

Amaranthus retroflexus L. TOHUMLARININ DORMANSİ DURUMUNA İKLİM
KOŞULLARININ ETKİSİ

Emeti KÖSE

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliği Uyarınca
Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Prof. Dr. Hülya FOOTITT

Temmuz-2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

"Emeti KÖSE tarafından hazırlanan "*Amaranthus retroflexus* L. TOHUMLARININ DORMANSİ DURUMUNA İKLİM KOŞULLARININ ETKİSİ" adlı tez çalışması, aşağıda belirtilen jüri tarafından Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek OY BİRLİĞİ / ~~OY ÇOKLUĞU~~ ile Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir."

05.07.2019

Prof. Dr. Önder UYSAL
Enstitü Müdürü, Fen Bilimleri Enstitüsü

Prof. Dr. Hayri DAYIOĞLU
Anabilim Dalı Başkanı, Biyoloji Anabilim Dalı

Prof. Dr. Hülya FOOTITT
Danışman, Biyoloji Anabilim Dalı

Sınav Komitesi Üyeleri

Prof. Dr. Hülya FOOTITT
Biyoloji Bölümü, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi

Doç. Dr. Murat ARDIÇ
Biyoloji Bölümü, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Süleyman TOPAL
Biyoloji Bölümü, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi



ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Bu tezin hazırlanmasında Akademik kurallara riayet ettiğimizi, özgün bir çalışma olduğunu ve yapılan tez çalışmasının bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olduğunu, çalışma kapsamında teze ait olmayan veriler için kaynak gösterildiğini ve kaynaklar dizininde belirtildiğini, Yüksek Öğretim Kurulu tarafından kullanılmak üzere önerilen Kütahya Dumlupınar Üniversitesi tarafından kullanılan İntihal Programı ile tarandığını ve benzerlik oranının % 15. çıktığını beyan ederiz. Aykırı bir durum ortaya çıktığı takdirde tüm hukuki sonuçlara razı olduğumuzu taahhüt ederiz.

Prof. Dr. Hülya FOOTITT



Emeti KÖSE



***Amaranthus retroflexus* L. TOHUMLARININ DORMANSİ DURUMUNA İKLİM KOŞULLARININ ETKİSİ**

Emeti KÖSE

Biyoloji, Yüksek Lisans Tezi, 2019

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hülya FOOTITT

ÖZET

Ana bitkilerin yetiştiği çevrenin, bitkinin genetik ve gelişimsel karakterleri yanında, tohum dormansi ve çimlenme üzerine önemli etkisi vardır. Türkiye’ deki tarım alanlarında istilacı bir yabancı ot türü olan *Amaranthus retroflexus* L.’ da çevre koşullarının fide çıkışı, fenoloji, tohumlarda dormansi ve çimlenme üzerine etkileri araştırılmıştır. Olgun tohumlar, yıllık ortalama sıcaklığı 9,3-20,6 °C olan lokalitelerde doğal olarak yetişen 8 popülasyondan toplanmıştır. F1 tohumlarının üretimi 2016-2017 yılında Kütahya’ da doğal koşullarda gerçekleştirilmiştir. Tohumlar Kasım 2016’ da toprağa gömülmüş ve deney tam şansa bağlı deneme planına göre dizayn edilmiştir. Fide çıkışı ve bitki gelişimi takip edilmiş, hasat tarihinde vejetatif ve generatif dokuların kuru ağırlığı belirlenmiştir. Ana ve F1 tohumlarının dormansi ve çimlenme potansiyelleri H₂O ve GA içeren ortamlarda, 25 ve 35 °C’ de test edilmiştir.

Arazide fide çıkışı, soğuk bir mevsimin ardından Nisan’ ın ilk haftasında başlamış ve Mayıs’ ın son haftasında maksimuma ulaşmıştır. Fide çıkış oranı popülasyonlar arasında farklıdır ve bu farklılık tohumların toprağa gömüldükleri çevre koşullarından bağımsız olarak, tohum popülasyonlarının başlangıçtaki dormansi durumları ile ilişkilidir. Yüksek fide çıkışına sahip popülasyonlar, laboratuvar deneylerinde %50 çimlenme oranına daha kısa sürede ulaşmış ve yüksek çimlenme göstermiştir. Popülasyonlar aynı zamanda morfolojik karakterlerde fenotipik plastisite göstermiştir. F1 tohumları ana tohumlardan daha dormant olsa da, aydınlık ortamda sıcaklığa verdiği cevap ana tohumlarla benzerdir. Sonuçlar, bu popülasyonların tohum davranışlarının adapte oldukları çevre koşulları ile ilgili olduğunu göstermektedir. Yabancı otlardaki geniş genetik farklılıklar göz önüne alındığında, *A. retroflexus* iklim değişikliklerine rekabet halinde olduğu ve genetik farklılıkları az olan tarımsal bitkiler’ den daha hızlı adapte olabilir. Bu durum potansiyel olarak ülkemizdeki tarımsal üretim için ekonomik sorunlar yaratabilir.

Anahtar Kelimeler: Amaranth spp., Dormansi, Kırmızı Köklü Tilki Kuyruğu, Küresel Isınma.

**EFFECT OF CLIMATE ON THE SEED DORMANCY STATE OF
Amaranthus retroflexus L.**

Emeti KÖSE

Biology, M.Sc. Thesis, 2019

Thesis Supervisor: Prof. Dr. Hülya FOOTITT

SUMMARY

Maternal environment, beside genetic and developmental characters of a plant, has a significant influence over seed dormancy and germination. The impact of environmental conditions on seedling emergence, phenology, seed dormancy and germination was investigated in *Amaranthus retroflexus* L., an invasive weed species in agricultural fields in Turkey. Mature seeds were collected from naturally occurring 8 populations, originating from the localities where the annual temperature ranges between 9.3-20.6 °C. The production of F1 progeny were conducted in 2016-2017 under natural conditions at Kütahya. Seeds were buried in the soil at November 2016 and the experimental design was arranged as randomized complete block. Seedling emergence and plant development were recorded, and at harvest the dry weight of vegetative and reproductive tissues were determined. Dormancy and germination potential of mother and F1 seeds were tested on H₂O and GA at 25 and 35 °C.

Seedling emergence in the field started over a cold season in the first week of April and reached maximum at the end of May. Seedling emergence rate differed among populations and this was related with the initial dormancy status of these seed populations, regardless of the environment in which they were buried. Populations with higher seedling emergence showed higher germination and shorter time to reach 50% germination in laboratuvarı experiment. Populations also showed phenotypic plasticity in morphological characters. F1 seeds, like mothers, showed similar response to temperature in the light although they were more dormant than the mothers. Results show that the seed behaviour of these populations is related to the environment to which they were adapted. Considering the wide genetic diversity of weed species, *A. retroflexus* may well adapt more rapidly to climate change than the crop species with narrow genetic diversity with which it competes. This has potentially serious economic consequences for crop production in Turkey.

Keywords: Amaranth spp., Dormancy, Global Warming, Redroot Pigweed.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yürütülmesinde büyük emeği geçen, hiçbir zaman ilgi ve yardımlarını esirgemeyen, çalışmalarımın her aşamasında beni teşvik eden ve bana yol gösteren tez danışmanım sayın Prof. Dr. Hülya FOOTITT' e sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek Lisans eğitimim boyunca laboratuvar ve arazi çalışmalarında yardımcı olan Dr. Steven FOOTITT' e, Biyolog Hamdi KAYA' ya, yüksek lisans öğrencisi Tarık ELMUSA' ya, tüm Biyoloji Bölümü öğretim üyelerine, doğrudan ve dolaylı olarak yardım eden herkese, hayatımın her aşamasında seçimlerimi yargılamadan bana destek olan sevgili aileme teşekkür ederim.

Kütahya DPÜ, Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı, Park ve Bahçeler Birimi' ne araştırmayı gerçekleştirdiğimiz arazinin temininde yardımcı olduklarından dolayı İbrahim AYDOĞMUŞ' a, Ahmet ÖZDEMİR'e, diğer birim çalışanlarına, emekli Halil EFE' ye ve iklim verilerini sağlayan Meteoroloji Genel Müdürlüğü' ne ayrıca teşekkür ederim.

Bu yüksek lisans tezinin laboratuvar temelli çalışmaları, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığı tarafından sağlanan 2017-70 no' lu proje ile desteklenmiştir. Sağladıkları imkan ve kaynaklardan dolayı bu kuruma ve tüm çalışanlarına da teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	v
SUMMARY	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. MATERYAL VE METOD	7
2.1. Doğal Yayılış Alanlarından <i>Amaranthus retroflexus</i> Tohumlarının Elde Edilmesi.....	7
2.2. Doğal Koşullarda Fide Çıkışı ve Bitki Gelişimi	9
2.2.1. Arazinin hazırlanması ve tohum ekimi	9
2.2.2. Tohum yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi	12
2.3. Laboratuvar Koşullarında Tohum Çimlendirme Yöntemi	12
2.4. İklimsel Veriler	13
3. SONUÇLAR	14
3.1. Tohumlarının Toplandığı Lokalitelerin İklimsel Özellikleri	14
3.2. Arazi Koşullarında <i>Amaranthus retroflexus</i> ' un Fenolojik Özellikleri	21
3.2.1. Fide çıkışı	21
3.2.2. Morfolojik özellikler.....	23
3.2.3. Populasyonlar arası morfolojik farklılıklar	26
3.3. <i>Amaranthus retroflexus</i> Tohumlarının Çimlenme Davranışları	29
3.3.1. Anne bitki tohumlarının çimlenme davranışları	29
3.3.2 Anne ve F1 tohumlarının çimlenme davranışları	32
3.3.3. Arazide fide çıkışı ile laboratuvarda anne ve F1 tohumlarının çimlenme davranışlarının karşılaştırılması.....	33
4. TARTIŞMA	34
4.1. Fide Çıkış Fenolojisi ve Dormansi	34
4.2. Fenotipik Plastisite	36
4.3. İklim Değişiklikleri ve Dormansi.....	37

İÇİNDEKİLER (devam)**Sayfa**

KAYNAKLAR DİZİNİ	39
ÖZGEÇMİŞ	



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
2.1. <i>Amaranthus retroflexus</i> yabancı otunun, tabii yayılış sahalarındaki genel görünümü.	8
2.2. Araştırmanın yapıldığı arazinin hazırlanış aşamalarından görüntüler.	10
2.3. Araştırma sahasında, tabii şartlarda yetiştirilen <i>A. retroflexus</i> yabancı otu ve tohumları.	11
3.1. Bursa (Marmara Bölgesi) ve Bolu (Batı Karadeniz Bölgesi) illerinin yıllık meteoroloji verilerine göre iklim diyagramları.	15
3.2. Kütahya ve Afyon (İç Ege Bölgesi) illerinin yıllık meteoroloji verilerine göre iklim diyagramları.	16
3.3. Eskişehir ve Konya (İç Anadolu Bölgesi) illerinin yıllık meteoroloji verilerine göre iklim diyagramları.	17
3.4. Isparta (Batı Akdeniz Bölgesi) ve Mersin (Orta Akdeniz Bölgesi) illerinin yıllık meteoroloji verilerine göre iklim diyagramları.	19
3.5. Kütahya ili Kasım 2016 ve Ekim 2017 tarihleri arası günlük toprak sıcaklıkları ve yağış durumu.	20
3.6. Arazi koşullarında <i>A. retroflexus</i> fide çıkışı ve iklim.	22
3.7. Araştırmanın yürütüldüğü arazinin 23 Nisan 2017' ye ait görünümü.	23
3.8. Coğrafi konum ile arazide fide çıkışı arasındaki ilişkisi.	24
3.9. Bitki boyu ile yan dal sayısı, toprak üstü biyokütle ve tohum biyokütlesi arasındaki ilişki.	25
3.10. Toprak üstü biyokütle ile yan dal sayısı ve tohum biyokütlesi arasındaki ilişki.	26
3.11. <i>A. retroflexus</i> popülasyonlarına ait bitkilerin boy ve yan dal özellikleri.	27
3.12. <i>A. retroflexus</i> popülasyonlarına ait bitkilerin toprak üstü biyokütle ve tohum biyokütlesi.	28
3.13. <i>A. retroflexus</i> tohumlarının 25 °C sıcaklıktaki çimlenme durumu.	30
3.14. <i>A. retroflexus</i> tohumlarının 35 °C sıcaklıktaki çimlenme durumu.	31
3.15. Anne ve F1 tohumlarının çimlenme oranları.	32
3.16. Doğal koşullarda fide çıkışı ile laboratuvar koşullarında tohum çimlenme davranışlarının karşılaştırılması.	33

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge

Sayfa

2.1. <i>A. retroflexus</i> popülasyonlarının elde edildiği lokalitelerin koordinatları ve toplanma tarihleri.	7
3.1. Araştırmanın yapıldığı lokalitenin iklimsel özellikleri.	20
3.2. Kütahya ili Mart-Haziran 2017 tarihleri arası toprak sıcaklıkları.	23
3.3. Bitki boyu ve toprak üstü biyokütle ile yan dal sayısı, toprak üstü biyokütle ve tohum biyokütlesi arasındaki lineer regresyon sonuçları.	24



1. GİRİŞ

Dünyanın etrafını saran atmosferimiz sera gazı olarak adlandırılan karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), nitrik oksit (N₂O), ozon (O₃) ve su buharı gibi gazlar sayesinde yeryüzünden yansıyan güneş ışınlarının bir kısmını tekrar yeryüzüne göndererek, yeryüzündeki ortalama sıcaklığın canlılığın devamını sağlayacak şekilde korunmasına imkan verir. Fakat bugün insan faaliyetlerinin atmosferde yarattığı etkinin sonucu olarak sera gazlarının artması iklimlerde değişiklik meydana getirmiş ve ön görülen senaryolar gerçeğe dönüşmüştür. 2017 yılında küresel CO₂, CH₄ ve N₂O değerlerinin endüstriyel dönem öncesine göre (1750) en yüksek seviyede, CO₂' nin 405,5 ppm, CH₄' ün 1859 ppb ve N₂O' nun 329,9 ppb olduğu rapor edilmiştir. Bu değerler endüstriyel dönem öncesinin sırasıyla, %146, %257 ve %122 üzerindedir (WMO, 2018).

Sera gazlarındaki artış küresel ortalama sıcaklıklardaki artışı da beraberinde getirmiştir. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli' nin (IPCC; The Intergovernmental Panel on Climate Change) 2018 raporuna göre, 2006-2015 arası 10 yıllık dönemdeki küresel sıcaklığın, endüstriyel dönem öncesi (1750-1900) değer 0,86 °C üzerinde olduğu belirtilmiştir. Yakın geçmiş 2009-2018 arası son 10 yıllık dönemde ortalama artış 0,98 °C, 2014-2018 arası son 5 yıllık dönemde ise 1,04 °C' dir. Dolayısıyla günümüzde iklim değişikliklerinin en belirgin sonuçları arasında havadaki CO₂ seviyesinde artış, sıcaklık artışı (hava ve toprak), günlük ve mevsimsel sıcaklık değişimleri, sellere veya kuraklığa sebep olan yağış rejimlerindeki değişiklikler, kuvvetli rüzgarlar yer alır.

Canlıların yaşamlarını sağlıklı ve sorunsuz bir şekilde sürdürebilmeleri, biyolojik kütleinin büyük bir bölümünü oluşturan bitkilere ve tarımsal üretimin devamlılığına bağlıdır. Ancak küresel ısınma sonucu iklimlerde meydana gelen değişiklikler birincil üretici olan bitkilerin gelişimini etkilemektedir. Genel olarak bakıldığında artan sıcaklık ve CO₂' nin bitki gelişimini olumlu yönde etkileyerek üretim ve verimi artırabileceği söylenebilir. CO₂ miktarındaki artış, C₃ fotosentez yolunu kullanan bitki türlerinde vejetatif büyümeyi C₄ yolunu kullanan bitkilere göre çoğunlukla daha fazla artırır (Patterson, 1995; Ziska ve Goins, 2006; Miri vd., 2012). Fakat ne tarımsal bitkilerin tümü C₃ ne de onlarla rekabet halinde olan yabancı otların tümü C₄ yolunu kullanır. Tarımsal alanlarda büyük sorun yaratan 18 yabancı ot türünden 14 tanesi C₄ iken, insanoğlunu' nun yiyecek ihtiyacının büyük çoğunluğunu karşılayan 86 bitki türünden sadece 5' i C₄' tür. Örneğin ekonomik değeri yüksek C₃ bitkileri pirinç ve buğday, C₄ yolunu kullanan *Echinochloa crus-galli* (darıcan) veya C₃ yolunu kullanan *Phalaris minor* (cüce kanyaş), *Oryza sativa* (yabani pirinç) gibi yabancı otlarla, C₄ bitkileri olan mısır, şeker kamışı,

sorgum ise önemli bir C₃ yabancı otu olan *Chenopodium album* ile (sirken) rekabet halindedir. Dolayısıyla CO₂ seviyesindeki artış tarımsal C₃ ve C₄ bitkilerinde yabancı otlardan kaynaklanan kayıpları artırabilir (Ziska, 2000; Ziska vd., 2010; Upasani ve Barla, 2018). Yabancı otlardaki genetik farklılıkların tarımsal bitkilerden daha fazla olduğu, yüksek sıcaklık ve su stresine C₄ bitkilerinin daha dayanıklı olduğu göz önüne alındığında iklim değişikliklerinin tarımsal bitkiler üzerindeki etkisi çok daha fazladır. Sonuç olarak artan sıcaklık ve CO₂, gerek tarımsal gerekse insanoğlunun yetişmesini istemediği yabancı otlarda, bitkinin kök/gövde oranı, dallanma, yaprak büyüklüğü, tomurcuklanma ve çiçeklenme zamanı, çiçek sayısı, meyve oluşumu ve miktarı, tohum sayısı, tohum çimlenme ve çimlenme zamanı gibi özelliklerini, kısacası hayat döngüsünü etkileyecektir (Ramesh vd., 2017).

Bitkiler yaşadıkları ekosistem içerisinde, toprak, biyosfer ve atmosfer ile etkileşim halindedir. Bu etkileşimden dolayı atmosfer ve biyosferdeki belirgin mevsimsel değişikliklerle ilgili bilim dalı olan fenoloji karşımıza çıkmaktadır. Fenoloji eski Yunanca' da göstermek veya görünmek anlamlarına gelen "Phainestai" dan gelmektedir (Koch vd., 2007). Fenoloji, bitkilerin ve hayvanların büyüme ve gelişme dönemlerindeki değişik safhaları ve bu safhaların iklimle olan ilişkilerini inceleyen bir bilim dalı olarak açıklanabilir (DMI, 2005). Bitki ve hayvanların hayat döngülerinde periyodik olarak tekrarlanan biyolojik olaylar fenolojik safhalardır. Örneğin; yaprak ve çiçeklerin açma tarihleri, yaprakların dökülmesi, kelebeklerin ilk uçuşu, kuşların ve amfibyumların yumurtlama zamanları (Şensoy, 2015).

