosa</i> 'nın üreme sistemi analizi araştırmalarının illüstrasyonu.....	41
Şekil 4.9. <i>F. glareosa</i> 'nın yaşam alanları	43
Şekil 4.10. <i>F. glareosa</i> 'nın yaşam alanlarında var olduğu yerler	43
Şekil 4.11. <i>F. glareosa</i> 'nın modellemelerinde kullanılan sürekli değişkenler.....	44
Şekil 4.12. Tüm değişkenlere uygulanan Pearson korelasyon analizi sonuçları.....	48
Şekil 4.13. <i>F. glareosa</i> 'nın yaşam alanları, yayılış alanının çizgi ve ızgara formları	50
Şekil 5.1. <i>F. glareosa</i> 'nın erselik bir çiçeğinin illüstrasyonu	51
Şekil 5.2. <i>F. glareosa</i> 'nın üreme yapılarının değişik durumları	54
Şekil 5.3. <i>F. glareosa</i> 'nın polenlerinin verimlilik/kısırlılık oranları	55
Şekil 5.4. <i>F. glareosa</i> 'nın polenlerinin 3 çekirdekli görünüşleri	57
Şekil 5.5. <i>F. glareosa</i> 'nın mikroskop altında görüntülenebilen ziyaretçileri	58
Şekil 5.6. <i>F. glareosa</i> 'nın tür ziyaretçi gözlemlerinden görüntüler	62
Şekil 5.7. <i>F. glareosa</i> 'nın tür ziyaretçi gözlemlerinden görüntüler	63
Şekil 5.8. <i>F. glareosa</i> 'nın ziyaretçilerinin illüstrasyonu.....	64
Şekil 5.9. <i>T. strigatus</i> 'un yumurta, nimf ve ergin bireylerinin görüntüleri.....	65
Şekil 5.10. <i>F. glareosa</i> 'nın yaşam döngüsündeki bireylerinin illüstrasyonu.....	70
Şekil 5.11. <i>F. glareosa</i> 'nın habitat uygunluk modellemesinin ROC değerleri.....	77
Şekil 5.12. Ortalama eksiklik istatistiği sonuçlarını gösteren grafik	78
Şekil 5.13. <i>F. glareosa</i> 'nın dağılımında etkin olan değişkenlere tepki eğrileri.....	79

Şekil 5.14. <i>F. glareosa</i> 'nın habitat uygunluk modellemesinde Jacknife istatistikleri	80
Şekil 5.15. <i>F. glareosa</i> 'nın habitat uygunluk modellemesi	80
Şekil 5.16. <i>F. glareosa</i> 'nın 2050 yılı HadGEM2ES iklim değişikliği modelleri	81
Şekil 5.17. <i>F. glareosa</i> 'nın 2070 yılı HadGEM2ES iklim değişikliği modelleri	82
Şekil 5.18. <i>F. glareosa</i> 'nın yayılış alanının gelecek yıllarında uygunluk durumu	83
Şekil 6.1. <i>F. glareosa</i> 'nın meyve tutumuna etki eden etmenlerin illüstrasyonu	88



TABLolar LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1. IPCC'nin günümüze kadar geliştirdiği iklim değişikliği senaryoları.....	12
Tablo 3.1. Canlıların dağılımlarında etkin olan biyoklimatik değişkenler	21
Tablo 3.2. Örnek bir türün yaşam tablosu örneği.....	31
Tablo 3.3. Örnek bir türün matris popülasyon modellemesi örneği	31
Tablo 4.1. Tüm değişkenlerin modele yüzde ve permütasyon katkısı.....	45
Tablo 4.2. Tüm değişkenlere uygulanan faktör analizi sonuçları.....	47
Tablo 5.1. <i>F. glareosa</i> 'nın erselik çiçeklerinin morfolojik ölçümleri.....	52
Tablo 5.2. <i>F. glareosa</i> 'nın polen sayımı sonuçları ve temel istatistikleri.....	55
Tablo 5.3. <i>F. glareosa</i> 'nın polenlerinin verimlilik/kısırlılık oranları	56
Tablo 5.4. <i>F. glareosa</i> 'nın en önemli ziyaretçilerinin saptanan sayıları.....	57
Tablo 5.5. <i>F. glareosa</i> 'nın karıncalarla etkileşen bireylerindeki meyve tutumu	66
Tablo 5.6. <i>F. glareosa</i> 'nın meyve tutumuna karıncaların etkisinin grup istatistikleri....	66
Tablo 5.7. <i>F. glareosa</i> 'nın meyve tutumuna karıncaların etkisinin t testi	67
Tablo 5.8. <i>F. glareosa</i> 'nın 2018 yılı Tip 1 ve Tip 2 yamalardaki meyve tutumları	68
Tablo 5.9. <i>F. glareosa</i> 'nın meyve tutumlarının grup istatistikleri.....	68
Tablo 5.10. <i>F. glareosa</i> 'nın meyve tutumlarının bağımsız örneklem testi.....	69
Tablo 5.11. <i>F. glareosa</i> 'nın dikilen tohumlarından elde edilen canlı fide sayıları	72
Tablo 5.12. <i>F. glareosa</i> 'nın çiçek açma fenolojisi sonuçları.....	73
Tablo 5.13. Erzincan MGM 17094 numaralı istasyon aylık ortalama sıcaklık	74
Tablo 5.14. Kemah MGM 18200 numaralı istasyon aylık ortalama sıcaklık	74
Tablo 5.15. Erzincan MGM 17094 Aylık ortalama yağış.....	74
Tablo 5.16. Kemah MGM 18200 Aylık ortalama yağış	74
Tablo 5.17. 2016, 2017 ve 2018 yıllarında ilk 3 ayın sıcaklık ortalamaları	75
Tablo 5.18. <i>F. glareosa</i> 'nın toprak analizinin fiziksel ve kimyasal sonuçları	75
Tablo 5.19. <i>F. glareosa</i> 'nın yaşam alanlarında kurulan dörtgenlerdeki birey sayıları ...	76
Tablo 5.20. <i>F. glareosa</i> 'nın birey sayısı ve temel istatistikleri.....	76
Tablo 5.21. Habitat uygunluk modellemesinde değişkenlerin modele katkıları.....	78
Tablo 5.22. <i>F. glareosa</i> 'nın yayılış ve yaşam alanlarının büyüklüğü.....	84

SİMGELER ve KISALTMALAR

Simgeler

\bar{X}	Ortalama
N	Örneklem sayısı
Σx	Toplam
df	Serbestlik derecesi
s^2	Varyans
$s_{\bar{x}}$	Standart hata
S	Standart Sapma
<i>Sig.</i>	Anlamlılık (p değeri)
t	t-testinin hesaplanan t değeri
<i>ppm</i>	Milyonda bir
<i>Watt</i>	Enerji dönüşüm birimi

Kısaltmalar

CMIP	Birleşik Model Karşılaştırma Projesi
IPCC	Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli
ISP	Tümleşik Derleme Programı
IUCN	Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Türkiye
RCP	Temsili Konsantrasyon Yolu
SDM	Tür Dağılım Modellemesi
UNEP	Birleşmiş Milletler Çevre Programı
UNFCCC	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
WCRP	Dünya İklim Araştırmaları Programı
WGMC	Birleşik Modelleme Çalışma Grubu
WMO	Dünya Meteoroloji Örgütü

1. GİRİŞ

Türkiye gerek farklı iklimlere sahip olması gerekse üç floristik bölgenin kesişme noktasında bulunması sebebiyle bitki türlerinin çokluğu bakımından dünyanın zengin ülkelerinden birisidir. Ülkemizde bulunan bitki taksonlarının sayısının 12.165'e ulaştığı ve barındırdığı 4.040 endemik tür sayısı ile floranın yaklaşık 1/3'ünün (%33,21) endemik olduğu belirtilmektedir (Güner vd., 2012; Özhatay vd., 2013, 2015, 2017).

Habitat bozulması, aşırı tüketim ve insan etkinliklerinin önemli bir sonucu olan iklim değişikliği, dünya biyoçeşitliliğinin sürdürülebilirliğine ilişkin en önemli tehditlerin başında gelmektedir. Uygun önlemler alınmadıkça tehdit altındaki türlerin çoğunun yok olacağı öngörülmektedir. Koruma biyologlarının çoğuna göre dünya biyoçeşitliliğindeki hızlanan azalış gezegenimizdeki 6. büyük yok oluşa yol açmaktadır (Sodhi ve Ehrlich, 2010; Lenzen vd., 2011). Koruma biyolojisi biyolojik çeşitliliğinin varlığının, kaybının ve yenilenmesinin bilimsel çalışmasıdır. Koruma biyolojisinin en önemli parçalarından biri olan türlerin üreme ekolojisi, üreme olaylarının tüm yönlerini ve bunların çevrenin canlı ve cansız bileşenleriyle etkileşimlerini içermektedir. (Reaka-Kudla vd., 1997; Lovejoy ve Hannah, 2005; Memmott vd., 2007; Primack vd., 2009; Potts vd., 2010; Sodhi ve Ehrlich, 2010; Bawa vd., 2011; Dunnell ve Travers, 2011; Hooper vd., 2012).

Habitat bozulması, aşırı tüketim ve iklim değişikliği türlerin yok olmalarına en yakın nedenler olsa da en önemli etken türlerin üreme başarısızlıklarıdır. Türlerin daha sonraki devamları ve hayatta kalmaları etkin bir şekilde üremelerine ve popülasyonlarına düzenli olarak yeni bireylerin katılmalarına bağlıdır. Türlerin üreme başarısızlığı bir veya birkaç üreme olayındaki kısıtlamalardan kaynaklanıp (Corlett, 2007), üreme ekolojileriyle ilgili bilgi eksikliğinde herhangi bir koruma eylemi etkisiz kalacaktır (Kwak ve Bekker, 2006).

İklim sistemi atmosfer, kara yüzeyleri, kar ve buz, okyanuslar ve diğer su kütleleri ile canlıları kapsayan karmaşık ve etkileşimli bir sistemdir. Bu sistem zaman içinde kendi iç dinamiklerinin etkisi altında veya dış etmenlerdeki değişikliklere (zorlamalara) bağlı olarak yavaş yavaş değişim gösterir. Bu dış zorlamalar; volkanik patlamalar ve güneşle ilgili değişkenlikler gibi doğal olaylar ile atmosfer bileşimindeki insan kaynaklı değişiklikleri içerir MGM (2019).

Günümüzde sözü edilen küresel iklim değişikliğiye Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) "karşılaştırılabilir bir zaman döneminde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan ya da dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan etkinlikleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik" biçiminde tanımlanmaktadır MGM (2019).

Dünya Meteoroloji Örgütü (World Meteorological Organization, WMO) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (United Nations Environment Programme, UNEP) tarafından 1988 yılında oluşturulan Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli'nin (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) amacı; her seviyedeki hükümetlere kendi iklim politikalarını geliştirmek için kullanabilecekleri bilimsel bilgiler sunmaktır. IPCC, Birleşmiş Milletler (United Nations, UN) veya Dünya Meteoroloji Örgütü üyesi olan hükümetlerin bir organizasyonu olup şu anda 195 üyesi vardır IPCC (2019).

İklim değişikliğiyle ilgili en güncel, bilimsel, teknik ve sosyoekonomik bilgileri çok sayıda gönüllü bilim insanının katılımıyla düzenli aralıklarla değerlendirerek raporlar yayımlayan IPCC bu raporlarında; iklim değişikliğinin nedenleri, etkileri ve gelecekteki riskleriyle ilgili ne bilindiği ve bu risklerle nasıl baş edilebileceğine ilişkin geniş raporlar sunar. Yayınladığı raporlar uluslararası görüşmelerde önemli bir girdi olarak varsayılan IPCC, kendine özgü bir araştırma yürütmez IPCC (2019). IPCC'nin 2014 yılında açıkladığı Beşinci Değerlendirme Raporunda (AR5), 20. yüzyılın ortalarından bu yana ortalama yüzey sıcaklıklarında gözlenen artışın büyük bölümünün, yüksek olasılıkla (%95) insan kaynaklı sera gazları salımlarındaki artıştan kaynaklandığı belirtilmektedir MGM (2019).

Dünya iklimindeki insan kaynaklı etkiler son derece açık olup son yıllarda daha da belirginleşmiştir. İklim değişikliğinden sorumlu birincil etken olan sera gazlarının kaydedilen son emisyon oranları tarihin en yüksek seviyesindedir (Lindner vd., 2010). IPCC'nin 2013'te yayınladığı rapora göre geçen yüzyıl boyunca küresel sıcaklık 0,078 °C yükselmiş ve 2090–2099 aralığında 0,3-4,8 °C yükselmesi beklenmektedir (Priti vd., 2016).

İklim değişikliğinin birçok etkisinin yanı sıra, canlı türlerin coğrafi yüksekliklerine (Grabherr vd., 1994; Parolo ve Rossi, 2008) ve yayılışlarına etki ettiğiyle ilgili şimdilerde

gözlenebilen ve öngörülen etkileri vardır (Arau'jo vd., 2006; Lenoir vd., 2008). Canlı türlerinin yeryüzündeki dağılımlarında direk ve/veya dolaylı olarak etkili olan iklim etmenleri insanlar tarafından hızlandırılan küresel iklim değişikliğinden etkileneceğinden bu durum, 21. yüzyılın sonunda birçok türün dağılım alanlarını, komünite kompozisyonlarını (Walther vd., 2002; Parmesan ve Yohe, 2003) önemli ölçülerde değiştirecektir (Goodenough ve Hart, 2017).

Tür koruma planlamalarının önemli bir parçası olan türlerin potansiyel (gizil, ortaya çıkmamış) dağılım alanlarının araştırılmasında mekanistik ve korelatif modellemeler yapılmaktadır. Mekanistik modeller bir türün çevresel şartlara olan dayanma gücü (tolerans) ile fiziksel sınırlama mekanizmalarını birleştirmeyi amaçlar. Korelatif modeller türün fizyolojisini ve bulunma olasılığını etkilediği düşünülen çevresel değişkenler ile, o türün varlık kayıtlarını (tür bireylerin coğrafi konum verileri) birleştirerek tür için uygun olan çevresel şartların öngörülmesini (tahmin edilmesini, kestirilmesini) amaçlar (Pearson, 2007).

Biyocoğrafik araştırmalarda organizmaların yeryüzünde nasıl dağıldıklarının anlaşılması temel bir doktrin olmuştur. Tür dağılım modellemeleri (Species Distribution Modeling, SDM) türlerin yaşam alanlarındaki bireylerinin varlık ve/veya varlık-yokluk kayıt verileriyle o alanlardaki çevresel ve/veya konumsal değişkenler arasındaki ilişkiden yola çıkarak türlerin yeryüzündeki dağılımlarıyla ilgili öngörülerde bulunurlar (Guisan vd., 2002; Elith vd., 2006; Elith ve Leathwick, 2009; Franklin, 2009; 2013; Guillera Arroita vd., 2015). Bu modeller populasyonların yalnızca çevresel gereksinimlerini saptamakla kalmayıp henüz araştırılmayan alanlarda bulunup bulunmayacaklarına ve populasyonların ileriki dönemlerde değişen iklim koşullarında ne tür senaryolarla karşılaşabileceklerine, yok olma risklerine (Williams vd., 2003; Thomas vd., 2004), koruma çabalarının önceliklendirilmesine (Pyke vd., 2005a; Pyke vd., 2005b) ilişkin öngörüler de sağlar. (Elith vd., 2006; Peterson, 2007; Elith ve Leathwick, 2009; Franklin, 2013; Guillera Arroita vd., 2015).

Balckmore ve Oldfield (2017) Dünyadaki bitki çeşitliliğinin bir dizi tehditlerle giderek artan baskılar altında olmasına rağmen, bitki türlerinin çoğunun "küresel koruma statüleri" ile ilgili ancak sınırlı bilgilerimiz olduğunu ve türlerin *in situ* ve *ex situ* koruma stratejilerinin daha etkili planlanması için, iklim değişikliğinin ve diğer tehditlerin artan

etkileriyle tür düzeyinde koruma değerlendirmelerine ivedilikle gerek duyulduğunu belirtmiştir.

Apiaceae familyası adını, Pliny'nin kereviz olarak adlandırdığı *Apium* L. cinsinden almıştır (Heywood vd., 2007). Familyanın eski Latince ismi Umbelliferae, yaygın İngilizce ismi ise Parsley family (Maydanozgiller)'dir (Gledhill, 2002; Gibson ve Gibson, 2007). 16. Yüzyılın sonlarına kadar sadece ılıman Eski Dünya bitkileri bilinmekteydi. Bilinen bitkilerden Apiaceae familyası ilk tanımlananların başında gelmektedir. Aynı zamanda familya Robert Morison (1620-1683) tarafından 1672 de yayımlanan bir sistematik çalışmaya konu olan ilk bitki grubudur (Heywood vd., 2007).

Karakteristik çiçek durumları, meyveleri ve birçok üyesinin koku, tat hatta zehirli oluşundan kaynaklanan farklı kimyasal özellikleri sayesinde, çiçekli bitkilerin en iyi bilinen familyalarındandır. Dünya'da 400-450 cins, 3.500-3.700 tür (Heywood vd., 2007; Singh, 2010) içeren familya ülkemizde 96 cins ve 468 türle temsil edilmektedir (Güner vd., 2012). Dünyada 48 türü bulunan *Ferulago* W. D. J. Koch cinsinin ülkemizde barınan 34 türünün 19'u endemiktir. Erzincan ilinde *Ferulago glareosa*'nın yanı sıra *F. pauciradiata* Boiss. & Heldr., *F. setifolia* C.Koch, *F. longistylis* Boiss, *F. platycarpa* Boiss. ve Balansa türleri bulunmaktadır Bizimbitkiler (2019).

Nadir endemiklerimizden biri olan *Ferulago glareosa* Kandemir ve Hedge (Apiaceae) (Şekil 1.1) ilk olarak 2005 yılında Sürek köyünde (Kemah, Erzincan, Türkiye) toplanmış ve bilim dünyasına Kandemir ve Hedge (2007) tarafından tanıtılmıştır. Tür bireyleri yaşam alanlarında çeşitli abiyotik etmenler bakımından oldukça farklı görülen 2 tip yamaçlarda (burada habitat yaması olarak Tip 1 yamalar ve Tip 2 yamalar) yaşamaktadır. Bunlardan Tip1 yama olarak adlandırılan yamalarda vejetasyon örtüsü çıplak görünmekte toprak kalınlığı 2 cm'yi geçmemektedir. Diğer yamalarda toprak tabakaları oluşmaya başlamış ve vejetasyon örtüsü %20 dolayındadır (Şekil 1.2) (Kandemir ve Sarı, 2019). 370 ve 186 çiçekli bireyinin sayıldığı türün IUCN koruma kategorisinin Kandemir vd. (2015) tarafından CR [B2 ab (i, ii)] (Kritik) olması önerilmiştir.



Şekil 1.1. *F. glareosa*'nın bireylerinin Haziran 2017'de genel görünümü.



Şekil 1.2. *F. glareosa*'nın bireylerinin yaşadığı habitat yamalarından görünüm Tip 1 yamalar (üstte), Tip 2 yamalar (altta).

Bu tez 6 bölümden oluşmaktadır. Üstteki giriş bölümünden sonraki kaynak özetleri bölümünde önce *F. glareosa*'nın 2016, 2017 ve 2018 yıllarında araştırılan üreme ekolojisi

ayrıntlarına ilişkin kaynak özetleri sunulmuştur. Bu bölümün diğer yarısında ise türün günümüz habitat uygunluk modellemesi ve iklim değişikliği modellemelerine ilişkin kaynak özetleri verilmiştir.

Sonraki kuramsal temeller bölümünde önce çiçekli bitkilerde üreme ekolojisi sonra tür dağılım modellemeleri ve bu modellemelerin nasıl gerçekleştirildikleri konusunda açıklamalar yapılmıştır. Daha sonra populasyon modellemeleriyle ilgili terminolojilerin açıklanmasının yanı sıra bazı ekolojik kavramlar da açıklanmıştır.

Materyal ve yöntemler bölümünde de yine aynı sırayla önce türün üreme ekolojisi araştırmalarında sonra tür dağılım modellemelerinde yararlanılan materyal ve yöntemler verilmiştir.

Araştırma bulguları bölümünde ilk olarak türün çiçek morfolojisi, çiçeklenme fenolojisi, polen ve tohum taslağı sayısı, üreme sistemi analizi, ziyaretçi çeşitleri, meyve tutumu, meyve/tohum dağılımı, tohum canlılığı, fidelerin populasyonlara katılması gibi üreme ekolojisine ilişkin ayrıntılardan elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Bu bölümün diğer parçasındaysa; türün birey sayısı, habitat uygunluk modellemesi, 2050 ve 2070 yılı iklim değişikliği modellemelerinin yanı sıra günümüz yayılış alanının 2050 ve 2070 yılında iklimsel olarak uygunluğuna ilişkin araştırmalar da aktarılmıştır.

Sonuçlar ve öneriler bölümünde hem türün üreme ekolojisi hem de tür dağılım modellemelerinden (habitat uygunluk modellemesi ve iklim değişikliği modellemeleri) elde edilen öngörülere dayanarak, türün ve dolayısıyla tüm endemik bitki türlerimizin uzun dönemler boyunca korunmasına ilişkin yapılan çıkarımlar ve öneriler sunulmuştur.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Çiçekli Bitkilerde Üreme Ekolojisi

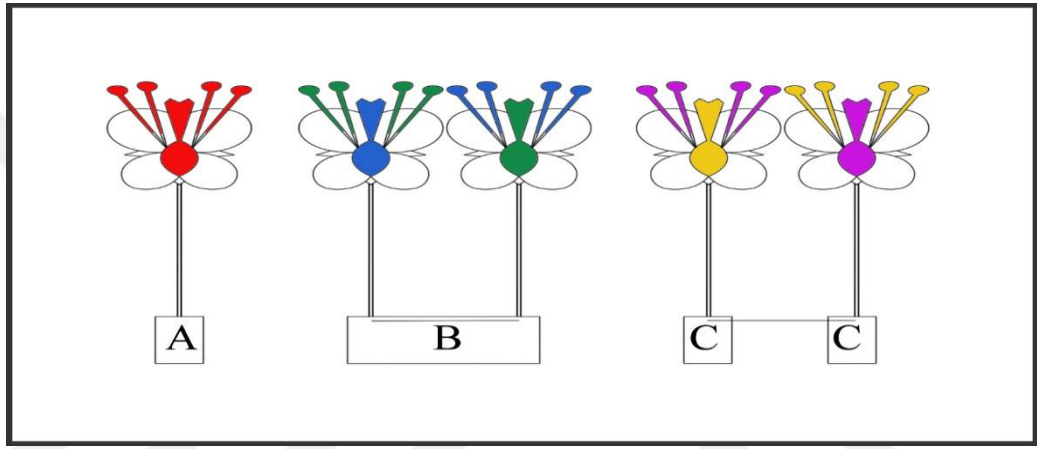
Kwak ve Bekker (2006) türlerin üreme ekolojilerine ilişkin ayrıntıların bilinmesinin yönetilmelerinde, korunmalarında ve sürdürülebilir yararlanmalarında çok önemli rolü olduğunu vurgulamıştır. Shivanna ve Tandon (2014) yok olmaktan kurtarılmış, başarılı bir şekilde restore edilmiş türleri üreme ekolojileri iyi çalışılmış türler olarak varsaymakta, bir türün üreme ekolojisi verilerine tür koruma eylemlerinin başarısının veya başarısızlığının izlenmesinde de gereksinim duyulduğunu belirtmiştir.

Türlerin üreme ekolojilerine ilişkin ayrıntılardan biri olan fenoloji; yaşayan organizmaların mevsimsel ve iklimsel değişimlere tepkileri olarak adlandırılır. İklim değişimlerine en duyarlı üreme olaylarından biri canlıların fenolojileridir. Doğadaki türlerin fenolojik olaylarının yaygın iklimsel değişkenlerle birlikte doğru ve düzenli kayıtlarının tutulması, çeşitli fenolojik olaylarda yıllar boyunca gerçekleşen değişimlerin bilinmesinde ve gelecek yıllarda gerçekleşecek fenolojik değişimlerin derecesinin kestirilmesinde yardımcı olur. Ayrıca bu kayıtlar sayesinde türlerin iklim değişikliğine karşı verdiği tepkiler uzun dönemler boyunca izlenebilir (Shivanna ve Tandon, 2014).

Üreme sistemi; genlerin bir jenerasyondan sonrakine eşeyli üreme yoluyla aktarım biçimidir. Üreme olaylarında kendileşmeden zorunlu karşı döllenmeye kadar uzanan tüm seçenekleri geliştiren çiçekli bitkilerin üreme sistemleri oldukça değişken ve esnek yapıda olup çiçeklerinde/anterlerinde ürettikleri polen sayıları oldukça çeşitlidir (Shivanna ve Tandon, 2014). Cruden (1977)'e göre bir çiçekteki her bir tohum taslağı için üretilen polen sayısı, türün üreme sisteminin bir göstergesi olma eğilimindedir. 86 bitki türü üzerinde yaptığı çalışmaya dayanarak Cruden (1977), bitki türlerinin polen : tohum taslağı oranlarıyla onların üreme sistemleri arasındaki bağıntıyı ortaya çıkarmıştır. Bu konu birtakım çevrelerce eleştirilse de (Charnov, 1979), polen : tohum taslağı oranı birçok türün üreme sistemlerinin bir göstergesi olmuştur. Bu oran çaprazlaşan türlerde kendileşen türlere göre daha yüksektir (Shivanna ve Tandon, 2014).

Tozlaşma; basitçe anterlerden sitigmalara polen taneciklerinin taşınması olarak tanımlanmaktadır. Polenin kökenine bağlı olarak tozlaşma 3 sınıfa ayrılır: Otogami; polen taneciğinin aynı çiçeğin anterinden sitigmasına taşınmasıdır. Geitonogami; aynı bitkinin

diğer çiçeğinden veya bitkinin diğer klonundaki (ramet) bir çiçeğin anterinden polenin sitigmaya taşınmasıdır. Ksenogami; bir bitkinin anterindeki polenin diğer bir bitkinin (klonal kökenli olmayan, genet) sitigmasına taşınmasıdır (Şekil 2.1). Tam dioik türlerde tek olası üreme sistemi ksenogamidir. Ginodioyik ve androdioyik türlerde otogam ve geitonogam şeklinde kendileşme olasılığı olduğundan ve kendileşmeyen türlerde kendine uyumsuzluk bozularak bazı tohum tutumları görülebildiğinden diğer tüm türlerde üreme sistemleri araştırılmak zorundadır. Türlerin üreme sistemlerini analiz etmek için kontrollü tozlaşma tek etkin yöntemdir (Shivanna ve Tandon, 2014).



Şekil 2.1. Çiçekli bitkilerde tozlaşma tiplerinin illüstrasyonu (Aynı renkteki üreme yapıları arasında gerçekleşen tozlaşmalardan: A; otogamiyi, B; geitonogamiyi, C; ksenogamiyi göstermektedir).

Genellikle agomospermi olarak adlandırılan apomiksis; bazı bitkilerde yaygın olan eşeysiz üreme sistemi şekli olup döllenme olmadan bitkilerin tohum geliştirmesidir. 40'tan fazla familyaya ait 400 türde apomiksizin varlığı belgelenmiştir. Asteraceae, Poaceae ve Rosaceae üyelerinde apomiksis daha yaygındır. Birçok araştırmacı vejetatif üreme dahil tüm eşeysiz üreme tiplerini apomiksis adı altında göstermiş olsalar da günümüzde apomiksis sadece "eşeysiz tohum oluşturma yolu" olarak tanımlanır (Shivanna ve Tandon, 2014).

Çiçekli bitkilerin erkek eşey hücresi olan polenlerin anterlerden düşmeleri sırasında sitojilerinin (2 ya da 3 hücreli/çekirdekli olmaları) depolama (saklama) ve *in vitro* çimlenme gibi bir dizi fizyolojik polen karakterleriyle önemli bağıntıları vardır. Genellikle 2 hücreli polenler 3 hücreli polenlerle karşılaştırıldıklarında daha uzun süre canlılık gösterir ve daha iyi depolanırlar. Çiçekli bitkilerde başarılı bir döllenmenin ön

koşullarından biri olan verimli polenler, yüksek veya düşük sıcaklıklar gibi zıt çevresel koşullarından veya su stresi gibi bir etmeden bile çeşitli derecelerde etkilenerek kısırlaşabilir ve türün üremesini engelleyebilir (Shivanna ve Tandon, 2014).

Tohum dağılımı üreme ekolojisinin en kritik yönlerinden biridir. Bitkilerin çoğu tohum dağılımlarında dış araçlara bağımlı olup (Corlett, 1998; Dennis vd., 2007; Cousens vd., 2008), tohumların uzağa dağılımları bitkilere birçok kazanım sağlar. Bu kazanımlar; ebeveynlerin altında bolca bulunabilen patojen ve avcılardan kaçma, tür içi rekabeti engelleme, tohumların başarılı bir şekilde çimlenebileceği ve fidelerin yerleşebileceği ekolojik olarak güvenli alanlara taşınma ve yeni habitatlarda kolonileşmeleridir (Janzen, 1970; Connell, 1971; Howe ve Smallwood, 1982; Peres vd., 1997; Fenner ve Thompson, 2005; Pinto vd., 2009).

Bitki tohumlarının toprakta çimlenmeden canlı kalma süreleri çeşitlilik gösterir. Tümüleşik Derleme Programı (The Integrated Screening Programme, ISP) çiçekli bitkilerde 3 tip tohum bankasını tanılamıştır. Bunlardan ilki "geçici tohum bankası" olarak adlandırılıp toprakta 1 yıldan daha az canlı kalan tohumları olan türlerin tohum bankasıdır. İkincisi "kısa süreli kalıcı tohum bankası" olup toprakta 1 yıldan çok 5 yıldan az canlı kalan tohumları olan türlerin tohum bankasıdır. Sonuncusu ise "uzun süreli kalıcı tohum bankası" olup tohumları toprakta 5 yıldan çok canlı kalan bitkilerin tohum bankasıdır (Thompson ve Grime, 1979; Handry ve Grime, 1993; Thompson, 1993, Gibson, 2015).

Bitkilerin çoğunun çiçekleri birçok hayvan türü tarafından ziyaret edilir. Bu ziyaretçilerin hepsinin tozlaştırıcı olması gerekmeyip bazıları tozlaşmayı etkilemeden polen ve/veya nektar çalar. Bu yüzden tür ziyaretçilerinden tozlaştırıcı olanların olmayanlardan ayrılması gereklidir. Birçok araştırmacı ziyaretçileri tozlaştırıcı olarak varsaymada çiçeklere gerçekleştirilen ziyaretleri ve/veya bedenlerinde polen yüklerinin varlığını gerekçe göstermiştir. Ancak, yapılan özenli çalışmalar polen yükü olan tüm çiçek ziyaretçilerinin tozlaştırıcı olmayabileceklerini gösterdiğinden (Sinu ve Shivanna 2007; Sinu vd., 2011), bu yaklaşım ziyaretçileri tozlaştırıcı olarak varsaymak için özgün bir yöntem değildir. Çiçek ziyaretçilerinin ziyaret frekansları, besin arama süreleri ve davranışlarıyla ilgili araştırmalar tozlaşma ekolojisinin önemli yönlerindedir (Shivanna ve Tandon, 2014).

Halpern ve Underwood (2006), Maron ve Crone (2006) ve Ancheta ve Heard (2011)'e göre nadir bitkileri koruma bağlamında böcek otçulluğunun etkilerinin populasyon düzeyinde kritik bir önemi olup, bitki-böcek etkileşimleri çalışmalarının ana amacının (hangi zamanda veya hangi yerde ya da hangi ekolojik koşullarda) böcek otçulluğunun bitki populasyon dinamiklerini ne zaman etkilediği veya etkilemediği olmalıdır. Böcek otçulluğunun nadir ve tehlike altındaki bitki populasyonları düzeylerindeki etkileri çok az anlaşılmış, sıklıkla önerilmiş ve pek az ölçülmüştür.

Gibson (2015)'a göre bitkilerin yayılışları ya kendi türünden veya diğer türlerden bitkilere ya da çevresel farklılıklara bağlı olup bunların dışına nadiren çıkar. Bu yüzden populasyon ekologları bireylerin dağılımlarını ve performanslarını etkileyen prosesleri bilmek zorundadırlar. Doğal bitki populasyonlarının rejenerasyonları; tohum üretimini, dağılımını, çimlenmesini ve fidelerin başarılı bir şekilde populasyonlara katılmasını içerir. Bitki populasyonlarının güçlenmesi sürecinde populasyon dinamiklerini, gelişimini, sürdürülebilirliğini belirleyen tohumların çimlenmesi ve fidelerin populasyonlara katılması bitkilerin yaşam döngülerindeki kritik ve kırılma evreleridir (Chen ve Xie, 2007; Baeten vd., 2009). Bu yüzden fideler bitki türlerinin yaşam döngülerinde genellikle bir darboğaz olarak kabul edilirler (Leck vd., 2008; Kolb ve Barsch, 2010). Jusaitisa vd. (2004) ve Lee vd. (2004)'ne göre fidelerin ortaya çıkışları, hayatta kalmaları ve populasyonlara katılmaları habitat karakteristiklerinden oldukça etkilenir. Yates ve Broadhurst (2002) koruma çalışmalarında tehlike altındaki türün coğrafi yayılışını genişletmesini ve bolluğunun artmasını kısıtlayan veya düşük bolluklarda bile hayatta kalmasını devam ettiren tohumların çimlenmesi ve fidelerin populasyona katılması karakterlerini tanımlamanın önemli olduğunu, Schütz vd. (2002) bu etmenlerin populasyonların ve türlerin uzun dönemli sürekliliğini belirlediğini belirtmiştir.

Populasyonlardaki bireyler doğar, büyür, erginleşir, çoğalır ve sonunda ölürler. Bu olayların her birinin riskleri; bireyin çevresine ve bu çevreyle başa çıkmak için fenotipi tarafından bireylere sağlanan araçlara bağlıdır. Bu riskler, bu olaylar tarafından üretilen doğum, gelişme, erginleşme, verimlilik ve ölüm oranlarını belirler. Bir bireyi yaşam döngüsü boyunca tanımlayan bu oranların hepsine canlılık oranları denir. Bir populasyonun dinamikleri ise bu canlılık oranlarıyla belirlenir. Canlıların yaşam

döngülerinin basit bir betimlemesiyle kurulan matris populasyon modelleri birey ve populasyon arasında bir bağlantı kurar (Caswell, 2001).

Bazı bitkilerin hayatta kalmaları ve çoğalmaları bitkinin büyüklüğüne bağlıdır. Bitkilerin büyümeleri genellikle esnek olup çevresel koşulların kontrolündedir. Böyle durumlarda tür bireylerinin fizyolojik, morfolojik ve diğer karakteristiklerinin onların hayatta kalma ve çoğalma olasılıklarında önemli etkileri varsa türlerin yaş yapılı değil de evre yapılı modellenmeleri daha iyi olur. Aynı zamanda yaş yapılı modellemeler yerine evre yapılı modellemeler kullanılması için populasyonlardaki bireylerin yaşlarının kolaylıkla saptanamaması gibi bazı uygulanabilir (işlemsel) nedenler de vardır (Akçakaya vd., 1999).

2.2. Tür Dağılım Modellemeleri ve Canlı Türleri İçin Önemi

Türlerin değişik iklimlerdeki dağılımlarının ve tür bireylerinin (veya komünitelerin) yeryüzündeki dağılımlarında olası değişimlerinin değerlendirilmesi genellikle, türlerin coğrafi dağılımını kullanarak türün çevresel gereksinimlerini ortaya çıkaran "tür dağılım modellemeleri"yle yapılır (Thomas vd., 2004; Goodenough ve Hart, 2013). Tür dağılım modellemeleri iklim değişikliğinin uzun dönemli etkilerini anlamada etkin bir araç olup, iklimle ilişkilendirilen koruma eylemlerinde var olan en iyi kılavuzlardır. Türlerin gelecekteki dağılımlarıysa "küresel iklim değişikliği senaryoları" altında kurulan zarflarla (modeller) önceden öngörülebilirler (Collins vd., 2013; Goodenough ve Hart, 2013).

Senaryo, gelecekteki bazı olayları resmeden hikâyelerdir (Gregory ve Duran, 2001). Modeller aracılığıyla elde edilen geleceğe yönelik iklim değişikliği öngörülerinde çeşitli senaryolar kullanılmaktadır. Bu bağlamda emisyon senaryoları; sera gazları ve aerosoller gibi yer yüzünün radyasyon dengesini bozan maddelerin, gelecekte herhangi bir zamanda atmosferdeki konsantrasyonlarının tahmin edilmesidir (Moss vd., 2010).

