



FARKLI FİDE EKİM TARİHLERİNİN *Amaranthus retroflexus* L. 'DA FENOTİPİK  
PLASTİSİTE ÜZERİNE ETKİSİ

Tarık ELMUSA

Yüksek Lisans Tezi

Biyoloji Anabilim Dalı

Haziran – 2019

FARKLI FİDE EKİM TARİHLERİNİN *Amaranthus retroflexus* L. 'DA FENOTİPİK  
PLASTİSİTE ÜZERİNE ETKİSİ

Tarık ELMUSA

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

Haziran – 2019

## KABUL VE ONAY SAYFASI

"Tarık ELMUSA tarafından hazırlanan "FARKLI FİDE EKİM TARİHLERİNİN *Amaranthus retroflexus* L. 'DA FENOTİPİK PLASTİSİTE ÜZERİNE 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."

13.06.2019

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

Prof. Dr. Hayri DAYIOĞLU <sup>y</sup>  
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 ve Kütahya Dumlupınar Üniversitesi tarafından kullanılan İntihal Programı ile tarandığını ve benzerlik oranının % 17 çıktığını beyan ederiz. Aykırı bir durum ortaya çıktığı takdirde tüm hukuki sonuçlara razı olduğumuzu taahhüt ederiz.



Prof. Dr. Hülya FOOTITT



Tarık ELMUSA

## FARKLI FİDE EKİM TARİHLERİNİN *Amaranthus retroflexus* L.' da FENOTİPİK PLASTİSİTE ÜZERİNE ETKİSİ

Tarık ELMUSA

Biyoloji, Yüksek Lisans Tezi, 2019

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hülya Ölçer FOOTITT

### ÖZET

*Amaranthus retroflexus* L. Türkiye'deki tarım arazilerinde görülen, ekonomik açıdan en önemli istilacı yabancı ot türlerinden biridir. Bu çalışmada ortak arazi koşullarında büyütülen *A. retroflexus* popülasyonlarında fenotipik plastisite araştırılmıştır. Olgun tohumlar doğal olarak yetişen dört popülasyondan toplanmış ve F1 tohumlarının üretimi Kütahya' da doğal koşullar altında gerçekleştirilmiştir. Fideler araziye tam şansa bağlı deneme planına göre Mayıs ve Temmuz arasında dört ayrı tarihte dikilmiştir. Bitkilerde büyüme ve fenolojik gelişim takip edilmiş, hasat tarihinde vejetatif ve generatif dokuların kuru ağırlığı belirlenmiştir. Ana ve F1 tohumlarının dormansi ve çimlenme potansiyeli H<sub>2</sub>O ve Giberellin içeren ortamlarda 25 ve 35 °C' de test edilmiştir.

Farklı fide ekim tarihi morfolojik karakterlerde fenotipik plastisiteye neden olmuştur. Temmuzda ekilen fidelerde çiçeklenme zamanı Mayıs' ta ekilen fidelere göre daha kısadır. Fide ekiminin gecikmesi bitki boyu, toprak üstü vejetatif ve generatif biyokütlenin düşmesiyle sonuçlanmıştır. F1 tohumlarının sıcaklık ve ışığa verdiği cevap ana popülasyon tohumlarıyla benzerdir. Tohumlar 25 °C' de dormantdir ve dormansi sadece 35 °C ışıktan kalkar. Bununla beraber F1 tohumlarının dormansi seviyesi ana bitkilerin generatif periyotta maruz kaldığı sıcaklıktan etkilenmiştir. Çiçeklenme tarihinden hasat tarihine ortalama sıcaklık düştükçe tohum dormansi seviyesi artmıştır. *Amaranthus retroflexus* farklı ekim tarihlerine cevap olarak büyüme ve tohum çimlenme davranışlarında yüksek plastisite göstermiştir. Sonuçlar bu türün gelecekteki iklim değişikliklerine nasıl adapte olacaklarını tahmin etmemize yardımcı olacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Amaranth sp, dormansi, fenoloji, iklim değişiklikleri, kırmızı köklü tilki kuyruğu.

**EFFECTS OF PLANTING DATE ON PHENOTYPIC PLASTICITY OF  
*Amaranthus retroflexus* L.**

Tarık ELMUSA

Biology, M.Sc. Thesis, 2019

Thesis Supervisor: Prof. Dr. Hülya Ölçer FOOTITT

**SUMMARY**

*Amaranthus retroflexus* L. is one of the most economically important invasive weeds in agricultural fields in Turkey. In this work, phenotypic plasticity in *A. retroflexus* populations grown in common garden environments were investigated. Mature seeds were collected from four naturally occurring populations and the production of F1 progeny were conducted under natural field conditions in Kütahya. Seedlings were planted using a random block design on four separate planting dates; between May and July. Growth and phenological 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 H<sub>2</sub>O and Gibberellin at 25 and 35 °C.