Fenoloji, iklim değişikliklerinin ekosistemler üzerine etkisini gösteren temel bir biyolojik indikatördür. İklim koşullarının değişmesi çok veya tek yıllık bitkilerin, yıllık mevsimsel dinamiklerini ve vejetasyonun başlama sürecini etkiler. Örneğin; Romanya' da 1995-2009 yılları arasında erik ağaçları üzerinde yapılan bir çalışmada, 2007 yılındaki ortalama sıcaklığın diğer yıllara göre daha yüksek olmasından dolayı çiçeklenmenin 12-20 gün önce olduğu bildirilmiştir (Cosmulescu vd., 2010). Litvanya' da 1961-2010 yıllarını kapsayan 50 yıllık bir çalışmada, bahar-yaz mevsim periyodunun uzadığı ve ilkbaharın başlangıcını gösteren, indikatör bitki olarak kabul edilen fındıkta, (*Corylus avellana* L.) çiçeklenmenin öne kaydığı tespit edilmiştir. Buna karşın sonbaharın başlangıcını gösteren ve indikatör bitki olarak kabul edilen akçağaçta (*Acer platanoides* L.) ise, yaprakların renk değiştirme zamanında farklılık görülmemiştir (Romanovskaja vd., 2012). Benzer şekilde ülkemizde 2012-2013 yıllarında elma ağaçları üzerinde yapılan bir çalışmada tomurcuklanma, çiçeklenme, yaprak dökümü gibi bütün fenolojik safhaların 2013 yılında 2012' ye göre öne kaydığı bulunmuştur (Seymen ve Polat, 2015).

Çimlenme, fide çıkışı ve dormansi; Çimlenme, bir tohumun su alması (imbibisyon) ile başlayan ve embriyonik radikulanın onu çevreleyen endosperm, perisperm, testa veya perikarptan çıkmasıyla sonlanan fizyolojik bir olaydır. Çimlenme fide büyümesini kapsamaz, fide büyümesi çimlenme tamamlandıktan sonra başlar. Fide büyümesi; fide çıkışı, fide belirmesi veya fide oluşumu olarak tanımlanır. Fide çıkışı, bir fidenin, anne tarafından üretilen ve yenilenemeyen tohum depo maddelerine bağımlılığının kalmadığı fotosentez yapmaya başladığı zamanı temsil eder. Fide çıkışının zamanlanması, komşularıyla başarılı bir şekilde rekabet edebilme, herbivorlar tarafından yenilme, hastalıkla enfekte olma ve büyüme mevsimi sona ermeden, büyüme, olgunlaşma ve üreme gibi olasılıkları belirler (Bewley vd., 2013; Penfield, 2017). Dormansi ise bir organizmanın hayat döngüsü içinde büyüme ve gelişmenin geçici olarak durdurulduğu bir zaman periyodudur. Dormansi, çimlenme için ihtiyaç duyulan koşulları tanımlayan tohum karakteri olarak ifade edilmiştir (Baskin ve Baskin, 2004; Finch-Savage ve Leubner-Metzger, 2006; Graeber vd., 2012; Footitt ve Finch-Savage, 2017).

Bu noktada, bitkilerin değişen çevre koşullarına adaptasyon şekilleri büyük oranda, hayat döngülerindeki iki kritik safhaya; çiçeklenme ve çimlenme fenolojisine bağlıdır. Birçok bitki türünün populasyonlarında doğal koşullarda fide çıkışının zamanlaması, populasyonun üreme potansiyelini (tohum üretimi) ve bir yıl veya bir mevsimde kaç jenerasyon oluşturabileceğini belirler. Ayrıca, fide çıkışının zamanlaması önemli derecede bitkinin çiçeklenme zamanına dolayısıyla ana bitkilerin maruz kaldığı çevre koşullarının çimlenme ve dormansi üzerine etkisine bağlıdır. Çimlenme ve dormansi üzerindeki bu çevresel etkiler fide çıkışını, sonuçta bitki hayat döngüsünü ve populasyonun devamlılığını belirler (Bewley vd., 2013; Finch-Savage ve Footitt, 2017).

Olgun kuru tohumların nem içeriği genellikle çok düşüktür (%5-15) ve bu durumda metabolik aktiviteyi minimuma indirip yıllarca yaşayabilirler. Toprak tohum bankasındaki dormant tohumlar çevresel sinyalleri algılayarak dormansi durumlarını devamlı olarak düzenler. Yavaş mevsimsel değişimler (sıcaklık) yıl içindeki zamanın algılanması ve dormansi seviyesini ayarlamak için kullanılır. Bu durumda tohum o andaki ışık, su potansiyeli ve nitrat gibi çevresel sinyallere hassasiyetini değiştirir ve çimlenme için uygun olan çevre şartlarının var olduğunu algılar (Donohue, 2009; Penfield, 2017; Finch-Savage ve Footitt, 2017).

Tek yıllık bitkilerin tohumlarındaki dormansi, fide gelişimi ve bitki büyüme mevsimine göre ya tamamen ortadan kalkar ya da düşer. Bir tohum popülasyonunun dormansi seviyesinin sıcaklığa göre değişmesi iki şekilde olabilir; (i) Yazlık tek yıllık türlerin tohumları, yaz mevsiminin sonunda dormansi düzeyi yüksek olarak çevreye dağılır ve tohumlardaki dormansi

kış aylarındaki soğuk sıcaklıklar tarafından ortadan kalkar. Yüksek yaz mevsimi sıcaklıkları aynı tohumun tekrar dormansiye girmesine yani sekonder dormansiye sebep olabilir. (ii) Kışlık tek yıllık türlerin tohumları, bahar ortası veya erken yaz döneminde çevreye yayılır ve dormansi yüksek yaz sıcaklıkları tarafından ortadan kalkar. Buna karşın düşük kış ayı sıcaklıkları ise sekonder dormansiye girmesine sebep olur. Tek bir tohum popülasyonunda bu dormant ve dormant olmayan evreler yıllarca sürebilen bir dormansi döngüsü oluşturur (Forcella vd., 2000; Footitt vd., 2013; Huang vd., 2015; Finch-Savage ve Footitt, 2017).

Günümüzde küresel ısınma sonucu, biyolojik ilkbahar daha erken ve biyolojik sonbahar daha geç gelmektedir (Penuelas ve Filella, 2009; Parmesan ve Hanley, 2015). Böyle bir iklimsel değişim tohumlarda dormansi seviyesini, neticesinde çimlenme ve fide çıkış zamanını değiştirecektir. Çimlenme fenolojisindeki etkisinin yanında, toprak sıcaklığındaki artış toprak tohum bankasındaki tohumların canlılık oranını düşürebilir (Ooi vd., 2009; Hoyle vd., 2013) veya hava sıcaklığındaki artış generatif evrede düşük sıcaklıklara adapte olmuş popülasyonlarda fertiliteyi azaltabilir (Huang vd., 2014). Sonuçta toprak tohum bankasına giren tohum sayısı azalır.

Örneğin, Kuzey Amerika’ da istilacı bir tür olarak kabul edilen Sarımsak hardalı (*Alliaria petiolata*)’ nın tohumları sıcaklığın düşük olduğu ilkbahar başlangıcında çimlenir, fide oluşturur ve rekabet halindeki bitkilerden daha önce büyür. Tohumlarındaki dormansi kış aylarında maruz kaldığı düşük sıcaklık ile ortadan kalkar. Küresel ısınma senaryoları göz önüne alınarak yapılan araştırmada toprak sıcaklığındaki artışın, fide çıkışını azalttığı ve tohum ölümlerini ise artırdığı tespit edilmiştir. Küresel ısınma sonucu sıcaklık arttıkça, dormansinin ortadan kalkması için ihtiyaç duyulan soğuklamanın yeterince karşılanamayacağı, fakat popülasyon içinde düşük dormansi gösteren tohumlardan fide çıkışının devam edeceği önerilmiştir. Bu düşük dormansi gösteren tohumların seleksiyonundan kaynaklanan adaptasyon ise popülasyonun zaman içinde tohum soğuklama ihtiyacını düşürecektir (Footitt vd., 2018).

Yabancı otlar, tohumlarının çimlenmesi için birbirinden farklı sıcaklık isteklerine sahiptirler. Bu özellikleri onların yıl içerisinde değişik zamanlarda ortaya çıkmasına neden olmakta ve buna bağlı olarak kültür bitkileriyle her zaman bir arada olmalarına imkan sağlamaktadır (Ghosheh, 2004). Ayrıca ana bitki, kendi maruz kaldığı çevre koşullarını tohumlarına ve ondan gelişen fidelerine aktararak onları değişen iklim koşullarına karşı uyarmakta ve türünün yaşama şansını artırmaktadır (Baskin ve Baskin, 1988; Kendal ve Penfield, 2012; Penfield, 2017). Bu durum istilacı türlerin adaptasyon yeteneklerini artırarak daha geniş alanlara yayılmasını sağlamaktadır. Bu sebeple yabancı otların tohum biyolojisi ve

fide oluşturma kabiliyeti gibi popülasyon dinamiklerinin belirlenmesi ve iklim değişikliklerine uyum yeteneklerinin saptanması etkili mücadele yöntemlerinin ortaya konmasında önem taşır (Norris, 2007; Efthimiadou vd., 2009; Vencil vd., 2012).

Amaranthus retroflexus L. ülkemizde, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı' nın hazırladığı Ziraî Mücadele Teknik Talimatları' na göre, tarım ve tarım dışı arazilerde çok geniş bir yayılıma sahip olan yabancı bir ot türüdür (Aydemir, 2008). Türkiye' de istilacı bitki türleri kapsamında değerlendirilir ve yaklaşık 34 farklı bitki türünün yetiştirildiği alanda varlığı tespit edilmiştir (Birişik, 2015). Bu sebeple ülkemizin çok farklı coğrafi konum ve iklime sahip bölgelerinde yaşayabilen bu bitkinin tohumlarda dormansi, çimlenme ve fide çıkış fenolojisinin belirlenmesi tarımsal alanlarda verdiği ekonomik kayıplar göz önüne alındığında oldukça önemlidir.

Bu araştırmada, ülkemizin farklı bölgelerindeki doğal yayılış alanlarından toplanan *A. retroflexus* tohumlarının ortak bir bölgede (Kütahya) yine doğal koşullarda ekilmesi sonucu fide çıkış ve bitki gelişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, anne ve F1 tohumlarının dormansi durumları belirlenerek farklı coğrafi bölge ve çevre koşullarında yaşayan popülasyonların adaptasyon yetenekleri hakkında bilgiler ortaya konmuştur. Aşağıda takip eden kısımda *Amaranthus retroflexus*' un biyolojisi hakkında kısa bir bilgi verilmiştir.

Amaranthus L. (Amaranthaceae), monoik ve dioik, genellikle tek yıllık, dünyada yaklaşık 70 türü içeren bir cinstir (Iamónico, 2010; Assad vd., 2017). Bu cinsin Türkiye florasında tanımlanan 14 türü vardır. (Güner, 2012). Genellikle "Amaranth" veya Türkçe adı "Horoz ibiği" olarak ifade edilmektedir. *Amaranthus retroflexus* L. (Kırmızı köklü tilki kuyruğu) ülkemizde tarımsal arazilerde sorun oluşturan yabancı otların en önemlileri arasında yer alır (Kınay, 2014).

Bitki yazlık, tek yıllık, tohumla üreyen bir bitkidir. Kazık kökler çoğunlukla kırmızımsı renkte, gövde 0,1-2 m uzunluğunda dik, basit veya dallanmış yeşil-hafif kırmızımsı, yapraklar alternat, uzun saplı, seyrek tüylü, ovat ve gri-yeşil renktedir. Çiçekler sık ve küme şeklinde, brakte ve brakteoller perianttan uzun ve 5 tepal içerir, dişi ve erkek çiçekleri vardır. Polenleri 18-28 çapında 30-40 pora sahiptir. Meyve kapsül şeklinde ve 1 tohum içerir. Olgun tohumlar parlak siyah renkli, embriyo konumu periferaldir. Kromozom sayısı $2n=34$ ve $2n=32$ olarak belirtilmiştir (Costea vd., 2004; Finch-Savage ve Leubner-Metzger, 2006; Iamónico, 2010; Assad vd., 2017). Yayılış olarak deniz seviyesinden 0-1600 m arasında görülür. Tür çok çeşitli toprak yapısı ve pH' yı tolere ederek, tarım ve tarım dışı alanlarda büyüyebilir (Assad vd., 2017; Hao vd., 2017). Anavatanı Kuzeydoğu Amerika' dır (Sauer, 1988; Kaya, 2016).

C₄ fotosentez yolunu kullanan bu yabancı ot, sıcaklığı sever ve nitrofiliktir (Sage ve Pearch, 1987). Yüksek sıcaklık ve yağış bitki biyokütlesini pozitif yönde etkiler (Satrapova vd., 2013). Küresel ısınma sonucu Avrupa’ da son 10 yıldır tarıma elverişli arazilerde görülen bu türün, coğrafik dağılımının kuzeye doğru ilerlediği rapor edilmiştir (Peters vd., 2014). Bir bitki uygun ekolojik koşullarda milyonlarca tohum üretebilir, tohumların çevreye dağılımı rüzgar (anne bitkiden yaklaşık 2 m uzaklığa), su, hayvanlar (kuşlar ve memeliler) ve insanlar tarafından olabilir (Huang vd., 2000; Iominico, 2010; Haidar vd., 2010).

Amaranthus retroflexus tohumlarında fizyolojik dormansi görülür ve anne bitkilerin yetiştiği iklim şartları dormansi seviyesinde farklılıklara neden olabilir. Tohumlar çevreye primer dormant olarak dağılır (Baskin ve Baskin, 1988; Baskin ve Baskin, 2014). Kuru şartlarda, dormansinin ortadan kalkması için ihtiyaç duyulan süre, tohum olgunlaşmasından sonra yaklaşık 270-360 gün, optimal tohum çimlenme sıcaklığı 35 °C’ dir (Kigel vd., 1979; Christaudo vd., 2007; Kaya, 2016). Toprak tohum bankasındaki su almış tohumlarda, 4 ve 2 saatlik sırasıyla, 55 ve 60 °C ısı uygulaması çimlenme oranını önemli derecede azaltmış, kuru tohumlarda ise çimlenmenin önemli derecede azalması için 115 °C’ de 9 saatlik bir bekletilme süresine ihtiyaç olduğu bildirilmiştir (Baskin ve Baskin, 2014).

Doğal koşullarda bitki yapraklarının altına geçen ışıktaki, kırmızı ötesi ışık (FR) oranının yüksek olması, sıcaklığa bağlı olarak tohumlarda sekonder dormansiye ve tohumların toprakta canlı kalma süresini artırır (Doroszewski, 1997; Górski vd., 2013). Ayrıca tohum oluşumu sırasındaki kısa veya uzun gün periyodları olgun tohumların çimlenme davranışlarında farklılıklara sebep olabilir. Kısa günlerde büyüyen bitki tohumlarının karanlıkta çimlenme oranının daha fazla olduğu, soğukta stratifikasyona daha iyi cevap verdiği ve kısa süreli ışık uygulamasına uzun günlerde büyüyen bitki tohumlarından daha hassas olduğu bulunmuştur (Kigel vd., 1977).

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Doğal Yayılış Alanlarından *Amaranthus retroflexus* Tohumlarının Elde Edilmesi

Amaranthus retroflexus L. bitkileri doğal yayılış alanlarından 2014 yılında 3 (Afyonkarahisar, Isparta, Bursa) ve 2016 yılında 5 ayrı (Bolu, Eskişehir, Mersin, Kütahya, Konya) lokaliteden toplanmıştır (Çizelge 2.1). Bu tür yaygın olarak yol kenarları, terk edilmiş bölgeler veya tarımsal alanlarda doğal olarak yetiştiğinden örnekleme için yasal izine ihtiyaç duyulmamıştır. Sekiz farklı popülasyona ait bu ana tohumlar laboratuvar koşullarında tohum çimlendirme ve doğal koşullarda fide ve bitki gelişimi çalışmalarında kullanılmıştır. Kuzeyden güneye doğru bir sıralamayı takip edilerek bitkilerin elde edildiği alanların koordinatları ve toplanma tarihleri Çizelge 2.1 ' de verilmiştir. Ayrıca *Amaranthus retroflexus* yabancı otunun, tabii yayılış sahalarındaki genel görünümü de Şekil 2.1 ' de verilmiştir.

Çizelge 2.1. *A. retroflexus* popülasyonlarının elde edildiği lokalitelerin koordinatları ve toplanma tarihleri.

Lokalite	Yükseklik (m)	Enlem	Boylam	Toplanma tarihi
Bolu/Karaköy	735	40°42' 15" K	31° 33' 15" D	28.08.2016
Bursa/Merkez	89	40° 16' 13" K	29° 02' 58" D	20.09.2014
Eskişehir/Kayıköyü	1075	39° 50' 48" K	31° 24' 52" D	01.09.2016
Kütahya/Merkez	947	39° 27' 06" K	29° 56' 23" D	17.10.2016
Afyon/Merkez	1009	38° 47' 25" K	30° 30' 40" D	11.09.2014
Konya/Merkez	1104	38° 00' 40" K	32° 31' 29" D	22.10.2016
Isparta/Merkez	970	37° 46' 28" K	30° 34' 18" D	18.09.2014
Mersin/Merkez	72	36° 46' 45" K	34° 31' 52" D	02.09.2016

A. retroflexus' un teşhisinin yapılmasında başta Davis vd., (1967)' nin "Flora of Turkey and The East Aegean Islands" adlı eseri olmak üzere, Dumlupınar Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü Herbaryumu, Costea vd., 2004 ve Horak vd., 1994' ten yararlanılmıştır.



Şekil 2.1. *Amaranthus retroflexus* yabancı otunun, tabii yayılış sahalarındaki genel görünümü.

Doğal yayılış alanlarından toplanan bitkilerin tohumlarında dormansi durumlarını korumak amacıyla, bitkiler oda koşullarında 15 gün bekletildikten sonra tohumlar bitkiden silkeleme veya sıvazlama işlemiyle çıkarılmış, araştırma başlatılana kadar -20 °C’ de hava geçirmeyen kaplarda muhafaza edilmiştir.

2.2. Doğal Koşullarda Fide Çıkışı ve Bitki Gelişimi

2.2.1. Arazinin hazırlanması ve tohum ekimi

Araştırma, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Evliya Çelebi Yerleşkesi içinde bulunan arazide 2016-2017 yılında yürütülmüştür. Araştırma alanının konumu, 29° 53' 56" D ve 39° 28' 59" K paralelleri arasında, denizden yüksekliği 1026,38 metredir. Arazi çalışmasına ait bazı genel görüntüler Şekil 2.2 ' de verilmiştir.