IPCC bünyesinde tüm sektörlerden uzman bilim insanlarının katılımıyla geliştirilen senaryolar üzerinde gelişen teknoloji ve ele alınan bileşenlerdeki değişimler dikkate alınarak düzenlemeler yapılmaktadır. Işınımsal (radyatif) zorlama ve iklim sisteminin bu zorlamalara tepkisiyle ilgili seçeneklerin temel olarak yer aldığı insan kaynaklı (antropojenik) iklim değişikliği senaryoları, IPCC araştırmalarının en önemli bileşenlerinden birisidir MGM (2019).

Geçmişten günümüze IPCC kapsamında geliştirilen iklim değişikliği senaryoları şu şekilde sıralanabilir (Tablo 2.1).

Tablo 2.1. IPCC'nin günümüze kadar geliştirdiği iklim değişikliği senaryoları.

Senaryo adı	Yayınlanma yılı	Kullanıldığı IPCC değerlendirme raporu
SA90	1990	1. ve 2. Değerlendirme Raporu (FAR, SAR)
IS92a-f	1992	3. Değerlendirme Raporu (TAR)
SRES A-B	2000	3. ve 4. Değerlendirme Raporu (TAR, AR4)
RCPs	2007	5. Değerlendirme Raporu (AR5)
SSPs	2022	6. Değerlendirme Raporu (AR6)

IPCC'nin en son geliştirdiği Temsili Konsantrasyon Yolu (Representative Concentration Pathway, RCP) senaryolarından RCP2.6 ve RCP8.5 2100 sonrasında sabit CO₂ emisyon ve konsantrasyon seviyeleri öngörürken, RCP4.5 ve RCP6.0 CO₂ emisyon ve konsantrasyonların 2150'ye kadar kademeli şekilde sabitleneceğini öngörmektedir MGM (2019).

En düşük ışımsal zorlama ve konsantrasyon rotası olan RCP3-PD(RCP2.6) senaryosunun temelini, yüzyıl sonlanmadan emisyonların ya da ışımsal zorlamanın zirve yaparak düşüşe geçeceği varsayımı oluşturmaktadır. Önce zirveye ulaşma ve sonra düşme varsayımı bu alan için yeni bir yaklaşımdır. Bundan dolayı senaryonun iklim değişikliğinin ve onun etkilerinin “geri çevrilebilirliği” konusunda yeni bilimsel bulgular üretmesi beklenmektedir. Bu senaryo 2070'ten sonra emisyonların azalmaya başlayacağını, buna bağlı olarak konsantrasyonlarında 2300'e kadar zaman içerisinde azalarak 360 ppm seviyesini yakalayacağını öngörmektedir MGM (2019).

RCP4.5 ise orta bir dengede tutma rotası olup, 2100-2150 yılları arasında ışımsal zorlamanın 4.5w/m²'de sabitleneceği varsayılmaktadır. Bu senaryonun diğer senaryolara göre iki avantajı bulunmaktadır. Bunlardan birincisi yüksek rota ile arasındaki farktan

dolayı çok iyi sinyal elde edilebilmesi, ikincisi ise literatürde bu rota ile ilgili çok sayıda yayınlanmış çalışmanın bulunmasıdır MGM (2019).

RCP6.0 ikinci bir orta rota olup bu rotada 2100'den sonra ısınimsal zorlamanın yaklaşık $6w/m^2$ dolayında sabitleneceği varsayılmaktadır. İklim model grupları açısından, iki farklı orta konsantrasyon rotasının olması bütün RCP'lerin çalıştırılabilmesi açısından oldukça büyük kolaylık sağlayabilecektir MGM (2019).

RCP8.5 yüksek ısınimsal zorlama ve konsantrasyon rotasıdır. Bu senaryo CO₂ konsantrasyonunun 2000 ppm dolaylarındayken ancak 2250 yılında sabitleneceğini öngörmekte olup, bu seviye endüstri öncesi seviyenin neredeyse 7 katı kadardır MGM (2019).

İlk kez 1960'larda Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) tarafından geliştirilen iklim modelleri içinde küresel iklim modelleri en karmaşık olanları olup olabildiğince fazla süreç bu modellere yerleştirilmektedir. Bütün iklim modelleri temelde; kısa dalga radyasyon vasıtasıyla güneşten gelen enerji ve uzun dalga radyasyonla dünyadan giden enerjiyi hesaba katarak kurgulanır. Bu dengedeki herhangi bir değişiklik yeryüzündeki sıcaklıklarda değişime yol açar. Basit modellerden farklı olarak küresel iklim modellerinde atmosfer ve okyanus yatayda ve dikeyde grid (ızgara) denilen hesaplama birimlerine ayrılırlar. Atmosferik modeller, yalnız atmosferi modeller ve deniz yüzey sıcaklıklarını sınır koşulları olarak model içine empoze ederler. Birleştirilmiş atmosfer-okyanus modelleri ise atmosfer ve okyanus modellerini birleştirirler MGM (2019).

Dünya İklim Araştırmaları Programı (World Climate Research Programme, WCRP) altında Birleşik Modelleme Çalışma Grubu (World Climate Research Programme WGCM), birleşik atmosfer-okyanus genel dolaşım modelleri (Atmosphere-Ocean General Circulation Model, AOGCM) incelemek için standart bir deney protokolü olarak Birleşik Model Karşılaştırma Projesi'ni (Coupled Model Intercomparison Project, CMIP) kurdu. CMIP iklim modeli teşhisini, onaylamasını, döngüsel karşılaştırmasını, dokümantasyonunu ve veri erişimini desteklemek için toplum temelli bir altyapı sunar. CMIP bu çerçevedeki çalışmalarınıyla model geliştirmeyi kolaylaştırmaya yarayan bir süreci sürdürür CMIP, (2019). Günümüzde CMIP 50'den fazla küresel iklim modeli geliştirmiştir. Bu modellerin belirli değişkenlerini ve özelliklerini hesaplamak için birkaç

niceliksel model “beceri puanı” olmasına rağmen, değişik modeller bazı ölçümlerde iyi ve diğerlerinde kötü performans gösterme eğilimindedir (Porfirio vd., 2014). Ancak, IPCC bu modelleri iyi-kötü, başarılı-başarısız diye sıralamaktan kaçınır ve her birini eşit olarak görür IPCC (2007, 2013).

Çeşitli korelatif tür dağılım modelleri arasında Maxent, bir türün olasılık dağılımını maksimum entropi kuralları (en iyi tekdüze dağılım) ve istatistiksel mekanizmaların yardımıyla saptadığı için oldukça beğenilmektedir (Phillip vd., 2004; Elith vd., 2006). Maxent'in yalnızca çevresel değişken verilerine ve türlerin bireylerinin bulunduğu varlık kayıtlarına gereksinim duyması gibi çeşitli üstünlükleri vardır (Elith vd., 2011). Aynı zamanda Maxent model sonuçlarının örneklem büyüklüklerine daha az duyarlı olduğu bulunmuş ve 12 tane tür dağılım modellemesi arasında en yüksek performansı göstermiştir (Elith vd., 2006; Hernandez vd., 2008). Son yıllarda tür çeşitliliğindeki ve türlerin dağılım alanlarındaki değişimleri belirlemek, şimdiki ve gelecekteki iklim değişikliğine karşı potansiyel tehditleri ve koruma önceliklerini değerlendirmek amacıyla Maxent modellemesi kullanılmıştır (Peterson vd., 2002; Franklin, 2009; Duckett vd., 2013; Gallagher vd., 2013).

Porfirio vd. (2014) 1983'ten 2013'e kadar yapılan 163 tür dağılım modellemesini değerlendirdikleri araştırmada "türlerin gelecekteki dağılımlarını modellemeye yönelik çalışmalarda 2013'e kadar yaygın olan yaklaşımın; "modellemelerde kullanılan değişkenlerin (biyoklimatik değişkenler ve diğerleri), emisyon senaryolarının ve küresel iklim modellerinin seçiminin ve sayısının" modelleme sonuçlarındaki belirsizliği yansıtmamakta olduğunu belirterek eleştirmiştir. Tür dağılım modellemelerinin sonuçlarını bu tür durumların etkilediğinin literatürde çokça belirtildiğini ancak, koruma biyologlarına tür koruma çalışmalarında yardımcı olmak için gereken açıklamalara ve uygulanabilir çözümlere daha az değinildiğini vurgulamıştır. Sonuçta tür dağılım modellemelerinde var olan yaklaşımların, iklim değişikliği modellemelerinden elde edilen öngörülere dayanarak koruma eylemleri planlamasını oldukça güçleştirdiğini belirtmişlerdir.

Habitat spesifik bir tür olan *F. glareosa*'nın gelecekteki dağılımında yalnız uygun iklimsel koşullar değil ayrıca uygun habitat alanları da çok etkin olacağından türün habitat

uygunluk modellemesinin yapılmasını dağılımlarında yalnız iklimsel koşulların etkin olduğu diğer endemik türlerden daha gerekli kılmaktadır.

Endemik bitkiler bakımından oldukça zengin olan ülkemizde günümüze kadar yapılan koruma çabalarında türlerin üreme sistemleri, doğal tehditler gibi saptanması kolay üreme ekolojisi ayrıntılarına yeterince girilmeden, türlerin geleceğe yönelik modelleme çalışmalarında ise, türlerin yayılış ve yaşam alanları ayrıntılı bir şekilde belirlenmeden kestirime gidilmiştir. Bu çalışmada yer üstü zenginliklerimizden biri olan *F. glareosa*'nın üreme ekolojisinin bazı ayrıntıları araştırılarak ve iklim değişikliği modellenmesi yapılarak, endemik bitkilerimizi koruma çabalarında gittikçe etkileri hissedilen küresel iklim değişikliğine nasıl hazırlanmalıyız? sorusunun yanıtı aranmıştır. Böylece gelecek yıllarda bitki türlerinin günümüz yayılış ve olası dağılım alanlarının değişen iklim koşullarında ne tür senaryolarla karşılaşılabileceklerine ilişkin daha belirgin öngörüler elde edebilmeye öneriler sunulmuş katkı sağlanmaya çalışılmıştır.

3. KURAMSAL TEMELLER

3.1. Çiçekli Bitkilerin Üreme Sistemleriyle İlgili Terminoloji

Wyatt (1983)'a göre üreme sistemi, "tür içindeki bireylerin gelecek jenerasyonlara nispi genetik katkılarını etkileyen, cinsiyet ifadesinin tüm yönleri" olarak tanımlanır. Hem kalıtsal hem de çevresel seçim baskılarına duyarlı olan çiçekli bitkilerdeki üreme sistemlerini belirleyen kalıtsal faktörler arasında çiçek morfolojisi, çiçeklerin, bitkilerin, populasyonların cinsiyeti ve birkaç soy dışı üreme mekanizmasının yaygınlığı gösterilebilir. Bitkilerdeki üreme sistemleri kendileşme ve çaprazlaşma derecelerinin büyük ölçüde bir göstergesi olup, türlerin ve populasyonların genetik çeşitliliğini belirler. Üreme sistemleri aynı zamanda populasyonlardaki bireylerin ve bireyler arasındaki gen akışının iç yüzünü aydınlatır (Shivanna ve Tandon, 2014).

3.1.1. Çiçeklerin, bitkilerin ve populasyonların cinsiyeti

Birkaç bitki türünde her çiçeğin yalnız erkek organları ya da yalnız dişi organları ürettiği görülür. Böyle çiçeklere tek eşeyli çiçek veya eksik çiçek denir. Böylece çiçek düzeyinde erselik, erkek ve dişi olmak üzere 3 cinsiyet (eşeyssel form) vardır. Tek eşeyli çiçekler morfolojik olarak 2 değişik tipte görülebilirler. Bunlardan birinde çiçekler karşı cinsiyet organının körelmiş olarak bulundurulurken (dişi çiçeklerde staminotlar, erkek çiçeklerde pistillatlar) diğer tipteki erkek çiçeklerde karşı cinsiyet körelmiş olarak bulunmaz. Ancak, bir bitkide veya populasyondaki bitkiler arasında erkek (staminat), dişi (pistilat) ve erselik çiçeklerin dağılımına bağlı olarak cinsiyet ifadelerinde büyük çeşitlilikler vardır (Shivanna ve Tandon, 2014).

Aşağıdakiler bitkilerde ve populasyonlarda görülen ve başlıca cinsiyet (eşey) tipleridir.

Hermafrodit: Bitki sadece erselik (biseksüel) çiçekleri bulundurur.

Monoik: Bitki erkek ve dişi çiçekleri bulundurur.

Andromonoik: Bitki erkek ve erselik çiçekleri bulundurur.

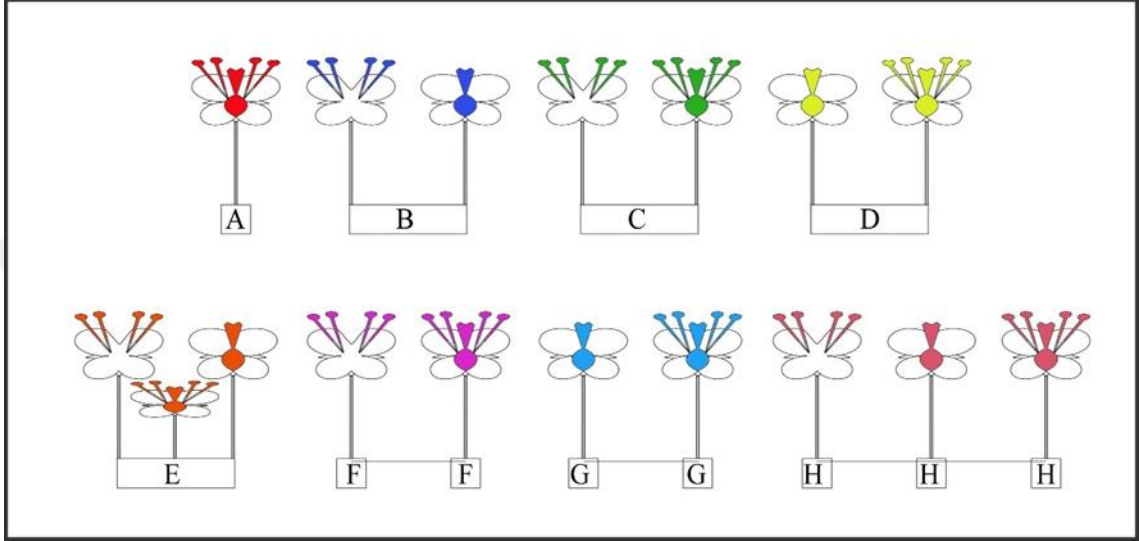
Ginomonok: Bitki dişi ve erselik çiçekleri bulundurur.

Poligamomonok: Bitki erkek, dişi ve erselik çiçekleri bulundurur.

Dioik: Bitki ya erkek ya da dişi çiçeği bulundurur.

Ginodioik: Bitki ya dişi ya da erselik çiçekleri bulundurur.

Poligamodioik: Bitki erkek veya dişi veya erselik çiçekleri bulundurur (Şekil 3.1) (Shivanna ve Tandon, 2014).



Şekil 3.1. Çiçekli bitkilerdeki eşey tipleri (Renkli üreme yapıları bireylerde veya popülasyonlarda bulunan eşey organlarını göstermektedir. A; hermafrodit, B; monoik, C; andromonoik, D; ginomonoik, E; poligamomonoik, F; androdioik, G; ginodioik, H; poligamodioik).

3.1.2. Çiçekli bitkilerde soy dışı üreme aygıtları

Çoğunlukla tek eşeyli olan hayvanların aksine, bitkilerin büyük çoğunluğu çift eşeylidir. Soy dışı üremenin avantajları nedeniyle, bitkiler soy içi üremeyi engellemek için bir dizi mekanizmalar geliştirmiştir. Aşağıdakiler çiçekli bitkilerde başlıca soy dışı üreme mekanizmalarıdır.

Dikogami; çift eşeyli çiçeklerde polen dağılımının ve sitigma alıcılığının zamansal olarak ayrılmasıdır. İki şekilde gerçekleşir bunlar protandri ve protoginidir.

Protandri; anterler polenlerini sitigma alıcı olmadan önce dağıtırlar.

Protogini; çiçeklerde polen dağılımı olmadan önce sitigmalar alıcı olur.

Herkogami; Otokami şansı azalsın diye çift eşeyli çiçeklerde anterlerin ve sitigmaların konumsal olarak ayrılmasıdır.

Kendine uyumsuzluk; bitkilerin kendi kendini tozlaştırmasında, polenlerinin döllenmeyi gerçekleştirememesidir.

Diklini; çiçeklerin tek eşeyli olmasıdır. İki tiptedir bunlar monoik ve dioiktir.

Monoik; erkek ve dişi çiçekler aynı bitki üzerinde doğarlar.

Dioik; erkek ve dişi çiçekler farklı bitkiler üzerinde doğarlar (Shivanna ve Tandon, 2014).

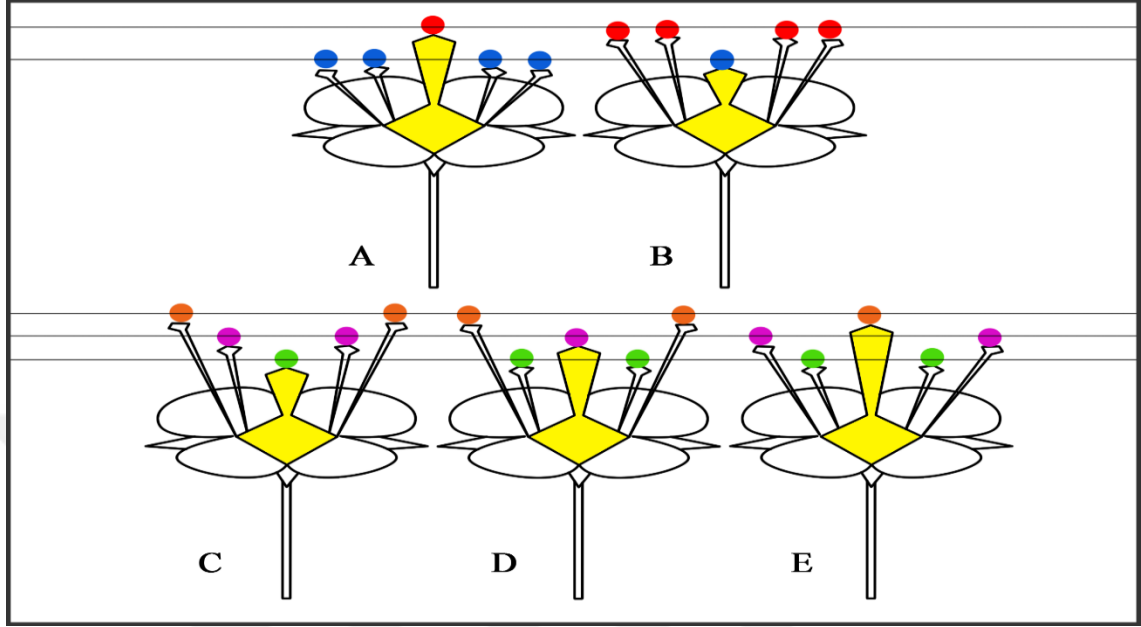
Herkogami, dikogami ve monoesi, otopogamiyi engeller ancak, geitonogamiyi (aynı bitkinin çiçekleri arasındaki tozlaşma) engellemez. Kendine uyumsuzluk ve dioesi kendileşmeyi tamamen önler ancak, birçok türde kendine uyumsuzluk bazen gerçekleşemeyebilir böyle türlerde kendileşme bazı tohum tutumlarına neden olur. Aynı şekilde birkaç dioik türde de, erkek ve dişi bitkiler bir dereceye kadar kendileşme sağlayan bazı erselik çiçekler üretebilirler (androdioesi ve ginodioesi). Kleistogam türlerde (cleistogamous, çiçek açmayan) zorunlu kendileşme vardır ancak, birçok kleistogam türde çapraz tozlaşma gerçekleştirebilirler diye kazmogam (chasmogamous, çiçek açan) çiçekler üretirler. Böylece, çift eşeyli çiçekli türlerin çoğunda tür içinde ve türler arasında her birinin derecesi oldukça çeşitli olsa da kendileşme ve çaprazlaşma birlikte görülür (Shivanna ve Tandon, 2014).

3.1.3. Çiçekli bitkilerde kendine uyumsuzluk

Kendine uyumsuzluk (Self-Incompability, SI), çok sayıda türde yaygın olan önemli bir soy dışı üreme mekanizmasıdır. Kendine uyumsuzluk döllenme öncesi bir engel olup, kendileşen çiçeklerde dişi organda polen çimlenmesi ve/veya polen tüpü gelişimini engeller. Kendine uyumsuzluk iki tiptedir. Bunlar heteromorfik ve homomorfik kendine uyumsuzluklardır.

Heteromorfik kendine uyumsuzluk; bir türün farklı bireylerinde üretilen çiçekler iki (dimorphic/distylic) ya da üç (trimorphic/tristylic) tiptedirler ancak, her birey yalnız tek tipe çiçek üretir. Morfolojilerindeki bu büyük farklılık, sitigma ve anterlerin birbirlerine göre pozisyonlarıdır. Dimorfik çiçeklerde thrum morfolojisi şeklinde olanlar uzun anterli ve kısa sitigmalyken pin morfolojisinde olanlar kısa anterli ve uzun sitigmalıdır. Kendi kendini tozlaştırmanın yanı sıra aynı morfolojide olan çiçekler arasındaki tozlaşmalar uyumsuz, farklı morfolojiler arası (thrum-pin) tozlaşmaysa uyumludur. Trimorfik

çiçeklerde döllenme olması için sitigmaya polenler hem farklı bir bireyden hem de aynı seviyedeki anterlerden gelmek zorundadır (Şekil 3.2) (Shivanna ve Tandon, 2014).



Şekil 3.2. Kendine uyuşmazlığın dimorfik (A; pin ve B; thrum) ve trimorfik (C; kısa stil, D; orta stil, E; uzun stil) sistemlerde gösterimi. Uyumlu tozlaşmalar ancak aynı renkte gösterilen polenlerin aynı seviyedeki dişi organa taşınmasıyla gerçekleşebilir).

Homomorfik kendine uyuşmazlık; Homomorfik kendine uyuşmazlıkta türün bireylerinde üretilen çiçekler morfolojik olarak benzerdir. Homomorfik kendine uyuşmazlık S alleliyle gösterilen ($S_1, S_2, S_3...S_n$) tek bir lokusta çok allelikle kontrol edilir. Dişi organda bulunan bir veya ikisine benzer S alleli taşıyan polen tanecikleri, polen çimlenmesi veya polen tüpü gelişimi sırasında dişi organda engellenir. Başarılı bir polen dişi organ etkileşimi için polendeki S alleli dişi organdakinden farklı olmak zorundadır. Homomorfik kendine uyuşmazlık iki tiptedir.

Gametofitik kendine uyuşmazlık (GSI): Polenin kendi genotipi tarafından belirlenen polen fenotipinin uyuşmazlığıdır (bazı örnekler; Solanaceae, Liliaceae ve Rosaceae üyeleri).

Sporofitik kendine uyuşmazlık (SSI): Polenleri üreten ebeveynin diploid genotipi tarafından belirlenen polen fenotipinin uyuşmazlığıdır (bazı örnekler; Asteraceae ve Brassicaceae üyeleri) (Shivanna ve Tandon, 2014).

3.2. Tür Dağılım Modellemeleriyle İlgili Terminolojiler

3.2.1. Tür dağılım modellemeleri

Ekolojik niş modellemeleri ve habitat uygunluk modellemesi de denilen tür dağılım modellemeleri bitki ekolojisinin değişik alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Williams vd., 2009). Endemik bitkilerin yeni popülasyonlarının keşfedilmesi, istilacı türlerin potansiyel dağılımları, tehdit altındaki taksonları koruma eylemleri (Sousa-Silva vd., 2014; Wan vd., 2016) küresel iklim değişikliğinin tür dağılımlarının üzerine etkisi (Still vd., 2015; Priti vd., 2016), makroekolojik olayların açıklanması (Dubuis vd., 2011), paleobiyolojik yaklaşımlarla türlerin geçmişteki dağılımlarının ortaya konması (Svenning vd., 2011), gibi araştırma konularında tür dağılım modellemelerinden yararlanılmıştır.

Tür dağılım modellemesi yapmak için en az iki çeşit veriye gereksinim duyulmaktadır. Bunlardan birincisi araştırılan tür bireylerinin coğrafi konumlarıdır (varlık kayıtları) Diğeri türün günümüz geçmiş veya gelecekteki dağılımını tahmin edebilmesi için türün günümüzde hangi ekolojik koşullarda yaşadığını varlık kayıtlarıyla beraber açığa çıkaran biyoklimatik değişkenler (Tablo 3.1) ve türlerin dağılımda da etki olan diğer yükseklik, eğim, bakı, ana kaya, arazi örtüsü gibi değişkenlerdir (Franklin, 2009). Tür bireylerinin varlık kayıtları bir türün yayılış alanlarındaki bireylerinin coğrafi konumlarıdır. Araştırmalar sırasında GPS bulunduran herhangi bir aygıt ile bu konumlar saptanabilir (Scheldeman ve van Zonneveld, 2010). Günümüzdeki iklim koşullarının nerede ve nasıl gerçekleşeceğini 1971-2000 yılları arasında tutulan iklim verileri sayesinde öngören ve bunları grid (ızgara) harita şeklinde barındıran biyoklimatik değişkenler çeşitli kuruluşlar tarafından geliştirilerek çevrimiçi olarak araştırmacılara sunulmaktadır.

Tablo 3.1. Canlıların dağılımlarında etkin olan biyoklimatik değişkenler.

Kodu	Biyoklimatik değişkenler	Kodu	Biyoklimatik değişkenler
Bio1	Yıllık ortalama sıcaklık	Bio9	En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı
Bio2	Aylık maksimum ve minimum sıcaklık farkının ortalaması	Bio10	Yıllık yağış
Bio3	İzotermalite ((Bio2/Bio7) x 100)	Bio11	En yağışlı ayın yağış miktarı
Bio4	Sıcaklık mevsimselliği	Bio12	En kurak ayın yağış miktarı
Bio5	En sıcak ayın maks. sıcaklığı	Bio13	Yağış mevsimselliği
Bio6	En soğuk ayın min. sıcaklığı	Bio14	En yağışlı çeyreğin yağış miktarı
Bio7	Yıllık sıcaklık aralığı (Bio5-Bio6)	Bio15	En kurak çeyreğin yağış miktarı
Bio8	En yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı	Bio16	En sıcak çeyreğin yağış miktarı
Bio9	En kurak çeyreğin ortalama sıcaklığı	Bio17	En soğuk çeyreğin yağış miktarı
Bio10	En sıcak çeyreğin ortalama sıcaklığı	Bio18	En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı
Bio11	En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı	Bio19	Yıllık yağış

Türlerin yaşam alanları: Bir taksonun yayılışının (dağılımının) içinde kalan ve rastlantısal olanların dışında, o taksonun yaşadığı alan olarak tanımlanır. Yani tür bireylerinin var olduğu bilinen alanlardır (IUCN, 2019).

Türlerin yayılış alanı: Yayılış alanı, rastlantısal olanların dışında bir taksonun bulunduğu bilinen, çıkarılan veya öngörülen bütün noktaları içine alacak şekilde çizilebilecek en kısa sınırların içinde kalan alan olarak tanımlanır (IUCN, 2019).

Maxent programıyla bir türün günümüz dağılımı modellenmesi yapılırken tür bireylerinin varlık kayıtları, biyoklimatik değişkenler ve diğer sürekli değişkenler Maxent programına

yüklenir. Maxent tür bireylerinin bulunduğu konumları kullanarak türün hangi ekolojik koşulları yeğlediğini saptar. Daha sonra bu ekolojik koşulların bilinen alanlar dışında başka nerelerde olabileceğini tahmin eder (Phillips vd., 2006; Philips, 2017).

Türlerin geçmişteki dağılım alanlarının nasıl olduğunun veya değişen iklim koşullarında gelecekteki dağılımlarının nasıl olacağını araştırılmasında ise, günümüz dağılımının araştırılmasında kullanılan verilere ek olarak geçmiş veya gelecekte iklimin herhangi bir yer ve zamanda nasıl olduğunu/olacağını öngören emisyon senaryolarına göre kurgulanmış küresel iklim modelleri olan "zarflar" kullanılarak yapılır. Maxent sözcüğü; araştırılan türün günümüzde yaşadığı alanlarda ekolojik koşullar bu ise, bu koşulların aynı 20.000 yıl önce şu bölgelerde var idi veya 2050 yılında şu bölgelerde var olacaktır şeklinde kestirimlerde bulunur.

Maxent yazılımından etkin bir şekilde yararlanmak için yeterince varlık kayıtlarının olması, dar yayılışlı türlerin modellemesinin geçerliliğini test etmek için Maxent tarafından sunulan Eğri altındaki alan (Area Under Curve, AUC) dışında herhangi bir istatistiksel testin kullanılması, türün dağılımda Maxent'in düşük performans göstermesine neden olan aralarında yüksek korelasyon olan biyoklimatik değişkenlerden birinin türün ekolojik özellikleri göz önünde tutularak elenmesi önerilmektedir (Luciana vd., 2014).

3.2.2. Biyoklimatik değişkenler

Yeryüzündeki canlıların dağılımlarında etkin olan biyoklimatik değişkenler, aylık sıcaklık ve yağış değerlerinden türetilmişlerdir. Biyoklimatik değişkenlerde iklimle ilgili yıllık trendler (örneğin, ortalama yıllık sıcaklık, yıllık yağış), mevsimsellik (örneğin sıcaklık ve yağıştaki yıllık aralık) ve aşırı veya sınırlayıcı çevresel faktörler (örneğin en soğuk ve en sıcak ayın sıcaklığı ve en yağışlı ve en kurak çeyrekteki yağış miktarı) bulunur WorldClim (2019). Canlı türlerinin yeryüzündeki dağılımlarında sadece yıllık sıcaklık ve yıllık yağış ortalamasından daha etkin olduğu bilinen biyoklimatik değişkenler ve bunların hesaplamalarında kullanılan değişkenlerin kısaltmaları ve açıklamaları aşağıda verilmiştir (O'Donnel ve Ignizio, 2012).

$i = Ay.$

T_{max} = Günlük maksimum sıcaklıkların aylık ortalaması (°C).

T_{min} = Günlük minimum sıcaklıkların aylık ortalaması (°C).

$T_{avg}(i) = \frac{T_{max}(i)+T_{min}(i)}{2}$ verilen ayın (i) ortalama sıcaklığı.

PPT = Aylık toplam yağış (mm).

$\sum_{i=1}^{12}$ = Verilen yılın tüm ayları boyunca (1. aydan 12. aya kadar) iklim ölçümlerinin toplamı.

$\sum_{i=1}^{12}$ = Verilen yıllardan ilkinin 12. ayının ikincisinin ilk 2 ayının iklim ölçümlerinin toplamı (çeyrek devre (3 aylık devreler) endekslerinde kullanılır) (O'Donnel ve Ignizio, 2012).