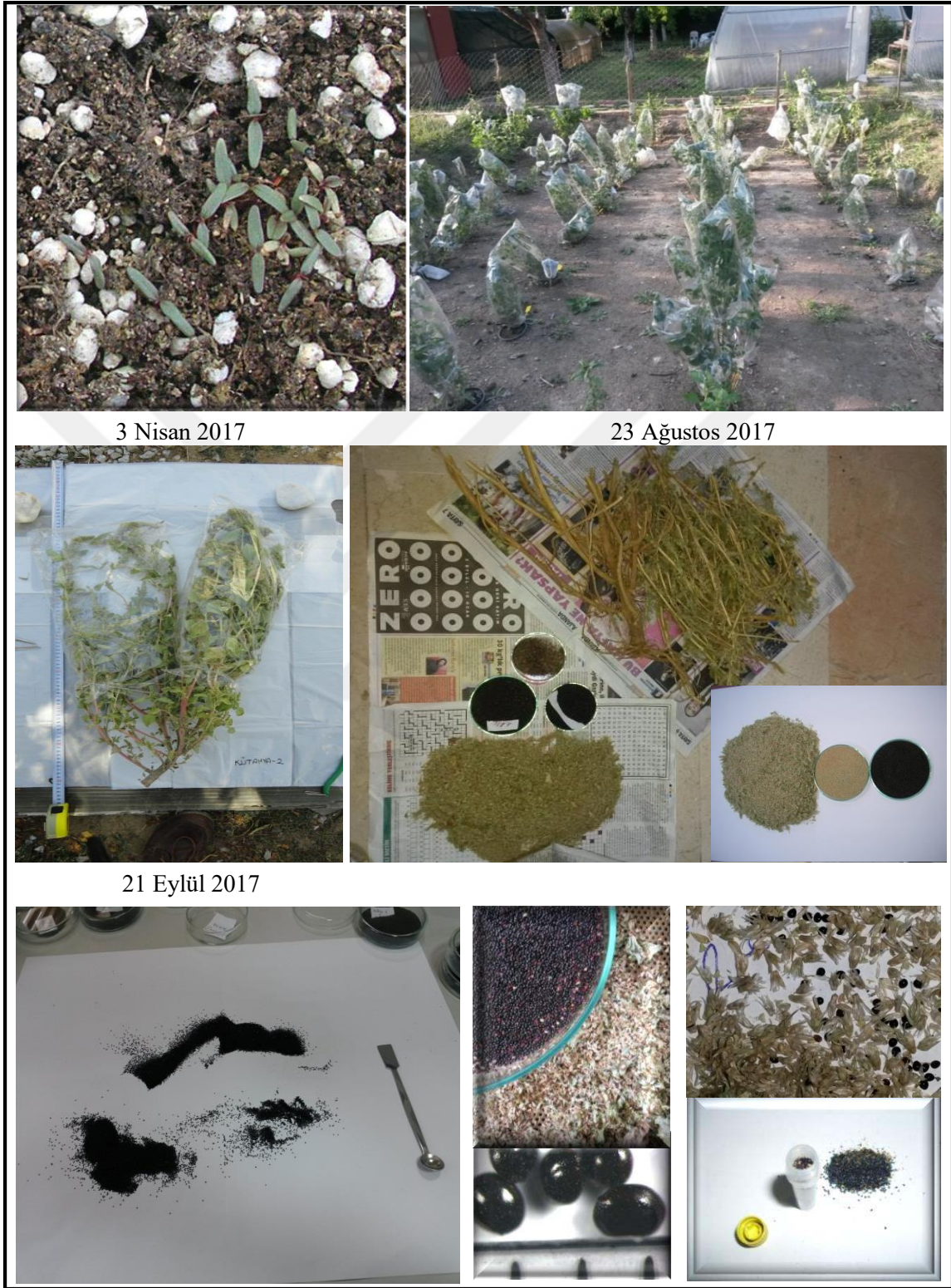
Araştırma tam şansa bağlı blok deneme planına göre düzenlenmiş ve her popülasyon için 4 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Plastik saksılar (çap 16 cm) arazi ile aynı seviyede olacak şekilde toprağa gömülmüş ve içleri temiz toprak (Potground H, Germany) ile doldurulmuştur. Tohumlar 17 Kasım 2016 tarihinde her saksı başına 200 adet olarak serpmeye yöntemi ile toprak yüzeyine ekilmiştir. Tohum ekim tarihini takiben fide çıkışı, aralık, ocak ve şubat aylarında haftalık, mart ayından itibaren ise günlük olarak takip edilmiştir (Şekil 2.3). Kotiledonların görüldüğü evre fide çıkışı olarak kabul edilmiş ve gelişen fideler saksılardan çıkarılıp atılmıştır. Fide çıkışının durduğu tarihlerden itibaren her saksıda kotiledonları açılmış, aynı gelişim evresinde olan bir fide bırakılarak gelişimi takip edilmiştir.

Fide çıkışlarını takip sürecinde araziye hiçbir gübreleme veya sulama işlemi yapılmamıştır. Fide ve bitki büyüme gelişimi takip edilirken su stresini elimine etmek için fideler ihtiyaç duyulduğunda sulanmıştır. *A. retroflexus* bitkileri büyüme mevsimi boyunca böcek vb. zararlıları tarafından açık şekilde etkilenmiştir. Arazide bulunan diğer yabancı bitkiler elle veya arazi aletleriyle ortamdan uzaklaştırılmıştır. Popülasyonlar arası çapraz döllenmeyi engellemek amacıyla çiçekler polinasyon torbaları ile kapatılmıştır (Şekil 2.3). Araştırma *A. retroflexus* tohumlarının olgunlaştığı yetiştirme sezonunun sonunda (21 Eylül 2017) sonlandırılmış, bitkiler saksılardan elle sökülerek hasat edilmiş ve her bir bitki ayrı ayrı torbalara konularak incelemeler için laboratuvar ortamına getirilmiştir.

Hasat edilen ve laboratuvar ortamına getirilen her bitkinin boyu, kök bölgesinden apeks' e kadar cetvel ile ölçülmüş ve yan dal sayısı belirlenmiştir. Bitkilerin toprak üstü biyokütlesini belirlemek amacıyla her bir bitki, gövde, yaprak ve çiçek parçalarına (petaller, brakte ve brakteol) ayrılmıştır (Şekil 2.3). Daha sonra her biri ayrı ayrı torbalara konularak 70 °C' ye ayarlı etüvde sabit nem içeriği sağlanıncaya kadar (8 gün) kurutulmuş ve kuru madde oranları belirlenmiştir. Tohumlar bitkilerden silkeleme veya sıvazlama işlemiyle çıkarılmıştır ve bitki başına toplam tohum biyokütlesi hassas terazi yardımıyla tartılarak belirlenmiştir. Tohumlar -20 °C' de hava geçirmeyen kaplarda muhafaza edilmiştir.



Şekil 2.2. Araştırmanın yapıldığı arazinin hazırlanış aşamalarından görüntüler.



Şekil 2.3. Araştırma sahasında, tabii şartlarda yetiştirilen *A. retroflexus* yabancı otu ve tohumları.

2.2.2. Tohum yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi

Tohumların taze ağırlıkları hassas terazi (And GR-200) yardımıyla 100 tohum ve $n=10$ tekrarlı olarak (mg/100) belirlenmiştir. Taze ağırlıkları alınan tohumlar kuru ağırlıklarını belirlenmek amacıyla 103 °C' ye ayarlanmış etüvde 17 saat kurutulmuş, daha sonra yüksek vakum özellikli desikatör içinde 1 saat bekleme süresinden sonra ağırlıkları tekrar ölçülmüştür (ISTA, 1999).

Araştırma sonucunda elde edilen tüm veriler istatistiki açıdan önemlerinin belirlenmesi amacıyla Microsoft excel programı kullanılarak regresyon, tek yönlü Anova ve Duncan çoklu karşılaştırma testine ($p<0,05$) tabi tutulmuştur.

2.3. Laboratuvar Koşullarında Tohum Çimlendirme Yöntemi

Anne ve F1 bitkilerinin tohumlarının çimlenme davranışları iklimlendirme kabininde (Nüve TK-120) test edilmiştir. *A. retroflexus* tohumları aynı büyüklük ve siyah renkte olmak üzere seçilmiştir. Tohumlar ekim öncesinde %10' luk sodyum hipoklorit ile 5 dk. yüzeysel sterilizasyona tabii tutulmuştur. Yüzeysel sterilizasyona takiben tohumlar 5 x 3 dk. saf su ile yıkanmıştır. Çalışmada içerisine iki kat filtre kağıdı yerleştirilmiş 124 x 88 x 22 mm boyutunda transparan polystyrene kutular (Stewart Plastics Ltd, UK) kullanılmış ve her kutuya 8 ml gerekli çözelti ilave edilmiştir. Tüm uygulamalarda kutu başına 50 tohum kullanılmış ve deneyler 3-5 tekrarlı olarak yapılmıştır. Ekimi yapılan tohumlar 25 ve 35 °C' ye programlanmış %55 bağıl neme sahip iklimlendirme kabininde, 14 gün süreyle daimi karanlık ve aydınlık ortamda çimlendirilmiştir. Daimi karanlıkta çimlenme için, kutular alüminyum folyo tabakasına sarılmıştır.

Karanlık ortamda çimlenen tohumların sayımı, 550 nm dalga boyundaki yeşil ışık altında gerçekleştirilmiştir. Radikula uzunluğu 0,5 cm' ye ulaşan tohumlar çimlenmiş kabul edilerek sayım yapılmış ve çimlenen tohumlar kutudan uzaklaştırılmıştır. Çimlenme periyodu boyunca tohumlar (1-14 gün) her gün sayılarak, tohumların yüzde çimlenme değerleri (%), ortalama ve standart hataları hesaplanmıştır. Çalışmada çimlenme ortamı olarak saf su (H_2O) ve 100 μM GA_{4+7} (3,3 mM K_2HPO_4 , 1,7 mM sitrik asit, pH 5) kullanılmıştır (Footitt ve Cohn, 1992; Bentsink vd., 2006).

2.4. İklimsel Veriler

Tohumların toplandığı 2014 ve 2016 yılına ait Bursa, Afyon, Isparta, Konya, Mersin, Kütahya, Bolu, Eskişehir il/ilçe' lerine ait ve arazi çalışmasının yapıldığı Kütahya ilinin 2016-2017 yıllarına ait günlük meteoroloji rasat verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden (MGM) elde edilmiştir. Günlük verilerden aylık, yıllık ve mevsimsel iklim verileri hesap edilmiştir.



3. SONUÇLAR

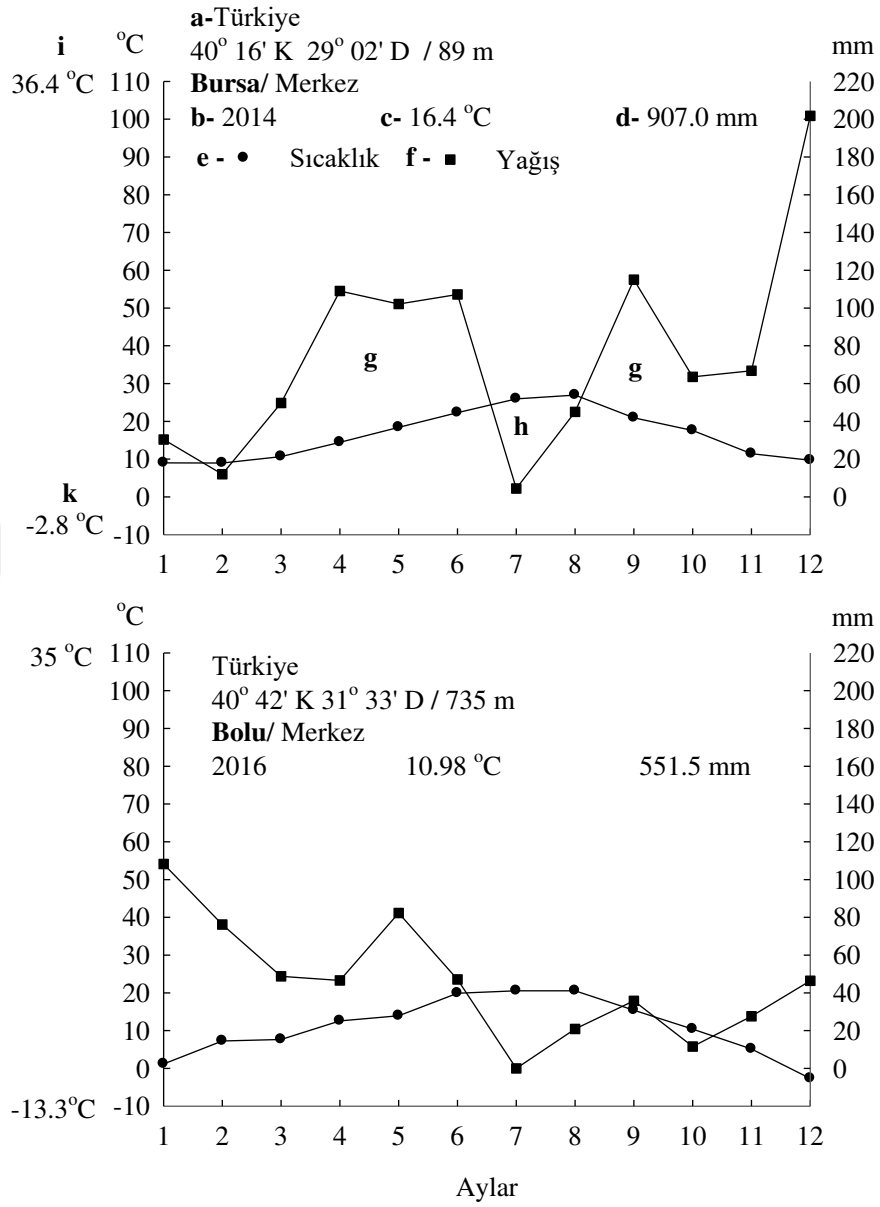
3.1. Tohumlarının Toplandığı Lokalitelerin İklimsel Özellikleri

Bursa, Marmara Denizi' nin güneydoğusunda, Bolu, Karadeniz Bölgesi' nin Batı Karadeniz Bölümü' nde, Kütahya, ve Afyonkarahisar Ege Bölgesi' nin İç Batı Anadolu Bölümü' nde yer almaktadır. Eskişehir, İç Anadolu Bölgesi' nin kuzeybatısında, Konya, İç Anadolu Bölgesi' nin güneyinde, Isparta, Batı Akdeniz Bölgesi Göller Yöresi' nde, Mersin ise Orta Akdeniz Bölgesi' nde yer almaktadır.

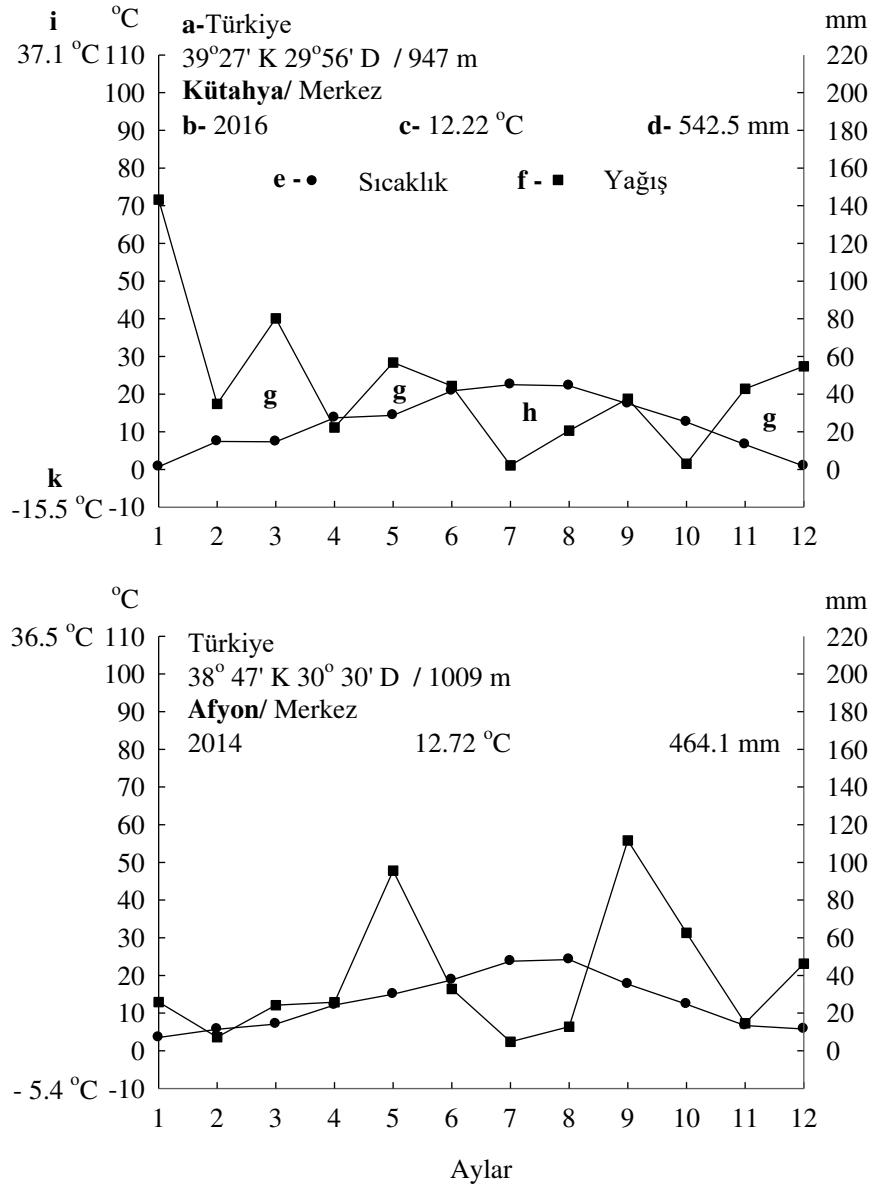
Bursa ilinin 2014 yılı yıllık sıcaklık ortalaması 16,4 °C' dir. En soğuk ve en sıcak ayların sıcaklık ortalaması sırasıyla 8,9 ve 22,5 °C olup şubat ve ağustos aylarına aittir. Yıllık toplam yağış miktarı ise 907 mm' dir. En fazla yağışın görüldüğü ay aralık iken yağışın en az görüldüğü kurak geçen ay temmuzdur. Bolu ilinin 2016 yılı iklim değerlerine bakıldığında yıllık sıcaklık ortalaması 10,9 °C' dir. En soğuk ve en sıcak ayların sıcaklık ortalaması sırasıyla -2,6 ve 20,5 °C olup aralık ve ağustos aylarına aittir. Yıllık toplam yağış miktarı ise 551,5 mm' dir. En fazla yağışın görüldüğü ay ocak iken yağışın en az görüldüğü kurak geçen ay temmuzdur (Şekil 3.1).