Bio1: Yıllık ortalama sıcaklık: Birimi; santigrat derece, veri girdisi; yılın her ayı için ortalama sıcaklık ($T_{avg}(i)$). Yıllık ortalama sıcaklığı elde etmek için her ay için ortalama sıcaklık alınıp daha sonra bunlar 12 aylık ortalamadır. Yıllık ortalama sıcaklık bir ekosisteme toplam enerji girişini yaklaşık olarak saptayan bir değişkendir (O'Donnel ve Ignizio, 2012).

$$Bio1 = \frac{\sum_{i=1}^{12} T_{avg}(i)}{12} \quad (3.1)$$

Bio2: Ortalama günlük aralık (aylık ortalama (maksimum sıcaklık - minimum sıcaklık)): Birimi; santigrat derece, veri girdisi; aylık maksimum ve minimum sıcaklıklar ($T_{avg}(i)$). İklim verilerinin girdileri aylık olduğundan veya yıllarca kaydedilen aylık ortalamalar olduğundan bu değişken, günlük sıcaklık aralığını yakalamak için bir ay içinde kaydedilen sıcaklık dalgalanması kullanır. Aylık ortalamaları bu şekilde kullanmak bir ay içindeki her gün için sıcaklık aralığını hesaplamaya ve bu değerlerin aylık ortalamasını bulmaya matematiksel olarak eşdeğerdir. Bu endeks, farklı türlerin sıcaklık dalgalanmasıyla ilişkileri konusunda bilgi sağlamada yardımcı olur (O'Donnel ve Ignizio, 2012).

$$Bio2 = \frac{\sum_{i=1}^{12} T_{max}(i) - T_{min}(i)}{12} \quad (3.2)$$

Bio3: İzotermalite: Birimi; yüzde, veri girdisi; Bio2 ve Bio7. İzotermalite gece-gündüz sıcaklıklarının yazdan kışa (yıllık) salınımlara göre ne kadar büyüklükte salındığını gösterir. Bu değişken ortalama günlük sıcaklık aralığının (Bio2), yıllık sıcaklık aralığına

oranının (Bio7) hesaplanması ve ardından 100 ile çarpılmasıyla elde edilir. İzotermallik genellikle tropik, içsel ve denizel ortamlar için yararlıdır (Nix, 1986). 100 değerinde bir izotermal değer günlük sıcaklık aralığının yıllık sıcaklık aralığına eşit olduğunu gösterirken, 100'den daha düşük herhangi bir değer yıla göre ortalama bir ay içindeki daha küçük bir sıcaklık değişkenliği seviyesini gösterir. Bir türün dağılımının yıla göre herhangi bir ay içindeki daha büyük veya daha küçük sıcaklık dalgalanmalarından etkilenmesi durumunda, bu değişkenin bu tür bilgileri saptaması yararlı olur (O'Donnel ve Ignizio, 2012).

$$\text{Bio3} = \frac{\text{Bio2}}{\text{Bio7}} \times 100 \quad (3.3)$$

Bio4: Sıcaklık mevsimselliği (standard sapma): Birimi; santigrat derece, veri girdisi; yılın her ayı için ortalama sıcaklık ($T_{avg(i)}$). Aylık sıcaklık ortalamalarının standart sapmasına (varyasyon) bağlı olarak belirli bir yıldaki (veya ortalama yıllar) sıcaklık değişiminin ölçüsüdür. Bu endeksi elde etmek için 12 aylık ortalama sıcaklık değerlerinin standart sapması hesaplanıp sonuçlar 100 ile çarpılır. Standart sapma büyüdükçe sıcaklıklardaki değişkenliklerde artar (O'Donnel ve Ignizio, 2012).

$$\text{Bio4} = \text{SD}\{T_{avg1}, \dots, T_{avg12}\} \times 100 \quad (3.4)$$

Bio5: En sıcak ayın maksimum sıcaklığı: Birimi; santigrat derece, veri girdisi; aylık maksimum sıcaklık. Aylık maksimum sıcaklık belirli bir yıl (zaman serisi) veya ortalama yıllar aralığı (normal) boyunca gerçekleşir. Bu endeks belirli bir yıl içindeki tüm aylar için maksimum sıcaklık değeri seçilerek hesaplanır. Bu bilgi, türlerin dağılımının yıl boyunca ılık sıcaklık anomalilerinden etkilenip etkilenmediğini incelerken kullanışlıdır (O'Donnel ve Ignizio, 2012).

$$\text{Bio5} = \text{maksimum} (\{T_{max1}, \dots, T_{max12}\}) \quad (3.5)$$

Bio6: En soğuk ayın minimum sıcaklığı: Birimi; santigrat derece, veri girdisi; aylık minimum sıcaklık. Minimum aylık sıcaklık belirli bir yılda (zaman serisi) veya yılların ortalama aralığında (normal) gerçekleşir. Bio6 belirli bir yıl içinde tüm aylar boyunca minimum sıcaklık değerini seçerek hesaplanır. Bu bilgi, türlerin dağılımının yıl boyunca soğuk anomalilerinden etkilenip etkilenmediğini incelerken kullanışlıdır (O'Donnel ve Ignizio, 2012).

$$\text{Bio6} = \text{minimum} (\{T_{\text{min}1}, \dots, T_{\text{min}12}\}) \quad (3.6)$$

Bio7: Yıllık sıcaklık aralığı: Birimi; santigrat derece, veri girdisi; Bio5 ve Bio6. Belirli bir periyot zarfında sıcaklık değişiminin bir ölçüsüdür. Bu endeks Bio 6'nın (en soğuk ayın en düşük sıcaklığı) Bio5'ten (en sıcak ayın maksimum sıcaklığı) çıkarılmasıyla hesaplanır. Bu bilgi, türlerin dağılımının aşırı sıcaklık koşulları aralığından etkilenip etkilenmediğini incelerken kullanışlıdır (O'Donnel ve Ignizio, 2012).

$$\text{Bio7} = \text{Bio5} - \text{Bio6} \quad (3.7)$$

Bio8: En yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı: Birimi; santigrat derece, veri girdisi; her ay için ortalama sıcaklık ve toplam yağış. Bu 3 aylık endeks en yağışlı mevsimde geçerli olan ortalama sıcaklıkları gösterir. Bu biyoklimatik belirleyiciyi hesaplamak için ilk önce toplam yağış miktarı en yüksek olan üç ay tanımlanır. Aynı miktarda yağışın iki farklı çeyrekte kaydedilmesi durumunda (3 aylık bağların oluşması) sıcaklık verileri kronolojik olarak ilk gelen çeyrekte alınır. Daha sonra kümülatif yağış en yüksek olan üç ay için ortalama sıcaklık hesaplanır. Bu endeks, bu çevresel faktörün türlerin mevsimsel dağılımlarını nasıl etkileyebileceğini incelemeye yararlı olur (O'Donnel ve Ignizio, 2012).

$$\text{Bio8} = \frac{\sum_{i=1}^{i=3} T_{\text{avg}(i)}}{3} \quad (3.8)$$

Bio9: En kurak çeyreğin ortalama sıcaklığı: Birimi; santigrat derece, veri girdisi; her ay için ortalama sıcaklık ve toplam yağış. Bu çeyreklik endeksi en kurak çeyrek boyunca geçerli olan ortalama sıcaklıkları verir. Bu biyoklimatik yordayıcıyı hesaplamak için ilk önce arka arkaya en düşük kümülatif yağış toplamı olan üç ay belirlenir. Beklenmedik bir şekilde iki farklı çeyreklik için aynı miktarda yağışın kaydedilmesi durumunda sıcaklık verileri kronolojik olarak ilk gelen çeyrekte alınır. Daha sonra kümülatif yağışın en düşük olduğu üç ay için ortalama sıcaklık hesaplanır. Bu endeks, yılın en kurak üç ayı boyunca ortalama sıcaklıkların türlerin mevsimsel dağılımlarını nasıl etkileyebileceğini incelemeye yararlı olur (O'Donnel ve Ignizio, 2012).

$$\text{Bio9} = \frac{\sum_{i=1}^{i=3} T_{\text{avg}(i)}}{3} \quad (3.9)$$

Bio10: En sıcak çeyreğin ortalama sıcaklığı: Birimi; santigrat derece, veri girdisi; her ay için ortalama sıcaklık. Bu çeyreklik endeks en sıcak çeyrek boyunca geçerli olan ortalama sıcaklıkları göstermektedir. Bu biyoklimatik belirleyiciyi hesaplamak için ilk önce yılın en sıcak çeyreği belirlenir. Üç aylık bağlar oluşursa kronolojik olarak ilk gelen çeyrek en sıcak çeyrek olarak seçilir. Daha sonra en sıcak çeyrekteki üç ay için ortalama sıcaklık hesaplanır. Bu endeks, bu çevresel faktörün türlerin mevsimsel dağılımlarını nasıl etkileyebileceğini incelemede yararlı olur (O'Donnel ve Ignizio, 2012).

$$\text{Bio10} = \frac{\sum_{i=1}^{i=3} \text{Tavg}(i)}{3} \quad (3.10)$$

Bio11: En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı: Birimi; santigrat derece, veri girdisi; her ay için ortalama sıcaklık. Bu çeyreklik endeks en soğuk çeyrek boyunca geçerli olan ortalama sıcaklıkları göstermektedir. Bu biyoklimatik belirleyiciyi hesaplamak için önce yılın en soğuk çeyreği belirlenir. Üç aylık bağlar oluşursa ilk kronolojik çeyrek en soğuk çeyrek olarak seçilir. Daha sonra en soğuk çeyrekteki üç aylık ortalama sıcaklık hesaplanır. Bu endeks, yılın en soğuk üç ayı boyunca ortalama sıcaklığın türlerin mevsimsel dağılımlarını nasıl etkileyebileceğini incelemede yararlı olur (O'Donnel ve Ignizio, 2012).

$$\text{Bio11} = \frac{\sum_{i=1}^{i=3} \text{Tavg}(i)}{3} \quad (3.11)$$

Bio12: Yıllık yağış: Birimi; milimetre, veri girdisi; her ay için toplam yağış. Bio12 tüm aylık toplam yağış değerlerinin toplamıdır. Bu biyoklimatik öngörücüyü hesaplamak için yılın 12 ayının her birinin yağış değerleri toplanır. Yıllık toplam yağış toplam su girişini hesaplar ve bu nedenle, bir türün dağılımında su varlığının önemini belirlerken yararlı olur (O'Donnel ve Ignizio, 2012).

$$\text{Bio12} = \sum_{i=1}^{i=12} \text{Tavg}(i) \quad (3.12)$$

Bio13: En yağışlı ayın yağış miktarı: Birimi; milimetre, veri girdisi; her ay için toplam yağış miktarı. Bu endeks en yağışlı ay boyunca geçerli olan toplam yağış miktarını tanımlar. Bu biyoklimatik belirleyiciyi hesaplamak için kümülatif yağış toplamının en yüksek olduğu ay belirlenir. Bu endeks, yıl boyunca aşırı yağış koşullarının türlerin potansiyel aralığını etkilemesi durumunda yararlı olur (O'Donnel ve Ignizio, 2012).

$$\text{Bio13} = \text{maksimum} ([\text{PPT}_i, \dots, \text{PPT}_{12}]) \quad (3.13)$$

Bio14: En kurak ayın yağış miktarı: Birimi; milimetre, veri girdisi; her ay için toplam yağış miktarı. Bu endeks en kurak ay boyunca geçerli olan toplam yağış miktarını tanımlar. Bu biyoklimatik belirleyiciyi hesaplamak için kümülatif yağış toplamının en düşük olduğu ay belirlenir. Bu endeks, yıl boyunca aşırı yağış koşullarının bir türün potansiyel aralığını etkilemesi durumunda yararlı olur (O'Donnel ve Ignizio, 2012).

$$\text{Bio14} = \text{minimum} ([\text{PPT}_i, \dots, \text{PPT}_{12}]) \quad (3.14)$$

Bio15: Yağış mevsimselliği: Birimi; yüzde, veri girdisi; her ay için toplam aylık yağış miktarı. Bu değişken yıl boyunca aylık yağış toplamlarındaki değişimin bir ölçüsüdür. Bu endeks aylık toplam yağış miktarlarının standart sapmasının ortalama aylık toplam yağışa oranı olup (varyasyon katsayısı olarak da bilinir) yüzde olarak ifade edilir. Bu biyoklimatik belirleyiciyi türetmek için ilk önce 12 aylık yağış toplamının standart sapması hesaplanır. Daha sonra bu sonuç aylık ortalama yağış değerine bölünür. Ortalama yağış 1'in altında olduğunda uygun olmayan mevsimsellik değerlerinden kaçınmak için paydaya 1 eklenir. Son olarak sonuç 100 ile çarpılır. Tür dağılımları yağışlardaki değişkenliklerden güçlü bir şekilde etkilenemediğinden, bu endekste yüzde ne kadar büyük olursa yağış değişkenliğide o kadar fazla olur (O'Donnel ve Ignizio, 2012).

$$\text{Bio15} = \frac{\text{SD}[\text{PPT}_1, \dots, \text{PPT}_{12}]}{1 + \left(\frac{\text{Bio12}}{12}\right)} \times 100 \quad (3.15)$$

Bio16: En yağışlı çeyreğin yağış miktarı: Birimi; milimetre, veri girdisi; her ay için toplam yağış miktarı. Bu çeyreklik endeksi en yağışlı dönem boyunca geçerli olan toplam yağışı hesaplar. Bu biyoklimatik belirleyiciyi türetmek için önce en yüksek kümülatif yağış toplamı olan üç ay tanımlanır. Sonra seçilen üç ayın tamamı için yağış değerleri toplanır. Üç aylık bağlar oluşursa ilk kronolojik çeyrek en yağışlı çeyrek olarak seçilir. Bu endeks, yılın en sıcak ayları boyunca toplam yağışı hesaplayıp bu yordayıcı değişkenin türlerin mevsimsel dağılımlarını nasıl etkileyebileceğini incelemede yararlı olur (O'Donnel ve Ignizio, 2012).

$$\text{Bio16} = \sum_{i=1}^{i=3} \text{PPT}(i) \quad (3.16)$$

Bio17: En kurak çeyreğin yağış miktarı: Birimi; milimetre, veri girdisi; her ay için toplam yağış. Bu çeyreklik endeksi en kurak çeyrek dönemde geçerli olan toplam yağışı

hesaplamaktadır. Bu biyoklimatik belirleyiciyi üretmek için önce en düşük kümülatif yağış toplamı olan ardışık üç ay belirledikten sonra, üç ayın tamamı için yağış değerleri toplanır. Üç aylık bağlar oluşursa ilk kronolojik çeyrek seçilir. Bu endeks, yılın en kurak üç ayında toplam yağış miktarını verip ve bu tür çevresel etmenlerin türlerin mevsimsel dağılımlarını nasıl etkileyebileceğini incelemede yararlı olur (O'Donnel ve Ignizio, 2012).

$$\text{Bio17} = \sum_{i=1}^{i=3} \text{PPT}(i) \quad (3.17)$$

Bio18: En sıcak çeyreğin yağış miktarı: Birimi; milimetre, veri girdisi; her ay için ortalama sıcaklık ve toplam yağış miktarı. Bu 3 aylık endeks en sıcak çeyrek boyunca yaygın olan toplam yağışı hesaplar. Bu biyoklimatik belirleyiciyi hesaplamak için ilk önce yılın en sıcak çeyreğini belirlenir (çeyreklikteki her ayın ortalama sıcaklıkları toplanır ve en yüksek değere sahip çeyrek seçilir). Üç aylık bağlar oluşursa ilk kronolojik çeyrek en sıcak çeyrek olarak seçilir. Sonra bu çeyrekte yağış değerleri üç ay için toplanır. Bu endeks, yılın en sıcak üç ayında toplam yağış miktarını verip bu çevresel etmenin türlerin mevsimsel dağılımlarını nasıl etkileyebileceğini incelemede yararlı olur (O'Donnel ve Ignizio, 2012).

$$\text{Bio18} = \sum_{i=1}^{i=3} \text{PPT}(i) \quad (3.18)$$

Bio19: En soğuk çeyreğin yağış miktarı: Birimi; milimetre, veri girdisi; her ay için ortalama sıcaklık ve toplam yağış miktarı. Bu çeyreklik endeksi, en soğuk çeyrek boyunca etkin olan toplam yağışı hesaplar. Bu biyoklimatik belirleyiciyi hesaplamak için ilk önce yılın en soğuk çeyreğini belirlenir. Üç aylık bağlar oluşursa ilk kronolojik çeyrek en düşük çeyrek olarak seçilir. Sonra bu çeyrekteki üç aylık yağış değerleri toplanır. Bu endeks, bu çevresel etmenin türlerin mevsimsel dağılımlarını nasıl etkileyebileceğini incelemede yararlı olur (O'Donnel ve Ignizio, 2012).

$$\text{Bio19} = \sum_{i=1}^{i=3} \text{PPT}(i) \quad (3.19)$$

3.2.3. Ekolojide niş kavramı

Niş; bir türün var olması için gereksinim duyduğu koşulları tanımlar. Nişler abiyotik değişkenlere evrimsel adaptasyonların bir sonucu olarak bir ölçüye kadar teorik bir

kurgudur. Bu adaptasyonlar fiziksel (büyüklük, şekil, yapı) fizyolojik (solunum, fotosentez gibi) veya davranışsal olabilir (Goodenough ve Hart, 2017).

Ekolojik niş; bir canlının sadece bulunduğu fiziksel ortamı değil, komünitedeki işlevsel rolünü (örneğin trofik düzeyini) ve çevresel değişkenler (sıcaklık, nem, pH, toprak veya yaşam için gerekli diğer koşullar) karşısındaki konumunu da kapsayan bir olgudur. Bu durumda ekolojik niş kavramının üç bileşeni vardır: Bunlar yerel niş (veya habitatla ilgili), trofik düzeyde niş ve çok boyutlu (veya hiper hacimli) niştir. Dolayısıyla bir canlının ekolojik nişini sadece yaşadığı yer değil, yaşamsal gereksinimlerini karşılaması gerekli çevresel etmenlerin toplamı da belirler (Odum vd., 2008).

G. E. Hutchinson (1959) nişin çok boyutlu bir uzay ya da bir hiper-hacim olarak düşünülmesi gerektiğini; ilgili tür bireylerinin bu uzayda belirlenen çevre koşulları içinde yaşayıp neslini sürdürdüğünü belirtmektedir. Hutchinson'un önerdiği bu niş ölçülebilir ve matematiksel olarak da üzerinde çalışılabilir çok boyutlu bir niş ya da hiper hacim nişidir. Hutchinson (1965) daha sonra yaptığı bir çalışmada temel niş ile gerçekleşmiş niş arasında bir ayırım yapmıştır.

Temel niş; bir türün rekabet ve/veya başka biyotik faktörlerin olumsuz etkileri tarafından sınırlanmadan sahip olduğu en geniş "yaşanabilen hiper-hacim" olup (Odum vd., 2008), türün fizyolojik kapasitesine, uyum yeteneğine bağlıdır (Goodenough ve Hart, 2017).

Gerçekleşmiş niş; belirli biyotik etkenlerin zorlamasıyla türün kullanabildiği, dolayısıyla temel nişten daha küçük olan bir hiper hacim olup (Odum vd., 2008) türün fizyolojisi, uyma yeteneği, diğer türlerle ilişkisi ve rekabet yeteneğine bağlıdır (Goodenough ve Hart, 2017).

Tüm canlı türlerinin çevresel değişkenlerin tamamına tolerans aralıkları vardır. Eğer bir türün nişi sadece 2 çevresel değişkenle kontrol ediliyorsa bu türün nişini betimlemek kolaydır. Ancak bir türün nişini başka biyotik ve abiyotik değişkenlerde kontrol ediliyorsa (sınırlı hiper hacim) bunun nişini betimlemek oldukça zordur (Goodenough ve Hart, 2017).

3.3. Populasyon Modellemeleriyle İlgili Terminolojiler

Tehlike altındaki populasyonlarla ilgilenen koruma biyologları, bu populasyonların büyüdüğünü mü, azaldığını mı yoksa dengede mi olduğunu bilmek zorundadır. Bu bilgiler olmadan türler için en iyi koruma kararları alınamayacaktır. Bu yüzden araştırılan populasyonların yaş ya da evre yapılı olarak modellenmeleri gerekmektedir (Akçakaya vd., 1999; Shultz vd., 1999; Caswell, 2001).

Yaş ve/veya evre yapılı modelleme süreci aşağıdaki adımlarla gerçekleştirilmektedir:

1-Tür bireylerinin yaşam döngüsü çıkarılır.

2-Tür bireyleri onları kolaylıkla ayırt edilebilecek büyüklük, şekil gibi karakterleriyle evrelere ya da yaş sınıflarına ayırılır. Çiçekli bitkilerde yapılan evre yapılı modellemeye basit bir örnek populasyondaki bireylerin; tohum, fide, fidan, yetişkin vs. şeklinde evre yapılı sınıflandırılması verilebilir.

3-Daha sonra belirli zaman aralıklarında yapılacak izleme çalışmaları gerçekleştirilmelidir. Bu araştırmalarda, tanımlanan her sınıftaki bireyler hayatta kalma oranları (survival rate) ve verimlilikleri (fecundity) bakımından izlenirler. Örneğin; bir populasyondaki bireyler 4 evreye sınıflandırılсын (A, B, C, D). Bunlardan C ve D evresindekiler üreyebilen yetişkin bireyler ve A evresindekiler yeni yavru bireyler olsun. Bu evrelerdeki her bir evreden diğerine geçişler (A dan B ye, B den C ye, C den D ye) ve üretilen yeni yavru bireyler (A evresindekiler) her yıl sayılсын. Bu populasyondaki bireylerin hayatta kalma oranları ve yetişkin bireylerin verimlilikleri aşağıdaki şekillerde hesaplanır.

A evresinden B evresine geçişlerde hayatta kalma oranı;

$\frac{t+1 \text{ yıl sonra B evresindeki bireylerin sayısı}+1}{t \text{ zamanında A evresindeki bireylerin sayısı}}$ şeklinde hesaplanır.

Üreyebilen bireylerdeki verimlilikler ise; $\frac{A \text{ evresindeki bireylerin sayısı}}{C \text{ ve D evrelerindeki bireylerin sayısı}}$ şeklinde hesaplanır (Akçakaya vd.,1999; Shultz vd., 1999; Caswell, 2001).

Yaşam tablosu: Populasyon izlemeleri sonucunda elde edilen hayatta kalma oranları ve verimlilikler oluşturulan yaşam tablolarında (Tablo 3.2) gösterilirler (Akçakaya vd., 1999; Shultz vd., 1999; Caswell, 2001).

Tablo 3.2. Örnek bir türün yaşam tablosu örneği.

Evreler	Hayatta kalma oranları	Verimlilik
A	0,80	0
B	0,90	0
C	0,83	0,27
D	0,38	0,27

Bu yaşam tablolarından populasyonlardaki bireylerin geleceklerinin ne durumda olabileceğinin tahmin edebiliriz. Örneğin B evresindeki 150 bireyin C evresine geçerken ($150 \times 0.90 = 135$) 15 birey kayıp verebileceğini, 135 bireyin hayatta kalabileceğini öngörebiliriz. Veya C ve D evresindeki 310 bireyin önümüzdeki yıl yaklaşık ($310 \times 0.27 = 83.7$) 84 yeni yavru bireyle populasyonun büyümesine katkıda bulunacağını saptayabiliriz (Akçakaya vd., 1999; Shultz vd., 1999; Caswell, 2001).

Matris populasyon modellemesi: Populasyon modellemeleri çalışmalarında tür bireylerinin tüm evrelerdeki verimlilik ve hayatta kalma oranları kolaylıkla hesaplanabilir, gelecek yıllarda populasyonun birey sayısı veya durumu saptanabilir diye toplanabilir veya çarpılabilir soyut miktarlar tablosu olan matrislere dönüştürülür (Tablo 3.3) (Akçakaya vd., 1999; Shultz vd., 1999; Caswell, 2001).

Tablo 3.3. Örnek bir türün matris populasyon modellemesi örneği.

	A evresinden	B evresinden	C evresinden	D evresinden
A evresine	0.00	0.00	0,27	0,27
B evresine	0,80	0	0	0
C evresine	0	0,90	0	0
D evresine	0	0	0,83	0

4. MATERYAL ve YÖNTEM

4.1. Materyal

Üreme ekolojisi çalışmalarının ana materyalini Erzincan ili Kemah ilçesi Sürek, Beşikli, Yastıktepe ve Koruyolu köylerinde yaşayan *Ferulago glareosa*'nın üreme yapıları, bireyleri ve populasyonları oluşturmaktadır. Tür dağılım modellemesi çalışmalarındaysa türün yaşam alanlarındaki bireylerinin konum verileri çalışma materyalini oluşturmaktadır.

4.2. Yöntem

4.2.1. *F. glareosa*'nın erselik çiçeklerinin morfolojisinin belirlenmesi

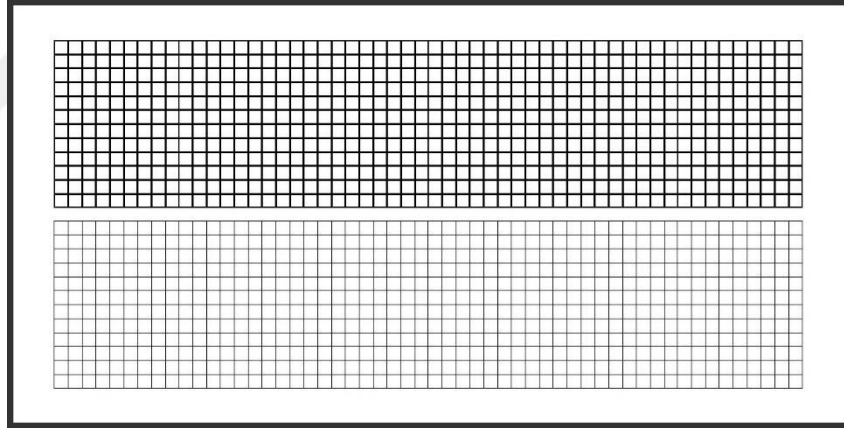
Morfolojik çalışmalar için türün Sürek populasyonlarından Haziran 2016'da açmış olarak toplanan 20 erselik çiçek örneği kullanıldı. Örnekler Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü laboratuvarında Nikon SMZ25 stereomikroskop altında görüntülenerek morfolojik ölçümleri ve görüntüleri alındı. Türün açmış erselik çiçeklerinin boyu, genişliği/çapı (taç yapraklardan) kaydedildi. Çanak ve taç yaprakların boyu ve eni ölçüldü. Erkek organların uzunluğu ölçüldü. Anterlerin eni, boyu saptandı. Dişi organların boyu (yumurtalığın tabanından sitigma ucuna kadar) ölçüldü. Sitülüsün boyu, yumurtalığın boyu ve eni ayrı ayrı not edildi. Her çiçekteki karpel sayısı, bunların birleşik ya da bağımsız olma durumları belirlendi. Plasentasyon tipi saptandı (Shivanna ve Tandon, 2014).

4.2.2. *F. glareosa*'nın polen sayısının belirlenmesi

Bu çalışmada asetokarmin boyası, milimetrik kâğıt (Photoshop CC 2019 programında hazırlanmış), asetat kâğıt, Olympus BX63 mikroskop ve türün populasyonlarından toplanmış henüz açılmamış ancak açmak üzere olan 10 erkek organ kullanıldı. Photoshop programıyla oluşturulan milimetrik desenler asetat kağıtlara fotokopi çektirildi. Asetat kağıtlardaki milimetrik desenler lam boyutlarında kesilerek lamaların alt yüzeyine yapıştırıldı. Lamaların öteki yüzeyine 1 damla asetokarmin damlatıldı. Olgun anterler lam üstündeki asetokarmin boyası içine bırakıldı. Anterler pensle ezilerek polen tanecikleri boya içine yayıldıktan sonra anter kalıntıları iğne yardımıyla temizlenerek boya üzerine lamel yerleştirildi. Lamaların altına yapıştırılan asetatlardaki karelerde polen tanecikleri

10x objektif altında sayıldı. Değişik bitkilerden ve çiçeklerden rastgele alınan 10 anterle bu çalışma yineleni. Anter başına üretilen ortalama polen sayısı saptanarak bir çiçekteki anter sayısı ile (5) çarpılıp, çiçeklerde üretilen ortalama polen sayısı bulundu. Veriler temel istatistikleriyle sunuldu (Shivanna ve Tandon, 2014).

Bu çalışmanın materyalinde Shivanna ve Tandon, (2014) tarafından önerilen lamaların alt yüzeyinin asetatlı kalemle çizilmesi yerine, asetat kâğıtta fotokopiyle oluşturulan milimetrik desen kesilerek lamın alt yüzeyine yapıştırıldı. Bu yöntemin önerilen yöntemden daha kolay ve elverişli olduğu görülmüştür. Lamaların asetatlı kalemle çiziminde çizgi kalınlığı belirli bir büyüklüğün altına indirilememektedir. Polen sayımı sırasında bu çizgilerin üstüne gelen polenlerin mikroskop altında görülmesi ve sayımı bazen güç olmaktadır. Photoshop programı yardımıyla istenilen incelikte milimetrik desenler oluşturulup asetat kâğıtlara fotokopiyle düzenli bir şekilde geçirilebilmektedir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Photoshop programıyla oluşturulmuş milimetrik desen.

4.2.3. *F. glareosa*'nın polen verimliliğinin belirlenmesi

Bu çalışmada türün populasyonlarından toplanan polenler, asetokarmin boyası ve Olympus BX63 mikroskop kullanıldı. Populasyonlarda taze açılan anterlerden toplanan polenler üzerinde 1 damla asetokarmin olan lama dökülüp iğneyle karıştırıldı. Lamel yerleştirildikten sonra lam ispirto ocağı ile hafifçe ısıtıldı. Taşan boya kısımları peçeteyle alındı. Polenlerin boya emebilmeleri için 5 dk beklendi. Mikroskop altında verimli polenler boyayı doygun bir şekilde emmiş ve kırmızı görünürken kısır olanlar içi boş (boyanmamış) görüldü. Verimli ve kısır polenler en az 15 mikroskobik alanda sayıldı. Bu izlek farklı bitki ve çiçeklerden toplanan anterlerle yinelenerek verimlilik yüzdesi

belirlendi. Bunlara ek olarak anterleri açmış 23 tane erkek organ toplanarak 2 cm çapında bir plastik kaba konarak üzerleri ağ büyüklüğü 1mm² olan tül ile örtüldü. Arazide uygun yere bırakılarak 7 gün sonra laboratuvarında polen verimlilikleri saptandı (Shivanna ve Tandon, 2014).

4.2.4. *F. glareosa*'nın polen sitolojisi çalışmaları

Bu çalışmada asetokarmin boyası, Olympus BX63 mikroskop ve türün polenleri kullanıldı. Populasyonlardan toplanan polenler üzerindeki bir damla asetokarmin olan lam üzerine dökülerek iğne ile karıştırdıktan sonra lamel yerleştirildi. Lam ısıtıldı ancak kaynatılmadı. Daha sonra lam soğutulmuş taşan boyalar kurutma kâğıdıyla alındı. Polen duvarlarının parçalanıp içeriklerinin eşit olarak dağılması, her polenin vejetatif ve generatif/sperm çekirdeklerinin belirlenebilmesi için bir parça kurutma kâğıdı lamel üzerine yerleştirilerek lamel kaydırılmadan hafifçe baskı uygulandı. 15-20 polen taneciği gözlemlenerek türün polenlerinin 2 veya 3 çekirdekli yapıda olduğu kaydedildi (Shivanna ve Tandon, 2014).

4.2.5. *F. glareosa*'nın Arthropoda ziyaretçilerinin belirlenmesi

Bu protokolda kapaklı şişeler, böcek toplama aleti (pooter), atrap (böcek yakalama aleti), Nikon SMZ25 stereomikroskop ve Nikon D5100 fotoğraf makinesi ve saf etil alkol kullanıldı. Böcek ziyaretçilerinin gözlenmesi *F. glareosa*'nın Sürek populasyonundaki 25 bireyinin (eğer türün tomurcuk, çiçek ve genç meyvelerini otçul böcekler yüzünden tamamen ortadan kaldırıldıysa yeni bireylerde gözlemlere devam edildi) tomurcuk, çiçek ve meyvelerinde gerçekleştirildi. Gözlenen bireylerin fenolojik olayları farklı zamanlarda gerçekleştiğinden gözlemler çoğu kez 10-15 birey üzerinde yapıldı. Ziyaretçi bollukları 2016, 2017 ve 2018 yıllarında, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarına yayılmış 8'er günde 2'er saat aralıklarla gözlemlendi. Gözlemlenen böcek örneklemeleri "Morfortip1, 2, 3, ...n" şeklinde adlandırılarak not edildi. Ziyaretçiler türün bireyleriyle etkileşime geçtikten sonra tomurcuklara çiçeklere ve meyvelere verdikleri zararlar (eğer var ise) not edildi. Ziyaretçiler arazide Nikon D5100 fotoğraf makinesiyle ve laboratuvarında Nikon SMZ25 stereo mikroskopla görüntülendi. Böcek örneklemelerinin tür tayinleri uzmanına danışılarak yapıldı. Toplanan böcek örneklerinden laboratuvara sadece birkaçı getirildi. Belgeleme veya sonraki tanımlamalar için etil alkol içeren şişelerde saklandı. Diğer örnekler populasyon tozlaştırıcılarının azaltılmaması için serbest bırakıldı. Böcek

örnekleri Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Herbaryumu'na kaydedilerek saklandı. Türün meyve tutumuna zarar vermeden anter ve sitigmalara dokunan ziyaretçiler tozlaştırıcı olarak varsayıldı. Tür üzerinde bulunan böcek yumurtaları arazide torbalanarak belirli bir süre sonra kontrol edilip tür tayinleri yapıldı (Shivanna ve Tandon, 2014).

Arazi koşullarında türün tozlaştırıcılarıyla ilgili daha ayrıntılı görüntü almak ve türün tomurcuk çiçek meyve yapılarına ne gibi etkileri olduklarıyla ilgili veriler toplamak için Sony Xperia Z5 Compact telefonun arkasına "microphonelens 15x" takılarak tozlaştırıcıların bir kısmı (yakınlarındaki cihazdan kaçmayanlar) görüntülendi. Ayrıca bu lensle arazi koşullarında çiçek morfolojisi ayrıntıları rahatlıkla görüntülenebildi.

4.2.6. *F. glareosa*'nın meyve tutumuna karıncaların etkisinin belirlenmesi

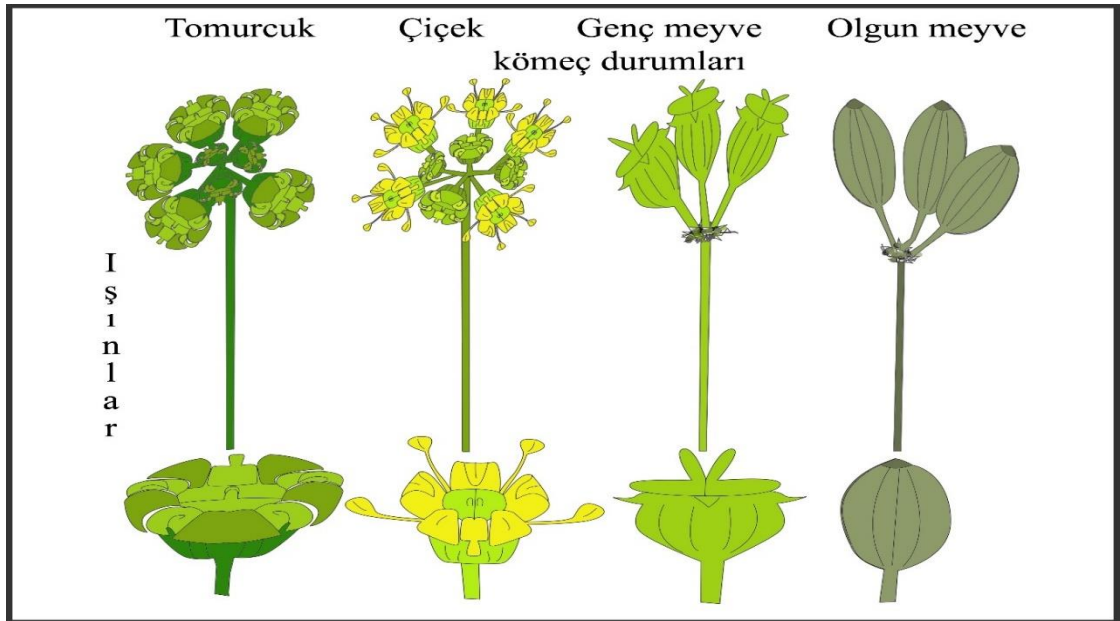
Bu protokolda yapışkan sinek yakalayıcılar, sivrisinek ağları ve beton kaidelere dikilmiş 70 cm dal parçaları kullanılarak oluşturulan dayanaklar ve türün 25 ergin bireyi kullanıldı. 2018 Mayıs ayında *F. glareosa*'nın ergin bireylerinden 5 tanesi tüm ziyaretçilere karşı, 10 bireyi yalnız karıncalarla etkileşime geçmesine olanak sağlanacak (sivrisinek ağları alt kısımlardan açılarak) şekilde sivrisinek ağlarıyla izole edildi. Türün diğer 10 bireyi ise taban kısımlarından yapışkan sinek yakalayıcılarla sarılarak karınca dışında diğer ziyaretçilerle etkileşime geçmesine izin verilecek şekilde izole edildi. Tüm ziyaretçilere izole edilen 5 bireydeki (kontrol grubu) meyve tutumları diğer gruplardaki meyve tutumlarıyla karşılaştırıldı (Şekil 4.2) (Shivana ve Tandon, 2014).



Şekil 4.2. *F. glareosa*'nın ziyaretçilere karşı izole edilmesinden görünüm.

4.2.7. *F. glareosa*'nın 2018 yılı meyve tutumunun belirlenmesi

F. glareosa'nın Sürek köyündeki Tip 1 ve Tip 2 habitat yamalarında rastgele seçilerek etiketlenen 15'er bireyin ilk meyve tutumu gerçekleşen ilk 2 şemsiye ışınlarındaki meyveler 15-20 Haziran 2018 tarihleri arasında sayılarak gerçekleştirildi (Shivanna ve Tandon, 2014). Türün ışın ve üreme yapılarının illüstrasyonu Şekil 4.3'te gösterilmiştir.



Şekil 4.3. *F. glareosa*'nın ışınlarının ve üreme yapılarının illüstrasyonu.

4.2.8. *F. glareosa*'nın yaş/evre yapılı modellenmesi

Bu protokolda cetvel, plastik çubuklar, *F. glareosa*'nın değişik morfolojik evrelerinde 15 fide, tohum canlılığı ve fidelerin hayatta kalma oranları çalışmaları için dikilen tohumlardan elde edilen diğer fideler ve 30 çiçekli ergin birey kullanıldı (Pérez-Harguindeguy vd., 2013). Plastik çubuklarla etiketlenen fideler ve ergin bireyler 3 yıl boyunca Haziran ve Temmuz aylarında görüntülenerek ve boyları ölçülerek izlendi. Bu bireylerin morfolojik ayrıntılarıyla ilgili notlar tutuldu. Türün fide ve ergin evrelerinin değişik yaş gruplarına ilişkin örüntüler elde edilerek, yaş ve evre yapılarıyla ilgili çıkarımlar yapıldı (Akçakaya vd., 1999; Shultz vd., 1999).

4.2.9. *F. glareosa*'nın toprak tohum bankası türünün belirlenmesi

Bu protokolda tül perdelerden oluşturulan torbalar, türün 2015 yazında toplanan meyvelerinden rastgele seçilen 100'er tane 2 grup tohum, türün yaşam alanından alınan toprak kullanıldı. 2015 yazında tül perdelerden yapılan torbaların tür bireylerin birçoğu genç meyve evresindeyken çiçek durumlarına takıldı. 20 gün sonra olgunlaşıp torbalara dökülen tohumlar toplandı. Bunlardan rastgele seçilen 200 tohum 100'erli 2 grup şeklinde ağ aralıkları 0,5 mm olan torbalara konuldu. Bu tohumlar yaşam alanından alınan toprakla birlikte 29 Ekim 2015 tarihinde uygun bir yere (25 cm derinliğe) gömüldü. Kasım 2018 tarihinde tohumlar topraktan çıkarılan tohumların sadece meyve kabuklarının kaldığı görüldüğünden canlılıklarını yitirdiği varsayılarak TTC (Triphenyl tetrazolium chloride) ile tohum canlılık deneyi yapılmadı (Şekil 4.4) (Shivanna ve Tandon, 2014; Gibson, 2015).



Şekil 4.4. *F. glareosa*'nın tohumlarının toplanması (solda) ve topraktan çıkarılan tohumları (sağda).

4.2.10. *F. glareosa*'nın tohum canlılığının araştırılması

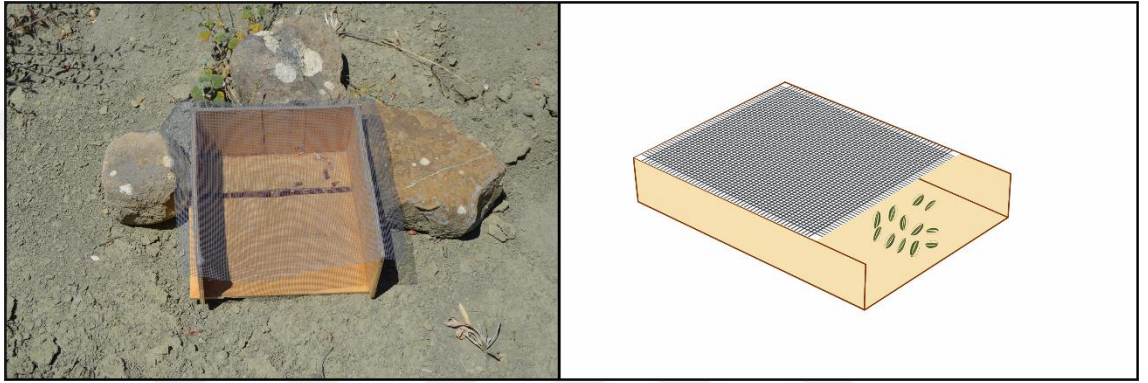
Bu protokolda tül torbalar ve türün popülasyonlarından toplanan 300 tohum kullanıldı. 2016 yazında popülasyonlardaki bireylerden yaklaşık 700 civarında tohum tül torbalar yardımıyla toplandı. Bu tohumlardan rastgele seçilen 300 tane tohum türün Tip 2 habitatlarında en uygun olduğu düşünülen (toprak derinliği 30-40 cm) 3 alana aynı yıl Eylül ayında yüzeye (0-2 cm) 100'er tane dikildi. 2017 yılında fide oluşturan tohumlar canlı varsayılarak tohum canlılık oranları (% olarak) saptandı (Şekil 4.5) (Shivanna ve Tandon, 2014).