Kütahya ilinin 2016 yılı yıllık sıcaklık ortalaması 12,2 °C' dir. En soğuk ve en sıcak ayların sıcaklık ortalaması sırasıyla 0,7 ve 22,5 °C olup ocak ve temmuz aylarına aittir. Yıllık toplam yağış miktarı ise 542,5 mm' dir. En fazla yağışın görüldüğü ay ocak iken yağışın en az görüldüğü kurak geçen aylar temmuz ve ekimdir. Afyon ilinin 2014 yılı iklim değerlerine bakıldığında yıllık sıcaklık ortalaması 12,7 °C' dir. En soğuk ve en sıcak ayların sıcaklık ortalaması sırasıyla 3,5 ve 24,2 °C olup ocak ve ağustos aylarına aittir. Yıllık toplam yağış miktarı ise 464,1 mm' dir. En fazla yağışın görüldüğü ay mayıs ve eylül iken yağışın en az görüldüğü kurak geçen ay temmuzdur (Şekil 3.2).

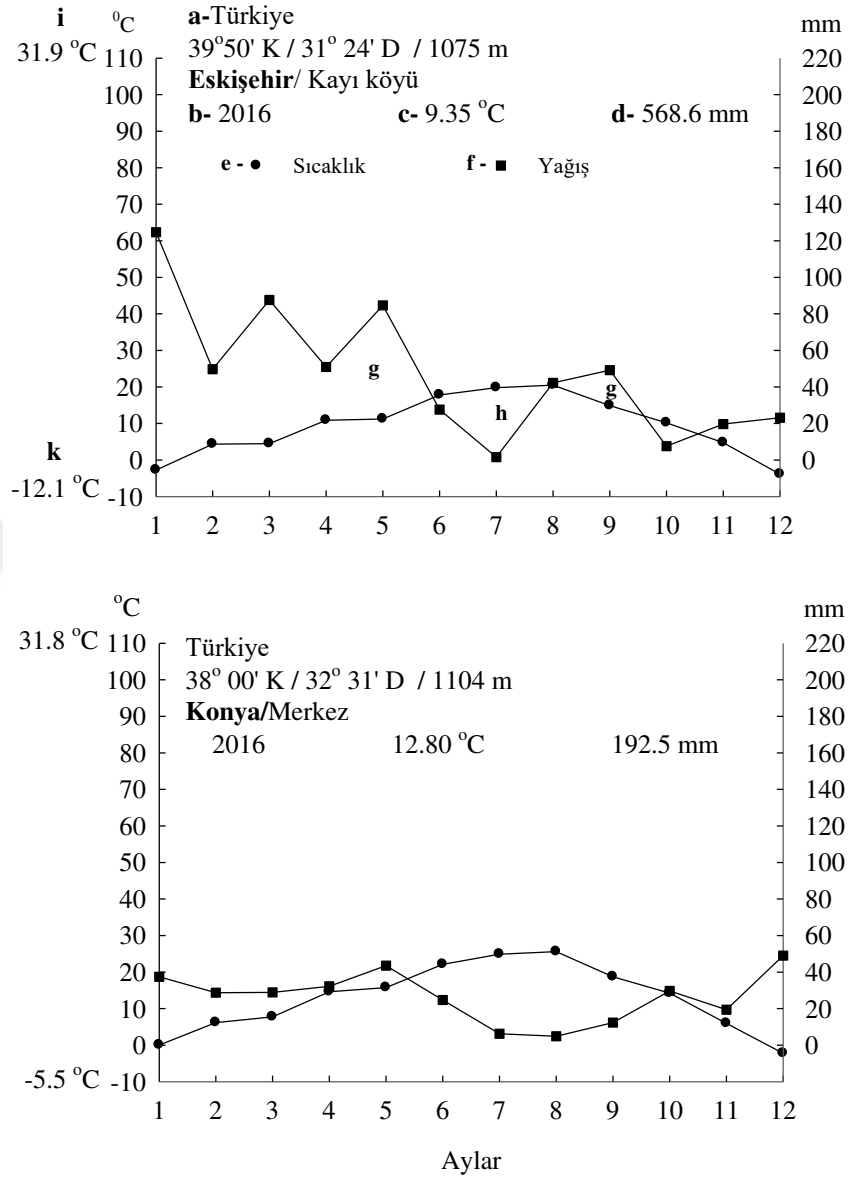
Eskişehir ilinin 2016 yılı yıllık sıcaklık ortalaması 9,3 °C'dir. En soğuk ve en sıcak ayların sıcaklık ortalaması sırasıyla -2,7 ve 20,5 °C olup ocak ve ağustos aylarına aittir. Yıllık toplam yağış miktarı ise 568,6 mm'dir. En fazla yağışın görüldüğü ay ocak iken yağışın en az görüldüğü kurak geçen ay temmuzdur. Konya ilinin 2016 yılı yıllık sıcaklık ortalaması 12,8 °C'dir. En soğuk ve en sıcak ayların sıcaklık ortalaması sırasıyla -2,2 ve 25,5 °C olup aralık ve ağustos aylarına aittir. Yıllık toplam yağış miktarı ise 192,5 mm'dir. En fazla yağışın görüldüğü ay aralık iken yağışın en az görüldüğü kurak geçen ay ağustostur (Şekil 3.3).



Şekil 3.1. Bursa (Marmara Bölgesi) ve Bolu (Batı Karadeniz Bölgesi) illerinin yıllık meteoroloji verilerine göre iklim diyagramları. Grafikler üzerinde belirtilen ad ve sayıların anlamları; **a:** Ülke adı, istasyonun lokasyonu ve yüksekliği, istasyonun adı, **b:** Sıcaklık ve yağış rasat yılı, **c:** Yıllık ortalama sıcaklık (°C), **d:** Yıllık toplam yağış (mm), **e:** Sıcaklık eğrisi, **f:** Yağış eğrisi, **g:** Nemli mevsim, **h:** Kurak mevsim, **i:** En sıcak ayın günlük en yüksek sıcaklık ortalaması, **k:** En soğuk ayın günlük en düşük sıcaklık ortalaması.



Şekil 3.2. Kütahya ve Afyon (İç Ege Bölgesi) illerinin yıllık meteoroloji verilerine göre iklim diyagramları. (Grafikler üzerinde belirtilen ad ve sayıların anlamları Şekil 3.1' de gösterilmiştir).

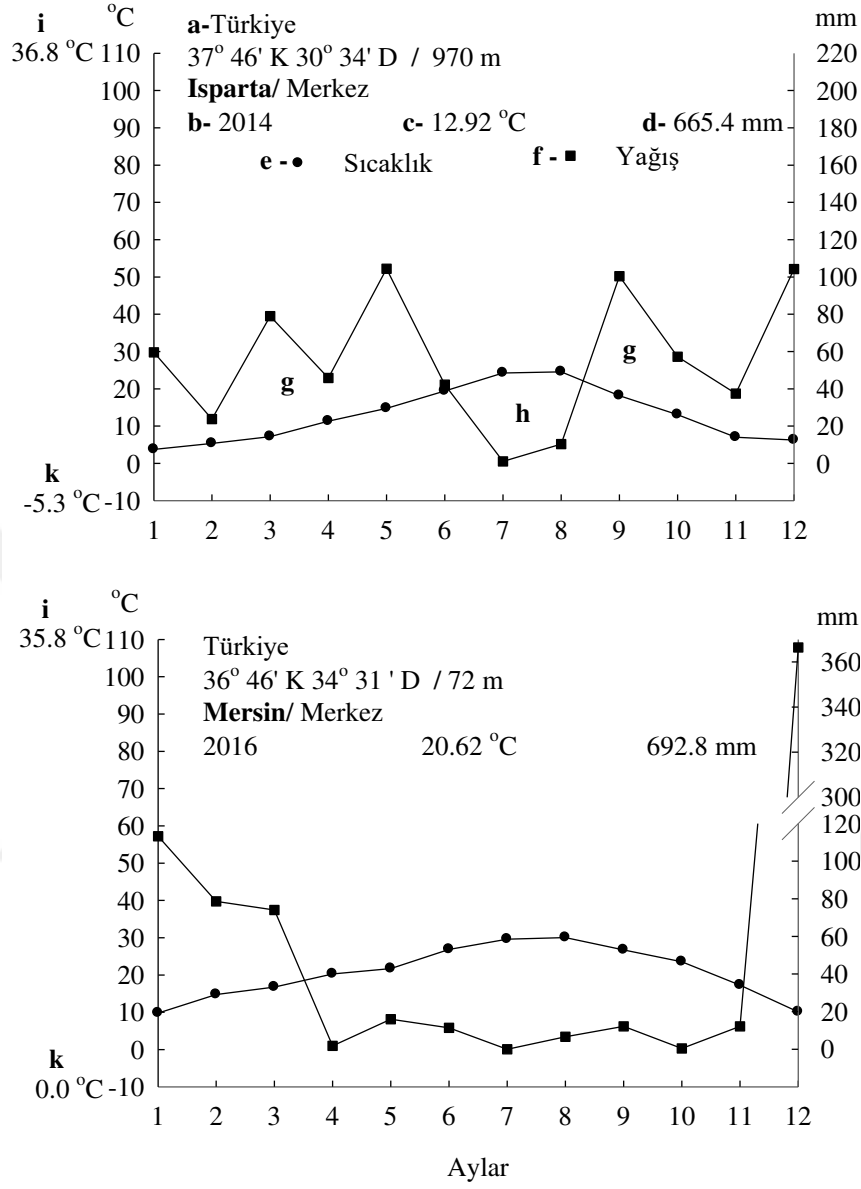


Şekil 3.3. Eskişehir ve Konya (İç Anadolu Bölgesi) illerinin yıllık meteoroloji verilerine göre iklim diyagramları. (Grafikler üzerinde belirtilen ad ve sayıların anlamları Şekil 3.1’ de gösterilmiştir).

Isparta ilinin 2014 yılı yıllık sıcaklık ortalaması 12,9 °C'dir. En soğuk ve en sıcak ayların sıcaklık ortalaması sırasıyla 3,7 ve 24,5 °C olup ocak ve ağustos aylarına aittir. Yıllık toplam yağış miktarı ise 665,4 mm' dir. En fazla yağışın görüldüğü aylar mayıs ve aralık iken yağışın en az görüldüğü kurak geçen ay temmuzdur. Mersin ilinin 2016 yılı yıllık sıcaklık ortalaması 20,6 °C'dir. En soğuk ve en sıcak ayların sıcaklık ortalaması sırasıyla 9,7 ve 30,0 °C olup ocak ve ağustos aylarına aittir. Yıllık toplam yağış miktarı ise 692,8 mm' dir. En fazla yağışın görüldüğü ay aralık iken yağışın en az görüldüğü kurak geçen ay ekimdir (Şekil 3.4).

Genel olarak bakıldığında *A. retroflexus* tohumlarının toplandığı lokalitelerin iklimsel özellikleri birbirinden oldukça farklıdır. Tohumların toplandığı yıl temel alınarak lokalitelerin yıllık sıcaklık ortalaması 9,3-20,6 °C arasında değişmekle beraber, en sıcak iller Bursa ve Mersin, en soğuk iller ise Eskişehir ve Kütahya' dır. En fazla yağış alan il Bursa, en az yağış alan il ise Konya'dır.

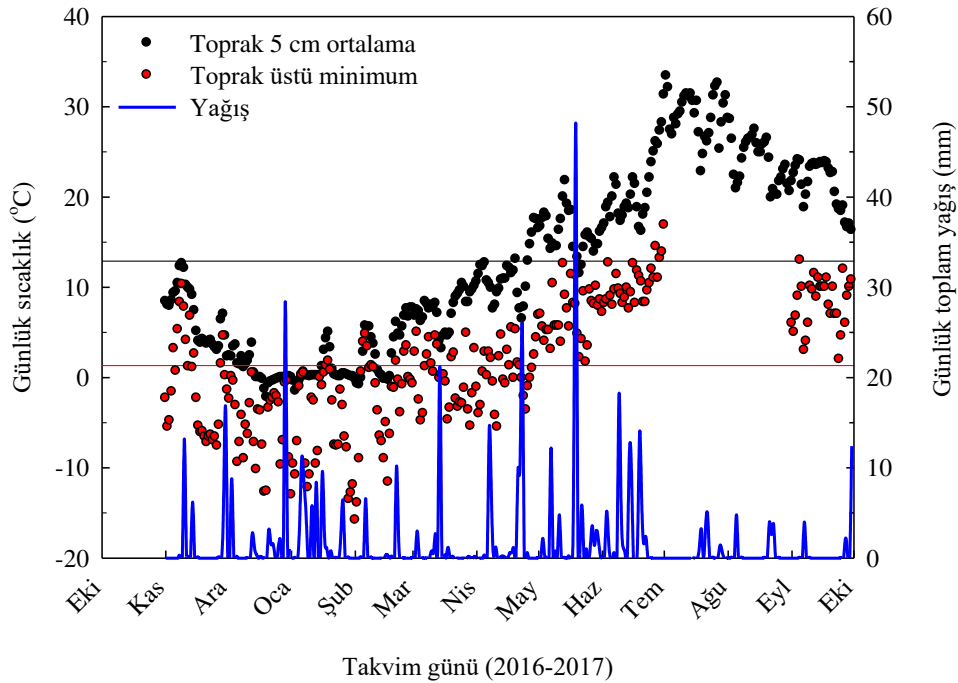
İklimsel özellikleri birbirinden farklı ortamda yetişmiş olan sekiz *Amaranthus retroflexus* popülasyonuna ait tohumlar Kütahya' da ortak bir araziye ekilmiştir. F1 jenerasyonu' nun yetiştiği ortamda maruz kaldığı iklim şartları da değerlendirilmiştir. Arazi çalışmasının yürütüldüğü Kütahya ilinin 2016-2017 yıllarına ait sıcaklık ortalaması sırasıyla 12,2 ve 11,6 °C olup yıllık toplam yağış miktarı ise 542,5 ve 583,4 mm' dir. Diğer taraftan tohumların araziye ekiminden hasat tarihine kadar geçen sürede tohum, fide ve bitkilerin maruz kaldığı ortalama sıcaklık 11,03 °C olup toplam yağış ise 486,8 mm' dir (Çizelge 3.1., Şekil 3.5).



Şekil 3.4. Isparta (Batı Akdeniz Bölgesi) ve Mersin (Orta Akdeniz Bölgesi) illerinin yıllık meteoroloji verilerine göre iklim diyagramları. (Grafikler üzerinde belirtilen ad ve sayıların anlamları Şekil 3.1’ de gösterilmiştir).

Çizelge 3.1. Araştırmanın yapıldığı lokalitenin iklimsel özellikleri. 2016-2017 yılına ait değerler MGM’ den alınan günlük verilerden hesaplanmış olup, uzun yıl meteoroloji verileri (1929-2017) MGM web sitesinden (mgm.gov.tr) alınmıştır.

		Lokalite
		Kütahya
Enlem boylam	K D	39° 28' 59" 29° 53' 56"
Yükseklik		1026,38 m
Yıllık ortalama sıcaklık (°C)	2016 2017 1929-2017	12,22 11,6 10,7
Yıllık toplam yağış (mm)	2016 2017 1929-2017	542,5 583,4 558
2016-2017 Tohum ekiminden hasata kadar geçen sürede ortalama sıcaklık (°C)		11,08
2016-2017 Tohum ekiminden hasata kadar geçen sürede toplam yağış (mm)		486,8
Ekim’ den hasata geçen toplam süre (gün)		311



Şekil 3.5. Kütahya ili Kasım 2016 ve Ekim 2017 tarihleri arası günlük toprak sıcaklıkları ve yağış durumu. (Veriler MGM’ den temin edilmiştir).

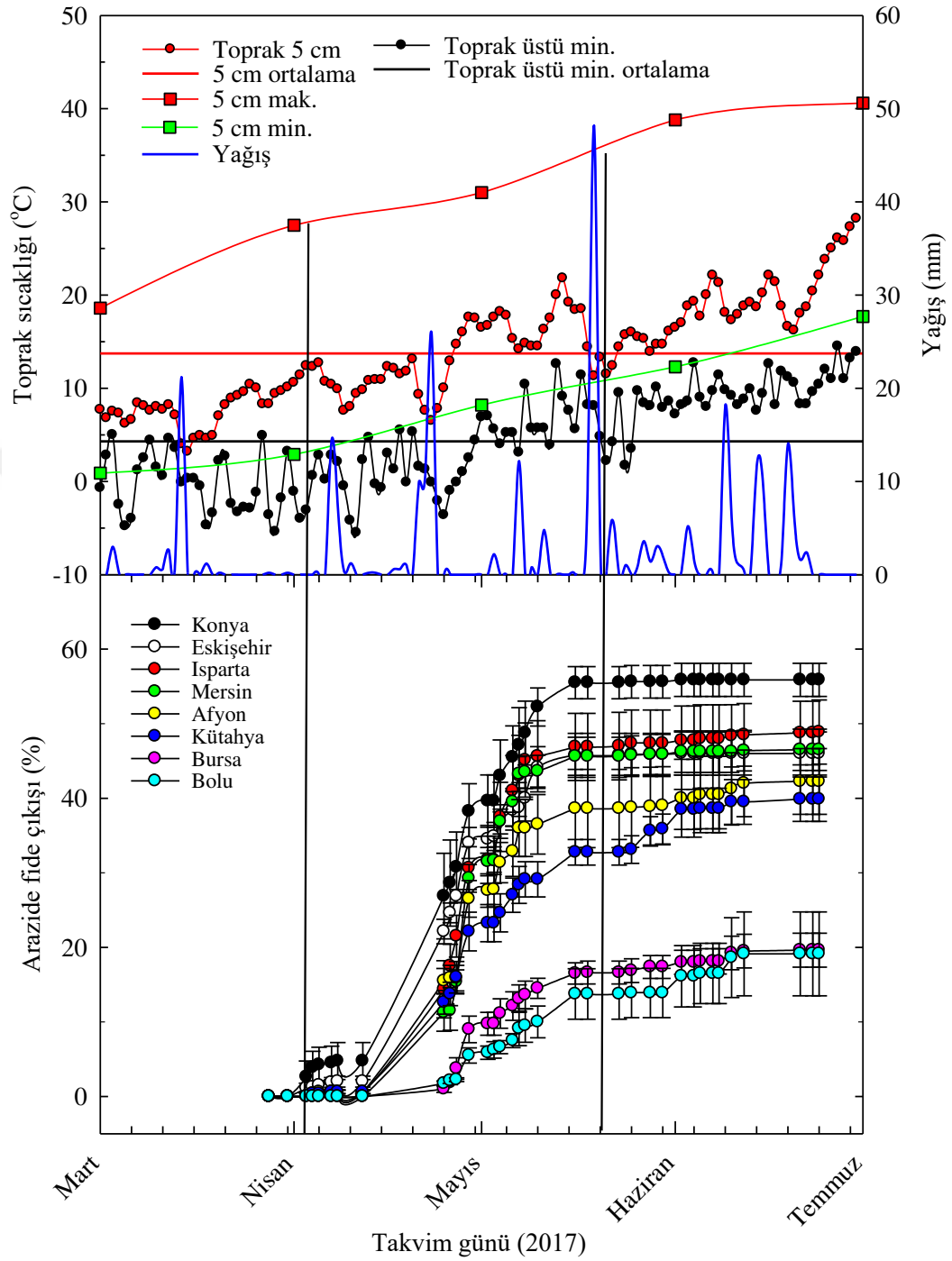
3.2. Arazi Koşullarında *Amaranthus retroflexus*' un Fenolojik Özellikleri

3.2.1. Fide çıkışı

Tohumların araziye ekimini takiben (17 Kasım 2016) ilk fide çıkışı 137 gün sonra 3 Nisan 2017 tarihinde Konya ve Eskişehir popülasyonlarında gözlenmiştir. Bu günü takiben 4 Nisan' da Isparta, Afyon, Kütahya popülasyonlarında fide çıkışı başlamış olup, 12 Nisan tarihine kadar Mersin, Bursa ve Bolu popülasyonlarında fide çıkışı gözlenmemiştir. Bununla beraber 13-25 Nisan tarihleri arasında arazideki hava koşullarından dolayı fide çıkışları takip edilememiştir ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü' nden alınan verilere göre, 23 Nisan 2017 tarihinde Kütahya' daki kar yüksekliği 9 cm' dir (Şekil 3.6).

25 Nisan 2017 tarihinde, Eskişehir ve Konya popülasyonlarına ait tohumlarda fide çıkışı sırasıyla %22-27, Isparta, Mersin, Afyon ve Kütahya popülasyonlarında %11-15, Bursa ve Bolu popülasyonlarında ise %1-1,75' dir. Mayıs ayının son haftasına doğru fide çıkışında büyük bir artış olmuş Haziran' da durgunluk evresine girmiştir. Haziran ayında kaydedilen maksimum fide çıkış yüzdeleri Konya %56, Mersin, Eskişehir ve Isparta, %46-49, Afyon ve Kütahya %42-40, Bolu ve Bursa %22-21' dir (Şekil 3.6).

Tüm popülasyonlarda fide çıkışı ile toprak sıcaklığı ve yağış arasında ilişki olduğu tespit edilmiştir. Tohumların araziye ekildiği Kasım 2016 tarihinden Mart 2017' ye kadar geçen sürede (gün) toprak üstü ortalama minimum sıcaklık 0 °C' nin altında, toprak 5 cm ortalama sıcaklığı ise 0,6-3 °C aralığındadır. Mart ayında toprak üstü minimum sıcaklık 0 °C' nin üzerine çıkmış olup, toprak 5 cm ortalama sıcaklığı 8,1 °C' dir (Şekil 3.6). Genel olarak toprak üstü minimum sıcaklığı' nın 3,7 °C' nin üzerinde ve 5 cm ortalama sıcaklığın sırasıyla 14,8 ve 16,4 °C olduğu Nisan ve Mayıs aylarında fide çıkışları tespit edilmiştir (Çizelge 3.2., Şekil 3.6). Araziye ekilen tohumlarda ilk fide çıkışı, 5 cm toprak ortalama sıcaklığının Mart-Haziran ortalaması olan 13,8 °C' ye yaklaştığı ve bu sıcaklığı geçtiği günlerde olmuştur. Mart-Haziran ayları ortalama toprak üstü ve 5 cm minimum sıcaklık değerleri 4,3-7,1 °C' dir.



Şekil 3.6. Arazi koşullarında *A. retroflexus* fide çıkışı ve iklim. Tohumların 2016 (17 Kasım 2016) yılında toprağa ekimini takiben fide çıkışı Temmuz 2017 tarihine kadar kayıt edilmiştir. Verilen değerler her popülasyon için 4 tekrarın ortalaması olup, her tekrar için n=200 tohumdur.



Şekil 3.7. Araştırmanın yürütüldüğü arazinin 23 Nisan 2017' ye ait görünümü.

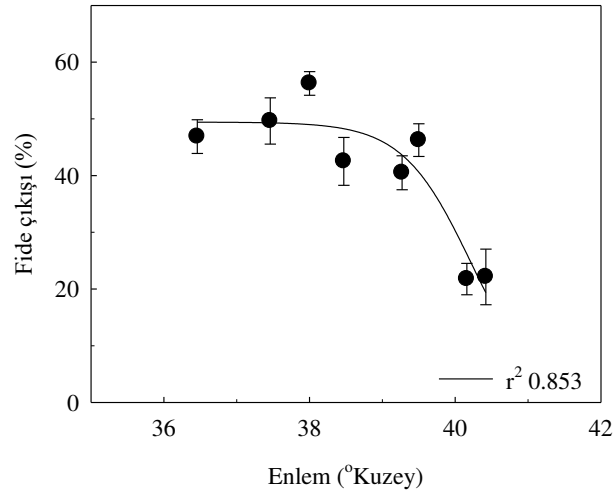
Çizelge 3.2. Kütahya ili Mart-Haziran 2017 tarihleri arası toprak sıcaklıkları. (Veriler MGM' den temin edilmiş olup, günlük verilerden aylık ortalamalar hesaplanmıştır).

	Sıcaklık 2017 Ay (°C)				
	<u>Mart</u>	<u>Nisan</u>	<u>Mayıs</u>	<u>Haziran</u>	<u>1 Mart-31 Haziran</u>
Toprak üstü minimum	0,8	3,7	7,0	11,7	4,30
5 cm toprak minimum	1,8	6,7	8,7	11,5	7,1
5 cm toprak maksimum	20,4	25,5	29,1	36,0	27,7
5 cm toprak ortalama	8,1	14,8	16,4	23,0	13,8

Tohumların toplandığı lokalitelerin coğrafi konumu ile arazideki fide çıkış oranları arasında bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Kuzey 40° enleminde yer alan Bolu ve Bursa' dan toplanan tohumlar en düşük fide çıkış oranına sahipken, Kuzey 36° enlemine doğru toplanan tohumlardan fide çıkışı giderek artmıştır (Şekil 3.8).

3.2.2. Morfolojik özellikler

Arazi koşullarında rekabetsiz bir ortamda yetiştirilen *A. retroflexus* bitkilerinin maksimum 102,7 cm ve minimum 22,4 cm boyunda, en fazla 18 ve en az 6 adet yan dala sahip olduğu tespit edilmiştir. Toprak üstü biyokütlenin (gövde, yaprak, çiçek ve çiçek parçaları) maksimum ve minimum değerleri sırasıyla, 262,9 g bitki⁻¹ ve 6,9 g bitki⁻¹ olup, tohum biyokütlesi maksimum 92,2 g bitki⁻¹ minimum 1,1 g bitki⁻¹ dir (Şekil 3.9).



Şekil 3.8. Coğrafi konum ile arazide fide çıkışı arasındaki ilişkisi. (*A. retroflexus* popülasyonlarının elde edildiği lokalitelerin koordinatları Çizelge 2.1’ de verilmiştir).

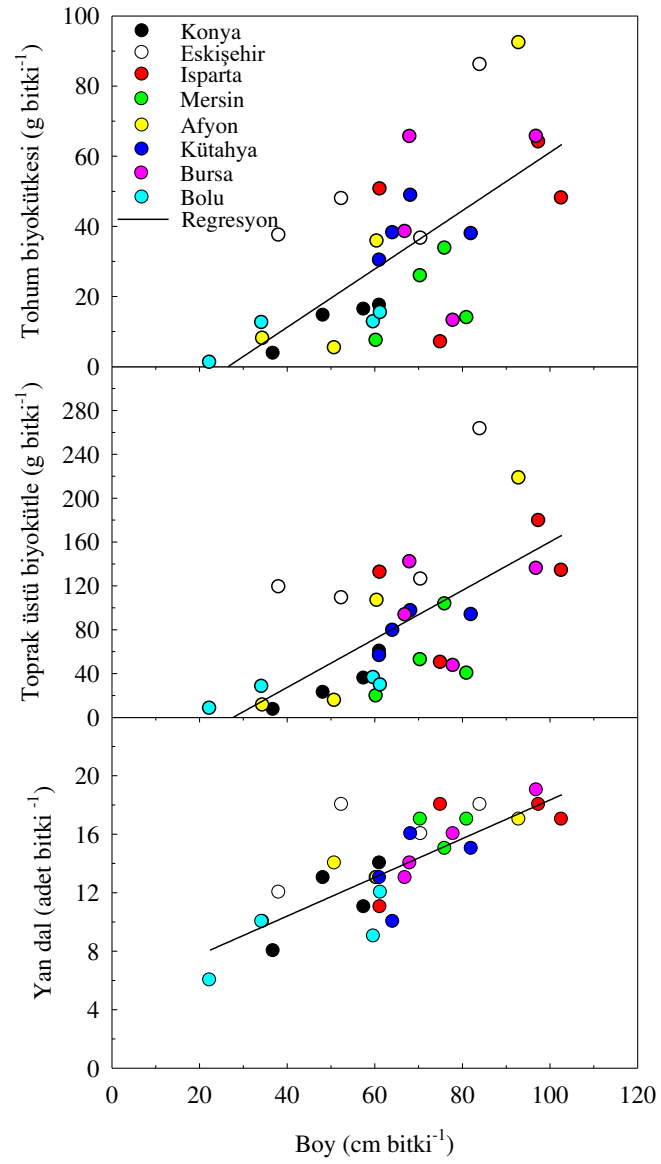
Tüm popülasyonlara ait toplam 32 bitki üzerinde yapılan korelasyon analizlerine göre, *A. retroflexus*’ da bitki boyu ile yan dal sayısı, toprak üstü biyokütle ve tohum biyokütlesi arasında pozitif bir ilişkinin bulunduğu (Şekil 3.9) ve bu ilişkinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.3). Benzer şekilde toplam biyokütle ile yan dal sayısı ve tohum biyokütlesi arasında da istatistiki açıdan önemli pozitif bir ilişki vardır (Çizelge 3.3., Şekil 3. 9., Şekil 3.10).

Bununla beraber lineer regresyon sonuçlarına göre, %95 güven olasılığı ile yan dal sayısındaki değişimin %67, toplam biyokütlenin %56, tohum biyokütlesinin ise %53’ ünün bitki boy uzunluğu tarafından açıklanabildiği bulunmuştur. Ayrıca yan dal sayısındaki değişimin %47, tohum biyokütlesindeki değişimin %88’ inin toprak üstü toplam biyokütle tarafından açıklanabilir olduğu ve geri kalan yüzdelik kısımlar için başka değişkenlere ihtiyaç duyulduğu bulunmuştur (Çizelge 3.3).

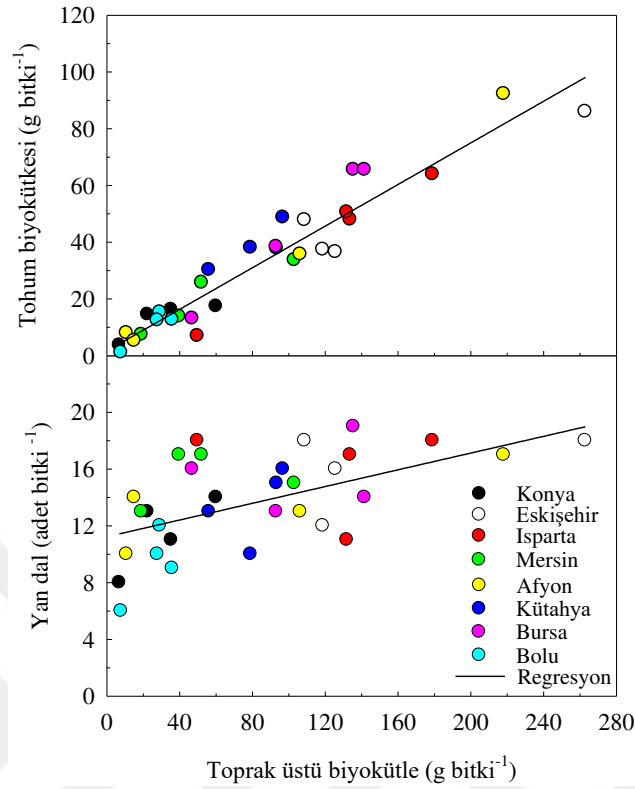
Çizelge 3.3. Bitki boyu ve toprak üstü biyokütle ile yan dal sayısı, toprak üstü biyokütle ve tohum biyokütlesi arasındaki lineer regresyon sonuçları.

	Yan dal sayısı r^2	Toprak üstü biyokütle r^2	Tohum biyokütlesi r^2
Bitki boyu	0,6715**	0,5647**	0,5322**
Toprak üstü biyokütle	0,4698**	-	0,8876**

** istatistiki veriler $p < 0,01$ seviyesinde önemlidir.



Şekil 3.9. Bitki boyu ile yan dal sayısı, toprak üstü biyokütle ve tohum biyokütlesi arasındaki ilişki. Veriler 21 Eylül 2017 tarihinde hasat edilen, tüm popülasyonlara ait toplam 32 bitki kullanılarak elde edilmiştir.

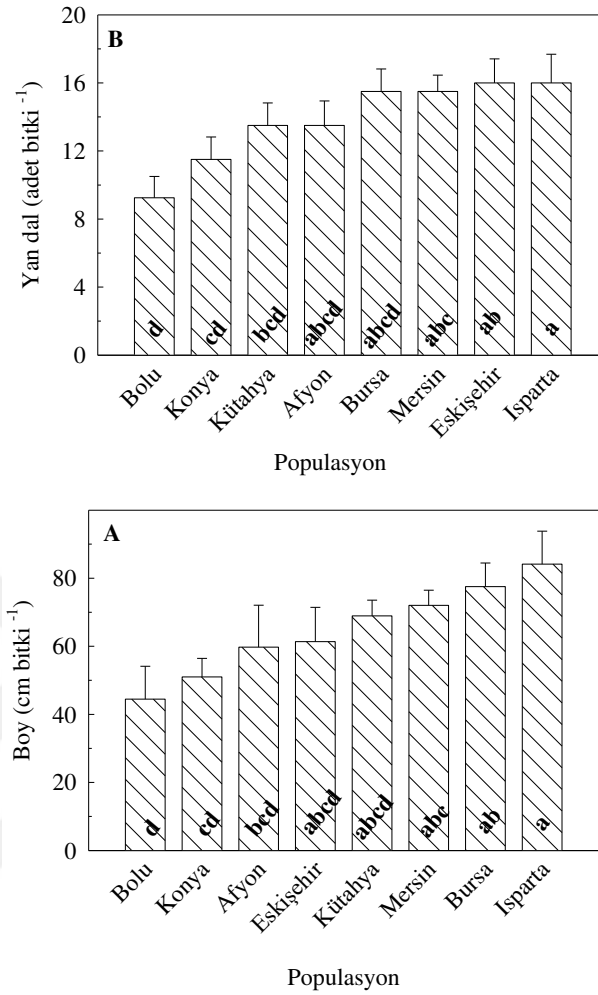


Şekil 3.10. Toprak üstü biyokütle ile yan dal sayısı ve tohum biyokütlesi arasındaki ilişki. Veriler 21 Eylül 2017 tarihinde hasat edilen, tüm popülasyonlara ait toplam 32 bitki kullanılarak elde edilmiştir.

3.2.3. Popülasyonlar arası morfolojik farklılıklar

Sekiz farklı popülasyona ait bitkilerin morfolojik özelliklerinde (gövde boyu, yan dal sayısı, toplam toprak üstü biyokütle ve tohum biyokütlesi) deneme blokları arasında tek yönlü Anova testine göre ($p < 0,05$) istatistiki açıdan önemli bir fark yoktur. Buna karşın popülasyonlar arasında farklılıklar tespit edilmiştir.

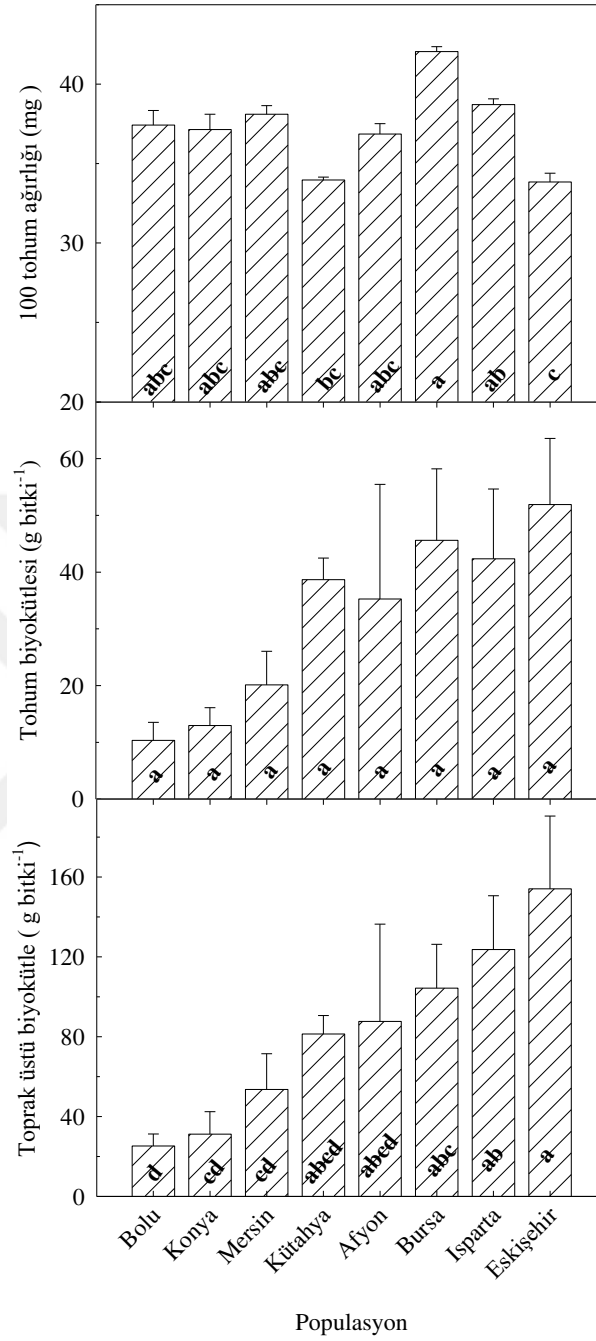
Popülasyonlar arası farklılıklar göz önüne alındığında, ortalama değerlere göre, gövde boyu en uzun olan bitkiler Isparta, en kısa bitkiler ise Bolu ve Konya popülasyonlarına aittir. Isparta ile Bolu ve Konya popülasyonları arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiki açıdan önemlidir ($p < 0,05$). Bununla beraber Bursa ve Mersin popülasyonlarına ait bitkilerin gövde uzunluğunun Bolu popülasyonundan istatistiki derece önemli düşük olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. *A. retroflexus* popülasyonlarına ait bitkilerin boy ve yan dal özellikleri. Veriler her popülasyon için ortalama değer $\pm$ se olup, $n=4$ bitkidir. Her grafik içindeki sütunlarda soldan sağa doğru aynı harfle gösterilen ortalamalar arası fark Duncan testine göre $p<0,05$ seviyesinde önemsizdir.