Şekil 4.5. 2018'de tohum canlılığı araştırmalarında elde edilen fidelerden görünüm.

4.2.11. *F. glareosa*'nın meyve/tohum dağılımının ve avcılığının araştırılması

Bu protokolda 2017 yazında türün populasyonlarından toplanan 100 tane meyve/tohum, kontra- plak ve sinek ağlarından tasarlanan 5 tane kutu kullanıldı. Toplanan meyveler 5 kutuya 20'şer tane yerleştirilerek yaşam alanının değişik yerlerine konuldu. Bu kutular 4-5 gün aralıklarla kontrol edilerek meyveler sayıldı. Meyveler kutulara konulduktan 20 gün sonra son kez meyve sayımı yapıldı (Shivanna ve Tandon, 2014). Tasarlanan kutulardan biri ve illüstrasyonu Şekil 4.6'da gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Tohum dağılımı araştırmalarında tasarlanan kutu (solda) ve illüstrasyonu (sağda).

4.2.12. *F. glareosa*'nın fidelerinin populasyonlara katılmaları

Bu protokolda tül torbalar ve türün populasyonlarından toplanan tohumlardan rastgele seçilen 400 tohum kullanıldı. 2016 yazında toplanan tohumlar ve Eylül 2016'da Tip 1 yamalarda üst ve alt parçalara Tip 2 yamalarda rastgele yerlere ve yine Tip 2 yamalarda killi topraklara yüzeye (0-2 cm) dikildi. 2017 ve 2018 yıllarında canlı fidelerin sayımları Haziran ve Temmuz ayları sonunda yapılarak fidelerin hayatta kalma yüzdeleri/oranları saptandı (Şekil 4.7) (Akçakaya vd., 1999; Caswell, 2001; Leck vd., 2008).

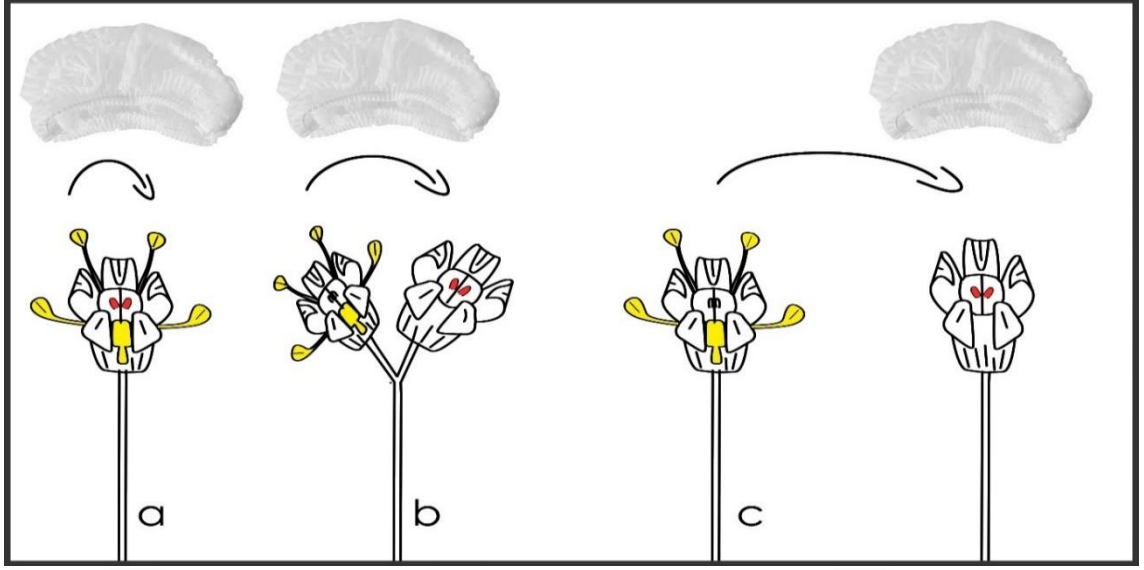


Şekil 4.7. Tip 2 yamalarda elde edilen fidelerden görünüm.

4.2.13. *F. glareosa*'nın üreme sistemi analizi

Bu protokolda tozlaşma torbaları (kâğıttan ve saç bonesinden), 3x büyütücü gözlük, pens, cam kavanoz, ambalaj lastiği, kulak çöpü ve zımba kullanıldı. 2016 yazında yapılan üreme sistemi analizi çalışmalarında kâğıt tozlaştırma torbaları ve ambalaj lastikleri kullanıldı. Kâğıt tozlaşma torbalarıyla ışınlarında yalnız bırakılan 40 erselik çiçek izole edilerek torbalandı (Şekil 4.8a). Aynı yıl, türün anterleri açmış ve açmakta olan erkek organları bir kavanoza konarak polenlerinin kavanoza dökülmesi sağlandı. Büyütücü gözlük ve pens yardımıyla 20 kadar bireyde 50 çiçek erkek organları polen salınımına başlamadan koparılarak kısırlaştırıldı. Kavanozdaki polenlere kulak çöpü bulanarak 50 çaprazlaştırma gerçekleştirildi (Şekil 4.8c). Yaklaşık 1 ay sonra torbalar toplanarak meyve tutumunun olup olmadığı kontrol edildi. 2018 yazındaki üreme sistemi analizi çalışmalarında saç bonelerinden tasarlanan tozlaştırma torbaları ve zımba kullanıldı. Aynı yıl türün erselik 10 çiçeği yalnız başına (otogami) 10 bireyinin 20 ışınındaki çiçekler ise bir arada torbalandı (getionogami) (Şekil 4.8b). 15 erselik çiçekse kısırlaştırılarak çaprazlaştırma çalışmalarının başında gerçekleştirilen tozlaştırma işleminden 4 gün sonra torbalar açılıp tozlaştırma yinelenerek torbalandı (Shivanna ve Tandon, 2014).

F. glareosa'nın üreme sistemi analizi çalışmalarında türün çiçek, ışın, çiçek durumu vs., büyüklüklerine göre saç bonelerinden tasarlanan ve zımbayla çiçeklere/işınlara iliştirilen torbalarla bu protokollerin daha verimli ve rahat uygulanabilir olduğu deneyimlendi.



Şekil 4.8. *F. glareosa*'nın üreme sistemi analizi araştırmalarının illuistrasyonu (Renkli yapılar anterlerden sitigmalara polen taşımasını göstermektedir).

4.2.14. *F. glareosa*'da apomiksis varlığının/yokluğunun araştırılması

Bu protokolda kâğıt tozlaştırma torbaları, 3x büyütücü gözlük, pens ve ambalaj lastiği kullanıldı. 2016 yazında *F. glareosa*'nın 10 bireyinin 15 ışınında 20 erselik çiçek henüz açmadan büyütücü gözlük ve pens yardımıyla kısırlaştırıldı. Kömeçlerdeki diğer çiçekler koparılarak kısırlaştırılan çiçekler ışınlarda yalnız bırakıldı. Kâğıttan oluşmuş tozlaştırma torbaları ambalaj lastikleriyle ışınlara tutturuldu. Yaklaşık 1 ay sonra çiçeklerde apomiksis varlığı/yokluğu kontrol edildi (Shivanna ve Tandon, 2014).

4.2.15. *F. glareosa*'nın çiçek açma fenolojisinin belirlenmesi

Bu protokolda *F. glareosa*'nın Sürek köyündeki yaşam alanının 39°39'03.3"N, 39°19'55.4"E koordinatlarındaki yamacında rastgele seçilen 12 ergin birey ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü Erzincan 17094, Kemah 18200 numaralı istasyonlardan alınan meteorolojik veriler kullanıldı. *F. glareosa*'nın seçilen 12 ergin bireyinin ilk şemsiyelerinin çiçek açma zamanları 2016, 2017, 2018 yıllarında Mayıs ve Haziran aylarında 3-4 gün arayla gerçekleştirilen arazi çalışmaları sırasında kaydedildi. Bu 12 bireyin tamamının (yamaçtaki yaklaşık 120 bireyin %10'u) ilk şemsiyelerinin çiçek açması türün çiçeklenmesinin başlangıcı varsayıldı. Türün yaşam alanına en yakın 2 meteoroloji istasyonundan alınan yaygın iklimsel verilerde (aylık ortalama yağış ve ortalama sıcaklık) ilk 3 aylık sıcaklık ortalamaları arasında belirgin bir fark

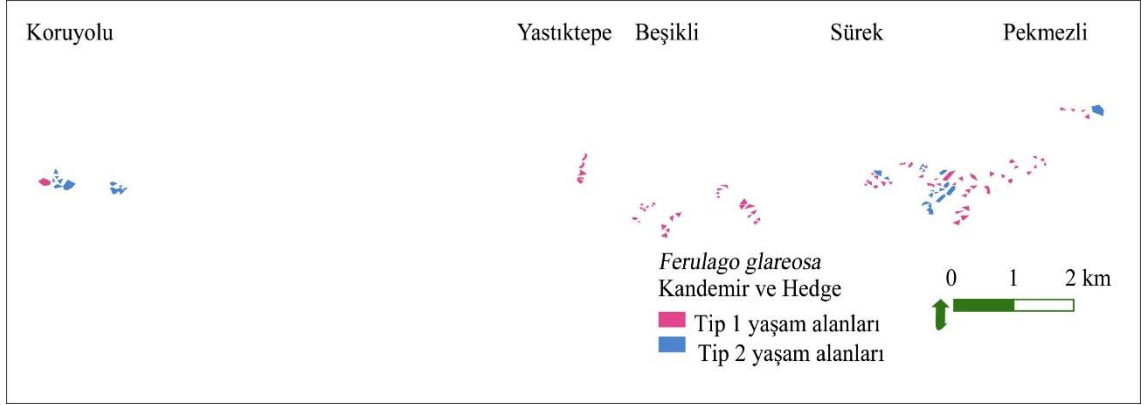
görüldüğünden, bu sıcaklık ortalamaları ve türün çiçek açma zamanı arasında bağıntı olup olmadığı araştırıldı (Shivanna ve Tandon, 2014).

4.2.16. *F. glareosa*'nın yaşam alanının toprak analizi

Türün yaşam alanında (Tip 2 yamalardan) toprak yüzeyinden itibaren yaklaşık 20 cm derinlikte alınan toprak numunesi Erzincan Bahçe Kültürleri Enstitüsünde analiz edildi. Toprak örnekleri kurutulduktan sonra 0,2 mm'lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirildi. Toprak tekstürleri Bouyoucus Hidrometre yöntemiyle belirlendi (Gee ve Bauder, 1986). Toprak PH'ları 1:2,5'lük toprak-su süspansiyonunda potansiyometrik olarak cam elektrotlu PH metre ile ölçüldü (McLean, 1982). Toprakların kireç içerikleri Scheibler Klasimetresi ile volümetrik olarak saptandı (Sağlam, 1994). Toprakların organik madde içerikleri Smith-Weldon yöntemiyle belirlendi (Nelson ve Sommers, 1982). Fosfor tayini molibdofosforik mavi renk yöntemine göre oluşturulan mavi renkli çözeltinin ışık absorpsiyonu 660 nm dalga boyuna ayarlı spektrofotometrede okundu (Olsen ve Summers, 1982). Elektrik iletkenliği hazırlanan saturasyon macunlarından elde edilen ekstraksiyon çözeltilerinde elektriki kondüktivite aleti ile mmhos/cm olarak belirlendi (Demiralay, 1993). Elde edilen değerler Tüzüner (1990)'a göre yorumlandı.

4.2.17. *F. glareosa*'nın birey sayısının saptanması

Bu protokolda kurdellardan oluşturulan 2x3 m dörtgenler ve QGIS 3.4 programıyla oluşturulan yaşam alanı katmanı kullanıldı. Türün yaşam alanlarında (Tip 1 ve Tip 2 yamalar) kurulan 20'şer tane 2x3 m² dörtgenlerden elde edilen sonuçlar Tip 1 ve Tip 2 yaşam alanları (Şekil 4.9) büyüklükleriyle çarpılarak birey sayıları saptandı; sonuçlar temel istatistikleriyle sunuldu (Elzinga vd., 2009). Türün IUCN koruma kategorisi IUCN Kırmızı Liste Sınıfları ve Ölçütleri v3.1 ve IUCN Kırmızı Liste Sınıfları ve Ölçütlerini Bölgesel ve Ulusal Düzeyde Uygulama İlkeleri v4.0'a göre belirlenerek önerildi IUCN (2019).



Şekil 4.9. *F. glareosa*'nın yaşam alanları.

4.2.18. *F. glareosa*'nın bireylerinin konum verilerinin alınması

F. glareosa'nın önceden bilinen (Sürek ve Beşikli köyleri) (Kandemir vd., 2015) ve tez çalışmaları sırasında saptanan (Yastıktepe ve Koruyolu köyleri) tüm dağılım alanlarında GPS kullanılarak tür bireylerinin bulunduğu coğrafi konumları alınmıştır. Oluşturulan 159 yer işaretinin coğrafi konum verileri boylam-enlem şeklinde varlık kayıtları Excel 2016'da csv (.csv) dosyasına dönüştürüldü. Arcgis 10.5 programı kullanılarak shape (.shp) dosyasına dönüştürüldü (Şekil 4.10) (Scheldeman ve van Zonneveld, 2010).

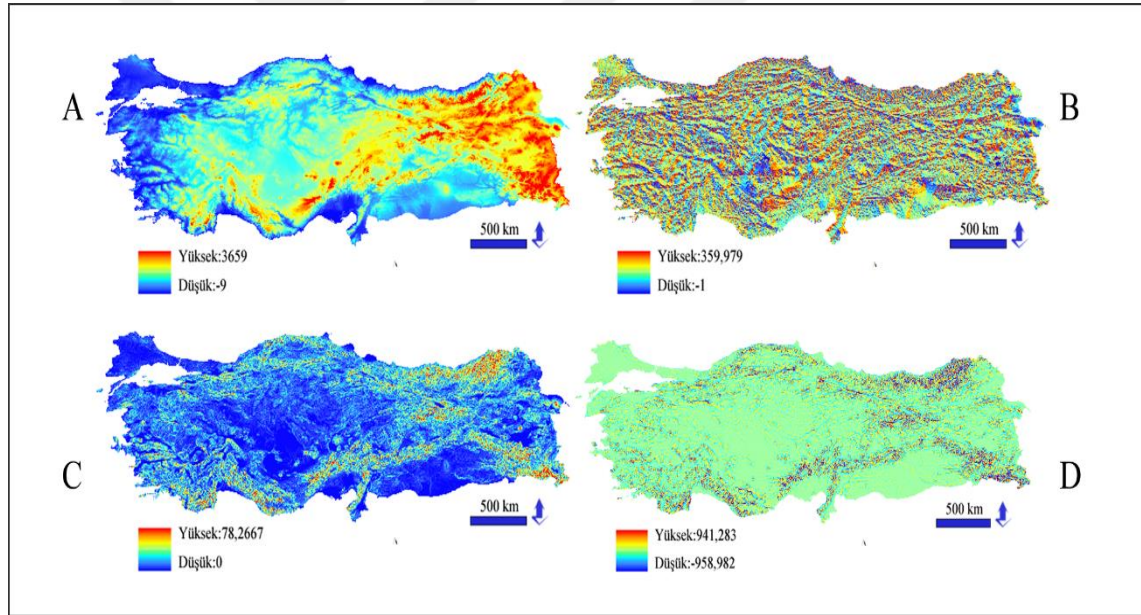


Şekil 4.10. *F. glareosa*'nın yaşam alanlarında var olduğu yerler.

4.2.19. Biyoklimatik ve sürekli değişken dosyalarının hazırlanması

Türün günümüz ve geleceğe ilişkin modellemelerinde Maxent programında kullanılmak üzere WorldClim-Global Climate Data <https://worldclim.org/version1> sitesinden 19 biyoklimatik değişken dosyaları indirilerek önce Türkiye'yi kapsayacak şekilde ARCGIS 10.5 programında kesilmiş (Fick ve Hijmans, 2017) daha sonra ascii (.asc) formatlarına dönüştürülmüştür. Bu dosyaların koordinat referans sistemleri SDMtoolbox 2.4 kullanılarak "GCS_WGS_1984" olarak ayarlanmıştır (Hasumi ve Emori, 2004; Hijmans vd., 2005; Fick ve Hijmans, 2017).

Sürekli değişken dosyaları (topoğrafik pozisyon indeksi, yüzde eğim ve bakı) ise DIVA-GIS <http://www.diva-gis.org/Data> sitesinden indirilen Türkiye yükseklik haritasından ARCGIS 10.5 programı ve Topography tools kullanılarak oluşturulmuştur (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. *F. glareosa*'nın modellemelerinde kullanılan sürekli değişkenler A; Yükseklik, B; Yön, C; Yüzde eğim, D; Topoğrafik pozisyon indeksi haritaları.

4.2.20. *F. glareosa*'nın habitat uygunluk modellemesi

Türün potansiyel ve gelecekteki dağılımının modellemelerinde korelatif bir model olan maksimum entropi yaklaşımı Maxent 3.4.1 sürümü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan tüm değişkenler ve türün varlık kayıtları Maxent programına yüklenmiştir (Phillips vd., 2004; 2006; Elith vd., 2011). Maxent'in otomatik özelliklerinden farklı olarak; random seed, write plot data ve write background predictions (model

performansının TSS ile de belirlenebilmesi için) ayarlar kısmında seçilerek, random test percentage 25 (Maxent'in kendini eğitmesi için), Replicated run type Subsample, maximum iterations 5000 (Maxent'in sıkışmaması için) olarak değiştirilmiştir. Maxent ara yüzünde ise threshold features, create response curves, do jackknife to measure variable importance seçilip çıktı formatı lojistik olarak değiştirilerek 15 tekrarlı modelleme gerçekleştirilmiştir (Philips, vd., 2006; Philips ve Dudik, 2008, Hijmans vd., 2014).

Bu modelleme çalışmasından elde edilen gerek eksiklik eğrisi gerekse jackknife grafiği incelenerek modelin geçerliliği hakkında bu kadar fazla değişkenle açıklama yapılmasının imkânsız olduğu açığa çıkmıştır. Ayrıca gerçekleştirilecek modelde bulunmaması durumunda modelin eldesini (gain) önemli ölçüde düşürecek ve türle ilgili diğer değişkenlerden daha çok bilginin bulunduğu biyoklimatik değişkenin Bio11 (En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı) olacağı yüzde ve permütasyon katkı tablosundan anlaşılmıştır (Tablo 4.1). Bu durum *F. glareosa*'nın Kuzey ılıman kuşakta yaşayan bir Apiaceae türü olması, tohum dormansilerinin kırılabilmesi geç kış veya ilkbaharda yeni bireyler oluşturabilmesi için tohumlarının kış aylarında belirli bir periyotta belirli bir derecenin altında kalması ekolojik olgusuyla örtüşmektedir (Roberts, 1979; Grime vd., 1981; Baskin ve Baskin, 1988; Vandeloos vd., 2009).

Tablo 4.1. Tüm değişkenlerin modele yüzde ve permütasyon katkısı.

Değişkenler	Yüzde katkısı	Permütasyon katkısı	Değişkenler	Yüzde katkısı	Permütasyon katkısı
Bio4	30	0	Bio14	1,2	8
Bio11	16,2	54,3	Bio6	0,8	0
Yön	14,8	0,3	Bio15	0,6	21,5
Yüzde eğim	10,7	0	Bio16	0,3	0,1
Bio8	7,8	0	Bio12	0,2	0,3
Bio17	6,2	0	Bio3	0,1	0
Bio18	3	0	Bio9	0,1	0
Bio5	2,9	0	Bio13	0,1	0
Topoğrafik pozisyon indeksi	1,7	0	Bio10	0	0
Bio7	1,5	9,2	Bio1	0	0
Bio19	1,5	6,1	Bio2	0	0
			Yükseklik	0	0

Kısaca modelleme tüm değişkenler kullanılarak yapılamayacağından bazı bu değişkenlerin elenmesi gerekli görülmüştür. Öneri olarak, faktör analizinden sonra elde edilen temsilci iklim değişkenleri ve çevresel değişkenlerle modellemeye devam edilmelidir. Bu aşamadan sonra ise 10 tekrarlı modeller elde edilmeli ve modellerin jacknife grafiği incelenmelidir. Elde edilen 10 modelin eğitim-test ROC değerleri ve eksiklik eğrileri incelererek en uygun model seçilmelidir. Model seçimi yapıldıktan sonra Jacknife grafiğiden modele katkısı en az olan değişken işlemden çıkarılmalı ve yeniden modelleme işlemine geçilmelidir. Bu işleme toplam 2 değişken kalana kadar devam etmelidir. Son olarak da elde edilen tekerrürlerin ortalama Eğitim ve Test ROC değerlerinden yola çıkarılarak karar verme teknikleriyle en uygun model seçilmelidir (Süel vd., 2018).

Bu aşamada çevresel değişkenler arasında çoklu doğrusal korelasyonlar olup olmadığı incelenmiştir. Çünkü çevresel değişkenler arasında yüksek ilişki olması durumunda, modelleme sonucunda elde edilen modellerin doğruluğu ve güvenilirliği azalacaktır. Bu nedenle çevresel değişkenlere SPSS ile faktör analizi (Tablo 4.2) ve ENM tools 1.4.4 ile pearson korelasyon analizi (Şekil 4.12) uygulanmıştır. Çok güçlü doğrusal korelasyon gösteren biyoklimatik değişkenlerin modelde olmaması için biyoklimatik değişkenler arasındaki doğrusal korelasyon $r \geq 0.7$ olan değişkenler belirlenmiştir. Faktör analizi, çoklu doğrusal korelasyon değerlendirmesi ve yapılan modellemeler sonucu düşük öngörü değeri olan değişkenler (düşük Jacknife eğitim eldesi olanlar) modellemeden çıkarılmıştır. Sonuçta 2 değişken (Bio 11 ve Yüzde eğim) türün habitat uygunluk ve iklim değişikliği modellemelerinde kullanılmıştır (Philips, vd., 2006; Philips ve Dudik, 2008; Warren vd., 2010; Süel vd., 2018).

Tablo 4.2. Tüm değişkenlere uygulanan faktör analizi sonuçları.

Bileşen	Toplam	% Varyans	% Kümülatif	Toplam	% Varyans
1	15,126	65,764	65,764	15,126	65,764
2	3,233	14,058	79,822	3,233	14,058
3	1,564	6,801	86,623	1,564	6,801
4	1,006	4,373	90,996	1,006	4,373
5	,689	2,994	93,990		
6	,431	1,872	95,862		
7	,374	1,626	97,488		
8	,222	,964	98,452		
9	,138	,601	99,052		
10	,103	,448	99,500		
11	,066	,288	99,788		
12	,020	,088	99,876		
13	,013	,056	99,932		
14	,009	,040	99,972		
15	,004	,015	99,987		
16	,001	,006	99,993		
17	,001	,005	99,998		
18	,000	,001	100,000		
19	7,098E-5	,000	100,000		
20	9,066E-16	3,942E-15	100,000		
21	-5,704E-16	-2,480E-15	100,000		
22	-1,085E-15	-4,715E-15	100,000		
23	-1,921E-15	-8,351E-15	100,000		

Faktör analizi sonucunda 4 bileşenin toplam varyansın %90,996'sını açıkladığı tespit edilmiştir.

Değişkenler	Tpi	Yükseklik	Yön	bio1	bio2	bio3	bio4	bio5	bio6	bio7	bio8	bio9	bio10	bio11	bio12	bio13	bio14	bio15	bio16	bio17	bio18	bio19	Yüzde eğim	
Tpi	1	0,2809	-0,00343	-0,251	-0,040	-0,059	0,0034	-0,235	-0,19742	0,0025	-0,184	-0,163	-0,2441	-0,214	0,0692	0,0439	0,0409	-0,022	0,0400	0,0314	0,0388	0,0141	0,1260	
Yükseklik	1	1	-0,0004	-0,883	0,2041	-0,451	0,5064	-0,564	-0,928	0,5533	-0,324	-0,582	-0,718	-0,933	-0,1890	-0,276	0,0019	-0,219	-0,274	-0,040	0,0262	-0,428	0,3275	
Yön	1	1	1	-0,0097	-3,4E-05	0,0174	-0,02	-0,016	-0,002	-0,013	-4,7E-05	-0,009	-0,017	-0,002	0,0214	0,0145	0,0166	-0,011	0,0139	0,0177	0,016	0,0123	0,0203	
bio1	1	1	1	1	-0,060	0,3041	-0,210	0,8367	0,933	-0,289	0,1848	0,7857	0,9430	0,9518	0,2260	0,4049	-0,3122	0,5697	0,4228	-0,293	-0,372	0,5928	-0,275	
bio2	1	1	1	1	1	0,3784	0,3881	0,3294	-0,281	0,6630	0,0375	0,0141	0,0627	-0,191	-0,549	-0,323	-0,5109	0,2394	-0,3301	-0,523	-0,418	-0,279	-0,17	
bio3	1	1	1	1	1	1	-0,682	0,0766	0,4264	-0,435	0,182	0,0939	0,0741	0,4692	-0,147	0,0486	-0,0465	0,0573	0,0067	-0,008	0,0380	0,1419	-0,197	
bio4	1	1	1	1	1	1	1	0,3131	-0,524	0,9373	-0,1691	0,0385	0,1237	-0,496	-0,230	-0,216	-0,4245	0,2445	-0,178	-0,473	-0,448	-0,246	0,0422	
bio5	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5965	0,2750	0,0916	0,7763	0,9546	0,6435	-0,001	0,2230	-0,5979	0,7017	0,2553	-0,603	-0,650	0,4018	-0,275	
bio6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-0,608	0,1713	0,6815	0,7721	0,9931	0,3261	0,4526	-0,0999	0,4040	0,4579	-0,068	-0,158	0,6287	-0,227	
bio7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-0,115	-0,048	0,0197	-0,553	-0,391	-0,322	-0,472	0,2103	-0,296	-0,515	-0,454	-0,356	-0,001	
bio8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-0,005	0,1127	0,1981	-0,187	-0,141	0,1117	-0,174	-0,153	0,1428	0,1791	-0,220	-0,151	
bio9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8152	0,6885	0,0770	0,2434	-0,522	0,5694	0,2678	-0,509	-0,626	0,4608	-0,217	
bio10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,7998	0,1627	0,3498	-0,461	0,6698	0,3808	-0,458	-0,536	0,5304	-0,259	
bio11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,2959	0,4496	-0,142	0,4424	0,4541	-0,110	-0,196	0,6223	-0,247	
bio12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8667	0,358	0,2463	0,8847	0,3630	0,2363	0,7941	0,2696	
bio13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,006	0,6075	0,9924	0,0127	-0,098	0,9365	0,1800	
bio14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-0,72	-0,002	0,9909	0,9389	-0,142	0,1760	
bio15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,6190	-0,732	-0,764	0,6878	-0,050	
bio16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,001	-0,111	0,945	0,1891	
bio17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9441	-0,136	0,1617	
bio18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-0,241	0,1187
bio19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,1099
Yüzde eğim	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Şekil 4.12. Tüm değişkenlere uygulanan Pearson korelasyon analizi sonuçları (Tpi; Topoğrafik pozisyon indeksi).

4.2.21. *F. glareosa*'nın model geçerliliklerinin değerlendirilmesi

Modellemede kullanılan verilerin %25'i test veri olarak ayrılmış ve modelin doğrulaması yapılmıştır. Elde edilen modellerden eğitim verisi ROC değerleri ve test verisi ROC değerleri aralarındaki farkları düşük olan modeller tercih edilmiştir (Süel, 2018). Ayrıca dar yayılışlı türlerin modellemelerinde Maxent'in bir artefaktı olarak eğitim verisi ROC değerlerinin yüksek olarak ortaya çıkmasından dolayı ROC istatistiğine ek olarak modellemelerin TSS testiyle değerlendirilebilmeleri için, tür dağılım modellemeleri yapılırken Maxent'in gelişmiş ayarlarında "write background predictions" seçilerek Maxent'in oluşturduğu "background predictions ve sample predictions" belgeleri kullanılarak Excel belgesinde modellerin TSS değerlendirilmesi yapılmıştır (Allouche vd., 2006; Bedia vd., 2011; Pramanik vd., 2018).

4.2.22. *F. glareosa* için Erzincan'da iklimsel olarak uygun olabilecek alanlar

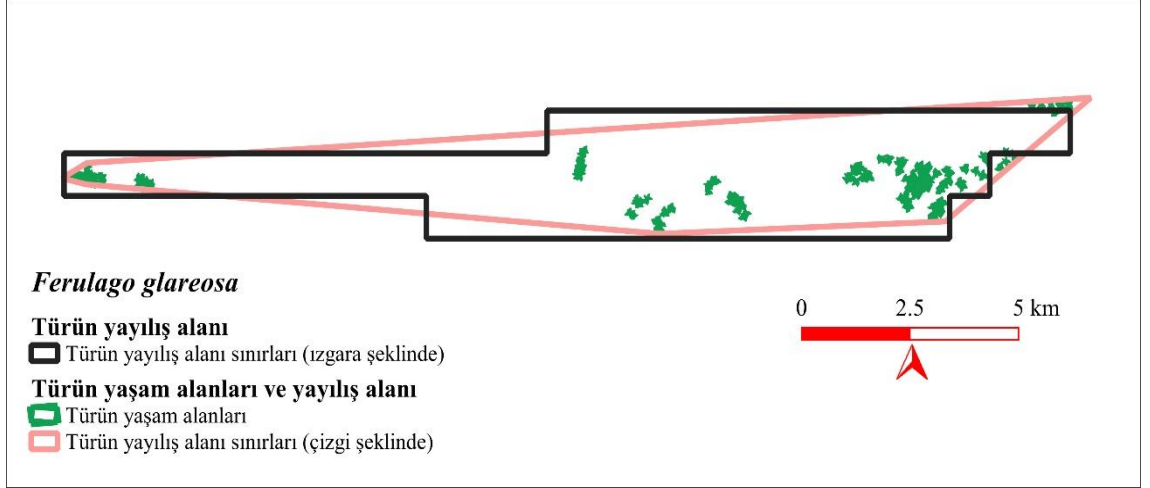
Bu protokolda türün 2050 ve 2070 yıllarına ilişkin 8 tane iklim değişikliği projeksiyonu, Erzincan il sınırlarını içeren shape katmanı ve ARCGIS programı kullanılmıştır. *F. glareosa*'nın 2050 ve 2070 yılına ilişkin 8 tane iklim değişikliği projeksiyonlarının üzerine Erzincan il sınırlarını içeren shape katmanı konularak tür için gelecekte uygun olabilecek habitat alanları saptanarak ve arazi çalışmasıyla bu alanlar saptanmıştır.

4.2.23. *F. glareosa*'nın yaşam ve yayılış alanlarının haritalanması

Türün yaşam ve yayılış alanları, varlık kayıtlarının olduğu shape dosyası altına QGIS 2.18'de Bing uydu haritası yerleştirilerek çizilmiş ve alan hesaplamaları gerçekleştirilmiştir QGIS (2019).

4.2.24. *F. glareosa*'nın yayılış alanının 2050 ve 2070 yıllarındaki durumu

Bu protokolda *F. glareosa*'nın 2050 ve 2070 yıllarına ilişkin 8 tane iklim değişikliği projeksiyonu, yayılış alanın çizgi formundan raster formatına daha sonra tekrar shape formatına getirilmiş dosyası ve ARCGIS 10.5 programı kullanılmıştır. Türün çizgi formatında oluşturulan yayılış alanını ARCGIS programında .tiff formatına getirilmiş (hüresel forma dönüşmesi için) daha sonra tekrar shape formatına dönüştürülmüştür (Şekil 4.13) ARCGIS (2019). Daha sonra bu katman türün iklim değişikliği modellerinin üstüne konularak yayılış alanının gelecekte uygunluğuna ilişkin çıkarımlar yapılmıştır.



Şekil 4.13. *F. glareosa*'nın yaşam alanları, yayılış alanının çizgi ve ızgara formları.

4.2.25. İstatiksel değerlendirmeler

F. glareosa'nın tohum tutumu ve karıncalarla tozlaşma araştırmalarının sonuçları IBM SPSS 25 yazılımında Bağımsız Örneklem Testi uygulanarak değerlendirilmiştir.

4.2.26. İmaj dosyalarının hazırlanması

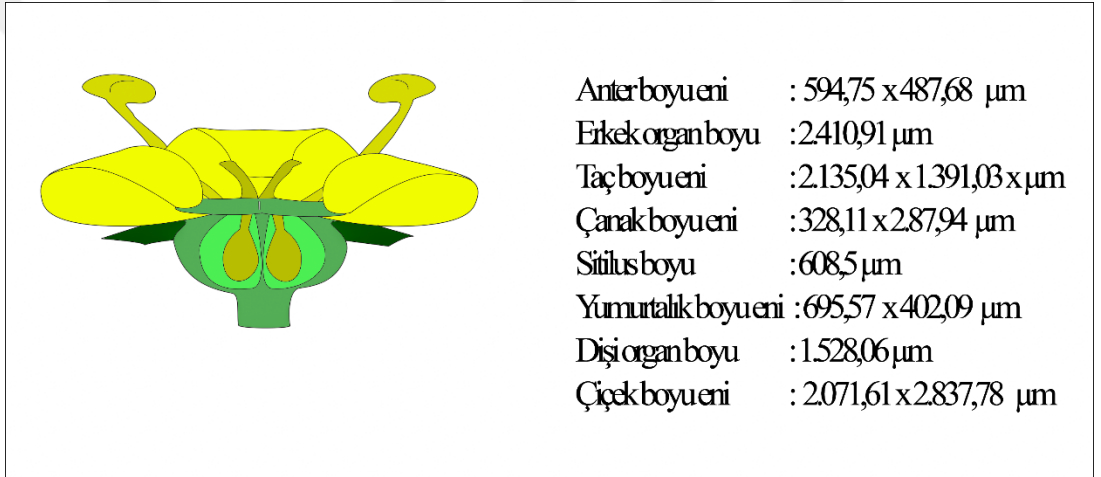
İllustrasyon imaj dosyaları Photoshop CC 2019 kalem ve fırça araçlarıyla oluşturulmuştur.

5. ARAŞTIRMA BULGULARI

5.1. *Ferulago glareosa*'nın Üreme Ekolojisiyle İlgili Bulgular

5.1.1. *F. glareosa*'nın erselik çiçeklerinin morfolojisi

F. glareosa'nın erselik çiçeklerinden alınan morfolojik ölçümler Tablo 5.1'de erselik çiçeğinin illüstrasyonu Şekil 5.1'de üreme yapılarının çeşitli durumları Şekil 5.2'de gösterilmektedir. Türün bir erselik çiçeğinde 2 yumurtalık birbirinden bağımsız bir şekilde bulunmakta apikal pilasentasyon özelliği göstermektedir. Türde eser miktarda nektar olup stıgması kuru tipte ve papillasızdır.