Ortalama yan dal sayına göre, en fazla dallanma gösteren bitkilerin Isparta, en az dallanma gösteren bitkilerin ise Bolu ve Konya popülasyonlarına ait olduğu tespit edilmiştir. Isparta, Eskişehir ile Bolu ve Konya popülasyonları, Mersin ile Bolu popülasyonları arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiki açıdan önemlidir ($p<0,05$) (Şekil 3.11).

Popülasyonlar toplam toprak üstü biyokütle açısından değerlendirildiğinde, en yüksek toprak üstü biyokütle oluşturan bitkiler Eskişehir en düşük ise Bolu popülasyonuna ait bitkilerdir (Şekil 3.12). Eskişehir ile Bolu, Konya, Mersin popülasyonları arasında, Isparta ile Bolu ve Konya popülasyonları arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiki açıdan önemlidir ($p<0,05$) (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. *A. retroflexus* popülasyonlarına ait bitkilerin toprak üstü biyokütle ve tohum biyokütlesi. Veriler her popülasyon için ortama değer $\pm$ se olup, $n=4$ bitkidir. Her grafik içindeki sütunlarda soldan sağa doğru aynı harfle gösterilen ortalamalar arası fark Duncan testine göre $p<0,05$ seviyesinde önemsizdir.

Bitkilerin ürettiği toplam tohum biyokütlesi değerlendirildiğinde popülasyonlar arasında büyük varyasyonlar görülmesine rağmen bu farklılıklar istatistiki açıdan önemli değildir (Şekil 3.12). Diğer taraftan Bursa popülasyonuna ait bitkilerin Kütahya ve Eskişehir popülasyonlarına göre 100 tohum kuru ağırlığının önemli derecede fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$) (Şekil 3.12).

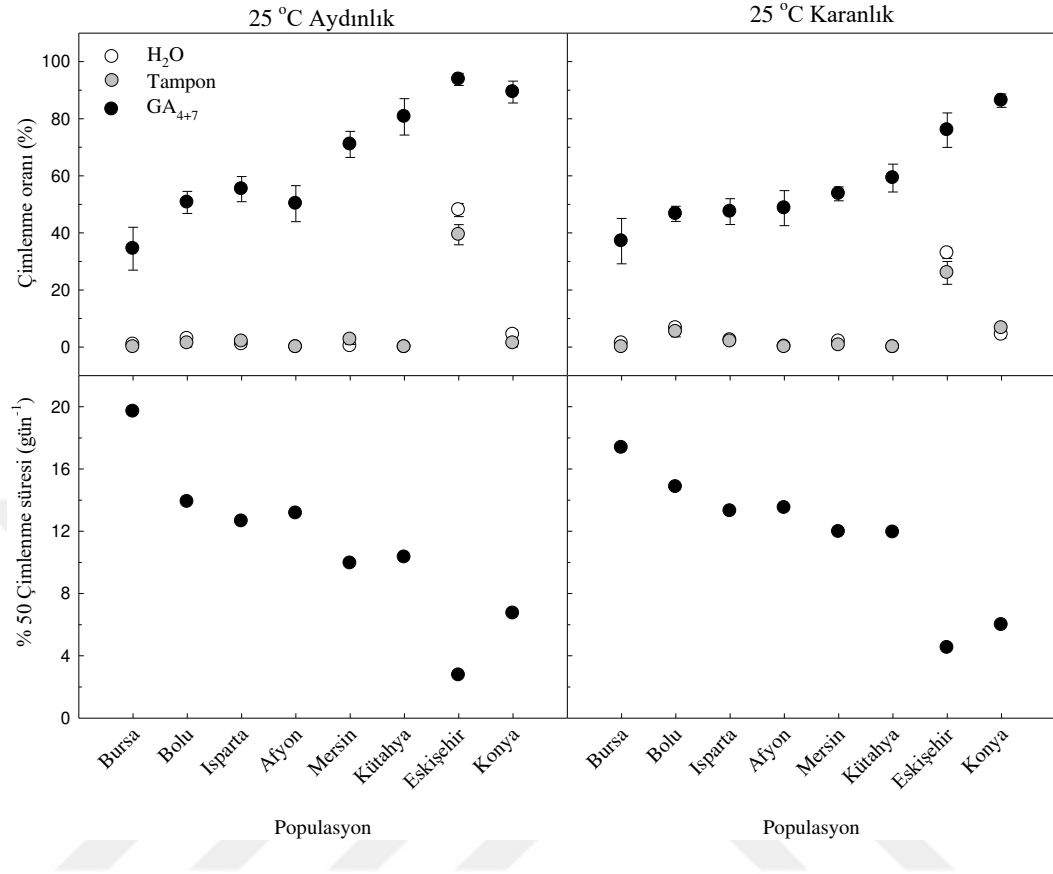
Sonuç olarak rekabetsiz ortak bir alanda yetiştirilmiş sekiz popülasyona ait *A. retroflexus* bitkileri morfolojik ve biyokütle açısından fenotipik plastisite göstermiştir. Bitki boyu en uzun ve en fazla yan dala sahip bitkiler Isparta, en kısa ve en az yan dala sahip bitkiler ise Bolu popülasyonuna aittir. Toprak üstü vejetatif biyokütlesi en fazla olan Eskişehir, Isparta, en az olan ise Bolu ve Konya popülasyonlarına ait bitkilerdir. Toplam tohum biyokütlesinde popülasyonlar arasında istatistiki açıdan önemli olmayan büyük varyasyonlar tespit edilmiş, fakat 100 tohum ağırlığı açısından Bursa popülasyonu' nun Kütahya ve Eskişehir' e göre daha ağır tohumlar ürettiği bulunmuştur.

3.3. *Amaranthus retroflexus* Tohumlarının Çimlenme Davranışları

3.3.1. Anne bitki tohumlarının çimlenme davranışları

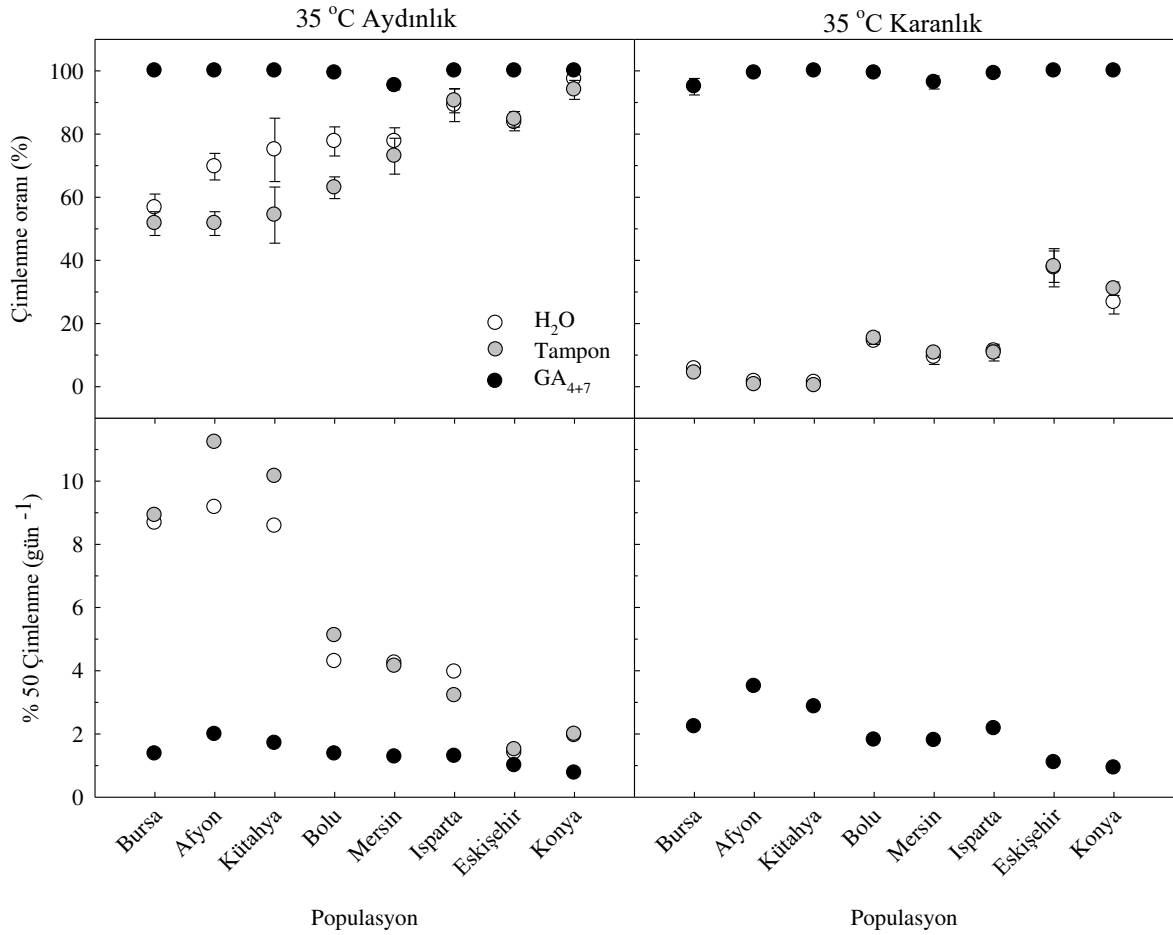
Farklı lokalitelerden toplanan 8 popülasyona ait *A. retroflexus* tohumlarının çimlenme davranışları, ortam sıcaklığına ve aydınlanma durumuna göre farklılık göstermiştir. *A. retroflexus* tohumları 25 °C sıcaklıkta dormanttir, daimi karanlık ve aydınlıkta su ve tampon ortamında, Eskişehir hariç diğer 7 popülasyona ait tohumların çimlenme oranı %0-6 arasındadır (Şekil 3.13). Eskişehir popülasyonuna ait tohumların karanlık ve aydınlık ortamda çimlenme oranları sırasıyla %32 ve %48' dir. 25 °C sıcaklıkta GA₄₊₇' nin tohumlarda dormansinin ortadan kalkmasında etkili olduğu ve tüm popülasyonda çimlenmeyi farklı düzeyde uyardığı tespit edilmiştir. Bursa ve Bolu popülasyonlarında karanlık ve aydınlık ortamda çimlenme oranları %37-50 iken, bu oran Eskişehir ve Konya popülasyonlarında sırasıyla %76-93 aralığındadır (Şekil 3.13).

25 °C sıcaklıkta, aydınlık ve karanlık ortamda tohumların toplam çimlenme oranları ile %50 çimlenmeye ulaşma süreleri (T50) arasında bağlantı olduğu, çimlenme oranı yüksek tohumların daha kısa sürede çimlendiği tespit edilmiştir. Eskişehir ve Konya popülasyonlarında bu süre 3-6 gün, Altıntaş, Kütahya, Mersin, Afyon, Isparta ve Bolu popülasyonlarında karanlıkta 11-14, aydınlıkta ise 9-13 gün aralığındadır. Bursa popülasyonlarına ait tohumlar aydınlık ve karanlıkta 14 günlük deney süresince %50 çimlenmeye ulaşmamış olup, bu tohumlar için hesaplanan değer 19-20 gündür (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. *A. retroflexus* tohumlarının 25 °C sıcaklıktaki çimlenme durumu. Tohumlar, sabit sıcaklık altında, daimi karanlık veya aydınlık ortamda çimlendirilmiş olup, çimlenme yüzdeleri uygulamaların 14. günü belirlenmiştir. Grafikteki her nokta ortalama değer $\pm$ SE olup, tüm uygulamalar için n=300 tohumdur.

A. retroflexus tohumları 35 °C aydınlık ortamda dormant değildir. Tüm popülasyonlara ait tohumlar su ve tampon ortamında %50' nin üzerinde çimlenme göstermiş olup en düşük çimlenme oranına sahip tohumlar Bursa (%56), en yüksek çimlenme oranına sahip tohumlar ise Konya (%97) popülasyonlarına aittir. Aydınlık ortamda tohumların toplam çimlenme oranları ile %50 çimlenmeye ulaşma süreleri arasında bağlantı olduğu, Bursa popülasyonuna ait tohumlar %50 çimlenmeye yaklaşık 8 günde ulaşırken, Eskişehir ve Konya popülasyonlarında bu süre 1-2 gün arasındadır. Tüm popülasyonlarda GA₄₊₇ uygulaması tohumların çimlenme oranını %100' ye çıkarmış ve %50 çimlenmeye ulaşma sürelerini 1-2 gün' e düşürmüştür (Şekil 3.14).

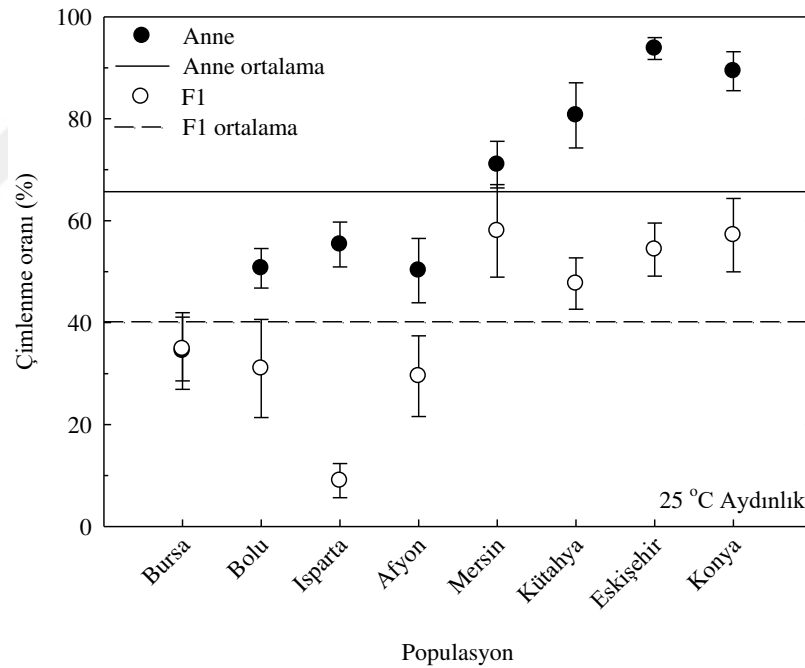


Şekil 3.14. *A. retroflexus* tohumlarının 35 °C sıcaklıktaki çimlenme durumu. Tohumlar, sabit sıcaklık altında, daimi aydınlık ve karanlık ortamda çimlendirilmiş olup, çimlenme yüzdeleri ve %50 çimlenme zamanı uygulamaların 14. günü belirlenmiştir. Grafikteki her nokta ortalama değer $\pm$ SE olup, tüm uygulamalar için $n=300$ tohumdur.

Tohumlar 35 °C karanlık ortamda kısmi dormansi gösterir, 6 popülasyonun tohum çimlenme oranları %1-14 arasındadır. Sadece Konya ve Eskişehir popülasyonlarında oran, sırasıyla %26 ve %37' dir. Tüm popülasyonlarda GA₄₊₇ uygulaması çimlenmeyi teşvik ederek, oranı %100' ye çıkarmıştır. Karanlıkta GA₄₊₇ ortamında Eskişehir ve Konya popülasyonları %50 çimlenmeye 1 gün, diğer popülasyonlar ise 2-4 gün arasında ulaşmıştır (Şekil 3.14).

3.3.2 Anne ve F1 tohumlarının çimlenme davranışları

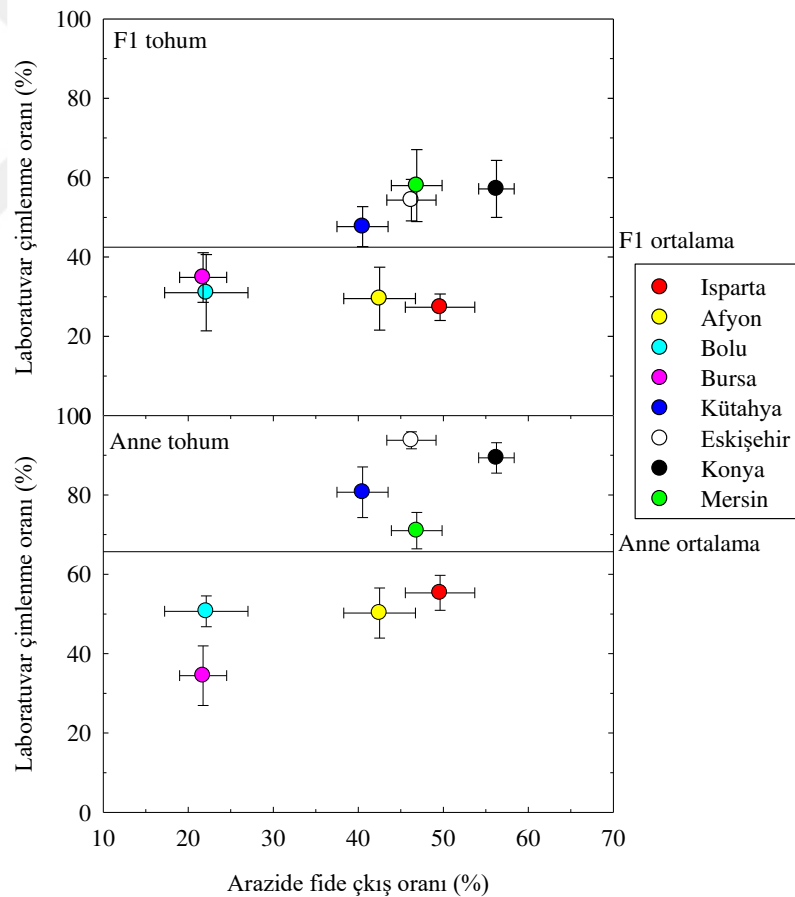
Doğal yayılış alanlarından toplanan anne bitkiler ve doğal ortamda ortak bir lokalitede yetiştirilen *A. retroflexus* bitki tohumlarının (F1) tür düzeyindeki çimlenme davranışlarını belirlemek amacıyla tüm popülasyonlara ait verilerin ortalamaları hesaplanmıştır. F1 tohumları 25 °C sıcaklıkta anne bitkiler gibi dormansi gösterir ve su ortamındaki çimlenme oranları %0-12 olduğundan sonuçlar grafik ile ifade edilmemiştir. 25 °C sıcaklıkta aydınlık ortamda GA₄₊₇' ye verdikleri cevaba göre, F1 tohumlarının dormansi seviyesinin anne bitkilerden daha yüksek olduğu, anne tohumların aydınlık ortamdaki çimlenme oranı ortalama %64 iken, F1 tohumlarında bu oranın %39 olduğu bulunmuştur (Şekil 3.15). Buna karşın Bursa, Bolu, Isparta ve Afyon popülasyonlarına ait tohumların hem anne hem de F1 tohumlarında çimlenme oranlarının tür ortalamasından düşük, Mersin, Kütahya, Eskişehir ve Konya popülasyonlarında ise yüksek olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3.15. Anne ve F1 tohumlarının çimlenme oranları. Grafikteki veriler 25 °C sıcaklıkta, aydınlık ve GA₄₊₇ ortamında elde edilmiştir. Popülasyon düzeyindeki her değer ana tohumlar için 1 ve F1 tohumları için 4 bitkinin ortalaması $\pm$ se olup, bitki başına tekrar sayısı 3 ve n=150 tohumdur. Tür düzeyindeki değerler anne için bağımsız 8, F1 bitkileri için bağımsız 32 bitkinin ortalamasıdır.