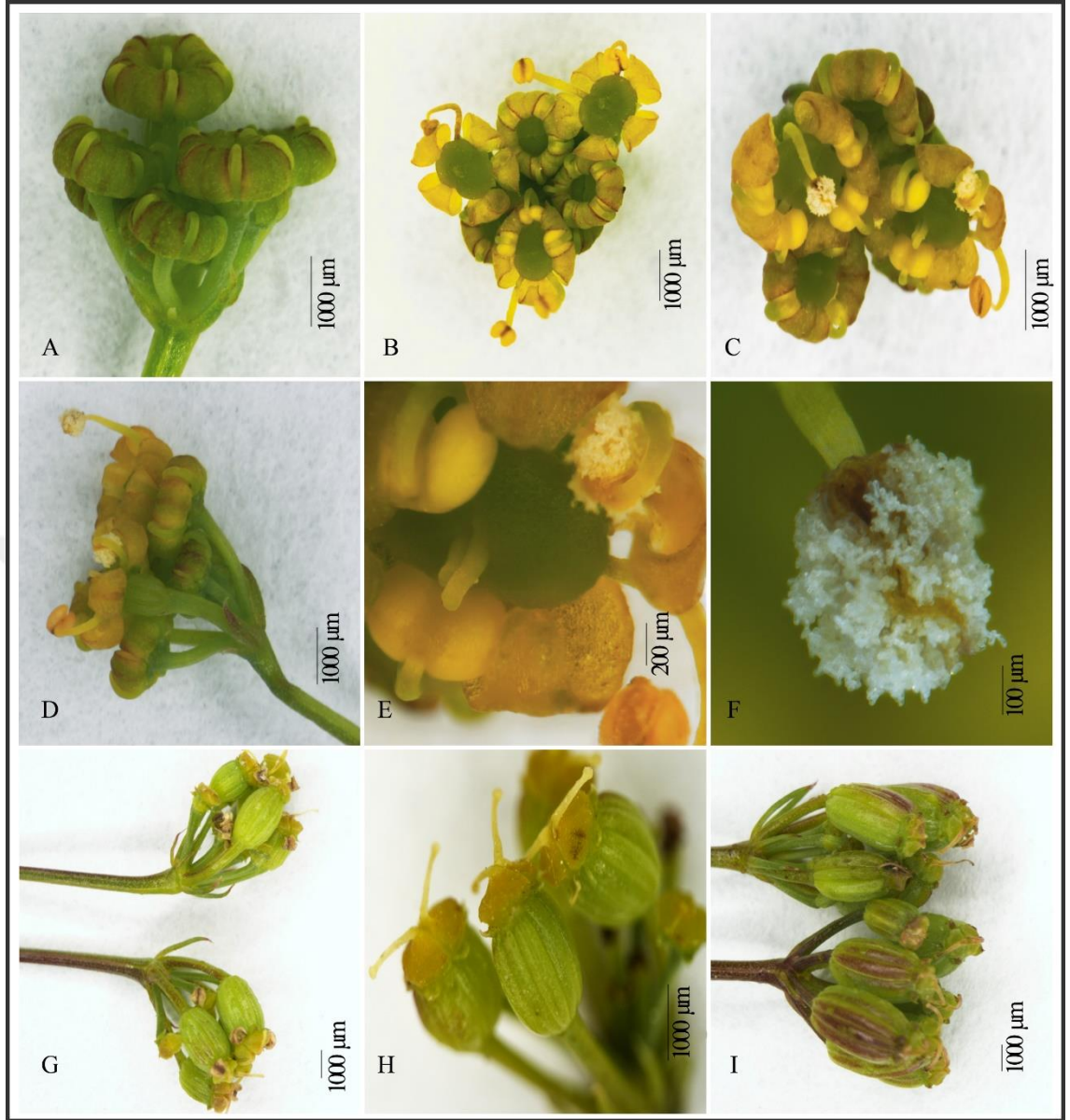
Şekil 5.1. *F. glareosa*'nın erselik bir çiçeğinin illüstrasyonu.

Tablo 5.1. *F. glareosa*'nın erselik çiçeklerinin morfolojik ölçümleri.

Çanak boyu eni (μm)	Taç boyu eni (μm)	Erkek organ boyu (μm)	Dişi organ boyu (μm)	Sitülüs boyu (μm)	Yumurtalık boyu eni (μm)	Anter boyu eni (μm)	Çiçek boyu eni (μm)
264,24x 239,54	1.142,23x 2.177,96	1.964,61	1.440,12	635,44	712,22x 416,32	572,34x 468,54	2.220,27x 2.940,38
290,62x 285,65	1.312,54x 2.142,65	2.012,32	1.657,52	680,24	768,43x 340,74	556,43x 512,45	1.963,24x 2.850,44
271,22x 256,50	1.412,86x 2.285,36	2.829,76	1.456,27	660,34	711,28x 420,36	588,36x 488,34	2.110,18x 3.108,58
254,90x 285,31	1.478,43x 2.255,88	2.616,23	1.876,78	585,35	665,53x 345,48	624,44x 490,45	1.900,68x 3.105,24
271,69x 249,34	2.166,22x 1.265,44	1.970,37	1.544,88	676,22	682,68x 388,76	622,12x 450,65	1.970,78x 3.000,35
350,67x 290,83	1.370,32x 1.977,32	2.700,15	1.492,22	613,12	744,76x 416,38	624,15x 470,58	2.140,14x 2.860,84
283,05x 276,30	2.065,86x 1.349,65	2.713,12	1.372,51	590,54	622,42x 420,36	568,24x 485,86	2.195,64x 2.908,22
353,35x 294,32	1.455,32x 2.190,46	2.623,15	1.423,41	642,28	676,65x 390,38	616,66x 476,26	1.990,32x 2.945,54
313,98x 285,65	1406,32x 1955,82	2.407,12	1.430,11	610,43	734,43x 395,76	584,76x 480,65	2.200,64x 3.225,68

Tablo 5.1. *F. glareosa*'nın erselik çiçeklerinin morfolojik ölçümleri devamı.

Çanak boyu eni (μm)	Taç boyu eni (μm)	Erkek organ boyu (μm)	Dişi organ boyu (μm)	Sitülüs boyu (μm)	Yumurtalık boyu eni (μm)	Anter boyu eni (μm)	Çiçek boyu eni (μm)
289,54x 280,72	1.290,56x 1.919,26	2.334,85	1.688,43	576,32	588,77x 410,42	568,86x 490,85	1.960,68x 3.190,26
319,37x 284,76	1.664,52x 2.184,66	2.419,63	1.650,52	590,88	628,68x 415,46	594,34x 460,38	2.190,62x 2.880,82
343,22x 291,10	1.363,25x 2.342,32	2.363,53	1.621,25	610,24	680,46x 390,86	610,54x 480,76	2.100,68x 3.175,35
465,37x 400,14	1.214,17x 1.934,55	2.695,85	1.633,18	585,84	725,78x 388,26	628,42x 520,42	2.250,26x 2.680,54
319,37x 284,76	1.412,64x 2.053,22	1.985,72	1.532,21	612,36	768,34x 422,58	546,68x 500,65	2.000,18x 2.488,68
363,68x 269,57	1.622,43x 2.197,30	2.632,02	1.276,44	560,46	688,76x 410,53	560,38x 485,74	1.957,12x 2.350,32
367,56x 286,77	1.532,22x 1.954,52	2.311,76	1.565,87	574,76	710,12x 424,22	624,65x 516,84	1.945,66x 2408,32
342,35x 265,41	1.476,33x 2.309,69	2.246,68	1.693,21	620,88	715,24x 410,42	584,44x 470,64	2.100,58x 2.340,64
321,86x 290,53	1.278,46x 2.124,68	2.542,88	1.489,27	600,24	690,65x 395,63	576,68x 468,84	2.260,68x 2.486,44
383,62x 278,88	1.260,43 x2.318,51	2.511,83	1.234,56	578,32	695,62x 418,34	616,22x 518,82	1.988,32x 2.650,67
328,11x 287,94	1.391,03x 2.135,04	2.410,91	1.528,06	608,5	695,57x 402,09	594,75x 487,68	2.071,61x 2.837,78



Şekil 5.2. *F. glareosa*'nın üreme yapılarının değişik durumları (A; tomurcuk, B, C, D, E; açmış çiçek, F; anter, G, H, I; genç meyveler).

5.1.2. *F. glareosa*'nın anterindeki ve bir çiçeğindeki polen sayısı

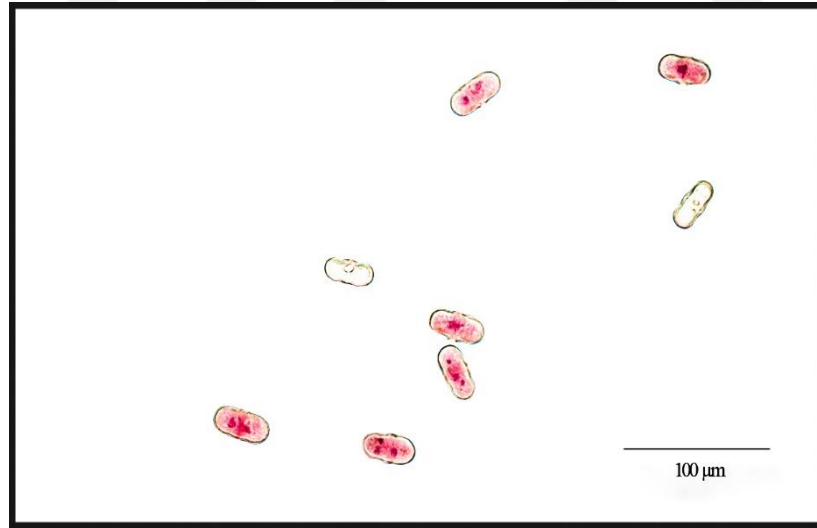
Türün erselik çiçeklerinin 10 anterinde saptanan polen sayıları; 1785, 1336, 2187, 2635, 1212, 1817, 1190, 1685, 1468 ve 1834 tanedir. Polen sayımının sonuçlarına ilişkin istatistiksel veriler Tablo 5.2'de gösterilmiştir.

Tablo 5.2. *F. glareosa*'nın polen sayımı sonuçları ve temel istatistikleri.

Araştırılan nicelikler ve istatistikler	Sonuçlar
Toplam sayılan anter (N)	10
Polenlerin toplamı (Σx)	17.149
Anter başına ortalama polen (\bar{x})	1.714,9
Varyans (s^2)	203.648,1
Standart sapma (s)	451,27386363493
Standart hata ($s_{\bar{x}}$)	142,70532575906
Güven düzeyi ve aralığı	%95, 1.960s \bar{x} 1,714.9 \pm 279.702 (\pm %16.31)
Erselik bir çiçekteki ortalama polen sayısı	8.574,5

5.1.3. *F. glareosa*'nın polen verimliliği

F. glareosa'nın verimli polenleri mikroskop altında kırmızı, kısır polenleri içi boş bir görünüm sergilediler (Şekil 5.3). Türün polen verimlilik ve kısırlık yüzdeleri Tablo 5.3'te sunulmuştur.



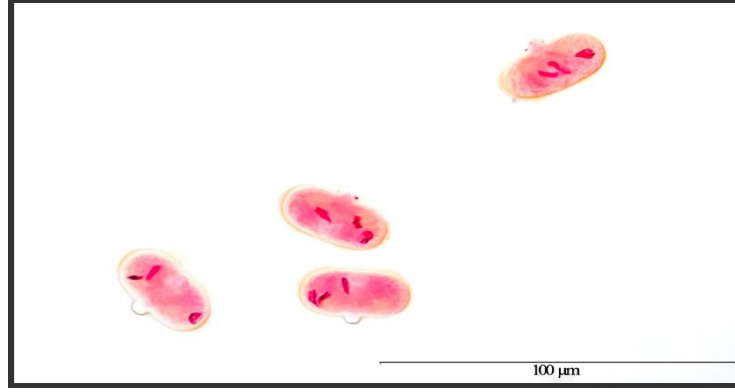
Şekil 5.3. *F. glareosa*'nın verimli (kırmızı olanlar) ve kısır polenleri (içi boş görünenler).

Tablo 5.3. *F. glareosa*'nın polenlerinin verimlilik/kısırlılık oranları (% olarak).

Mikroskop alanı no	Toplam canlı polen sayısı	Toplam ölü polen sayısı	Sonuç	Toplam canlı polen sayısı	Toplam ölü polen sayısı	Sonuç
1	13	1		10	1	
2	17	0		22	2	
3	18	0		11	0	
4	31	2		29	3	
5	18	1		12	1	
6	7	0		7	0	
7	28	0		28	3	
8	12	1		21	1	
9	14	0		12	1	
10	21	0		14	2	
11	21	0		20	0	
12	18	0		13	2	
13	24	1		30	2	
14	16	0		19	1	
15	22	0		16	2	
Toplam: 15 alan	280	6	%2,09 kısır, %97,01 verimli polen	264	21	%7,36 kısır, %92,64 verimli polen

5.1.4. *F. glareosa*'nın polen sitolojisi

F. glareosa'nın polenlerinin anterlerden salındıkları andan itibaren 3 çekirdekli yapıda olduğu saptandı (Şekil 5.4).



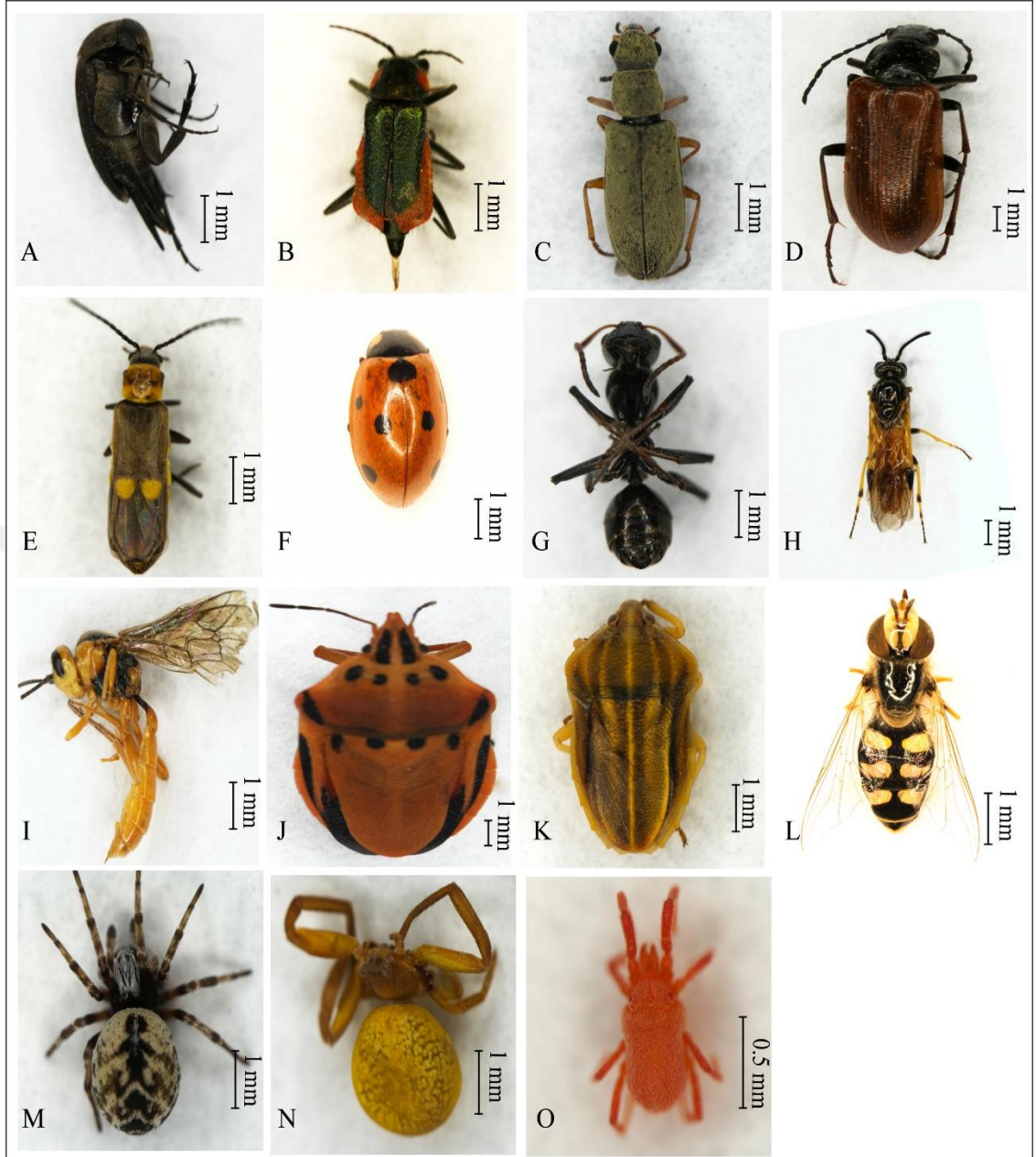
Şekil 5.4. *F. glareosa*'nın polenlerinin 3 çekirdekli görünümleri.

5.1.5. *F. glareosa*'yı ziyaret eden Arthropoda türleri (2016-2017-2018 yılları)

F. glareosa'yla ilgili yapılan 3 yıllık ziyaretçi gözlemlerinde türün tomurcuk, çiçek ve meyve yapılarında gözlemlenen en önemli eklembacaklı ziyaretçileri Tablo 5.4'te listelenmiş fotoğrafları Şekil 5.5'te verilmiştir.

Tablo 5.4. *F. glareosa*'nın en önemli ziyaretçilerinin 2016, 2017 ve 2018 yıllarında saptanan sayıları.

Ziyaretçi türler	Çiçeklenme öncesi gelen			Çiçeklenme dönemi			Tohum bağlama zamanında		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Yıllar									
Böcekler									
<i>Camponotus armeniacus</i>	40	30	40	300	228	330	-	-	-
<i>Omophlus caucasicus</i>	-	30	-	80	150	15	25	65	50
<i>Clanoptilus heliophilus</i>	46	-	30	150	35	118	30	-	20
<i>Graphosoma semipunctatum</i>	-	-	-	40	24	50	110	30	90
<i>Tholagmus strigatus</i>	-	-	-	70	22	48	100	20	80
<i>Mordellistena sp.</i>	-	-	-	90	10	75	34	10	20
<i>Danacea sp.</i>	-	-	-	22	8	35	-	-	-
Örümcekler									
Smarididae sp.	-	-	-	65	23	55	-	-	-



Şekil 5.5. *F. glareosa*'nın mikroskop altında görüntülenebilen ziyaretçileri A; *Mordellistena* sp. B; *C. heliophilus* C; *Danacea* sp. D; *O. caucasicus* E; Cantharidae sp. F; *C. septempunctata* G; *C. armeniacus* H; *A. melanochra* I; Ichneumonidae sp. J; *G. semipunctatum* K; *T. strigatus* L; *E. corollae* M; *Dictyna* sp. N; *Xysticus* sp. O; Smaridiidae sp.

5.1.5.1. Bitkinin tozlaşmasında rol alan böcekler

F. glareosa ile ilgili yapılan gözlemlerde Hymenoptera ve Diptera takımlarına mensup böcek türlerinin yalayıcı-emici ağız yapılarıyla bitkinin nektarıyla beslendiği saptanmıştır. Bu böcek türleri aşağıda verilmiştir.

Camponotus armeniacus Arnoldi, 1967, Formicidae (Hymenoptera): *F. glareosa*'nın tüm yıllarda en bol rastlanan ziyaretçi türüdür. Bitkinin tomurcuklarından genç meyvelerine kadar nereyse tüm yapılarında gözlenmesine rağmen en etkin olduğu ve beslendiği yapılar özellikle açmış ve nektar salınımı yapmış çiçeklerdir. Tür bireyleri arasında gezerek tozlaşmaya katkı sağladığı gözlemlenmiştir.

Arge melanochra Gmelin, 1790, Argidae (Hymenoptera). Türün çiçeklerini ziyaret ederek nektarıyla beslendiği gözlenmiştir.

Ichneumonidae sp. (Hymenoptera). Türün çiçeklerinde nektarla beslendiği gözlenmiştir.

Musca domestica Linnaeus, 1758, Syrphidae (Diptera): Tür 2016 ve 2017 yıllarında az sayıda gözlemlendi. Bitkinin çiçeklerinde nektarla beslendiği görülmüştür.

Eupeodes corollae Fabricius, 1794, Syrphidae (Diptera). Türün çiçeklerinde nektarla beslendiği gözlenmiştir.

5.1.5.2. Bitkiye zararlı olan böcek türleri

F. glareosa ile ilgili yapılan gözlemlerde Coleoptera takımına mensup böceklerin bitkinin çiçeklerinde yapraklarında genç ve olgun meyvelerinde ısırıcı-çiğneyici ağız yapılarıyla beslendikleri görülmüş bu türler aşağıda verilmiştir.

Omophlus caucasicus Kirsh, 1869, Tenebrionidae (Coleoptera): Gözlem yapılan 3 yılda da Haziran ayının ilk haftasında ortaya çıkan bu tür tüm çiçek ve meyve yapılarıyla beslenirken görülmüştür.

Mordellistena sp. Mordellidae (Coleoptera): Türün sadece açmış çiçeklerinde erkek ve dişi organları ve çiçeğin diğer yapılarını yiyerek beslendiği gözlenmiştir.

Clanoptilus heliophilus Peyron, 1877, Malachiidae (Coleoptera): Türün sadece açmış çiçeklerinde erkek ve dişi organları ve çiçeğin diğer yapılarını yiyerek beslendiği gözlenmiştir

Danacea sp. Melyridae (Coleoptera): Türün çiçeklerinde kalabalık gruplar (10-15 birey) halinde gözlenmiş olup ısırıcı çiğneyici ağız yapısıyla bitkinin özellikle erkek ve dişi organlarını yiyerek beslendiği gözlenmiştir.

Cantharidae sp. (Coleoptera): Türün çiçek yapılarında etkin olduğu üreme organlarını yiyerek beslendiği gözlenmiştir.

Aphis fabae Scopoli, 1763 (Homoptera); Türün genellikle çiçek ve meyvelere yakın ışınlarındaki bitki özsuğunu kalabalık gruplar halinde emerken gözlenmiştir.

Myzus persicae Sulzer, 1776 (Homoptera); Türün genellikle çiçek ve meyvelere yakın ışınlarındaki bitki suyunu kalabalık gruplar halinde emerken gözlenmiştir.

Tholagmus strigatus Herrich-Schaeffer, 1835, Pentatomidae (Hemiptera); Bitkinin gövde, yan dallarına ve ışınlarına koymuş olduğu yumurtalar bıraktığı gözlenmiştir. Ayrıca nimf bireylerinin olgun meyveler düşene kadar tür üzerinde geçirdiği gözlemlenmiştir. Hem nimf hem de ergin bireylerinin ise bitkinin değişik meyve ve vejetatif organlarında bitki özsuğunu emerek beslendiği gözlemlenmiştir.

Graphosoma semipunctatum Fabricius, 1775, Pentatomidae (Hemiptera); *T. strigatus* ve *Carpocoris sp.* ile eş zamanlı ortaya çıkan bu tür yine bitkinin meyve ve değişik vejetatif organlarında bitki özsuğunu emerek beslendiği gözlemlenmiştir.

Carpocoris sp. Pentatomidae (Hemiptera); *T. strigatus* ve *G. semipunctatum* ile eş zamanlı ortaya çıkan bu türün *F. glareosa* üzerinde yalnız nimf evresindeki bireylerine rastlanmıştır. Bunlarında bitkinin meyve ve değişik vejetatif organlarında bitki özsuğunu emerek beslendiği gözlemlenmiştir.

Ocnerodes sp. Pamphagidae (Orthoptera): Sadece Mayıs ayı ortalarında nadiren türün fideleriyle ve bazen de türün alt gövde yapraklarıyla beslenirken görülmüştür.

5.1.5.3. Bitkide zararlı olan örümcek türleri

Smarididae sp. (Trombidiformes): Bu akar türünün 3-5 bireyinin biraya gelerek *F. glareosa*'nın çiçek kömeçleri arasında ağ örüp meyve tutumunun gerçekleşmesini engellediği ya da meyvelerin eğri bir şekilde gelişmesine neden olduğu gözlenmiştir.

Dictyna sp. Dictynidae (Araneae): Bu örümcek türünün *F. glareosa*'nın gövde ve çiçek sapları arasına kurdukları ağlara hem yumurta keselerini bıraktıkları ve ağlarına takılan böceklerle beslendikleri görülmüştür. Ağlarının nadiren kömeçlere dokunduğu görüldüğünden meyve tutumuna büyük bir olumsuz etkileri görülmemiştir.

Xysticus sp. Thomisidae, (Araneae): Bu örümcek türünün *F. glareosa*'nın gövde ve çiçek sapları arasına kurdukları ağlara hem yumurta keselerini bıraktıkları ve ağlarına takılan böceklerle beslendikleri görülmüştür. Ağları nadiren kömeçlere dokunduğundan meyve tutumuna büyük bir olumsuz etkileri görülmemiştir.

5.1.5.4. Bitkide gözlenen predatör ve parazitoid türler

Coccinella septempunctata Linnaeus, 1758, Coccinellidae (Coleoptera): Tür sadece 2017 ve 2018 yıllarında yaz sayılarda gözlemlenmiştir. *C. septempunctata*'nın larva ve erginlerinin bitkinin üzerinde beslenen afit türlerini yediği gözlemlenmiştir.

Parazitoid olarak da yukarıda açıklaması yapılan; *A. melanochra*, Ichneumonidae sp. ve *E. corollae* türleri gözlemlenmiştir.

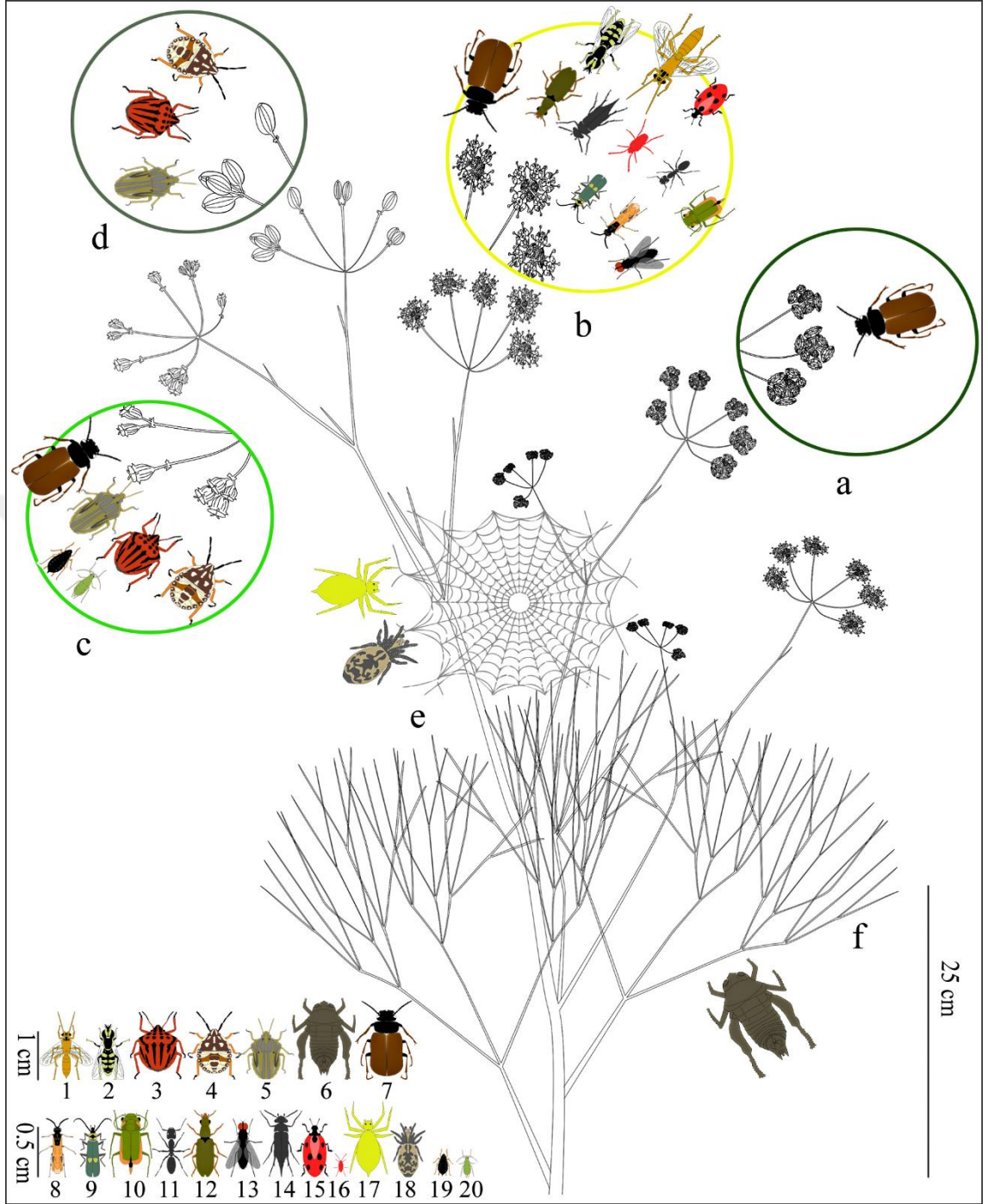
Arazi gözlemleri esnasında tozlaştırıcı, zararlı türler, predatör ve parazitoid eklembecaklı türleriyle ilgili alınan görüntüler Şekil 5.6 ve 5.7'de verilmiş, ayrıca bitki üzerinde ziyaret esnasındaki illüstrasyonları Şekil 5.8'te elde edilen gözlem sonuçlarına ve fotoğraf görüntülerine dayanarak çizilmiştir.



Şekil 5.6. *F. glareosa*'nın tür ziyaretçi gözlemlerinden görüntüler A; *C. armeniacus* B; *C. septempunctata* C; *C. heliophilus* D; *A. melanochra* E; *E. Corollae* F; Cantharidae sp.



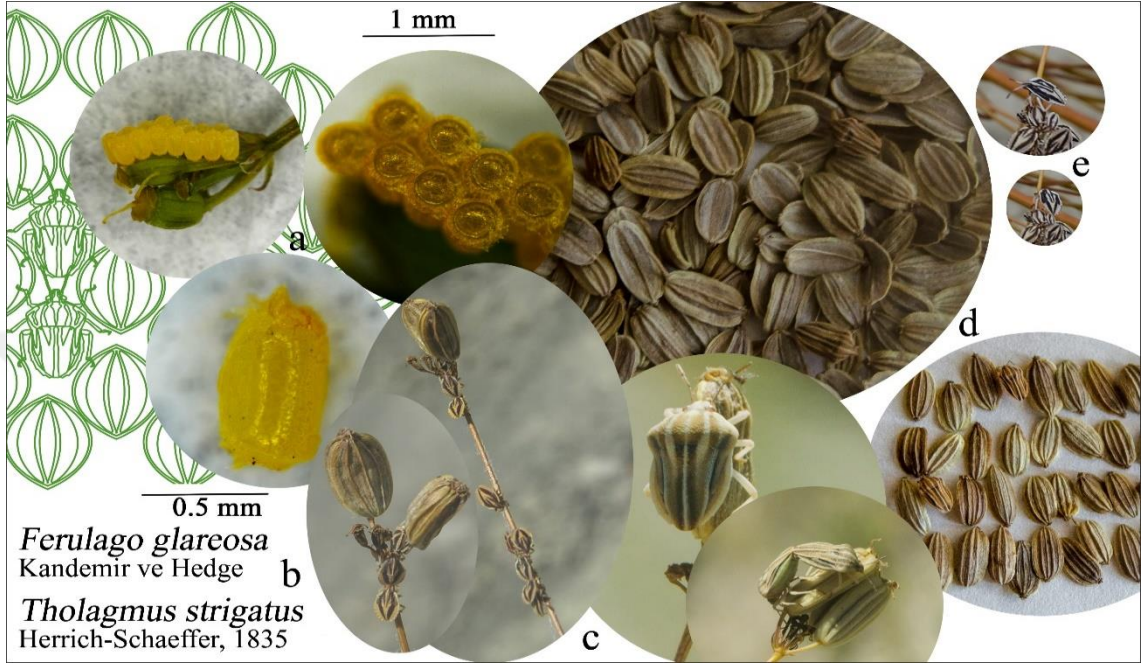
Şekil 5.7. *F. glareosa*'nın tür ziyaretçi gözlemlerinden görüntüler A; *O. caucasicus* B; *G. semipunctatum* C; *Carpocoris* sp. D; *T. strigatus* E; *Dictyna* sp. F; *Ocnerodes* sp.



Şekil 5.8. A; *F. glareosa*'nın tomurcuklarında *O. caucasicus* (7) B; açmış çiçeklerinde *M. domesticus* (13), *A. melanochra* (8), *E. corollae* (2), *Cantharidae* sp. (9), *Ichneumonidae* sp. (1), *C. septempunctata* (15), *Danacea* sp. (12), *Smarididae* sp. (16), *C. armeniacus* (11), *Mordellistena* sp. (11), *C. heliophilus* (10), *O. caucasicus* (7), (14) C; genç meyvelerinde *G. semipunctatum* (3), *T. strigatus* (5), *Carpocoris* sp. (4), *O. caucasicus* (7), *M. persicae* (19), *A. fabae* (20) D; olgun meyvelerinde *G. semipunctatum* (3), *T. strigatus* (5), *Carpocoris* sp. (4) E; gövde ve ışınlarında *Dictyna* sp. (18), *Xysticus* sp. (17) F; yapraklarında *Ocnerodes* sp. (6)'nin daha etkin olarak görüntülendikleri bitki yapılarıyla illüstrasyonu.

5.1.5.5. *F. glareosa*'yla *T. strigatus*'un kriptik ilişkisi

Arazi gözlemleri esnasında *F. glareosa*'yla *T. strigatus* arasında kriptik bir ilişki olduğu saptanmıştır.



Şekil 5.9. *T. strigatus*'un yumurtalarının (a), nimf bireylerinin meyveler üzerindeki (b, c, d) ve ergin bireylerinin tür üzerindeki (e) görüntüleri.

5.1.6. *F. glareosa*'nın meyve tutumuna karıncaların etkisi

Karıncaların *F. glareosa*'nın meyve tutumuna etkisinin araştırılmasında tüm ziyaretçilerden izole edilen ve sadece karıncalarla etkileşime geçmesine izin verilen bireylerdeki meyve tutumları Tablo 5.5'te verilmiştir.

Tablo 5.5. *F. glareosa*'nın karıncalarla etkileşen bireylerindeki meyve tutumu.

Birey No	Kontrol grubu bireylerde meyve tutumu; sayılan ışın ve meyve sayısı	Sadece karıncalarla etkileşen bireylerde meyve tutumu; sayılan ışın ve meyve sayısı
1	15/33	15/36
2	15/37	15/32
3	10/28	10/25
4	10/24	10/24
5	10/24	15/28
6		10/24
7		10/26
8		10/24
9		10/23
10		10/25

Bu protokol uygulanırken 2018 yazında yağışlı havalardan önceki yıllara göre daha sık gerçekleşmesi sonucunda yapışkan sinek yakalayıcılar tekrar tekrar bireylerin gövdelerine sarılmasına rağmen ıslanmalarından dolayı karıncaların türle etkileşime geçmesini engelleyemedi. Dolayısıyla bu yapışkan yapılarda hiçbir karınca saptanamayarak karıncalar dışındaki diğer ziyaretçilerin meyve tutumuna etkisi belirlenemedi.

Türün meyve tutumuna karıncaların etkisiyle ilgili grup istatistiği Tablo 5.6'da bağımsız örneklem testiyle Tablo 5.7'de verilmiştir.

Tablo 5.6. *F. glareosa*'nın meyve tutumuna karıncaların etkisinin grup istatistikleri.

Grup istatistiği				
Gruplar	Gruplardaki veri sayıları	Grupların ortalamaları	Grup puanlarının standart sapmaları	Grupların ortalamalarının standart sapmaları
1	05	2,4540	,21813	,9755
2	10	2,3500	,211050	,06657

Tablo 5.7. *F. glareosa*'nın meyve tutumuna karıncaların etkisinin bağımsız örneklem testi (t testi).

		Bağımsız Örneklem Testi								
		Leneve testi				T testi				
		F	Sig.	T	df	Sig (2-tailed)	Ortalamalar farkı	Standart hata farkı	%95 olasılıkla farkın güven aralığı	
									En düşük	En yüksek
Meyve tutumları	Varyanslar eşit sayıldı	,005	,947	,892	13	,389	,10400	,11660	- ,14789	,35589
	Varyanslar eşit sayılmadı			,881	7,837	,405	,10400	,11810	- ,16932	,37732

Verilerinin istatistiksel değerlendirme sonuçlarına göre (Sig>0,05) türün meyve tutumuna karıncaların istatistiksel olarak önemli bir zarar vermediği görülmektedir.

5.1.7. *F. glareosa*'nın 2018 yılı meyve tutumu

F. glareosa'nın 2018 yılında Tip 1 ve Tip 2 yamalarındaki bireylerde ayrı ayrı saptanan meyve tutumları Tablo 5.8'de verilmiştir.

Tablo 5.8. *F. glareosa*'nın 2018 yılı Tip 1 ve Tip 2 yamalardaki meyve tutumları.