3.3.3. Arazide fide çıkışı ile laboratuvarda anne ve F1 tohumlarının çimlenme davranışlarının karşılaştırılması

Kasım 2017’ de araziye ekimi yapılan 8 popülasyona ait tohumların fide çıkış oranı ile aynı tohumların laboratuvar koşullarındaki çimlenme davranışları hem tür hem de popülasyon düzeyinde karşılaştırılmıştır. Arazide ilk fide çıkışı gözlenen ve fide çıkış oranı en yüksek olan Konya popülasyonuna ait tohumların laboratuvar koşullarında da GA₄₊₇’ ye en iyi cevap veren popülasyon olduğu tespit edilmiştir. Buna karşın fide çıkış oranı ve GA₄₊₇’ ye hassasiyeti en düşük olan ise Bursa popülasyonuna ait tohumlardır. Hem anne hem de F1 fidelerinin oluşturduğu tohumların laboratuvardaki çimlenme davranışlarının benzer olduğu, Mersin, Kütahya, Eskişehir ve Konya popülasyonlarında çimlenme oranlarının tür ortalamasından yüksek olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3.16. Doğal koşullarda fide çıkışı ile laboratuvar koşullarında tohum çimlenme davranışlarının karşılaştırılması. Laboratuvar koşullarındaki veriler 25 °C sıcaklıkta, aydınlık ve GA₄₊₇ ortamında elde edilmiştir (Bakınız Şekil 3.13.). Arazi koşullarındaki veriler, her popülasyon için tekrar sayısı 4 ve her tekrar için n=200 tohumun fide çıkış ortalaması ± se’ dir.

4. TARTIŞMA

4.1. Fide Çıkış Fenolojisi ve Dormansi

Amaranthus retroflexus tohumlarında ilk fide çıkışının mevsimsel zamanlaması ve fide çıkış patlaması açısından popülasyonlar arasında tutarlılık vardır. İlk fide çıkışı Nisan ayının başında görülmüş, takip eden günlerde çıkış oranı gittikçe artarak Mayıs ayının sonuna doğru maksimum seviyeye ulaşmıştır. Araştırmamızdan elde edilen sonuçlar, diğer literatür bilgileri ile benzerlik göstermekte olup, Amerika’ da, Kasım 1976 ve 1977 yıllarında araziye ekilen *A. retroflexus* tohumlarında, fide çıkışının Nisanın ikinci haftasında başladığı ve genellikle Nisan ortasından Mayıs ortasına kadar maksimum orana ulaştığı bulunmuştur (Ogg, Jr. ve Dawson, 1984). Polonya’ da, Kasım ayında tarlaya metal kutular içinde gömülerek üzeri 10 cm toprakla kaplanan dormant tohumlar, aylık periyodlarla tarladan alınmış ve laboratuvarda 25 °C sıcaklıkta çimlenme davranışları araştırılmıştır. Dormant tohumların çimlenme davranışlarında mevsimler farklılıklar saptanmıştır. Mart, Nisan ve Mayıs aylarında, toprak 5 cm minimum sıcaklığın yaklaşık 0-1 °C, ortama sıcaklığın ise 4-10 °C arasında değiştiği sürede tohumların çimlenme oranı yaklaşık %80 iken, Haziran-Ağustos aylarında minimum ve ortalama sıcaklığın sırasıyla yaklaşık 15 ve 20 °C olduğunda çimlenme oranı %40’ ın altına düşmüştür. Bununla beraber toprak minimum ve ortalama sıcaklığın 0-5 °C olduğu aralık ayında çimlenme oranı tekrar %60’ ın üzerine çıkmıştır (Kepczynski ve Sznigir, 2013).

Soğuk bir mevsimsel periyodun ardından topraktan alınarak laboratuvarda analiz edilen tohumların çimlenme oranlarının, sıcak bir mevsimsel periyottan sonra analiz edilenlere göre daha yüksek olduğu diğer bir çalışmada da gösterilmiştir (Omami vd., 1999). Avustralya’ da, *A. retroflexus* tohumları Kasım ayında tarlaya farklı derinliklerde (toprak yüzeyi, 5 cm, 10 cm) gömülerek 3, 6, 9 ay boyunca çimlenme durumları laboratuvarda takip edilmiştir. Tohum çimlenme oranlarının, tüm zaman aralıklarında, toprak yüzeyine ekilen tohumlarda en fazla olduğu tespit edilmiştir. Fakat bu araştırmada maksimum çimlenme oranı araştırma süresi boyunca sadece %21’ dir Tohumlar hasattan sonra tarlaya ekim tarihine kadar laboratuvar koşullarında 6 ay saklanmış ve yayında da belirtildiği gibi tohumların saklama süresi boyunca dormansi seviyesinde meydana gelebilecek değişimler göz ardı edilmiştir (Omami vd., 1999). Bunlara ek olarak *Amaranthus* cinsine ait, doğal koşullarda toprağa gömülen *A. quitensis* ve *A. palmeri* tohumlarında da mevsimsel dormansi görüldüğü bulunmuştur (Faccini ve Vitta, 2005; Jha vd., 2010).

Diğer taraftan farklı popülasyonlardan toplanmış fakat daha sonra aynı çevre koşullarında toprağa gömülmüş olan tohumların fide çıkış oranlarında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Bu durum araştırmamızda kullanılan tohum popülasyonlarının başlangıçtaki dormansi seviyelerinin farklı olduğunu göstermektedir. Nitekim doğal koşullarda elde edilen bu sonuçlar laboratuvar çalışmasından elde ettiğimiz sonuçlar tarafından da desteklenmekte ve popülasyonlar arası tohum dormansi seviyelerindeki farklılıkları ortaya koymaktadır. Amarantaceae familyası içinde bulunan, tarım arazilerindeki *Chenopodium album* (sirken) yabancı otu üzerinde yapılan araştırmada da fide çıkışında popülasyonlar arası farklılıklar ortaya konmuş fakat çalışmamızda yapıldığı gibi tohum dormansi seviyeleri belirlenmemiştir. (Grundy vd., 2003).

Popülasyonlar arasında fide çıkış oranı ve tohum çimlenme davranışlarında görülen farklılıkların sebebi, ana bitkilerin yetiştiği ve tohumların olgunlaştığı çevre koşullarına bağlanabilir. Coğrafi konum açısından değerlendirildiğine, ülkemizdeki coğrafi konumu ile 40 °C kuzey enleminde bulunan Bursa ve Bolu popülasyonlarında fide çıkış oranı diğer popülasyonlara göre daha düşüktür. Benzer şekilde bu popülasyonlara ait tohumların laboratuvar deneylerinde 25 °C sıcaklıkta GA₄₊₇' ye verdiği cevaba göre çimlenme oranı en düşük ve %50 çimlenme oranına en uzun sürede ulaşan tohumlar olduğu bulunmuştur. Diğer taraftan arazide fide çıkışı oranı en yüksek ve laboratuvar deneylerinde %50 çimlenme oranına en kısa sürede ulaşan tohumlar Konya popülasyonuna aittir. Dolayısıyla coğrafi konum dışında diğer çevre koşullarının da etkisi vardır. Tohumların olgunlaşma periyodunda bitkilerin maruz kaldığı ışığın spektral kalitesi dormansi seviyesinin belirlenmesinde önemlidir. Rekabetsiz bir ortamda, direk güneş ışığı altında Kırmızı (R) ve Kırmızı ötesi (FR) ışık spekturum oranı 1,2 iken (R/FR), rekabetin olduğu bir ortamda, bitki yapraklarının altında bu oran 0,2' ye düşebilir. R/FR oranının düşük olduğu ortamlarda, endospermde bulunan fitokrom B absisik asit (ABA) sentezini artırarak tohum dormansisini artırır (Hayes ve Klein, 1974; Lee vd., 2012).

Diğer taraftan *Amaranthus retroflexus* tohumlarında dormansinin ortadan kalkmasında tohum olgunlaşmasından sonra geçen süre önemlidir. Doğal koşullar altında toprak tohum bankasındaki dormant tohumlar, sıcaklık, su potansiyeli ve ışık gibi çevresel faktörlerde meydana gelen dalgalanmalara maruz kalırlar ki bu da tohumların dormansi seviyesinde değişimlere sebep olur. Bu çalışmada arazide ilk fide çıkışı tohum ekimini takiben 137 gün sonra olmuştur. Laboratuvar koşullarında yapılan araştırmalarda tohumlarda dormansi periyodunun 270-361 gün olduğu, potansiyel çimlenme periyodunun yılda iki kere ilkbahar ve yaz sonu olduğu bildirilmiştir (Kigel vd., 1979; Cristaudo vd., 2007; Kaya, 2016). Cristaudo vd., (2007), 15-40 °C sıcaklık aralığında ve karanlık ortamda tohum çimlenme oranının 270.

günde %70' e ulaştığını bulmuştur. Ayrıca İran, Isfahan' dan toplanan *A. retroflexus* tohumlarında çimlenmenin olgunlaşmadan sonra geçen zaman sürecinde arttığı ve 12 ay sonunda çimlenme oranının %73 olduğu bildirilmiştir (Karimmojeni vd., 2014). Fakat doğal ortamda sıcaklık dalgalanmasının en fazla olduğu, ışık alma potansiyeli yüksek toprak yüzeyi veya yüzeye yakın yerde bulunan tohumlarda dormansinin ortadan kalkarak, çimlenme ve fide çıkışının olması bu çalışmada gösterildiği gibi daha kısa bir zaman periyodunda olmuştur. Nitekim *Amaranthus* spp.' de %50 çimlenme oranına ulaşmak için ihtiyaç duyulan sürenin dalgalı sıcaklık uygulamalarında, sabit sıcaklık uygulamalarına göre her zaman daha kısa olduğu rapor edilmiştir (Steckel vd., 2004; Cristaudo vd., 2014). Tarımsal ekosistemlerdeki yabancı ot tohum bankası pek çok yabancı ot türünü içerir. Bu türlerin çimlenme ve fide oluşturma zamanlarının bilinmesi etkili bir mücadele programının planlanmasına yardımcı olacaktır.

4.2. Fenotipik Plastisite

Rekabetin olmadığı ortak bir alanda yetiştirilmiş sekiz popülasyona ait *A. retroflexus* bitkileri morfoloji ve biyokütle açısından fenotipik plastisite göstermiştir. Çalışmamızdan elde edilen fenolojik veriler literatür ile benzerlik göstermektedir. Örneğin, Çek Cumhuriyeti' nde, sıcaklığın en yüksek, yağışın ise en az olduğu bir bölgeden (222 m) toplanan *A. retroflexus* tohumları, deniz seviyesinden yüksekliği 158-654 m, yıllık sıcaklığı 5,7-8,5 ve yıllık toplam yağışı 456-762 mm arasında değişen 6 farklı bölgede yetiştirilmiş ve bitkilerin toprak üstü kuru biyokütle ve tohum sayısı araştırılmıştır. Tüm popülasyonlarda bitki kuru ağırlığı ile tohum sayısı arasında pozitif bir korelasyonun (0,979) olduğu, fakat bu kriterler açısından bitkilerin yetiştiği yükseklik ile ilgili bir ilişkinin olmadığı tespit edilmiştir. Rekabetsiz ortamda yetiştirilen bu bitkilerde, bitki başına düşen tohum sayısının maksimum 1 400 000, toprak üstü biyokütlenin ise 700 g olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yüksek sıcaklık ve yağış bitki biyokütlesini pozitif yönde artırmıştır (Satrapova vd., 2013).

A. retroflexus tohumlarındaki çimlenme oldukça uzun bir zaman periyodunda olabilir. Sayısal olarak fazla popülasyonların oluşumu çimlenmeyi teşvik edici çevre koşulları kadar fide gelişimini teşvik eden koşullara da bağlıdır. Nitekim İtalya' da 1992 yılında yapılan bir araştırma da *A. retroflexus* fidelerinin koloni oluşturma şansını buğday hasadından sonra temmuz ortasında bulduğu bildirilmiştir. Bunu takip eden 1993' de, *A. retroflexus* popülasyonların gelişimi, son herbisit uygulamasından sonra, şeker pancarının henüz tam gelişmediği ama *A. retroflexus* fidelerinin gelişimine fırsat tanıyan büyük boşlukların olduğu mayısın ikinci haftasında görülmüştür. Farklı yıllarda, aynı bölgede yetişen iki *A. retroflexus*

jenerasyonu arasında önemli morfolojik farklılıklar olduğu bulunmuştur. Her iki yılda da bitki uzunluğu ve yan sayısı arasında önemli derecede pozitif bir korelasyonun olduğu, 1993' deki bitkilerin 1992' de yetişenlere göre daha kısa ve yan dal sayısının daha az olduğu bildirilmiştir (Speranza ve Bignami, 1997).

Farklı ekim zamanlarının *A. retroflexus*' un fenolojik özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada (26 Haziran-13 Ağustos), haziran ayında toprağa ekilen tohumlardan gelişen bitkilerin boy, toplam biyokütle, tohum biyokütlesi, tohum sayısı gibi karakterlerin temmuz ve ağustos ayında ekilenlere göre daha fazla olduğu bulunmuştur. Örneğin haziran ayında ekilen bitkilerin boyu 51 cm, tohum biyokütlesi 9 g, tohum sayısı 27,240 iken, ağustos ayında ekilenlerde bu değerler sırasıyla 11cm, 0,09 g ve 284 adet' e düşmüştür. Ayrıca toprağa erken ekilen bitkilerin hayat döngüsünün (89 gün) geç ekilenlere göre (51 gün) daha uzun olduğu bildirilmiştir (Li vd., 2015). Sonuç olarak *A. retroflexus* gibi yüksek fenotipik plastisiteye sahip yabancı otlar çok farklı çevre koşullarına bu özellikleri sayesinde kolaylıkla adapte olup türünün devamlılığını başarılı bir şekilde sağlarlar.

4.3. İklim Değişiklikleri ve Dormansi

Dünyamızda son 10 yıldaki (2009-2018) sıcaklık artışı 0,93 °C iken, değerler son 5 yılda (2014-2018) 1,04 °C' ye ulaşmıştır (WMO, 2018). Ülkemizde, 2017 yılı ortalama sıcaklık 14,2 °C ile 1981-2010 ortalamasının (13,5°C) 0,7 °C, 2018 yılı ortalama sıcaklığının ise 15,4 °C ile 1981-2010 normalinden 1,9 °C daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. Türkiye ortalama sıcaklıklarında 1998 yılından bugüne (2011 yılı hariç) süreklilik arz eden pozitif sıcaklık sapmaları olduğu bildirilmiştir. Mevsimsel olarak 2016-2017 kışı 1,5 °C ile normallerin altında, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri ise sırasıyla 0,6; 1,1 ve 1,0 °C ile normallerin üzerindedir. Bununla beraber 2018 yılı ortalama sıcaklıklarının da kış 2,8 °C, ilkbahar 3°C, yaz 1,2 °C ve sonbahar mevsiminde 1,4 °C ile normalinin üzerinde gerçekleştiği bildirilmiştir (MGM, 2017, 2018).

Bu bağlamda tarımsal bitkiler ve rekabet halinde olan yabancı otların da tohum çimlenme davranışlarının küresel ısınma ve büyük mevsimsel sapmalardan etkileneceği kesindir. Küresel ısınmasının asimetrik olduğu, yani günlük minimum sıcaklıklardaki artışın maksimum sıcaklıklardan daha fazla olduğu ve neticede günlük sıcaklık aralığının giderek düştüğü bildirilmiştir. Simetrik (+5/+5 gün/gece) ve asimetrik (+3/+6 gün/gece) küresel ısınma senaryoları göz önüne alınarak yapılan bir çalışmada, C₄ türlerinin her iki koşulda da çimlenme oranlarının arttığı, C₃ türlerinde ise sıcaklıkla beraber çimlenmenin arttığı daha sonra ise düştüğü bulunmuştur. Özellikle maksimum sıcaklık ile C₄ bitkilerinin çimlenmesi arasında

büyük bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir (Zhang vd., 2014). Tohumları hızlı çimlenen 49 bitki türünden 27 tanesi Amaranthaceae familyasına aittir ve bu 27 türden 22 tanesinin de C₄ fotosentez yolunu kullandığı rapor edilmiştir (Kadereit vd., 2017; Hao vd., 2017).