Bireyler	Tip1 yamalar Toplam ışın sayısı/ Toplam meyve sayısı	Tip 2 yamalar Toplam ışın sayısı/ Toplam meyve sayısı
Birey 1	11/0	10/19
Birey 2	10/12	10/7
Birey 3	10/7	10/18
Birey 4	13/12	12/16
Birey 5	11/17	11/0
Birey 6	12/18	12/20
Birey 7	11/6	10/16
Birey 8	10/23	12/18
Birey 9	10/6	11/16
Birey 10	11/16	10/20
Birey 11	11/0	10/13
Birey 12	10/12	10/18
Birey 13	12/0	11/9
Birey 14	10/16	12/0
Birey 15	10/14	11/18
Toplamlar ve ışın başına meyve sayısı	162/159 0,98 tane	162/208 1,28 tane

Tablo 5.9. *F. glareosa*'nın meyve tutumlarının grup istatistikleri.

Grup istatistiği				
Gruplar	Gruplardaki veri sayıları	Grupların ortalamaları	Grup puanlarının standart sapmaları	Grupların ortalamalarının standart sapmaları
1	15	10,60	7,159	1,849
2	15	13,87	6,760	1,745

Tablo 5.10. *F. glareosa*'nın meyve tutumlarının bağımsız örneklem testi.

		Bağımsız Örneklem Testi								
		Leneve testi				T testi				
		F	Sig.	T	df	Sig. (2-tailed)	Ortalamalar farkı	Standart hata farkı	%95 olasılıkla farkın güven aralığı	
									En düşük	En yüksek
Meyve Tutumları	Varyanslar eşit sayıldı	,173	,681	1,285	28	,209	-3,267	2,542	8,474	1,941
	Varyanslar eşit sayılmadı			1,285	27,908	,209	-3,267	2,542	8,475	1,942

Bu verilerinin istatistiksel değerlendirme sonuçlarına göre Tip 1 ve Tip 2 yamaların meyve tutumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı (Sig >0.05) görülmektedir.

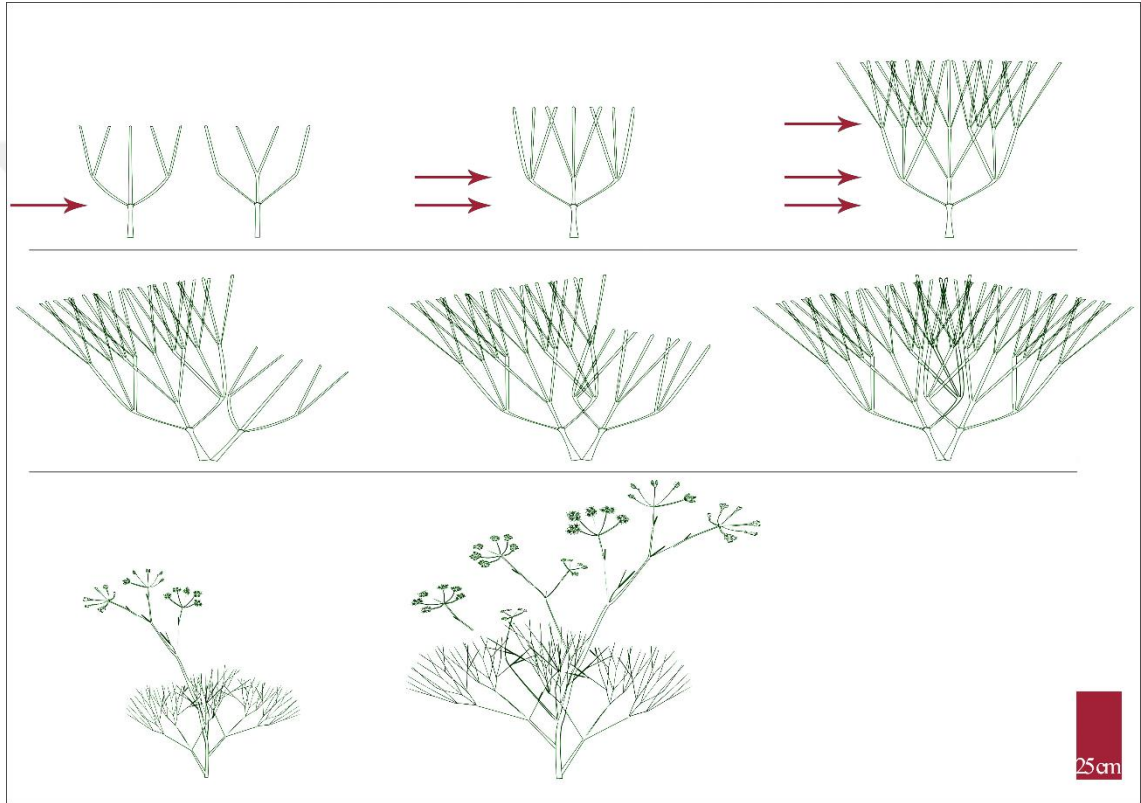
5.1.8. *F. glareosa*'nın yaş/evre yapılı modellenmesi

F. glareosa'nın ergin bireylerinde boy uzunluğu:

3-4 şemsiyelilerde; 48, 52, 50, 55, 45, 54, 53, 52, 53, 48, 52, 48, 45, 47, 53 cm. Ortalama 50,33 cm. 4'ten fazla şemsiyelilerde; 59, 67, 75, 68, 73, 73, 75, 78, 72, 68, 73, 68, 72, 68, 68 cm Ortalama 70,46 cm.

Türün ergin bireylerinde toprak üstü yapıları 45-55 cm olanlar genç, bu değerlerden uzun olanlar yaşlı ergin varsayıldı. Genç ergin bireyler genelde en fazla 3-4 şemsiye, diğer erginlerdeyse 4'ten fazla şemsiye bulunmaktadır. Gerek arazide etiketlenerek izlenen gerekse dikilen tohumlardan elde edilen fidelerin gövde yapraklarının parçalanma şeklinde fark edilen örüntü; fidelerin ilk 2 yılda gövde yapraklarının 1 seviyeden, sonraki 2 yılda 2 seviyeden, sonraki 2 yıldaysa 3 seviyeden 3'erli parçalara ayrılması; 6. yıldan sonraysa fide gövdelerinin birinin sabit kaldığı yeni çıkan 2. bir gövdenin bu örüntüyü aynı şekilde sürdürmesidir. Türün 3 yıl boyunca gözlenen fidelerinden ve ölçülen ergin bireylerinden elde edilen çıkarımlar sonucu evre yapılı modellenmesinin Şekil 5.10'daki gibi olduğu öngörülmektedir.

Fide evrelerinde her bir evreden diğerine geçişin 1 (işaretlenen bazı bireylerin işaretlenmeden önceki yıldaki morfolojisi bilinmediğinden) ve/veya 2 yıl (dikilen tohumlardan elde edilen fidelerin izlenmesinden) sürdüğü saptanmıştır. Böylelikle türün tohum evresinden ergin evreye geçişinin en fazla 12 yıl olduğu öngörülmektedir. Bu çıkarımların doğrulanması için, tohum canlılığı çalışmalarında 39°39'02.6"N, 39°19'54.0"E koordinatlarına dikilen tohumlardan sağ kalan fidelerin 10 yıl boyunca görüntülenmesi gerekmektedir.



Şekil 5.10. *F. glareosa*'nın yaşam döngüsündeki bireylerinin illüstrasyonu A; fidelerin ilk 6 yılı, B; fidelerin ikinci 6 yılı, C; türün ergin evreleri.

5.1.9. *F. glareosa*'nın toprak tohum bankası

2015 yılında türün habitatına gerçekleştirilen ilk ziyaretler sırasında toplanan ve habitatın değişik yerlerine rastgele dikilen tohumlardan bazılarının (12 tane) 2016 yılında çimlenmediği 2017 yılında çimlendiği gözlemlendiğinden, 2017 yılında, 2015 yılında toprak tohum bankası çalışmaları için gömülen tohumlar canlılık deneyi için çıkarılmadı. Türün tohumlarının 2 yıl toprakta canlı kalabildiği varsayıldı. 2018 yılında ise topraktan çıkarılan tohumların tamamının besin dokusu tükenmiş olduğundan hepsinin canlılıklarını yitirdiği varsayıldı. Dolayısıyla türün tohumlarının 1 yıldan fazla 5 yıldan

az (2 yıl) toprak tohum bankasında canlı kalabildiği saptandı. Yani türün "kısa süreli toprak tohum bankası" vardır.

5.1.10. *F. glareosa*'nın tohum canlılığı oranı

2017 yılında yapılan canlı fide sayımları sonucunda 3 grup fidelerde 87-93-92 tane canlı birey elde edildi. Türün tohum canlılık oranı: %90,66 olarak saptandı.

5.1.11. *F. glareosa*'nın meyve/tohum dağılımı ve avcılığı

Türün yaşam alanlarının değişik yerlerine yerleştirilen, 4-5 gün aralıklarla kontrol edilen en son 20 gün sonra yapılan tohum sayımı sonucunda tohumların ilk dağılımlarından sonra herhangi bir araçla dağılmadığı, aynı zamanda herhangi bir canlı tarafından yenmediği saptandı.

5.1.12. *F. glareosa*'nın fidelerinin popülasyonlara katılması

F. glareosa'nın yaşam alanlarının değişik yerlerine ve tohum canlılığı için dikilen tohumlardan elde edilen fidelerinin 2017 ve 2018 yıllarında hayatta kalma oranları (%) olarak Tablo 5.11'de gösterilmiştir.

Tablo 5.11. *F. glareosa*'nın dikilen tohumlarından elde edilen canlı fide sayıları.

Dikilen tohum sayıları/Yama ve yer	2017 yazında elde edilen sonuçlar	2018 yazında elde edilen sonuçlar	Hayatta kalma oranı % (2017 ve 2018)
4x25/Tip 1 üst kısımlar	37-(Ancak 20 fide hemen ilk yılında diğerlerinden erken ölmüş sayı 17'ye düşmüştür).	0 (Tüm fideler ölmüştür).	%17 ve %0
4x25/Tip 1alt kısımlar	0 (Üstü kalın bir kum tabakasıyla örtülmüştür).	0	%0
4x25/Tip 2 rastgele yerler	68 (3 birey çekirge(ler) tarafından yenmiştir).	52	%68 ve %55
4x25/Tip 2 killi topraklar	11 (İlk yılında 4 bireye kadar düşmüştür).	2	%4 ve %2
3x100/Tip 2 (Tohum canlılığı için dikilen) Tip 1 ve Tip 2 yamalardaki toprak derinliğine göre daha derin (30-40 cm) kumlu topraklar	87-93-92	82-82-88	%90,6 ve %84

Sonuçta Tip 1 yamaların toprak derinliğinin 1 cm'yi geçmediği üst kısımlarının, sürekli üzerine toprak akışının görüldüğü alt kısımlarında 2. yılda hiçbir canlı fide elde edilememiştir.

5.1.13. *F. glareosa*'nın üreme sistemi

2016 yazında tozlaşma torbalarıyla yapılan kendileştirme, çaprazlaştırma çalışmalarında 50 çaprazlaştırma çalışmasından sadece 2 torbada 1'er tane meyve elde edilebilerek, 40 kendileştirme çalışmasından sonuç alınamadı. Bunların nedeninin tozlaştırma torbalarının kâğıt olması, kapatılan çiçeklerin çevresindeki havayı daha sıcak tuttuğu ya da çalışmanın başındaki tozlaştırmanın başarılı bir çaprazlaştırma için yeterince polen sağlamadığının olduğu düşünüldü. 2018 yazında yapılan çalışmalarda çiçeklerin çevresindeki havayı daha doğal tutabileceğine inanılan saç bonelerinden yapılan tozlaşma

torbaları kullanılarak başlangıçtaki tozlaştırmayla birlikte 4 gün sonra torbalar açılıp tozlaştırma işlemleri yinelenmiştir. O yıl erselik çiçeklerin kendileştirilmesi sonucunda (10 torba) yine hiçbir meyve/tohum elde edilemedi ancak kömeçlerin torbalanmasıyla (10 torba) 24 meyve elde edildi. Çaprazlaştırma çalışmalarında (15 torba, 15 çiçek) 6 meyve elde edildi. Sonuç olarak; türün kömeçlerindeki erselik çiçekler tek başlarına hem kâğıttan hem de boneden yapılan torbalarla izole edildiğinde türün meyve tutumu göstermediği saptandı. Türün kömeçlerinden herhangi biri torbalanıp izole edildiğinde meyve tutumunun olduğu saptandı (Geitonogam). Kömeçlerdeki erselik çiçekler kısırlaştırılıp erkek çiçeklere dokunulmadan bırakıldığında yine meyve tutumunun olduğu görüldü. Anter açılması öncesi kısırlaştırılan çiçeklerle başka bireylerin polenlerinin çaprazlaştırılması sonucunda meyve tutumunun olduğu görüldü (Ksenogam).

5.1.14. *F. glareosa* 'da apomiksis varlığı/yokluğu

F. glareosa'nın tüm kısırlaştırılan ardından kontrol edilen çiçeklerinde apomiksis varlığı saptanmadı.

5.1.15. *F. glareosa*'nın çiçek açma fenolojisi

F. glareosa'nın yaşam alanının 39°39'03.3"N, 39°19'55.4"E koordinatlarındaki yamaçta seçilen 12 çiçekli bireyin ilk şemsiyelerinin 2016, 2017 ve 2018 yıllarında çiçek açma zamanları Tablo 5.12'de gösterilmektedir.

Tablo 5.12. *F. glareosa*'nın çiçek açma fenolojisi sonuçları.

Araştırma yapılan yıllar	Türün çiçek açma zamanı
2016	26 Mayıs-1 Haziran 2016
2017	26 Mayıs-1 Haziran 2017
2018	14 Mayıs- 21 Mayıs 2018

Meteoroloji Genel Müdürlüğü Erzincan 17094, Kemah 18200 numaralı istasyonlar 2015-2018 yılları aylık ortalama sıcaklık (°C) ve yağış miktarları (mm) Tablo 5.13, 5.14, 5.15 ve 5.16'da sunulmuştur. Araştırılan yılların ilk 3 aylık sıcaklık ortalamaları Tablo 5.17'de verilmiştir.

Tablo 5.13. Erzincan MGM 17094 numaralı istasyon aylık ortalama sıcaklık (°C).

Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2015	-2,8	2,3	6,1	9,5	15,8	21,2	25,3	26,2	23,0	13,2	6,6	-1,0
2016	-2,6	1,1	6,8	13,2	14,8	20,2	24,1	26,1	17,7	13,2	4,5	-2,9
2017	-2,6	-1,4	6,3	10,7	15,2	21,0	26,1	27,0	22,8	12,6	5,7	3,0
2018	2,1	4,6	9,9	13,8	16,5	20,9	25,6	25,1	20,8	14,5	6,8	3,9

Tablo 5.14. Kemah MGM 18200 numaralı istasyon aylık ortalama sıcaklık (°C).

Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2015	-4,2	2,0	6,1	9,8	15,5	21,2	25,6	26,6	23,2	14,0	6,3	-1,6
2016	-2,9	1,8	6,9	13,4	15,4	20,2	24,5	26,9	18,3	13,2	3,8	-3,8
2017	-3,1	-1,5	6,5	11,0	15,3	21,0	26,2	27,1	22,6	12,5	4,9	1,5
2018	1,7	4,4	10,0	13,6	16,7	20,9	26,3	25,8	21,3	14,5	6,3	7,0

Tablo 5.15. Erzincan MGM 17094 Aylık ortalama yağış (mm=kg ÷m²) OMGİ.

Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2015	41,4	24,8	70,3	52,7	72,2	26,5	0,0	15,0	0,0	3,6	4,1	22,4
2016	51,4	50,8	45,4	33,6	141,2	36,8	13,6	7,2	39,4	11,4	10,0	31,4
2017	5,4	4,2	32,6	67,0	92,6	17,4	0,0	4,0	2,8	25,8	23,4	22,4
2018	16,6	8,8	59,8	13,4	85,6	33,4	15,2	8,2	9,6	34,4	39,0	70,6

Tablo 5.16. Kemah MGM 18200 Aylık ortalama yağış (mm=kg ÷m²) OMGİ.

Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2015	66,7	48,5	62,3	66,4	59,2	22,9	0,8	8,9	0,1	66,8	2,0	19,6
2016	52,5	52,1	49,1	38,2	93,3	74,6	13,0	25,4	54,0	6,5	25,9	34,2
2017	22,2	6,4	73,6	61,8	94,3	51,0	1,8	10,3	3,1	16,5	30,8	18,4
2018	41,2	17,3	73,7	17,9	71,8	40,5	19,6	0,7	23,5	36,9	29,6	50,5

Tablo 5.17. 2016, 2017 ve 2018 yıllarında ilk 3 ayın sıcaklık ortalamaları.

Araştırılan yıllar	Ocak, Şubat ve Mart aylarındaki toplam sıcaklık/6 = ortalama 3 aylık sıcaklık (°C)
2016	11,1/6 = 1,85
2017	4,2/6 = 0,7
2018	32,7/6 = 5,45

5.1.16. *F. glareosa*'nın yaşam alanının toprak analizi

F. glareosa'nın yaşam alanının toprak analizi sonuçları Tablo 5.18'de verilmiştir.

Tablo 5.18. *F. glareosa*'nın toprak analizinin fiziksel ve kimyasal sonuçları.

<i>F. glareosa</i>'nın toprak analizi		
Ph	7,43	Hafif alkali
Ec(Micromhos)	0,54	
Toprak		Tınlı
Bünyesi	43	
Organik Madde(%)	0,58	Çok az
Kireç(%)	33,41	Çok fazla kireçli
Tuz(%)	0,014861	Tuzsuz
Fosfor(kg/da)	13,28	Çok yüksek
Potasyum(kg/da)	25,83	Orta

5.1.17. *F. glareosa*'nın birey sayısı

F. glareosa'nın yaşam alanlarındaki yamalarda kurulan dörtgenlerdeki birey sayıları (Tablo 5.19) ve bu yamalardaki birey sayıları temel istatistikleriyle birlikte (Tablo 5.20) sunulmuştur.

Tablo 5.19. *F. glareosa*'nın yaşam alanlarında kurulan dörtgenlerdeki birey sayıları.

Dörtgen Numaraları	Tip 1 yaşam alanlarında kurulanlar	Tip 2 yaşam alanlarında kurulanlar	Dörtgen Numaraları	Tip 1 yaşam alanlarında kurulanlar	Tip 2 yaşam alanlarında kurulanlar
D1	0	1	D11	1	0
D2	0	2	D12	0	0
D3	1	0	D13	1	0
D4	0	0	D14	0	1
D5	0	1	D15	0	0
D6	0	0	D16	0	0
D7	1	0	D17	0	0
D8	0	0	D18	0	1
D9	0	0	D19	0	0
D10	0	1	D20	0	0
Toplam				4	7

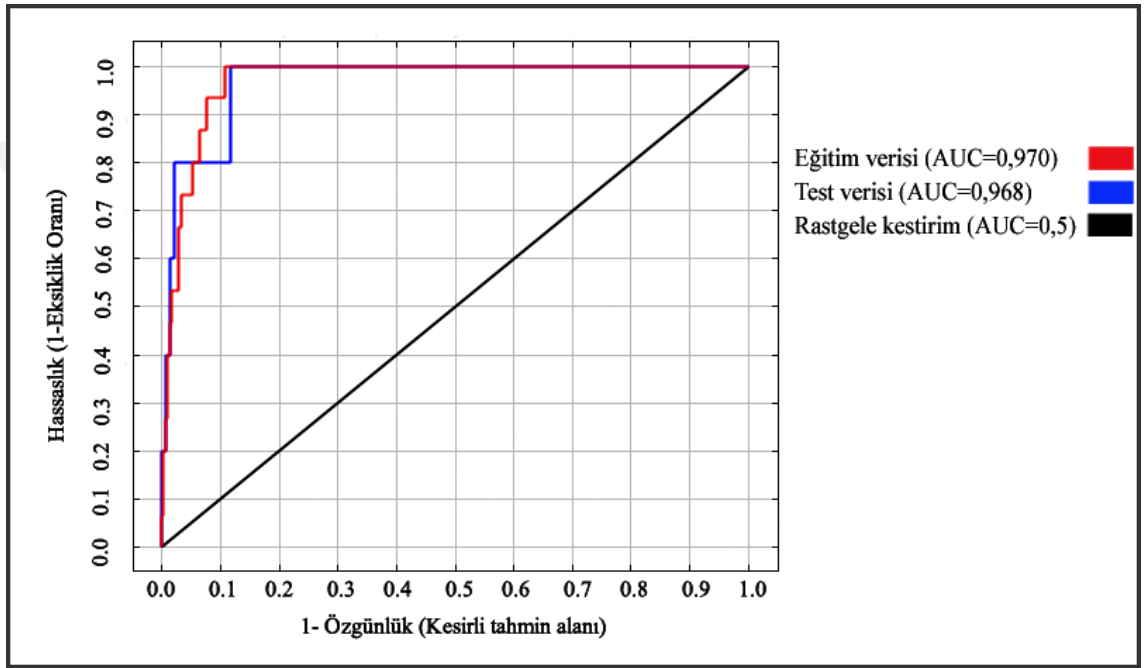
Tablo 5.20. *F. glareosa*'nın birey sayısı ve temel istatistikleri.

Temel istatistikler	Tip 1 yamalar	Tip 2 yamalar
Kurulan dörtgen sayısı (N)	20	20
Dörtgenlerdeki toplam birey sayısı (Σx)	4	7
Dörtgen başına birey sayısı (\bar{x})	0,2	0,35
Birey yoğunluğu (birey/m²)	0,033	0,058
Varyans (s^2)	0,16842105263158	0,34473684210526
Standart sapma (s)	0,41039134083406	0,5871429486124
Standart hata ($s_{\bar{x}}$)	0,091766293548225	0,1312891545607
Güven düzeyi ve aralığı	%95, 1.960 $s_{\bar{x}}$ 0,2 \pm 0,18 (% \pm 89.93)	%95, 1.960 $s_{\bar{x}}$ 0,35 \pm 0,257 (% \pm 73.52)
Toplam birey sayısı	11.373	14.322

5.2. *Ferulago glareosa*'nın Habitat Uygunluk Modellemeleriyle İlgili Bulgular

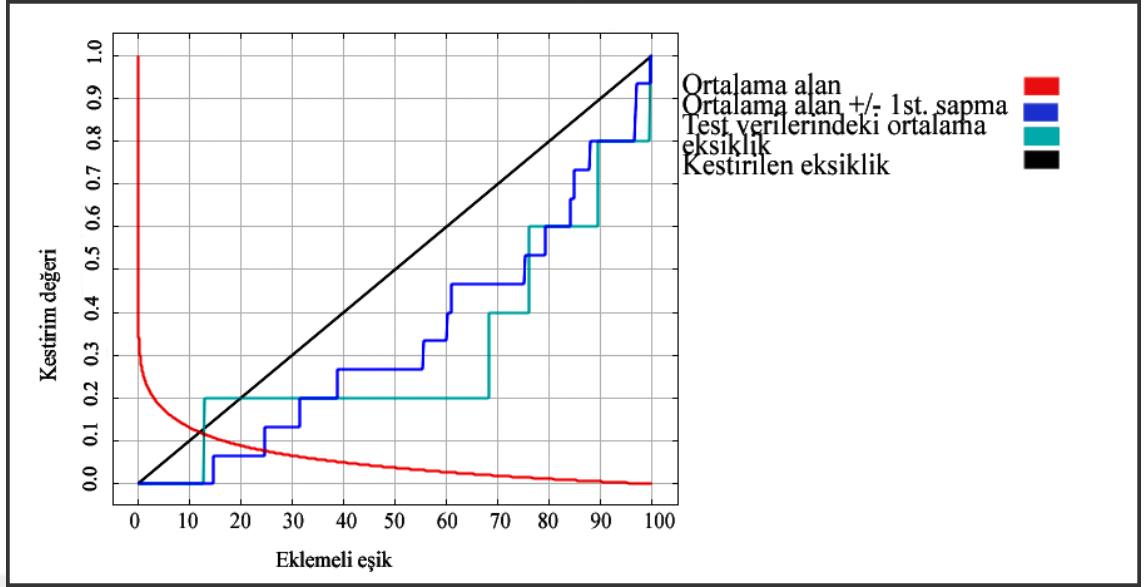
5.2.1. *F. glareosa*'nın habitat uygunluk modellemesi

F. glareosa'nın habitat uygunluk modellemesinin ROC değerleri Şekil 5.11'de sunulmuştur. Türün yapılan modellemesinde TSS değeri 0,8245 (mükemmel) (Allouche vd., 2006; Bedia vd., 2011; Pramanik vd., 2018) bulunmuştur. Elde edilen ROC değerleri seçilen modelin "oldukça iyi" kategorisinde olduğunu göstermektedir (Baldwin, 2009).



Şekil 5.11. *F. glareosa*'nın habitat uygunluk modellemesinin ROC değerleri.

F. glareosa'nın ortalama eksiklik istatistiği sonuçlarını gösteren grafik Şekil 5.12'de sunulmuştur.



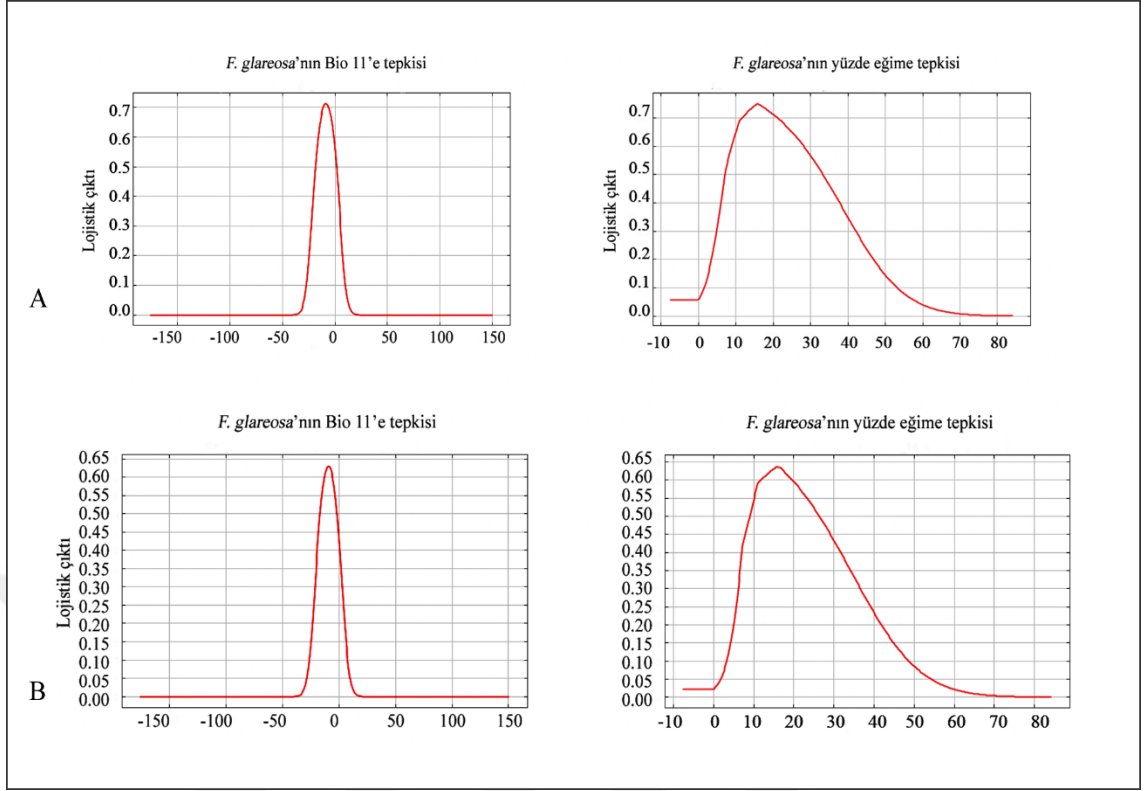
Şekil 5.12. Ortalama eksiklik istatistiği sonuçlarını gösteren grafik.

F. glareosa'nın habitat uygunluk modellemesinde kullanılan değişkenlerin modele yüzde ve permütasyon katkıları Tablo 5.21'de gösterilmiştir.

Tablo 5.21. Habitat uygunluk modellemesinde değişkenlerin modele katkıları.

Değişkenler		Yüzde katkı	Permütasyon katkı
Bio11	En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı	67,9	84,5
Yüzde eğim		32,1	15,5

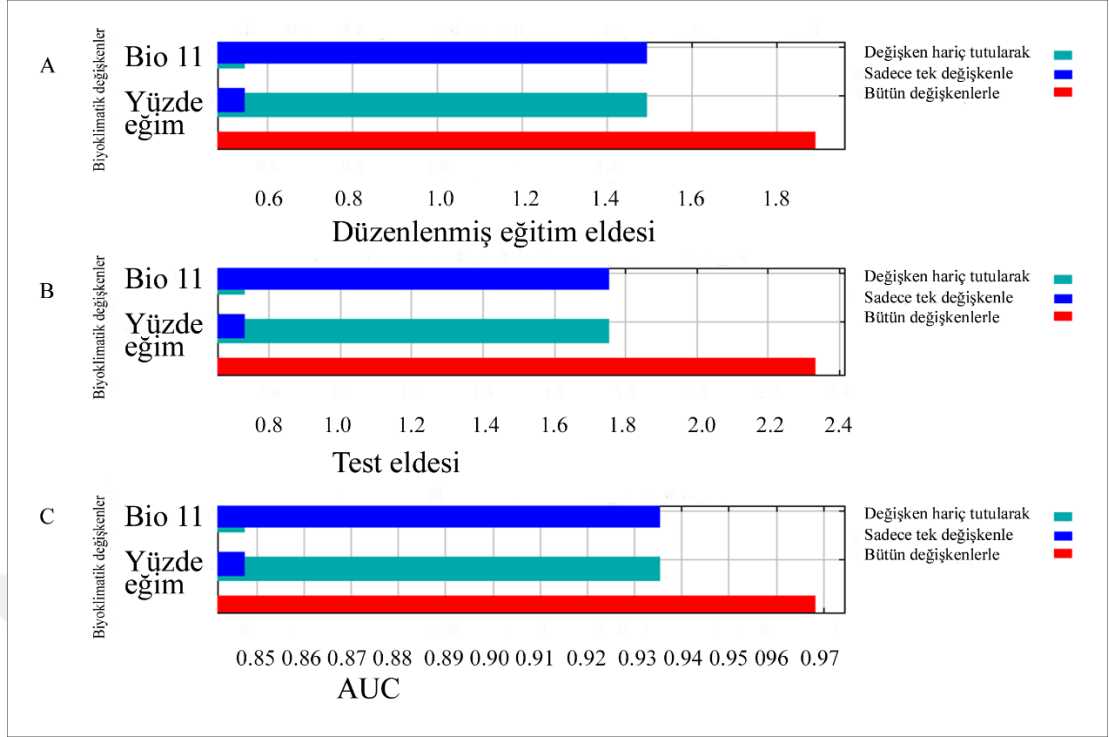
F. glareosa'nın dağılımında etkin olan değişkenlerin (Bio 11 ve Yüzde eğim), değişkenlerden biri ortalama bir değerde sabitken (Şekil 5.13 A) ve yok iken (Şekil 5.13 B) bu değişkenlere verdiği tepkiler Şekil 5.12'de sunulmuştur.



Şekil 5.13. *F. glareosa*'nın günümüzdeki dağılımında etkin olan değişkenlere tepki eğrileri, A; diğer değişken ortalama bir değerde sabitken B; diğer değişken yok iken.

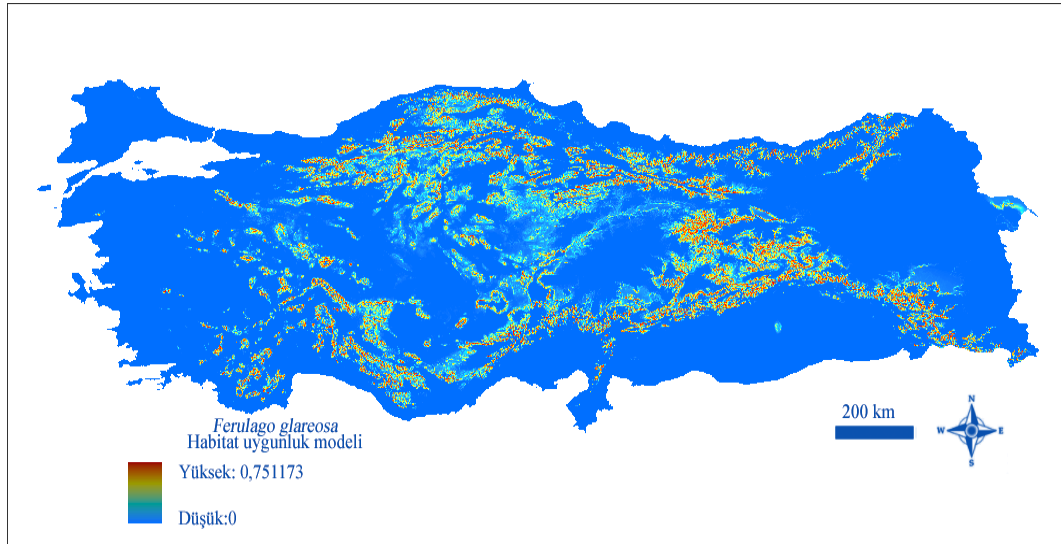
F. glareosa için seçilen habitat uygunluk modelini oluşturan Bio11 iklim değişkeni incelendiğinde tür bireylerinin yayılış alanında en soğuk çeyreğin -1 – -18 °C sıcaklığın yaygın olduğu alanları tercih ettiği görülmektedir. Tür bireylerinin bu çeyrekte +15 °C'den yüksek – 35 °C'den düşük alanlarda bulunmadığı belirlenmiştir. Yüzde eğim grafiği incelendiğinde tür bireylerinin %5 – %18 yüzde eğim aralığını yeğlediği, eğimin olmadığı (%0) ve %60'yi geçtiği alanlardaysa bulunmadığı görülmüştür (Şekil 5.12. B).

F. glareosa'nın habitat uygunluk modellemesindeki düzenlenmiş eğitim eldesi, test eldesi ve AUC Jacknife istatistiği sonuçları Şekil 5.14'te sunulmuştur.



Şekil 5.14. *F. glareosa*'nın habitat uygunluk modellemesinde düzenlenmiş eğitim eldesi, test eldesi ve AUC Jackknife istatistiği sonuçları.

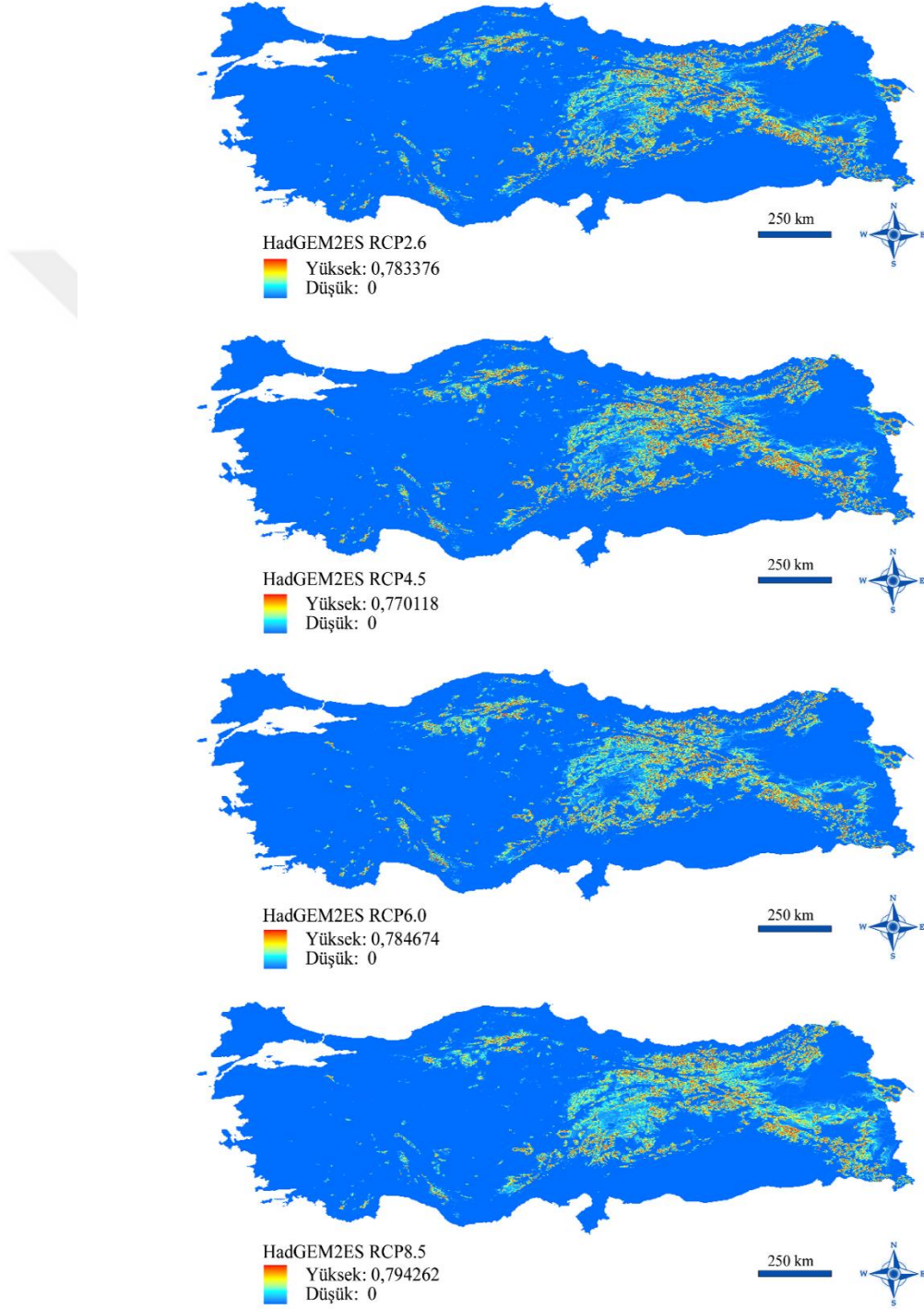
F. glareosa'nın habitat uygunluk modellemesi Şekil 5.15'te sunulmuştur.