Bitkiden çevreye yayılan tohumların dormansi seviyesi genetik olarak belirlenir, fakat ana bitkilerin yetiştiği çevrede maruz kaldığı koşullar özellikle tohum oluşumu ve olgunlaşması sırasındaki sıcaklık tohum dormansi düzeyini etkileyen en temel faktördür. Çoğunlukta düşük sıcaklıklara maruz kalmış anne bitkilerin tohumlarında dormansi seviyesi yüksektir (Penfield ve MacGregor, 2017; Mitchell vd., 2017; Finch-Savage ve Footitt, 2017). Anne bitkilerin tohum olgunlaşması sırasında maruz kaldığı sıcaklıkta sadece 1 °C' lik değişim yavru tohumların dormansi seviyesini artırıp düşürmeye yeterlidir (Springthorpe ve Penfield, 2015; Kerdaffrec ve Nordborg, 2017). Araştırmamızda arazi ve laboratuvar sonuçlarından elde edilen veriler ana bitkinin maruz kaldığı çevre koşulları ile tohum dormansi durumları arasında ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Yabancı otlardaki geniş genetik farklılıklar göz önüne alındığında, *A. retroflexus* iklim değişikliklerine rekabet halinde olduğu ve genetik farklılıkları az olan tarımsal bitkiler' den daha hızlı adapte olabilir. Bu durum potansiyel olarak ülkemizdeki tarımsal üretim için ekonomik sorunlar yaratabilir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Assad, R., Reshi, Z. A., Jan, S. ve Rashid, I. (2017). Biology of amaranths. *The Botanical Review*, 83(4), 382-436, <https://doi.org/10.1007/s12229-017-9194-1>.
- Aydemir, M. (2008). Zirai Mücadele Teknik Talimatları. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü. Bitki Sağlığı Araştırmaları Genel Müdürlüğü, Cilt 6, 296 sayfa.
- Baskin, C. C. ve Baskin, J. M. (1988). Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperate region. *American Journal of Botany*, 75(2), 286-305.
- Baskin, C. C. ve Baskin, J. M. (2014). Seeds: ecology, biogeography, and, evolution of dormancy and germination. Elsevier, 2nd edition, USA.
- Baskin, J. M. ve Baskin, C. C. (2004). A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research*, 14(1), 1-16, <https://doi.org/10.1079/SSR2003150>.
- Bentsink, L., Jowett, J., Hanhart, C. J. ve Koornneef, M. (2006). Cloning of DOG1, a quantitative trait locus controlling seed dormancy in *Arabidopsis*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(45), 17042-17047.
- Bewley, J. D., Bradford, K. ve Hilhorst, H. (2013). *Seeds: physiology of development, germination and dormancy*. Springer Science ve Business Media. London, doi 10.1007/978-1.4693-4.
- Birişik, N. (2015). *Teoriden Pratiğe Biyolojik Mücadele Kitabı*. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, 224s.
- Cosmulescu, S., Baci, A., Cichi, M. ve Gruia, M. (2010). The effect of climate changes on phenological phases in plum tree (*Prunus domestica*) in south-western Romania. *South Western Journal of Horticulture Biology and Environment*, 1(1), 9-20.
- Costea, M., Weaver, S. E. ve Tardif, F. J. (2004). The biology of Canadian weeds. 130. *Amaranthus retroflexus* L., *A. powellii* S. Watson and *A. hybridus* L. *Canadian Journal of Plant Science*, 84(2), 631-668.
- Cristaudo, A., Gresta, F., Catara, S. ve Mingo, A. (2014). Assessment of daily heat pulse regimes on the germination of six *Amaranthus* species. *Weed research*, 54(4), 366-376.
- Cristaudo, A., Gresta, F., Luciani, F., ve Restuccia, A. (2007). Effects of after-harvest period and environmental factors on seed dormancy of *Amaranthus* species. *Weed Research*, 47(4), 327-334.
- Davis, P.H. (1967). *Flora of Turkey and The EastAegean Islands*. Volume 2, Edinburgh University Press, 581s.
- DMİ, (2005). Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü. Fenolojik Gözlemler. Meteoroloji memurlarının el kitabı, Teknik Seri No. 6, Ankara

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Donohue, K. (2009). Completing the cycle: maternal effects as the missing link in plant life histories. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1520), 1059-1074.
- Doroszewski, A. (1997). Natural far red irradiation and weed seed persistence in the soil. In *Basic and Applied Aspects of Seed Biology* s. 297-302, Springer, Dordrecht.
- Efthimiadou, A. P., Karkanis, A. C., Bilalis, D. J. ve Efthimiadis, P. (2009). The phenomenon of crop-weed competition; a problem or a key for sustainable weed management?. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7(2), 861-868.
- Faccini, D. ve Vitta, J. I. (2005). Germination characteristics of *Amaranthus quitensis* as affected by seed production date and duration of burial. *Weed research*, 45(5), 371-378.
- Finch-Savage, W. E. ve Footitt, S. (2017). Seed dormancy cycling and the regulation of dormancy mechanisms to time germination in variable field environments. *Journal of Experimental Botany*, 68(4), 843-856.
- Finch-Savage, W. E. ve Leubner-Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*, 171(3), 501-523.
- Footitt, S. ve Cohn, M.A. (1992). Seed dormancy in red rice VIII. Embryo acidification during dormancy-breaking and subsequent germination, *Plant Physiology*, 100(3), 1196-1202.
- Footitt, S. ve Finch-Savage, W. E. (2017). Dormancy and control of seed germination. *Plant Physiology and Function*, 1-30, https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7611-5_7-1.
- Footitt, S., Huang, Z., Clay, H. A., Mead, A. ve Finch-Savage, W. E. (2013). Temperature, light and nitrate sensing coordinate *Arabidopsis* seed dormancy cycling, resulting in winter and summer annual phenotypes. *The Plant Journal*, 74(6), 1003-1015.
- Footitt, S., Huang, Z., Ölcer-Footitt, H., Clay, H. ve Finch-Savage, W. E. (2018). The impact of global warming on germination and seedling emergence in *Alliaria petiolata*, a woodland species with dormancy loss dependent on low temperature. *Plant Biology*, 20(4), 682-690.
- Forcella, F., Arnold, R. L. B., Sanchez, R. ve Ghersa, C. M. (2000). Modeling seedling emergence. *Field Crops Research*, 67(2), 123-139.
- Ghosheh, H. Z. (2004). Single herbicide treatments for control of broadleaved weeds in onion (*Allium cepa*). *Crop protection*, 23(6), 539-542.
- Gorski, T., Gorska, K. ve Stasiak, H. (2013). Inhibition of seed germination by far red radiation transmitted through leaf canopies. *Polish Journal of Agronomy*, 13, 10-38.
- Graeber, K. A. I., Nakabayashi, K., Miatton, E., Leubner-Metzger, G. ve Soppe, W. J. (2012). Molecular mechanisms of seed dormancy. *Plant, Cell & Environment*, 35(10), 1769-1786.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Grundy, A. C., Peters, N. C. B., Rasmussen, I. A., Hartmann, K. M., Sattin, M., Andersson, L. ve Forcella, F. (2003). Emergence of *Chenopodium album* and *Stellaria media* of different origins under different climatic conditions. *Weed Research*, 43(3), 163-176.

Güner, A. (2012). Türkiye Bitkileri Listesi, Damarlı Bitkiler. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları Flora Dizisi 1, ISBN 978-605-60425-7-7.

Haidar, M.A., Gharib, C. ve Sleiman, F.T. (2010). Survival of weed seeds subjected to sheep rumen digestion. *Weed Research*, 50: 467-471.

Hao, J. H., Lv, S. S., Bhattacharya, S., ve Fu, J. G. (2017). Germination response of four alien congeneric *Amaranthus* species to environmental factors. *PloS ONE*, 12(1), e0170297. DOI:10.1371/journal.pone.0170297.

Hayes, R.G. ve Klein W.H. (1974). Spectral quality influence of light during development of *Arabidopsis thaliana* plants in regulating seed germination. *Plant Cell Physiological*. 15, 643-653.

Horak, M.J., Peterson, D.E., Chessman, D.J. ve Wax, L.M. (1994). Pigweed Identification, a pictorial guide to the common pigweeds of the great plains, Cooperative Extension Service, Kansas State University, Manhattan. S.80.

Hoyle, G. L., Venn, S. E., Steadman, K. J., Good, R. B., McAuliffe, E. J., Williams, E. R. ve Nicotra, A. B. (2013). Soil warming increases plant species richness but decreases germination from the alpine soil seed bank. *Global Change Biology*, 19(5), 1549-1561.

Huang, J. Z., Shrestha, A., Tollenaar, M., Deen, W., Rahimian, H. ve Swanton, C. J. (2000). Effects of photoperiod on the phenological development of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.). *Canadian Journal of Plant Science*, 80(4), 929-938.

Huang, Z., Footitt, S. ve Finch-Savage, W. E. (2014). The effect of temperature on reproduction in the summer and winter annual *Arabidopsis thaliana* ecotypes Bur and Cvi. *Annals of botany*, 113(6), 921-929.

Huang, Z., Ölçer-Footitt, H., Footitt, S. ve Finch-Savage, W. E. (2015). Seed dormancy is a dynamic state: variable responses to pre-and post-shedding environmental signals in seeds of contrasting *Arabidopsis* ecotypes. *Seed Science Research*, 25(2), 159-169.

Iamonico, D. (2010). Biology, life-strategy and invasiveness of *Amaranthus retroflexus* L.(Amaranthaceae) in central Italy: preliminary remarks. *Botanica Serbica*, 34(2), 137-145.

IPCC, (2018) Summary for Policymakers. In: Global warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (eds.)). World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 32 s.

ISTA, (1999). International Seed Testing Association, International rules for seed testing.

Jha, P., Norsworthy, J. K., Riley, M. B. ve Bridges, W. (2010). Annual changes in temperature and light requirements for germination of Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) seeds retrieved from soil. *Weed Science*, 58(4), 426-432.

Kadereit, G., Ackerly, D. ve Pirie, M. D. (2012). A broader model for C₄ photosynthesis evolution in plants inferred from the goosefoot family (Chenopodiaceae ss). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279(1741), 3304-3311.

Kadereit, G., Newton, R. J. ve Vandeloof, F. (2017). Evolutionary ecology of fast seed germination A case study in Amaranthaceae/Chenopodiaceae. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 29, 1-11, doi.org/10.1016/j.ppees.2017.09.007.

Karimmojeni, H., Bazrafshan, A.H., Majidi, M.M., Torabian, S. ve Rashidi, B. (2014). Effect of maternal nitrogen and drought stress on seed dormancy and germinability of *Amaranthus retroflexus*. *Plant Species Biology*, 29, 1-8.

Kaya, H. (2016). Doğal populasyonlarından toplanan *Amaranthus retroflexus* L. tohumlarında dormansi. Dumlupınar Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Kütahya.

Kendall, S. ve Penfield, S. (2012). Maternal and zygotic temperature signalling in the control of seed dormancy and germination. *Seed Science Research*, 22(1), 23-29.

Kepczynski, J. ve Sznigir, P., (2013). Response of *Amaranthus retroflexus* L. seeds to gibberellic acid, ethylene and abscisic acid depending on duration of stratification and burial. *Plant Growth Regulation*, 70(1), 15-26.

Kerdaffrec, E. ve Nordborg, M. (2017). The maternal environment interacts with genetic variation in regulating seed dormancy in Swedish *Arabidopsis thaliana*. *PloS ONE*, 12(12), e0190242.

Kınay, S. (2014). Kütahya ve Balıkesir (Bandırma) illeri'nden toplanan *Amaranthus retroflexus* L. tohumlarının çimlenme davranışları. Dumlupınar Üniversitesi. Fen Bilimleri Üniversitesi. Yüksek Lisans Tezi, Kütahya.

Kigel, J., Gibly, A. ve Negbi, M. (1979). Seed germination in *Amaranthus retroflexus* L. as affected by the photoperiod and age during flower induction of the parent plants. *Journal of Experimental Botany*, 30(5), 997-1002.

Kigel, J., Ofir, M. ve Koller, D. (1977). Control of the germination responses of *Amaranthus retroflexus* L. seeds by their parental photothermal environment. *Journal of Experimental Botany*, 28(5), 1125-1136.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Koch, E., Bruns, E., Chmielewski, F. M., Defila, C., Lipa, W. ve Menzel, A. (2007). Guidelines for plant phenological observations. *World Climate Data and Monitoring Programme*.
- Lee, K. P., Piskurewicz, U., Turečková, V., Carat, S., Chappuis, R., Strnad, M. ve Lopez-Molina, L. (2012). Spatially and genetically distinct control of seed germination by phytochromes A and B. *Genes & Development*, 26(17), 1984-1996.
- Li, H., Lindquist, J. L. ve Yang, Y. (2015). Effects of sowing date on phenotypic plasticity of fitness-related traits in two annual weeds on the Songnen Plain of China. *PloS ONE*, 10(5), e0127795. doi:10.1371/journal.pone.0127795
- MGM, (2017). Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2017 yılı iklim değerlendirmesi, Şubat 2018.
- MGM, (2018). Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2018 yılı iklim değerlendirmesi, Ocak 2019.
- Miri, H. R., Rastegar, A. ve Bagheri, A. R. (2012). The impact of elevated CO₂ on growth and competitiveness of C₃ and C₄ crops and weeds. *European Journal of Experimental Biology*, 2(4), 1144-1150.
- Mitchell, J., Johnston, I. G. ve Bassel, G. W. (2017). Variability in seeds: biological, ecological, and agricultural implications. *Journal of Experimental Botany*, 68(4), 809-817.
- Norris, R. F. (2007). Weed fecundity: current status and future needs. *Crop Protection*, 26(3), 182-188.
- Ogg, A. G. ve Dawson, J. H. (1984). Time of emergence of eight weed species. *Weed Science*, 32(3), 327-335.
- Omami, E.N., Haigh, A M., Medd, R. W. ve Nicol, H I. (1999). Changes in germinability, dormancy and viability of *Amaranthus retroflexus* as affected by depth and duration of burial. *Weed Research*, 39, 345-354.
- Ooi, M. K., Auld, T. D. ve Denham, A. J. (2009). Climate change and bet-hedging: interactions between increased soil temperatures and seed bank persistence. *Global Change Biology*, 15(10), 2375-2386.
- Parmesan, C. ve Hanley, M. E. (2015). Plants and climate change: complexities and surprises. *Annals of Botany*, 116(6), 849-864.
- Patterson, D. T. (1995). Weeds in a changing climate. *Weed Science*, 43(4), 685-700.
- Penfield, S. (2017). Primer seed dormancy and germination. *Current Biology*, 27, 853-909.
- Penfield, S. ve MacGregor, D. R. (2017). Effects of environmental variation during seed production on seed dormancy and germination. *Journal of Experimental Botany*, 68(4), 819-825. Propagation by Seed. 647 s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Penuelas, J. ve Filella, I. (2009). Phenology feedbacks on climate change. *Science*, 324(5929), 887-888.
- Peters, K., Breitsameter, L. ve Gerowitt, B. (2014). Impact of climate change on weeds in agriculture: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34(4), 707-721.
- Ramesh, K., Matloob, A., Aslam, F., Florentine, S. K. ve Chauhan, B. S. (2017). Weeds in a changing climate: vulnerabilities, consequences, and implications for future weed management. *Frontiers in Plant Science*, 8, 95.
- Romanovskaja, D., Baksienė, E., Razukas, A. ve Tripolskaja, L. (2012). Influence of climate change on the European hazel (*Corylus avellana* L.) and Norway maple (*Acer platanoides* L.) phenology in Lithuania during the period 1961–2010. *Baltic Forestry*, 18, 228-236.
- Sage, R.F. ve Pearcy, R.W. (1987). The Nitrogen use efficiency of C₃ and C₄ plants II. leaf nitrogen effects on the gas exchange characteristics of *Chenopodium album* (L.) and *Amaranthus retroflexus* (L.). *Plant Physiology*, 84: 959-963.
- Satrapova, J., Hyvönen, T., Venclová, V. ve Soukup, J. (2013). Growth and reproductive characteristics of c4 weeds under climatic conditions of the czech republic. *Plant Soil Environ*, 59(7), 309–315.
- Sauer, J.D. (1988), *Plant Migration: The Dynamics of Geographic Patterning in Seed Plant Species*, University of California Press, s.102-103.
- Seymen, T. ve Polat, M. (2015). Bazı Amasya Elma tiplerinin fenolojik, pomolojik özelliklerinin belirlenmesi ve morfolojik karakterizasyonu. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 19(3), 122-129.
- Speranza, M. ve Bignami, D. (1997). Morphology and life-strategies in two generations of *Amaranthus retroflexus* L. (Amaranthaceae). *Flora* 192:, 21-29.
- Springthorpe, V. ve Penfield, S. (2015). Flowering time and seed dormancy control use external coincidence to generate life history strategy. *eLIFE*, 4, e05557.
- Steckel, L. E., Sprague, C. L., Stoller, E. W. ve Wax, L. M. (2004). Temperature effects on germination of nine *Amaranthus* species. *Weed Science*, 52(2), 217-221.
- Şensoy, S. (2015). Türkiye’ de iklim değişikliğinin meyve ağaçları ve buğdayın fenolojik dönemleri üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. Coğrafya Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Upasani, R.R. ve Barla S. (2018). Weed dynamics in changing climate. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, Special Issue-7, 2554-2567
- Vencil, W.K., Nichols, R.L., Webster, T.M., Soteres, J.K., Mallory-Smith, C., Burgos, N.R., Johnson, W.G. ve McClelland, M.R. (2012). Herbicide resistance: toward an understanding of

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

resistance development and the impact of herbicide-resistant crops. *Weed Science*, Special Issue :2–30.

WMO, (2018). World Meteorological Organisation, The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Based on Global Observations through 2017. *WMO Greenhouse Gas Bulletin*, No. 14, ISSN 2078-0796.

Zhang, H., Yu, Q., Huang, Y., Zheng, W., Tian, Y., Song, Y., Guangdi Li, G. ve Zhou, D. (2014). Germination shifts of C₃ and C₄ species under simulated global warming scenario. *PLoS ONE* 9(8): e105139. doi:10.1371/journal.pone.0105139.

Ziska, L. H. (2000). The impact of elevated CO₂ on yield loss from a C₃ and C₄ weed in field-grown soybean. *Global Change Biology*, 6(8), 899-905.

Ziska, L. H., Tomecek, M. B.ve Gealy, D. R. (2010). Competitive interactions between cultivated and red rice as a function of recent and projected increases in atmospheric carbon dioxide. *Agronomy Journal*, 102(1), 118-123.

Ziska, L.H. ve E.W. Goins. (2006). Elevated atmospheric carbon dioxide and weed populations in glyphosate treated soybean. *Crop Science*, 46: 1354-1359.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : KÖSE, Emeti
Doğum tarihi ve yeri : 29.06.1991 Merkez/KÜTAHYA
e-mail : ekoese3@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi,	30.06.2015
Lise	Kütahya Cumhuriyet Lisesi	18.06.2010

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2018-2019	Milli Eğitim Bakanlığı	Vekil Öğretmen

Yayınlar

- Köse, E. ve Ölçer Footitt, H. (2016). *Amaranthus hybridus L.* tohumlarının çimlenme davranışları. II. Ulusal Bitki Fizyolojisi Sempozyumu, Mersin, (Poster bildirisi).
- Ölçer Footitt, H. and Köse, E. (2016). The effect of gibberellins on the germination of *Amaranthus hybridus L.* seeds. International Conference on Biological Sciences, Konya, (Poster bildirisi).
- Ölçer Footitt, H., Kaya, H. and Köse, E. (2016). The effect of nitrite on seeds germination of *Amaranthus retroflexus L.* populations. International Conference on Biological Sciences, Konya, (Poster bildirisi).
- Ölçer Footitt, H., Kaya, H. and Köse, E. (2017). Germination behavior of *Amaranthus retroflexus L.* seeds collected from the same location in different years. International Symposium, Ecology, Kayseri, (Poster bildirisi).
- Ölçer-Footitt, H., Köse, E. and Almousa, T.(2018). *Amaranthus retroflexus L.*; Türkiye’ de tarımsal arazilerin belalı yabancı otu. International Agriculture, Environment and Health Congress, Book of Abstracts, s-360, 26-28 October 2018, Aydın. (Poster bildirisi).

- Footitt, H., Kaya, H. ve Köse, E. (2018). Olgunlaşmadan sonra geçen zamanın *Amaranthus retroflexus* L. tohumlarının çimlenmesine etkisi. UBFS-2018 III. Plant Physiology Symposium with International Participation, Book of Abstracts, Paper ID: 21169, s-59, 26-29 September 2018, Çanakkale (Poster bildirir).
- *Amaranthus retroflexus* L. tohumlarının dormansi durumuna iklim koşullarının etkisi. Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, BAP, Proje No: 2017-70, Araştırmacı, 2019.

Alınan Sertifikalar

Pedagojik Formasyon Sertifikası : 10.01.2017 (Dumlupınar Üniversitesi Eğitim Fakültesi)