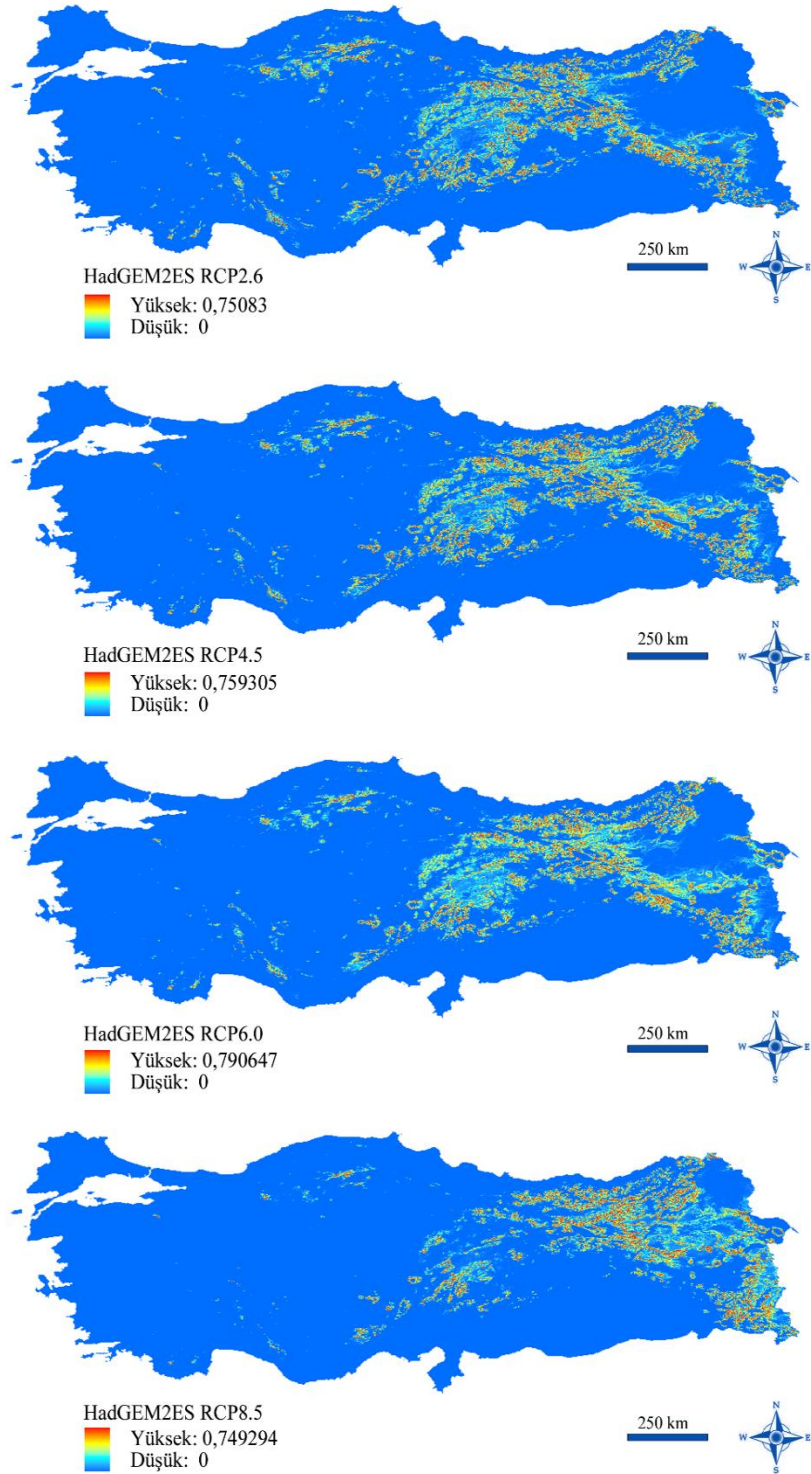
Şekil 5.15. *F. glareosa*'nın habitat uygunluk modellemesi.

5.2.2. *F. glareosa*'nın 2050 ve 2070 yılı iklim değışikliği modellemeleri

F. glareosa için 2050 ve 2070 yılı HadGEM2ES modeli RCP2.6, 4.5, 6.0 ve 8.5 emisyon senaryolarına göre yapılan habitat uygunluk modellemeleri Şekil 5.16 ve 5.17'de sunulmuştur.



Şekil 5.16. *F. glareosa*'nın 2050 yılı HadGEM2ES iklim değışikliği modelleri.



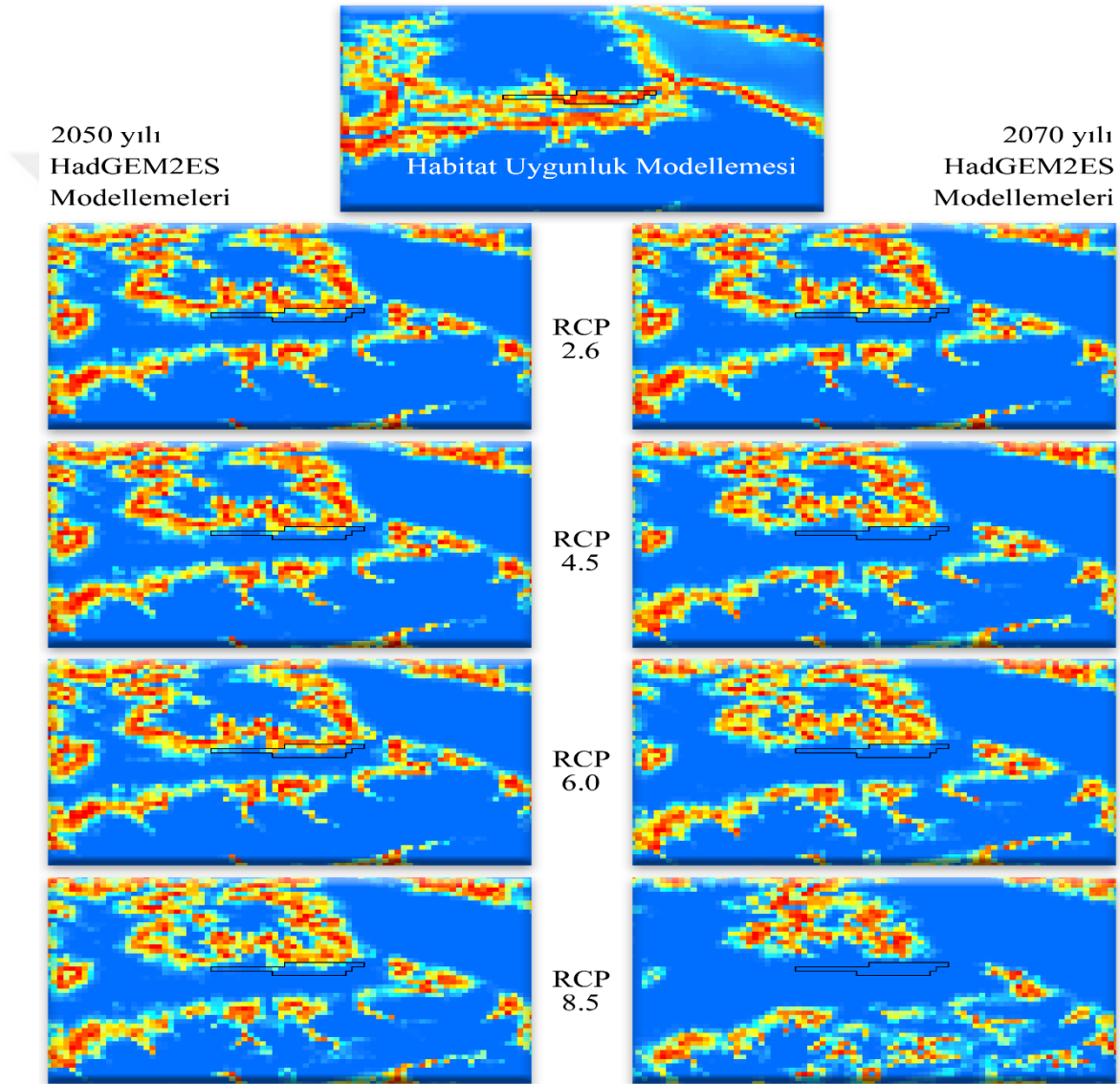
Şekil 5.17. *F. glareosa*'nın 2070 yılı HadGEM2ES iklim değişikliği modelleri.

F. glareosa'nın HadGEM2ES iklim değişikliği modellemeleri incelendiğinde tür için uygun habitat alanlarının yalnız 2070 yılı RCP8.5 emisyon senaryo modellemesine göre

özellikle Doğu ve Kuzeydoğu Karadeniz bölgesine yoğunlaştığı görülmektedir. Diğer modellerde benzer alanların uygun olduğu öngörülmektedir.

5.2.3. *F. glareosa*'nın yayılış alanının 2050 ve 2070 yıllarında uygunluğu

F. glareosa'nın yayılış alanının HadGEM2ES ilkim değişikliği modellerine göre 2050 ve 2070 yıllarında uygunluk durumu Şekil 5.18'de sunulmuştur.



Şekil 5.18. *F. glareosa*'nın yayılış alanının HadGEM2ES modellerine göre 2050 ve 2070 yıllarında uygunluk durumu.

Türün yayılış alanının HadGEM2ES iklim değişikliği modellemelerine göre gelecekte uygunluğu günümüz habitat uygunluk modeliyle karşılaştırıldığında, hem 2050 hem de 2070 yıllarında tür için en uygun alanların (kırmızı alanlar) günümüz yayılış alanı sınırlarından uzaklaştığı öngörülmektedir.

5.2.4. *F. glareosa*'nın yayılış ve yaşam alanları

F. glareosa'nın yayılış, yaşam, iklim zarf, habitat uygunluk analizi, Tip 1ve Tip 2 yamalardaki alan büyüklükleri Tablo 5.22'te verilmiştir.

Tablo 5.22. *F. glareosa*'nın yayılış ve yaşam alanlarının büyüklüğü.

Araştırılan alanlar	Alanlar (m²)
<i>F. glareosa</i> 'nın yaşam alanı	586.722 m ²
<i>F. glareosa</i> 'nın yayılış alanı	38.812.648 m ²
<i>F. glareosa</i> 'nın Tip 1 yamalardaki toplam alanı	341.201 m ²
<i>F. glareosa</i> 'nın Tip 2 yamalardaki toplam alanı	245.521 m ²

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Doğada yamaç arazilere düşen yağışın çok az bir kısmı toprak ya da ana maddeye sızabildiği için ayrışma yavaş olur. Öte yandan yağışın büyük kısmı yüzey akışa geçtiğinden ayrışan materyal kolaylıkla eğim yönünde taşınır. Bu nedenle çok ince bir toprak katmanı oluşur. Oysaki düz-düze yakın arazilere düşen yağışın büyük bir bölümü toprak katmanı içerisine girdiğinden ayrışma daha hızlı olup, yüzey akış ise ya hiç olmaz ya da çok az olur. Böylece, ayrışan materyalin tamamı veya çok büyük bir bölümü yerinde kaldığından kalın bir toprak katmanı gelişir. Yamaç arazilerde toprak katmanı yeterince su almadığı için gerek toprağın oluşması gerekse katmanlaşmada çok önemli rol oynayan organik maddenin kaynağı olan bitki örtüsü de gelişemez. Oysaki düz arazilerde yağışın büyük bir kısmı katmana girdiğinden fazla miktarda yıkanma ve değişme olaylarına sebep olur. Öte yandan toprakta yeterli miktarda nem bulunduğundan bitki örtüsü de kuvvetli gelişir ve toprak katmanlaşması kuvvetli olur (Aydın ve Kılıç, 2103). *Ferulago glareosa*'nın yaşam alanındaki Tip 1 yamalarda hiçbir toprak katmanı oluşmaz iken, Tip 2 yamalarda yer yer eğimin azaldığı alanlarda toprak katmanlarının oluşmaya başladığı gözlemlenmiş, buralarda bile türün bireylerine rastlanmamıştır. Dolayısıyla türün bireyleri evaporitli sedimanter kayalar üzerinde yalnız genç topraklarda gelişim gösterebilmekte olup, yayılış alanlarındaki killi topraklarda gelişmemiştir. Bu durum *F. glareosa*'yı genç topraklara özgü habitat spesifik bir bitki yapmaktadır.

F. glareosa hafif alkali, tınlı, çok az organik maddeli, çok fazla kireçli ve tuzsuz topraklarda yaşamaktadır. Toprak P bakımından çok zengin olup orta düzeyde K bulunmaktadır.

F. glareosa'nın çiçekleri çok eşeyli olup şemsiyeciklerin içinde kalanlar genelde erkek dış kısımdakiler erselik ya da dişidirler (Kandemir ve Hedge, 2007). Türün bireylerinde yalnız erkek ve erselik çiçekler saptanmış olup andromonoik bir bitkidir.

Cruden (1977)'a göre bir çiçeğindeki polen : tohum taslağı oranı 2,7-5,4 arası olan türler klesitogam, 8,1-39 arası olanlar zorunlu otogam, 31,9-396 arası olanlar fakültatif otogam, 244,7-2.588 arası olanlar fakültatif ksenogam, 2.108-195.525 arası olanlar zorunlu ksenogam tiplerde üreme sistemi belirtisi gösterirler. Yapılan üreme sistemi analizi çalışmalarıyla Cruden (1977)'in varsayımı *F. glareosa* için uyuşmamaktadır. Türün

erselik bir çiçeğindeki ortalama polen sayısı yaklaşık 8575 tane olup polen tohum taslağı oranı yaklaşık 4288'dir. Böylelikle türün üreme sistemi ksenogam ve geitonogamdır.

Çiçekli bitkilerde kendine uyuşmazlığın genetiğinin belirlenmesi güç ve zaman harcaııcıdır. Bu durum, çok sayıda kontrollü tozlaşmayı genelde birkaç jenerasyona uzanan nesillerin doğmasını ve analizini gerçekleştirmeyi içerir (Wallace, 1979). Ancak kendine uyuşmazlığın genetiği ve fenotipik manifestosu arasında birkaç bağıntı olup, bu bağıntılar kendine uyuşmazlığın genetiğiyle ilgili bazı ipuçları verir. Ayrıca bu bağıntıları doğrulamayacak birçok istisna olduğundan bunlara dikkatle yaklaşılmalıdır. Anterlerinden salındıklarında 3 çekirdekli polenleri olan türlerin sitigma yüzeyleri kuru tipte olup sporofitik kendine uyuşmazlık gösterirler. Kendileşme sırasında polenlerin engellenmesi sitigma yüzeyinde olur (Shivanna, 2003; Shivanna ve Tandon, 2014). *F. glareosa*'nın polenleri 3 çekirdekli olduğundan kendine uyuşmazlığının nedeni sporofitik kendine uyuşmazlık olabilir.

Polen canlılığı; alıcı bir sitigma üzerinde tozlaşma sonrası olayları gerçekleştirebilecek polen yeteneğini ifade eder. Çiçekli bitkilerde başarılı bir dölleme gerçekleşmesi için tozlaşma sırasında polenlerin sadece verimli olmaları değil aynı zamanda canlı da olmaları gerekir (Shivanna, 2003; Shivanna ve Tandon, 2014). Türün yaşam alanında hüküm süren abiyotik koşulların türün polen verimliliğine olumsuz etkisinin olmadığı görülmektedir. Türün tohum taslağı sayısının düşük (2 tane) (Grant, 2013) verimli polen oranının yüksek olması (Bkz. Tablo 5.3) dölleme olaylarında polen kısırılığının ve çok küçük çiçekleri olmasından dolayı araştırılamayan polen canlılığının olumsuz etkisinin olmadığını göstermektedir.

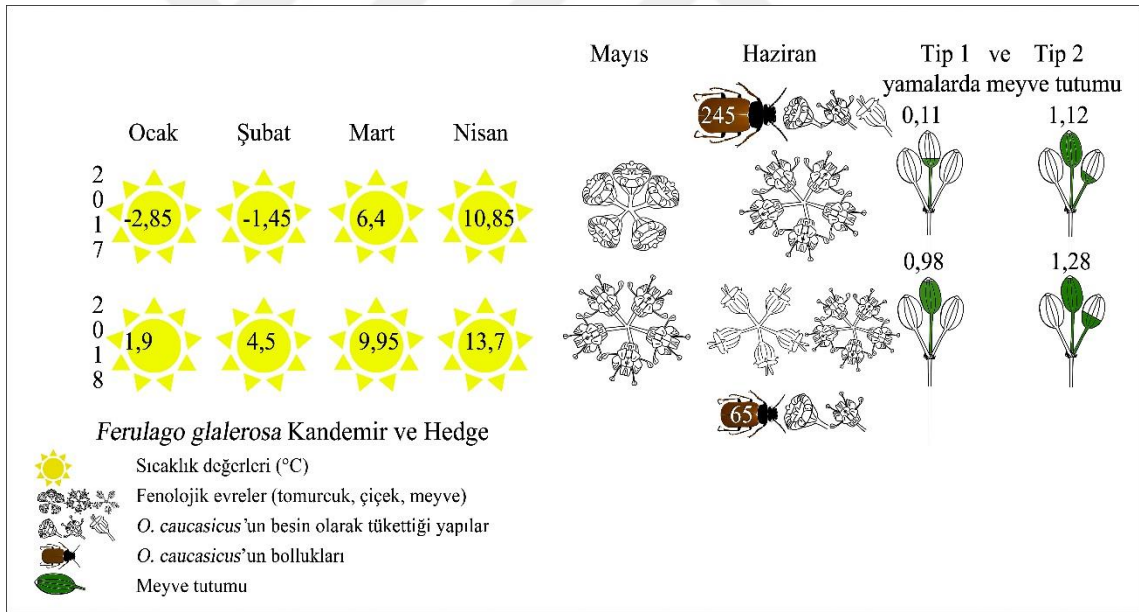
F. glareosa'nın üreme ekolojisinde rol alan Arthropodların, bitkiyi tek bir amaç için ziyaret etmedikleri, zararlı olan türlerin (örneğin Coleoptera üyeleri) polenleri bir bireyden diğerine taşıyarak tozlaşmada da rol aldığı gözlenmiş zararlı tozlayıcı olarak nitelendirilmişlerdir. *C. septempunctata*'nın ise bitkiyi konak olarak kullandığı bitkide beslenmek için gelen Afıt türlerini yiyerek beslendiği ve bitkinin korunmasında biyolojik olarak katkı sağladığı görülmüştür. Parazitoid türler ise bitkide zararlı olan türlerin ergin ve larvalarını parazitleyerek onların ölmelerine neden olduğundan, uzun zaman diliminde bitkinin korunmasına katkı sağlayabilecekleri düşünülmektedir.

Karıncaların tohum tutumuna neden olan polenleri taşımalarından ve yaygın çiçek ziyaretçileri olmalarından dolayı birçok tür için gerçek bir tozlaştırıcı olacağına ilişkin artan kanıtlar vardır (Gómez ve Zamora, 1992; Kawakita ve Kato, 2002; de Vega vd., 2009). Karıncaların bazı bitki türlerinde polen canlılığını düşürdüğüne, diğer ziyaretçileri caydırdığına (Willmer ve Stone, 1997; Tsuji vd., 2004), nektar çaldığına ve dişi organlara zarar verdiğine (Galen ve Butchart, 2003) ilişkin bulgular elde edilmiştir. Karıncaların tozlaştırıcı olarak varsayılmama nedenlerinden biri, birçok karınca türünün polen çimlenmesini azaltabilecek metapleural salgıları olmasıdır (Beattie vd., 1984; Hull ve Beattie, 1988). *Camponotus* cinsinden çoğu karınca türünde metapleural bezler olmamasına rağmen (Hölldobler ve Engel-Siegel, 1984), bunların polen canlılık oranlarını azalttığı bilinmektedir (Beattie vd., 1985; Hull ve Beattie, 1988). *F. glareosa*'yla ilgili yapılan ziyaretçi gözlemlerinde en bol rastlanan ziyaretçisinin *Camponotus armeniacus* olduğu, diğer ziyaretçileri caydırmadığı ve türün meyve tutumuna istatistiksel olarak önemli derecede zarar vermediği saptanmış olup *F. glareosa* için tozlaştırıcı tür olarak varsayılmalıdır.

Kripsis; bir hayvanın diğer hayvanlar tarafından gözlemlenmesini veya saptanmasını önleme yeteneğidir. Bu durum bir avlanma stratejisi veya bir anti-predatör adaptasyonu olabilir (Gullan ve Cranston, 2010). *Tholagmus strigatus*'un, *F. glareosa* üzerine bıraktığı yumurtalardan çıkan nimflerin çıktığı dönem bitkinin tohum oluşturduğu dönem olup, nimfler bitki meyveleriyle birebir benzerlik gösterdiğinden maskeleyen ya da mimesis olarak adlandırılan düşmanından korunma stratejisi geliştirdiği düşünülmektedir. Yani nimf bireyler, avcılarının doğal olarak ilgisini çekmeyen bir nesneye benzemek yoluyla avcılarını aldatıyor olabilirler (Bkz. Şekil 5.9).

İklim değişikliği türlerin üreme başarısını etkileyen önemli bir etmen olup, en önemli sonuçlarından biri türlerin fenolojik olayların zamanlamasındaki değişikliklerdir. İklim değişikliğinin bir sonucu olarak çiçeklenme fenolojisindeki değişim birçok araştırmacı tarafından kaydedilmiştir (Hepper, 2003; Bharali ve Khan, 2011; Dunnell ve Travers, 2011; Allen vd., 2013). Özellikle çiçeklenme ve meyve verme zamanında olmak üzere bu tür değişiklikler, türlerin binlerce yıl boyunca hüküm süren iklime olan fenolojik adaptasyonlarında kopukluğa neden olabilir (Shivanna ve Tandon, 2014). Küresel iklim değişikliğinin ileriki yıllarda türün ve tür ziyaretçilerinin fenolojik olaylarına etkilerine ilişkin kestirimlerde bulunmak için henüz yeterli veriler bulunmamaktadır. Ancak, 2018

yılında, 2016 ve 2017 yıllarına göre yılın ilk 3 ayındaki sıcaklıkların sırasıyla 3.6-5.3 °C artmış olması türün çiçeklenme fenolojisinin 2018 yazında diğer yıllardan yaklaşık 12 gün önce gerçekleşmesine neden olmuştur. Bu durum daha önceki yıllarda türün meyve tutumuna büyük zararlar veren *Omophlus caucasicus*'un türün yaşam alanında orta çıkış tarihini ise (Haziran ayı ilk haftası) etkilememiştir. *O. caucasicus* 2018 yılında türün sadece yeni çiçek açmış bireyleriyle etkileşip beslenerek meyve tutumuna başlamış açmış çiçek bulundurmayan tür bireylerine uğramayıp meyve tutumuna herhangi bir zarar vermemiştir. Dolayısıyla türün çiçeklenme fenolojisinin erken gerçekleşmesi meyve tutumunun önceki iki yıla göre daha az zarar görmesiyle sonuçlanmıştır. *F. glareosa*'nın 2017 yılı Tip 1 ve Tip 2 yamalarındaki meyve tutumunu (Kandemir ve Sarı, 2019) ve yaşam alanına en yakın meteoroloji istasyon verilerindeki ilk 4 aylık sıcaklık değerlerini 2018 yılındakilerle karşılaştırdığımızda bu durumun nedeni açık bir şekilde görülmektedir (Şekil 6.1).



Şekil 6.1. *F. glareosa*'nın 2017 ve 2018 yıllarındaki ışın başına meyve tutumuna etki eden etmenlerin illüstrasyonu.

Bitkilerin dağılan tohumlarının çoğu ekolojik olarak güvenli yer olmadığı için çimlenmeyebilir. Güvenli yerler tohumların çimlenme ve fidelerin yaşam alanlarına yerleşme gereksinimlerini karşılayan yerlerdir. Bitki fideleri toprağa yerleşirken; kökleri toprağa nüfuz etmeli gövde yaprakları fotosentetik aktivitelerine yardım etmek için uzamalı, embriyonik damarlar su, mineral ve fotosentez ürünlerini taşımaya yardım etmek için olgunlaşmalıdır. Eğer bu gereksinimler tohumların besin dokusundaki ve

tohum yapraklarındaki besinler tükenmeden karşılanmazsa bitki ölür (Leck vd., 2008). *F. glareosa*'nın popülasyonlarının yoğunluğu oldukça düşük olup genç topraklarda ya da ana kayalardaki kaya çatlaklarında gelişebildiği görülmüştür (Kandemir ve Hedge, 2007). Türün Tip 1 yaşam alanlarının üst kısımlarına dikilen tohumların bir bölümünün daha ilk yıllarında çimlenme sonrası gelişimlerini ilk yıllarında tamamlamadan ölmeleri, sonraki yılda da bu kayıpların devam etmesi fidelerin yerleşecek kaya çatlağı bulamamalarına bağlanmaktadır. Tip 1 yamaların toprak örtüsü bakımından daha kalın alt kısımlarındaysa üst kısımlardan aşınmayla gelen toprağın dikilen tohumların üstünü kapattığı dolayısıyla çıkışlarını engellediği saptanmıştır. Dolayısıyla Tip 1 yamaların hem fideler için güvenli bir yer olmadığı hem de buralarda ortaya çıkan fidelerin hayatta kalma oranlarının diğer yamaya göre oldukça düşük olduğu görülmüştür (Bkz. Tablo 5.11).

Bir türün yayılış alanı içinde elverişli habitat parçalarına yama, bu yamalarda yaşayan alt popülasyonların her birine de metapopülasyon denir. Metapopülasyon biyolojideki hiyerarşi düzeni içinde birey ile popülasyon düzeyi arasında yer alır. Habitat yamalarından bazıları yüksek nitelikli (tür için oldukça elverişli) bazıları da düşük nitelikli olabilir. Eğer bir yamada yer alan alt popülasyon üreyemez veya nesli tükenirse (ki bu olay özellikle düşük nitelikli habitatlarda görülür), o zaman bu yama yüksek nitelikli bir yamadan göç olarak metapopülasyonun nesli sürdürülebilir (Odum vd., 2008). Türün yayılış alanlarının büyük bir bölümünde Tip 1 yamalar ağırlıklı olduğundan herhangi bir koruma planlamasında bu durumun göz önünde tutulması gerekmektedir. Olası koruma çalışmasında bu alanlara dikilecek tohumlar için yapay olarak oluşturulacak kalın toprak tabakalı alanlar, buralarda yetiştirilebilecek fidelerin ilk yıllarındaki gereksinimlerini karşılayabilir. Ancak, 3 yıl boyunca gözlemlerimiz sonucunda Tip 1 yamalarda genelde belirli bir yaş grubundaki genç bireylerin (özellikle 5-6 yaşlarında olduğu öngörülen) kaya çatlaklarında sıralı bir şekilde dizildikleri gözlemlendi. Bu durumun yanıltıcı olmaması gerekmektedir. Çünkü bir popülasyonda belirli bir yaş/evre grubundaki bireyler diğer yaş/evre gruplarına göre anormal derecede çoğunluktaysa o alanlar türün sağlıklı bir rejenerasyonu için uygun değildir (bakınız Shivanna ve Tandon 2014, Tang ve Ohsawa, 2002). Dolayısıyla Tip 1 yamalarla ilgili herhangi bir koruma planlamasına buralardaki bireylerin rejenerasyon analizinin yapılması da eklenmelidir.

Nadir bitkileri koruma bağlamında, böcek otçuluğunun populasyon düzeylerindeki etkilerinin kritik önemi vardır. Bu yüzden bitki-böcek etkileşimlerinin araştırılmasının ana amacı; böcek otçuluğunun populasyon dinamiklerini ne zaman etkilediği (hangi tür için, hangi zamanda veya yerde ya da hangi ekolojik koşullarda) veya etkilemediği olmalıdır (Halpern ve Underwood, 2006; Maron ve Crone, 2006; Ancheta ve Heard, 2011). Böcek otçuluğunun son derece güçlü konumsal ve zamansal varyasyon sergilemesi nedeniyle (Royama vd., 2005; Halverson vd., 2007) *F. glareosa* ile ilgili herhangi bir koruma eylemine karar vermeden türün ziyaretçileri ve habitat yamaları arasında diğer populasyon karakteristikleri arasında çalışmalar gerçekleştirilmelidir (Kandemir ve Sarı, 2019). 2016, 2017 ve 2018 yıllarında türün yaşam alanına gerçekleştirilen tüm üreme ekolojisi araştırmaları sonucunda Tip 1 ve Tip 2 yamalarda meyve tutumu ve fidelerin populasyonlara katılması bakımından (dolayısıyla üreme başarısı bakımından) konumsal ve zamansal varyasyonlar olduğu saptanmıştır. Bunların başında özellikle Tip 1 yamalarda meyve tutumunun düşük olmasının nedeni vejetasyon örtüsünün oldukça seyrek olması ve böylelikle tür bireylerinin otçul böceklere görünürlüğünün artması gelmektedir (Kandemir ve Sarı, 2019). Daha sonra, fidelerin populasyonlara katılmasının daima Tip 2 yamalardakilere göre oldukça düşük olması gelmektedir.

Wamelink vd. (2014)'nin 190 nadir endemik, 783 yaygın bitki türünün yaşam alanlarındaki 23 abiyotik parametrelerini karşılaştırdıkları araştırmada, endemik bitkilerin yaygın olanlara göre 19 toprak parametresi bakımından daha dar bir tolerans aralığı sergilediğini, dolayısıyla bitki türlerin yeryüzündeki yayılışlarında toprakla ilgili etmenlerin nadir olarak değerlendirilmelerinde çok önemli bir olgu olduğunu ortaya koymuşlardır. Böylelikle Wamelink vd. (2014) toprakla ilgili abiyotik parametrelerin bitki türlerin temel ve gerçekleşmiş nişleriyle önemli bir ilişkisinin olduğu yargısına varmışlardır. *F. glareosa*'nın iklim değişikliği öngörülerindeki alanlar günümüz yayılış alanına göre çok büyük olmalarına rağmen, ileriki yıllarda türle ilgi gerçekleştirilebilecek araştırmalarda öncelikle toprakla ilgili gereksinimlerine odaklanılarak tür için uygun habitatların belirlenmesi önemlidir.

Porfirio vd. (2014) *Athrotaxis selaginoides* D. Don (Cupressaceae) ve *Oreixenica ptunarra* Couchman, 1953 (Nymphalidae) modellemelerini gerçekleştirdikleri, ayrıca 1983'ten 2013'e kadar yapılan 163 iklim değişikliği modellemesini değerlendirdikleri

çalışmada; bu modellemelerin yalnız %10'unda hangi iklim modelinin neden seçildiğinin belirtilmiş olduğunu, %40'ında 2 ya da daha fazla iklim modellemesi ve 1 veya 2 emisyon senaryosu kullanıldığını ve sadece 7 araştırmada 10'dan fazla iklim değişikliği modellemesi yapıldığını belirtmişlerdir. Ancak bu 7 araştırmada da modellemelerden elde edilen öngörülerin türlerin koruma çalışmalarına kılavuzluk etmesi yerine tür dağılım modellemesi "yöntemlerine" odaklanıldığını vurgulamışlardır. *F. glareosa*'yla ilgili gerçekleştirilen habitat uygunluk modellemesi ve iklim değişikliği modellemelerinde elde edilen öngörüler ve yapılan gözlemler sonucunda, Ilıç ilçesi Kuruçay Köyü sınırlarındaki ve Erzincan ilinin kuzeyindeki alanların topoğrafik görüntülerinin türün günümüz yayılış alanına çok benzer olduğu görülmüştür. Ayrıca bu alanların hem günümüz habitat uygunluk modellemesinde hem de türün iklim değişikliği modellemelerinde uygun olabileceğine ilişkin öngörüler elde edilmiştir. Bu tür alanlar türlerle ilgili koruma çabalarında ya da planlamalarında en değerli alanlar olarak göz önünde tutulması gerekmektedir. Çünkü olası koruma çabalarında bu alanlara dikilecek tohumlardan elde edilecek ya da taşınacak bireylerin buralardaki adaptasyonları hem günümüz hem de yakın gelecekte (2050 yılı) yüksek olasılıkla güvence altında olacaktır.

Türlerin gelecekteki olası dağılım alanlarının (iklim değişikliği modellemelerinden elde edilen öngörülerin) yok olma risklerinde ve IUCN koruma sınıflarında içerilmesiyle ilgili yenilikçi yöntemlere yönelilse de; Attorre vd. (2018) tür dağılım modellerinden elde edilen öngörülerin Kırmızı Listelere uygulanabilirliği, araştırılan türlerin genetik adaptasyonları, toprak özellikleri, rekabet ve mutualizm gibi birçok biyotik ve abiotik etmenin bu modellerde içerilemeyeceği veya içerilmesinin bazı belirsizliklerden dolayı güç olacağını (Fordham vd., 2012) belirtmişlerdir. Bu nedenle tür dağılım modellerinin ve IUCN koruma sınıflarının birbiri içinde olmasını değil de birbirini tamamlayıcı görevler üstlenmesinin daha iyi olacağını belirtmişlerdir. Kırmızı liste kategorilerinin türler için hem şimdiki hem de gelecekteki yok olma riskiyle ilgili bilgi sağlayıcı, iklim değişikliği modellemelerinin de türlerin gelecekteki yok olma riskinin "büyüklüğüyle ilgili uyarı verici" bir araç olarak değerlendirilmesini önermişlerdir. Örneğin aynı kırmızı liste kategorisinde olan iki türün iklim değişikliği modellemeleri sonucu gelecekteki dağılımlarının büyüklüğü (artması veya azalması) aynı olmayabileceğini ve bu tür yaklaşımların hangi türün öncelikli olarak korunacağını ivediliğiyle ilgili değerli öngörüler sağlayabileceğini söylemişlerdir. Attorre vd. (2018) 37 bitki türünün dağılım mekanizmaları, dağılım uzaklıkları, dağılım alanlarının ortalama yüksekliği, erginliğe

ulaşma süreleri, modellemede kullanılan varlık kayıtlarının konumları gibi değişkenleri kullanarak yaptıkları araştırmayla "iklim değişikliği modellerinin koruma biyolojisinde uyarı niteliğinde kullanılmasıyla ilgili" örnek bir çalışma gerçekleştirmiştir.

Yukarıdaki gerekçelerden dolayı bazı araştırmacılar iklim modellemelerinden elde edilen öngörülerin, türlerin yok olma risklerini işaret eden IUCN sınıflarının değerlendirilmesinde değil de tür korumalarında sadece bir "uyarı" niteliğinde kullanılmasını savunmuşlardır. Gittikçe etkileri hissedilen iklim değişikliğine karşı endemik türlerimizi koruma çabalarında iklim değişikliği modellerinden elde edilen öngörülerin türlerin günümüz yayılış alanlarıyla birlikte yorumlanmasını zorunlu duruma getirmiştir. Bu çalışmada *F. glareosa*'nın yayılış alanının 2050 ve 2070 yıllarında uygunluğunun araştırıldığı basit yaklaşım (Bkz. Şekil 5.18) türün yayılış alanının yakın gelecekte bile uygun olamayabileceği öngörüsünü ortaya çıkarmıştır. Bu tür yaklaşımlar çeşitli konumsal istatistikler yardımı ve türlerin üreme ekolojisi verileriyle birlikte daha da geliştirilirse iklim değişikliği modellemelerinden elde edilecek öngörülerden türlerin korunmasında daha etkin yararlanılabilir.

F. glareosa'nın öngörülen birey sayısı ve saptanan yayılış ve yaşam alanları büyüklükleri IUCN koruma sınıflarından kritik, tehlikede ve duyarlı sınıflarının hiçbirini karşılamadığı saptandığından ancak, bu ölçütleri karşılamaya yakın olan veya yakın gelecekte tehdit altında olarak tanımlanma olasılığı olduğundan IUCN koruma sınıfının "Tehdide Yakın (NT)" olması önerilmektedir.

İklim değişikliği modellemelerinden elde edilen öngörülerin türlerin korunmasındaki rolü ve modellemelerdeki belirsizlikleri azaltacak yeni yaklaşımlar sürer iken, endemik bitkiler bakımından oldukça zengin olan topraklarımızda, tez çalışmaları süresince gerek edinilen deneyimler gerekse incelenen literatür sonucunda bitki türlerimizi iklim değişikliğine karşı koruma planlamaları için aşağıdaki maddelerde özetlenen öneriler sunulmaktadır:

- 1- Endemik bitkilerimizle ilgili yapılması olası her türlü koruma çalışmalarında yaşam alanındaki konumsal ve zamansal varyasyonların üreme başarılarına etkileri göz önünde tutularak türlerin yaşam alanları yüksek ve düşük nitelikli olarak karakterize edilmelidir.

- 2- Endemik bitki türlerimizin özellikle tohum tutumu gibi üreme başarıları yaygın iklimsel verilerle birlikte izlenirse hem türlerin gelecekteki üreme başarılarıyla ilgili daha kesin öngörüler hem de bitki-ziyaretçi etkileşimleri konusunda değerli veriler elde edilebilecektir.
- 3- Bir türün günümüz yayılış alanının gelecekte iklimsel olarak uygun olup olmayacağına ilişkin daha ayrıntılı öngörüler elde edebilecek gelişmiş yöntemlere gereksinim duyulmaktadır. Ancak, modelleme çalışmalarında elde edilen haritalarda öngörülen alanların mutlaka günümüz yayılış alanlarıyla birlikte yorumlanması yaklaşan tehlikenin büyüklüğü konusunda değerli öngörüler sağlayacaktır.
- 4- Tehlike altındaki bitki türlerimiz için hem günümüz habitat uygunluk hem de iklim değişikliği modellerinde uygun olduğu öngörülen alanlar belirlenerek planlanacak koruma çalışmalarına geç kalınmadan başlanmalıdır. *F. glareosa*'yla ilgili iklim değişikliği modellemelerinde olduğu gibi yüzlerce nadir bitki türümüzün yayılış alanının uygunluğunun yakın gelecekte bile tehlike altında olduğu öngörülebilir.
- 5- Özellikle endemik bitki türlerimizin iklim değişikliğine karşı gelecekteki durumlarıyla ilgili belirsizliklerin giderilmesi için varlık kayıtlarının belirlenmesine ve bu kayıtlarla belirlenecek ayrıntılı yayılış alanı haritalarının yapılmasına geç kalınmadan başlanmalıdır.
- 6- Tür dağılım modellemeleri yapılırken bir türün sadece varlık kayıtlarına ve/veya hem varlık hem yokluk kayıtlarına gereksinim duyan modelleme programları (yaklaşımlar) vardır. Ülkemizdeki türlerin yalnız varlık kayıtlarının doğru bir şekilde toplanması bile büyük işgücü gerektirmektedir. Daha çok bitki türümüzü iklim değişikliğine karşı değerlendirebilmek için yalnız varlık kayıtlarını kullanarak modelleme gerçekleştiren ve en iyisi olduğu bilinen Maxent'le modellenmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Akçakaya, H. R., Burgman, M. A. and Ginzburg, L. R. (1999) Applied Population Ecology: Principles and Computer Exercises Using RAMAS EcoLab 2.0, *MAJ: Sinauer Associates*, Sunderland.
- Allen, J. M., Terres, M. A. Katsuki, T., Katsuki T., Iwamoto, K., Kobori, H., Higuchi, H., Primack, R. B., Wilson., A. M., Gelfand, A., and Silander, Jr J. A. (2013) "Modeling daily flowering probabilities: expected impact of climate change on Japanese cherry phenology", *Global Change Biology*, 20(4), 1251–1263.
- Allouche, O., Tsoar, A. and Kadmon, R. (2006) "Assessing the accuracy of species distribution models: prevalence, kappa and the true skill statistic (TSS)", *Journal of Applied Ecology*, 43(6), 1223-1232.
- Ancheta, J. and Heard, S. B. (2011) "Impacts of insect herbivores on rare plant populations", *Biological Conservation*, 144(10), 2395–2402.
- Arau'jo, M. B., Thuiller, W. and Pearson, R. G. (2006) "Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe", *Journal of Biogeography*, 33(10), 1712–1728.
- ARCGIS. "Dünya Lideri, Haritalama ve Analiz Platformu" <https://www.esriturkey.com.tr/tr-tr/arcgis-hakkinda/genel-bakis>, Son erişim tarihi: 13.05.2019
- Attorre, F., Abeli, T., Bacchetta, G., Farcomeni, A., Fenu, G., De Sanctis, M., [Farcomeni, A.](#), [Gargano, D.](#), [Peruzzi, L.](#), [Montagnani, C.](#), [Rossi, G.](#), Conthi, F. and Simone, O. (2018) "How to include the impact of climate change in the extinction risk assessment of policy plant species?", *Journal for Nature Conservation*, 44, 43-49.
- Aydın, M. ve Kılıç, Ş. (2013) Toprak bilimi, *Nobel Akademik Yayıncılık*, İstanbul.
- Baeten, L., Jacquemyn, H., van Calster, H., van Beek, E., Devlaeminck, R., Verheyen, K. and Hermy, M. (2009) "Low Recruitment across Life Stages Partly Accounts for the Slow Colonization of Forest Herbs", *Journal of Ecology*, 97(1), 109-117.
- Baldwin, R. A. (2009) "Use of Maximum Entropy Modeling in Wildlife Research", *Entropy*, 11(4), 854-866.
- Baskin, C. C. and Baskin, J. M. (1998) Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination, *Academic Press*, San Diego.
- Bawa, K. S., Primack, R. B. and Oommen, M. A. (2011). Conservation Biology: A Primer for South Asia, *Universities Press*, India.
- Beattie, A. J., Turnbukk, C. L., Knox, R. B. and Williams, E. G. (1984.) "Ant inhibition of pollen function: a possible reason why ant pollination is rare", *American Journal of Botany*, 71(3), 421.

- Beattie, A. J., Turnbull, C., Hough, T., Jobson, S. and Knox, R. B. (1985) "The vulnerability of pollen and fungal spores to ant secretions: evidence and some evolutionary implications", *American Journal of Botany*, 72(4), 606.
- Bharali, S. and Khan, M. L. (2011) "Climate change and its impact on biodiversity; some management options for mitigation in Arunachal Pradesh", *Current Science*, 101(7), 855-860.
- Bizimbitkiler. "Ferulago", <https://bizimbitkiler.org.tr/yeni/demos/technical/>, Son Erişim Tarihi: 07.07.2019.
- Blackmore, S. and Oldfield, S. (2017) Plant Conservation Science and Practice: The Role of Botanic Gardens, *Cambridge University Press*, Cambridge, England.
- Burnham, K. P. and Anderson, D. R. (1998) Model Selection and Multi-model Inference: A Practical Information-Theoretic Approach, *Springer-Verlag*, Heidelberg.
- Caswell, H. (2001). Matrix Population Models: Construction, Analysis, and Interpretation, *MA[Sinauer Associates*, Sunderland.
- Charnov, E. L. (1979) "Simultaneous hermaphroditism and sexual selection", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 76(5), 2480-2484.
- Chen, F. Q. and Xie, Z. Q. (2007) "Reproductive Allocation, Seed Dispersal and Germination of *Myricaria laxiflora*, an Endangered Species in the Three Gorges Reservoir Area", *Plant Ecology*, 191(1), 67-75.
- Chen, F. Q. and Xie, Z. Q. (2009) "Survival and Growth Responses of *Myricaria laxiflora* Seedlings to Summer Flooding", *Aquatic Botany*, 90(4), 333-338.
- Chen, F., Liu, L. Chen, F. and Jia, G. (2012) "The Ecological Characteristics of Seed Germination and Seedling Establishment of *Manglietia patungensis*, Implication for Species Conservation", *American Journal of Plant Sciences*, 03(10), 1455-1461.
- CMIP. "CMIP - Coupled Model Intercomparison Project - Overview", <https://cmip.llnl.gov/index.html>, Son erişim tarihi: 08.05.2019
- Collins, M., Knutti, R., Arblaster, J., Dufresne, J. L., Fichefet, T., Friedlingstein, P., Gao, X., Gutowski, W. J., Johns, T., Krinner, G., Shongwe, M., Tebaldi, C., Weaver A. J., Wehner, M. F., Allen, M. R., Andrews, T., Beyerle, U., Bitz, C. M., Bony, S. and Booth, B. B. B. (2013) "Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility", Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, *Cambridge University Press*, Cambridge, United Kingdom and New York, USA.
- Connell, J. H. (1971) "On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in marine animals and in rain forest trees", Den Boer, P. J. and Gradwell, G. R.,

- (eds.), *Dynamics of Populations*, **Centre for Agricultural Publishing and Documentation**, Wageningen, Netherlands.
- Corlett, R. T. (1998) "Frugivory and seed dispersal by vertebrates in the Oriental (Indomalayan) region", ***Biological Reviews***, 73(4), 413–448.
- Corlett, R. T. (2007) "Pollination or seed dispersal: which should worry about most?", Seed dispersal: theory and its application in a changing world, ***CAI International***, Wallingford, 523-544.
- Cousens, R., Dytham, C. and Law, R. (2008) *Dispersal in plants: a population perspective*, **Oxford University Press**, Oxford, New York.
- Cruden, R. W. (1977) "Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants", ***Evolution***, 31(19), 32–46.
- Demiralay, İ. (1993) *Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No: 143, Erzurum.
- Dennis, A. J., Schupp, E. W., Green, R. J. and Wescott, D. A., (eds). (2007) *Seed dispersal: theory and its application in a changing world*, ***CABI International***, Wallingford.
- de Vega, C., Arista, M., Ortiz, P. L., Herrera, C. M. and Talavera, S. (2009) "The antipollination system of *Cytinus hypocistis* (Cytinaceae), a Mediterranean root holoparasite", ***Annals of Botany***, 103(7), 1065-1075.
- Dubuis, A., Pottier, J., Rion, V., Pellissier, L., Theurillat, J-P. and Guisan, A. (2011) "Predicting spatial patterns of plant species richness: a comparison of direct macroecological and species stacking modelling approaches: Predicting plant species richness", ***Diversity and Distribution***, 17(6), 1122–1131.
- Duckett, P. E., Wilson, P. D. and Stow, A. J. (2013) "Keeping up with the neighbours: using a genetic measurement of dispersal and species distribution modelling to assess the impact of climate change on an Australian arid zone gecko (*Gehyra variegata*)", ***Diversity and Distribution***, 19(8), 964–976.
- Dunnell, K. L. and Travers, S. E. (2011) "Shifts in the flowering phenology of the northern Great Plains: Patterns over 100 years", ***American Journal of Botany***, 98(6), 935-945.
- Elith, J., Graham, C. H., Anderson, R. P., Dudik, M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, R. J., Huettmann F., Leathwick, J. R., Lehmann, A., Li, J., Lohmann, L. G., Loiselle, B. A., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., Overton J. M. M., Peterson, A. T., Phillips, S. J., Richardson, K., Scachetti- Pereira, R., Schapire, R. E., Soberón, J., Williams, S., Wisz, M. S. and Zimmermann, N. E. (2006) "Novel methods improve prediction of species' distribution from occurrence data", ***Ecography***, 29(2), 129–151.

- Elith, J. and Leathwick, J. R. (2009) "Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time", *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 40(1), 677–697.
- Elith, J., Phillips, S. J., Hastie, T., Dudik, M., Chee, Y. E. and Yates, C. J. (2011) "A statistical explanation of Maxent for ecologists", *Diversity and Distribution*, 17(1), 43–57.
- Fenner, M. and Thompson, K. (2005) The ecology of seeds, *Cambridge University Press*, Cambridge, England.
- Fick, S. E. and Hijmans R. J. (2017) "WorldClim 2: new 1- km spatial resolution climate surfaces for global land areas" *International journal of climatology*, 37(12), 4302-4315.
- Frankham, R., Ballou, J. D. and Briscoe, D. A. (2010) Introduction to Conservation Genetics, *Cambridge University Press*, Cambridge, England.
- Franklin, J. (2009) Mapping Species Distributions: Spatial Inference and Prediction, *Cambridge University Press*, Cambridge, England.
- Franklin, J., Davis, F. W., Ikegami, M., Syphard, A. D., Flint, L. E., Flint, A. L. and Hannah, L. (2013) "Modeling plant species distributions under future climates: how fine scale do climate projections need to be?", *Global Change Biology*, 19(2), 473-483.
- Ford, E. D. (2000) Scientific method for ecological research, *Cambridge University Press*, Cambridge, England.
- Galen, C. and Butchart, B. (2003) "Ants in your plants: effects of nectar-thieves on pollen fertility and seed-siring capacity in the alpine wildflower, *Polemonium viscosum*", *Oikos*, 101(3), 521-528.
- Gallagher, R. V., Hughes, L. and Leishman, M. R. (2013) "Species loss and gain in communities under future climate change: consequences for functional diversity", *Ecography*, 36(5), 531–540.
- Gee, G. W. and Bauder, J. W. (1986) "Partical-Size Analysis", Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd ed., *SSSA Book Series*, Agron, Spain.
- Gibson, T. R. and Gibson, J. PH. (2007). Plant Diversity, The Green World, *Chelsea House*, New York, USA.
- Gibson, D. (2015) Methods in Comparative Plant Population Ecology, *Oxford University Press*, New York, USA.
- Gledhill, D. (2002) The names of plants 3th ed, *Cambridge University Press*, Cambridge, UK.

- Goodenough, A. E. and Hart, A. G. (2013) "Correlates of vulnerability to climate-induced distribution changes in European avifauna: habitat, migration and endemism", *Climatic Change*, 118(3-4), 659-669.
- Goodenough, A. E. and Hart, A. G. (2017) Applied Ecology, *Oxford University Press*, New York, USA.
- Grabherr, G., Gottfried, M. and Pauli, H. (1994) "Climate effects on mountain plants", *Nature*, 369(6480), 448-448.
- Grant, W. F. (2013) Plant Biosystematics, *Elsevier*, Amsterdam, Netherlands.
- Gregory W. L., and Duran A. (2001) "Scenarios and Acceptance of Forecasts", Armstrong J. S. (eds) Principles of Forecasting. International Series in Operations Research & Management Science, *Springer*, Boston, 519-540.
- Grime, J. P., Mason, G., Curtis, A. V., Rodman, J., Band, S. R., Mowforth, M. A. G., Neal, A. M. and Shaw, S. (1981) "A comparative study of germination characteristics in a local flora", *Journal of Ecology*, 69, 1017-1059.
- Gómez, J. M. and Zamora, R., (1992) "Pollination by ants: consequences of the quantitative effects on a mutualistic system", *Oecologia*, 91(3), 410-418.
- Guillera Arroita, G., Lahoz-Monfort, J. J., Elith, J., Gordon A., Kujala, H., Lentini, P. E., McCarthy, M. A., Tingley, R. and Wintle, B. A. (2015) "Is my species distribution model fit for purpose? Matching data and models to applications", *Global Ecology and Biogeography*, 24(3), 276-292.
- Guisan, A., Edwards, T. C. and Hastie, T. (2002) "Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene", *Ecological Modelling*, 157(2-3), 89-100.
- Gullan, P. J. and Cranston, P. S. (2010) The Insects: An Outline of Entomology, *John Wiley & Sons*, Hoboken, USA.
- Güner, A., Aslan, S., Vural, M. ve Babaç, M. T. (2012) Türkiye Bitkiler Listesi (Damarlı Bitkiler), *Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği*, İstanbul.
- Halpern, S. L. and Underwood, N. (2006) "Approaches for testing herbivore effects on plant population dynamics", *Journal of Applied Ecology* 43(5), 922-929.
- Halverson, K., Heard, S. B., Nason, J. D. and Stireman, J. O. (2007) "Differential attack on diploid, tetraploid, and hexaploid *Solidago altissima* L. by five insect gallmakers", *Oecologia*, 154(4), 755-761.
- Hendry, G. A. F. and Grime, J. P., (eds). (1993) Methods in comparative plant ecology, *Chapman and Hall*, London, England.
- Hepper, F. N. (2003) "Phenological records of English garden plants in Leeds (Yorkshire) and Richmond (Surrey) from 1946 to 2002", *Biodiversity and Conservation*, 12(12), 2503-2520.

- Hernandez, P. A., Franke, I., Herzog, S. K., Pacheco, V., Paniagua, L., Quintana, H. L., Soto, A., Swenson, J. J., Tovar, C., Valqui, T. H., Vargas, J. and Young, B. E. (2008) "Predicting species distributions in poorly-studied landscapes", *Biodiversity and Conservation*, 17(6), 1353-1366.
- Heywood, V. H., Brummit, R. K., Culham, A. and Seberg, O. (2007) Flowering plant families of the world, *Firefly Books*, Buffalo, New York, USA.
- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G. and Jarvis, A. (2005) "Very high-resolution interpolated climate surfaces for global land areas", *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, **John Wiley & Sons, Limited**, 25(15), 1965-1978.
- Hobohm, C. (2013) Endemism in Vascular Plants, *Springer Science and Business Media*, Berlin, Germany.
- Hooper, D. U., Adair, E. C., Cardinale, B. J. and Byrnes, J. E. (2012) "A global synthesis reveals biodiversity loss as a major driver of ecosystem change", *Nature*, 486(7401), 105-108.
- Howe, H. F. and Smallwood, J. (1982) "Ecology of seed dispersal", *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 13(1), 201-228.
- Hölldobler, B. and Engel-Siegel, H. (1984) "On the metapleural gland of ants" *Psyche*, 91(3-4), 201-224.
- Hull, D. A. and Beattie, A. J. (1988) "Adverse effects on pollen exposed to *Atta texana* and others North American ants: implication for ant pollination", *Oecologia*, 75(1), 153-155.
- IPCC. " The Intergovernmental Panel on Climate Change", <https://www.ipcc.ch/about/>, Son erişim tarihi: 13.05.2019
- IPCC, (2007) Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.), *Cambridge University Press*, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC, (2013) Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.), *Cambridge University Press*, Cambridge, United Kingdom and New York, USA, 1535.
- IUCN. "IUCN Red List categories and criteria, version 3.1, second edition", <https://portals.iucn.org/library/node/10315>, Son erişim tarihi: 13.05.2019.
- Janzen, D. H. (1970) "Herbivores and the number of tree species in tropical forests", *The American Naturalist*, 104(940), 501-528.

- Jusaitisa, M., Polomkab, L. and Sorensenc, B. (2004) "Habitat Specificity, Seed Germination and Experimental Trans-location of the Endangered Herb *Brachycome muelleri* (Asteraceae)", ***Biological Conservation***, 116(2), 251-266.
- Kandemir, A. and Hedge, I. C. (2007) "An anomalous new *Ferulago* (Apiaceae) from eastern Turkey", ***Willdenowia***, 37(1), 273-276.
- Kandemir, A., Sevindi, C., Korkmaz, M. ve Çelikoğlu, Ş. (2015) "Erzincan (Türkiye)'a özgü endemik bitki taksonlarının IUCN tehdit kategorileri" ***Bağbahçe Bilim Dergisi*** 2, 43-65.
- Kandemir, A. and Sarı, İ. (2019) "Impacts of insect herbivory on reproductive success of *Ferulago glareosa* (Apiaceae)", ***Biological diversity and conservation***, 12(1), 160-166.
- Kolb, A. and Barsch, K. (2010) "Environmental Factors and Seed Abundance Influence Seedling Emergence of a Perennial Forest Herb", ***Acta Oecologica***, 36(5), 507-513.
- Kawakita, A. and Kato, M. (2002) "Floral biology and unique pollination system of root holoparasites, *Balanophora kuroiwai* and *B. tobiracola* (Balanophoraceae)", ***American Journal of Botany***, 89(7), 1164-1170.
- Kwak, M. M. and Bekker, R. M. (2006) "Ecology of plant reproduction: extinction risks and restoration perspectives", *Plant-pollinator interactions: from specialization to generalization*, ***University Chicago Press***, Chicago, 362-386.
- Leck, M. A., Parker, V. T. and Simpson, R. L. (2008) *Seedling Ecology and Evolution*, ***Cambridge University Press***, Cambridge, England.
- Lee, C. S., Kimm, J. H., Yi, H. and You, Y. H. (2004) "Seedling Establishment and Regeneration of Korean Red Pine (*Pinus densiflora* S. et Z.) Forests in Korea in Relation to Soil Moisture", ***Forest Ecology and Management***, 199(2-3), 423-432.
- Lenoir J., Ge'gout, J. C., Marquet, P. A., de Ruffray, P. and Brisse, H. (2008) "A significant upward elevation shift in plant species optimum elevation during the 20th Century", ***Science***, 320(5884), 1768-1771.
- Lenzen, M., Moran, D., Kanemoto, K., Foran, B., Lobefaro, L. and Geschke, A. (2012) "International trade drives biodiversity threats in developing nations", ***Nature***, 486(7401), 109-112.
- Lovejoy, T. E. and Hannah, L. (eds). (2005) *Climate change and biodiversity*, ***Yale University Press***, London, England.
- Maron, J. L., and Crone, E. (2006) "Herbivory: effects on plant abundance, distribution and population growth", ***Proceedings. Biological sciences Royal Society***, 273(1601), 2575-2584.

- Mclean, E. O. (1982) "Soil pH and Lime Requirement", Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties, *American Society of Agronomy, Soil Science Society of America*, Madison, 199-224.
- Memmott J., Craze P. G., Waser N. M. and Price, M. V. (2007) "Global warming and the disruption of plant-pollinator interactions", *Ecology Letters*, 10(8), 710-717.
- MGM. "İklim değişikliği", <https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-degisikligi.aspx?s=degisiklik>, Son erişim tarihi: 08.05.2019
- Moss, R., A Edmonds, J., Hibbard, K., Manning, M., Rose, S., Vuuren, D., R Carter, T., Emori, S., Kainuma, M., Kram, T., Meehl, G., Mitchell, J., Nakicenovic, N., Riahi, K., J Smith, S., Ronald, S., Thomson, A., Weyant, J. and J Wilbanks, T. (2010) "The Next Generation of Scenarios for Climate Change Research and Assessment", *Nature*, 463, 747–756.
- Nelson, D. W. and Sommers, L. E. (1982) "Total carbon, organic carbon and organic matter", Methods of soil analysis. Part 2 Chemical and Microbiological Properties, *American Society of Agronomy, Soil Science Society of America* Madison, 539-579.
- Nix, H. A. (1986) "A biogeographic analysis of Australian elapid snakes", Longmore, Richard (ed.), Atlas of elapid snakes of Australia: Canberra, Australian Flora and Fauna Series 7, *Australian Government Publishing Service*, 4–15.
- Odum, E. P., Barret, G. W. and Shimizu, G. Y. (2008) "Fundamentos de ecologia, 5th ed.", Prof. Dr. Kani IŞIK, *Thomson Learning*, São Paulo, Brasil.
- O'Donnel, M. S. and Ignizio, D. A. (2012) "Bioclimatic predictors for supporting ecological applications in the conterminous United States", *Data Series*.
- Olsen, S. R. and Sommers, L. E. (1982) "Phosphorus", Methods of Soil Analysis Part 2 Chemical and Microbiological Properties, A. L. (ed), *American Society of Agronomy, Soil Science Society of America*, Madison, 403-430.
- Özhatay, N., Kültür, Ş. and Gürdal, B. (2013) "Check-list of additional taxa to the Supplement Flora of Turkey VI", *Journal of Pharmacy of Istanbul University*, 43(1), 33-82.
- Özhatay, N., Kültür, Ş. and Gürdal, B. (2015) "Check-list of additional taxa to the Supplement Flora of Turkey VII", *Journal of Pharmacy of Istanbul University*, 45(1), 61-86.
- Özhatay, N., Kültür, Ş. and Gürdal, B. (2017) "Check-list of additional taxa to the Supplement Flora of Turkey VIII", *Journal of Pharmacy of Istanbul University*, 47(1), 31-46.
- Parmesan, C. and Yohe, G. (2003) "A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems", *Nature*, 421(6918), 37-42.

- Parolo, G. and Rossi, G. (2008) "Upward migration of vascular plants following a climate warming trend in the Alps", *Basic and Applied Ecology*, 9(2), 100–107.
- Peres, C. A., Schiesari, L. C. and Dias-Leme, C. L. (1997) "Vertebrate predation of Brazil nuts (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae), an agouti-dispersed Amazonian seed crop: a test of the escape hypothesis", *Journal of Tropical Ecology*, 13(1), 69–79.
- Pérez-Harguindeguy, N., Díaz, S., Garnier, E., Lavorel, S., Poorter, H., Jaureguiberry, P., Bret-Harte, M. S., Cornwell, W. K., Craine, J. M., Gurvich, D. E., Urcelay, C., Veneklaas, E. J., Reich, P. B., Poorter, L., Wright, I. J., Ray, P., Enrico, L., Pausas, J. G., de Vos, A. C., Buchmann, N., Funes, G., Quétier, F., Hodgson, J. G., Thompson, K., Morgan, H. D., ter Steege, H., van der Heijden, M. G. A., Sack, L., Blonder, B., Poschlod, P., Vaieretti, M. V., Conti, G., Staver, A. C. Aquino, S. and Cornelissen, J. H. C. (2013). "New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide", *Australian Journal of Botany*, 61(3), 167.
- Peterson, A. T., Ortega-Huerta, M. A. and Bartley, J., Sánchez-Cordero, V., Soberón, J., Buddemeier, R. H., and Stockwell, D. R. B. (2002) "Future projections for Mexican faunas under global climate change scenarios", *Nature*, 416(6881), 626-629.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P. and Schapire, R. E. (2006) "Maximum entropy modeling of species geographic distributions", *Ecological Modelling*, 190(3-4), 231-259.
- Phillips, S. J. and Dudík, M. (2008) "Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation", *Ecography*, 31(2), 161-175.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., Dudík, M., Schapire, R. E. and Blair, M. E. (2017) "Opening the black box: an open-source release of Maxent", *Ecography*, 40(7), 887-893.
- Pinto, S., Santos, A., and Tabarelli, M. (2009) "Seed predation by rodents and safe sites for large-seeded trees in a fragment of the Brazilian Atlantic forest", *Brazilian Journal of Biology*, 69(3), 763-771.
- Politi, P. I., Arianoutsou, M. and Stamou, G. P. (2009) "Patterns of *Abies cephalonica* Seedling Recruitment in Mount Aenos National Park, Cephalonia, Greece", *Forest Ecology and Management*, 258(7), 1129-1136.
- Potts, S. G., Biesmeijer, J. C. and Kremen C., Neumann, P., Schweiger, O. and Kunin, W. E. (2010) "Global pollinator declines: trends, impacts and drivers", *Trends in Ecology & Evolution*, 25(6), 345-353.
- Pramanik, M., Paudel, U., Mondal, B., Chakraborti, S. and Deb, P. (2018) "Predicting climate change impacts on the distribution of the threatened *Garcinia indica* in the Western Ghats, India", *Climate Risk Management*, 19, 94-105.

- Primack, R. B., Higuchi, H. and Miller-Rushing, A. J. (2009) "The impact of climate change on cherry trees and other species in Japan", *Biological Conservation*, 142(9), 1943–1949.
- Priti, H., Aravind, N. A., Uma Shaanker, R. and Ravikanth, G. (2016) "Modeling impacts of future climate on the distribution of Myristicaceae species in the Western Ghats, India", *Ecological Engineering*, 89, 14–23.
- Pyke, C. R., Anelman, S. J. and Midgley, G. (2005a) "Identifying priority areas for bioclimatic representation under climate change: a case study for Proteaceae in the Cape Floristic Region, South Africa", *Biological Conservation*, 125(1), 1–9.
- Pyke, C. R. and Fischer, D. T. (2005b) "Selection of bioclimatically representative biological reserve systems under climate change", *Biological Conservation*, 121(3), 429–441.
- QGIS. "QGIS Development Team", <https://www.qgis.org/tr/site/>, Son erişim tarihi: 13.05.2019.
- Reaka-Kudla, M. L., Wilson, D. E. and Wilson, E. O., (eds). (1997) Biodiversity II: understanding and protecting our biological resources, *Joseph Henry Press*, Washington.
- Roberts, H. A. (1979) "Periodicity of seedling emergence and seed survival in some Umbelliferae", *Journal of Applied Ecology*, 16, 195–201.
- Sağlam, T. (1994) Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri, *Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi*, Tekirdağ.
- Scheldeman, X. and van Zonneveld, M. (2010) Training Manual on Spatial Analysis of Plant Diversity and Distribution, *Biodiversity International*, Rome, Italy.
- Schütz, W. P., Milberg, B. and Lamont, B. (2002) "Germination Requirements and Seedling Responses to Water Availability and Soil Type in Four Eucalypt Species", *Acta Oecologica*, 23(1), 23-30.
- Shivanna K. R. (2003) Pollen biology and biotechnology, *Science Publishers Inc*, Plymouth, England.
- Shivanna, K. R. and Tandon, R. (2014) Reproductive Ecology of Flowering Plants: A Manual 1st ed, *Springer India*, New Delhi, India.
- Shultz, S. M., Dunham, A. E., Root, K. V., Soucy, S. L., Carroll, S. D and Lev R. Ginzburg, L. R. (1999) Conservation biology: with RAMAS EcoLab, *Sinauer Associates*, Sunderland, England.
- Singh, G. (2010), Plant systematics, *Science Publishers*, New Hampshire, USA.
- Sinu P. A. and Shivanna K. R. (2007) "Pollination biology of large cardamom (*Amomum subulatum*): an important cash crop of Eastern Himalayas", *Current Science*, 93(4), 548–552.

- Sinu, P. A., Kuriakose, G. and Shivanna, K. R. (2011) "Is the bumblebee (*Bombus haemorrhoidalis*) the only pollinator of large cardamom in central Himalayas, India?", *Apidologie*, 42(6), 690-695.
- Sodhi, N. S. and Ehrlich, P. R., (eds). (2010) Conservation biology for all Online ed., *Oxford University Press*, Oxford, England.
- Sousa-Silva, R., Alves, P. Honrado, J. and Lomba, A. (2014) "Improving the assessment and reporting on rare and endangered species through species distribution models", *Global Ecological Conservation*, 2, 226–237.
- Still, S. M., Frances, A. L., Treher, A. C. and Oliver, L. (2015) "Using Two Climate Change Vulnerability Assessment Methods to Prioritize and Manage Rare Plants: A Case Study", *Natural Areas Journal*, 35(1), 106–121.
- Süel, H., Şentürk, Ö., Mert, A., Özdemir, S. and Yalçınkaya, B. "Habitat Suitability Modeling and Mapping", *V. International Multidisciplinary Congress of Eurasia*, Barcelona, Spain.
- Svenning, J., Fløjgaard, C., Marske, K. A., Nógues-Bravo, D. and Normand, S. (2011) "Applications of species distribution modeling to paleobiology", *Quaternary Science Reviews*, 30(21-22), 2930-2947.
- Tang, Q. and Ohsawa, M. (2002) "Coexistence mechanisms of evergreen, deciduous and coniferous trees in a midmontane mixed forest on Mt. Emei, Sichuan, China", *Plant Ecology*, 161(2), 215-230.
- Thomas, C. D., Cameron, A., Green R. E., Bakkenes, M., Beaumont, L. J., Collingham, Y. C., Erasmus, B. F. N., de Siqueira, M. F., Grainger, A., Hannah, L., Hughes, L., Huntley, B., van Jaarsveld, A. S., Midgley, G. F., Miles, L., Ortega-Huerta, M. A., Townsend Peterson, A., Phillips, O. L. and Williams, S. E. (2004) "Extinction risk from climate change", *Nature*, 427(6970),145-148.
- Thompson, K. and Grime, J. P. (1979) "Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats", *Journal of Ecology*, 67(3), 893.
- Thompson, K. (1993). "Persistence in soil", *Methods in comparative plant ecology*, *Chapman and Hall*, London, 199–202.
- Thornley, J. H. M. (1998) Grassland dynamics: an ecosystem simulation model, *CAB International*, Wallingford, Oxford, England.
- Tsuji, K., Hasyim, A. and Nakamura, A. (2004) "Asian weaver ants, *Oecophylla smaragdina*, and their repelling of pollinators", *Ecological Research*, 19(6), 669-673.
- Tüzüner, A. (1990) Toprak ve Su Analiz Laboratuvar El Kitabı, *Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy İşleri Genel Müdürlüğü*, Ankara.

- Vandelook, F., Bolle, N. and Van Assche, J. A. (2009) "Morphological and physiological dormancy in seeds of *Aegopodium podagraria* (Apiaceae) broken successively during cold stratification" *Seed Science Research*, 19(2), 115-123.
- Wallace, D. H. (1979) "Procedures for identifying S-allele genotypes of Brassica", *Theoretical and Applied Genetics*, 54(6), 249-265.
- Walther, G-R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T. J. C., Fromentin, J-M., Hoegh-Guldberg, O. and Bairlein, F. (2002) "Ecological responses to recent climate change", *Nature*, 416, 389–395.
- Wamelink, G. W., Goedhart, P. W. and Frissel, J. Y. (2014) "Why Some Plant Species Are Rare", *Plos One*, 9(7), 1-7.
- Wan, J., Wang, C., Yu, J., Nie, S., Han, S., Liu, J., Zu, Y. and Wang Q. (2015) "Developing conservation strategies for *Pinus koraiensis* and *Eleutherococcus senticosus* by using model-based geographic distributions", *Journal of Forestry Research*, 27(2), 389-400.
- Williams, J. N., Seo, C., Thorne, J., Nelson, J. K., Erwin, S., O'Brien J. M. and Schwartz M. W. (2009) "Using species distribution models to predict new occurrences for rare plants", *Diversity and Distribution*, 15(4), 565-576.
- Williams, S. E., Bolitho, E. E. and Fox, S. (2003) "Climate Change in Australian Tropical Rainforests: An Impending Environmental Catastrophe. Proceedings", *Biological Sciences*, 270(1527), 1887-1892.
- Willmer, P. G. and Stone, G. N. (1997) "How aggressive ant-guards assist seed set in Acacia flowers", *Nature*, 388(6638), 165-167.
- WORLDCLIM. " WorldClim - Global Climate Data", <https://www.worldclim.org/>, Son erişim tarihi: 13.05.2019.
- Wyatt, R (1983) "Pollinator-plant interactions and the evolution of breeding system", Real L (ed) *Pollination biology*, *Academic*, Orlando.
- Yates, C. J. and Broadhurst, L. M. (2002) "Assessing Limitations on Population Growth in Two Critically Endangered Acacia Taxa", *Biological Conservation*, 108(1), 13-26.
- Zych, M. (2006) "Diurnal activity of the key pollinators of *Heracleum sphondylium* L. (Apiaceae)", *Acta Agrobotanica*, 59(1), 279-288.

EKLER

Ek-1. Tez Çalışması Süresince Yapılan Akademik Çalışmalar

Kandemir, A. and Sarı, İ. (2019) “Impacts of insect herbivory on reproductive success of *Ferulago glareosa* (Apiaceae)”, ***Biological diversity and conservation***, 12(19), 160-166.



ÖZGEÇMİŞ

1974 yılında Erzincan'da doğdu. 9 Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Biyoloji Öğretmenliğinden 1997'de mezun oldu. 2014 yılında Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsünde yüksek lisansını tamamladı. 21 yıldır sürdürdüğü öğretmenlik mesleğine Erzincan Sosyal Bilimler Lisesi'nde devam etmektedir.