Different planting date revealed phenotypic plasticity in morphological characteristics. Seedlings planted in July had a reduced time to flowering than the ones planted in May. Delayed planting resulted in reduced plant height, above ground vegetative and reproductive biomass. F1 seeds, like mother populations, showed similar response to temperature and light. Seeds were dormant at 25 °C and dormancy was only released at 35 °C in the light. In addition, dormancy in F1 seeds was affected by the temperature experienced by the mother plant during the generative period. Dormancy level was increased as the mean temperature decreased from flowering to harvest. *Amaranthus retroflexus* plants showed high plasticity in growth and seed germination behavior in response to different planting date. These results will help to predict how this species will adapt to future climate change.

**Key words:** Amaranth sp, climate change, dormancy, phenology, 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 ÖLÇER FOOTITT' e sonsuz teşekkür bir borç bilirim. Yüksek lisans eğitimim boyunca laboratuvar ve arazi çalışmalarımda yardımcı olan Hamdi KAYA' ya, yüksek lisans öğrencisi Emeti KÖSE' ye, iklim verilerini sağlayan Meteoroloji Genel Müdürlüğü' ne ve tüm Biyoloji Bölümü öğretim üyelerine, doğrudan ve dolaylı olarak yardım eden herkese ve hayatımın her aşamasında seçimlerimi yargılamadan bana destek olan sevgili aileme teşekkür ederim. Eğitimim sırasında dersini aldığım ve bilgilerinden faydalandığım Dr.Öğr.Üyesi Nüket AKANIL BİNGÖL, Dr.Öğr.Üyesi Betül AKIN ve Dr.Öğr.Üyesi Süleyman TOPAL hocalarıma teşekkür ediyorum. Bana tez yazımının incelikleri konusunda yol gösteren ve detaya verdiği önemi, bana yansıtan Arş. Gör. Dr. Ayhan YILMAZ 'a ayrıca çok teşekkür ederim. Kütahya DPÜ, Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı, Park ve Bahçeler Birimine araştırmayı gerçekleştirdiğimiz arazinin temininde yardımcı olduklarından dolayı Halil EFE, İbrahim AYDOĞMUŞ, Ahmet ÖZDEMİR ve diğer birim çalışanlarına ayrıca teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	V
SUMMARY.....	VI
ŞEKİLLER.....	X
ÇİZGELGELER.....	XI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	XII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Fenoloji ve önemi.....	1
1.2. Tohumlarda Dormansi.....	4
1.2.1. Dormansi ve Hormonlar.....	4
1.2.2. Dormansinin Sınıflandırılması.....	5
1.2.3. Dormansi ve Çevre.....	7
1.3. Yabancı Otlar ve <i>Amaranthus retroflexus</i> L. ....	8
2. MATERYAL VE METOD.....	11
2.1. Çalışmada Kullanılan <i>Amaranthus retroflexus</i> Tohumlarının Temin Edilmesi..	11
2.2. Doğal Arazi Koşullarında Ana Bitkilerden F1 Tohumlarının Elde Edilmesi....	11
2.3. Tohum Çimlendirme Yöntemleri.....	12
2.4. İklimsel Veriler.....	13
3. SONUÇLAR.....	14
3.1. İklimsel Analiz.....	14
3.1.1. Ana Bitkilerin Yetiştği Çevre Koşullarının İklimsel Analizi.....	14
3.1.2. F1 Bitkilerin Yetiştği Çevre Koşullarının İklimsel Analizi.....	17
3.2. Fenolojik Gelişim.....	18
3.3. F1 Bitkilerinde Morfoloji ve Biyokütlenin Popülasyon Düzeyinde karşılaştırılması.....	20
3.4. F1 Bitkilerinde Mofoloji ve Biyokütlenin Tür Düzeyinde Karşılaştırılması.....	27



**İÇİNDEKİLER (devam)**

	<b><u>Sayfa</u></b>
3.5. Ana ve F1 Tohumlarının Çimlenme Davranışları.....	29
4. TARTIŞMA.....	32
4.1. Fenolojik Plastisite.....	32
4.2. Dormansi ve Çimlenme.....	34
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	37
ÖZGEÇMİŞ	



## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Kütahya Dumlupınar Üniversitesi kampüs alanında, doğal koşullarda yetiştirilen <i>Amaranthus retroflexus</i> bitkileri ve tohumları.....	13
3.1. Kütahya 2018 yılı iklim değerlendirmesi.....	18
3.2. 13 Haziran 2018' de araziye ekimi yapılan <i>Amaranthus retroflexus</i> fidelerinin görünüşü.....	18
3.3. <i>Amaranthus retroflexus</i> 'un fenolojik gelişim safhaları.....	21
3.4. <i>Amaranthus retroflexus</i> 'un büyüme ve gelişim safhaları.....	22
3.5. Bitkilerinin büyüme mevsimine göre morfolojik özellikleri.....	25
3.6. F1 bitkilerinin büyüme mevsimine göre biyokütlesi.....	26
3.7. F1 bitkilerinin büyüme mevsimine göre tür bazında değerlendirilmesi.....	28
3.8. F1 bitkilerinin vejetatif ve generatif biyokütle arasındaki ilişki.....	28
3.9. <i>Amaranthus retroflexus</i> tohumlarının 25 ve 35 °C sıcaklıktaki çimlenme davranışları.....	29
3.10. F1 <i>A. retroflexus</i> tohumlarının popülasyon ve tür düzeyindeki çimlenme davranışları.....	31
3.11. F1 bitkilerinin maruz kaldığı sıcaklık ile tohum çimlenme davranışları arasındaki ilişki.....	31

**ÇİZELGELER DİZİNİ**

<b><u>Cizelge</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
1.1. Fenolojik verilerin kullanım alanlarına örnekler.....	3
2.1. Bitki tohumlarının toplandığı lokalitelerin coğrafi konumları ve hasat tarihleri	11
3.1. Meteoroloji verilerine göre tohum toplanan lokalitelerin, yıllık sıcaklık, toplam yağış ve nem değerlendirmesi.....	14
3.2. Meteoroloji verilerine göre tohum toplanan lokalitelerin mevsimsel ortalama hava sıcaklıkları.....	15
3.3. Meteoroloji verilerine göre tohum toplanan lokalitelerin mevsimsel toplam yağış miktarı.....	16
3.4. Meteoroloji verilerine göre tohum toplanan lokalitelerin mevsimsel ortalama nem miktarı.....	16
3.5. F1 bitkilerinin yetiştiği çevre koşulları.....	17
3.6. <i>Amaranthus retroflexus</i> ' da farklı fide ekim tarihlerinin yaprak gelişimi üzerine etkisi.....	20
3.7. <i>Amaranthus retroflexus</i> ' da farklı fide ekim tarihlerinin fenolojik karakterler ve gelişim periyodu üzerine etkisi.....	23

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ****Kısaltmalar**

ABA

*DOG1*

GA

GDD

MGM

 $T_b$ 

WMO

**Açıklama**

Absisik Asit

Delay Of Germination 1

Giberellin

Growing Degree Days

Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Base Temperature

World Meteorological Organization

# 1. GİRİŞ

## 1.1. Fenoloji ve Önemi

Çevre koşulları zaman ve mekân açısından oldukça farklılık gösterir ve organizmalar bu koşullara ya uyum sağlamak ya da uygun olmayan koşullardan kaçmak zorundadır. Fenotipik plastisite (esneklik), belirli bir genotipin farklı çevre koşullarında farklı fenotipler oluşturabilme kapasitesidir ki buda sesil bir organizma olan bitki için çevresel farklılıklarla başa çıkması anlamına gelir. Bitkiler morfoloji, fizyoloji ve anatomiden, gelişim ve üremenin zamanlaması, üreme sistemleri, tohumların gelişimsel şekilleri gibi ekolojik olarak önemli pek çok karakter açısından plastisite gösterir (Valladares vd., 2007). Bu noktada fenoloji kavramı ön plana çıkmaktadır.

Fenoloji doğanın takvimidir ve dünyadaki yaşamın anahtar bileşenidir. Pek çok kuş yuva yapma ve yumurtlama zamanını, yumurtalar çatladığında yavruları besleyebilmek için ortamda yeterli böcek bulabilecek zamana göre ayarlar. Benzer şekilde böceklerin ortaya çıkması konukçul bitkilerin yaprak oluşturma zamanıyla senkronize edilir. İnsanlar için çiçeklerin erken açması erken alerjik reaksiyonların başlaması demektir. Fenoloji, canlıların hayat döngüsünde tekrarlanan biyolojik olayların zamanlamasının incelenmesidir. Fenolojik gelişimin zamanlaması genetiksel ve sıcaklık, nem, rüzgâr, ışık gibi çevresel faktörler tarafından kontrol edilir. Fenolojik olayların zamanlaması bir bitki için yaşama ve başarılı bir şekilde üremesi için önemlidir. Çiçeklenme zamanının değişmesi, örneğin erken sezonda olması polinasyonu sağlayan etkenlerin yeterli olmaması, kaynakların etkili kullanılmaması, herbivorlar tarafından tohumların yenilebilmesi gibi nedenlerle sınırlanabilir (Ghersa ve Holt, 1995; Ghersa, 2000; Koch vd., 2007; www.usanpn.org).

Eski bir yunan terimi olan “Phainestai” göstermek veya belirlemek anlamına gelir. Belçikalı Botanikçi Charles Moren, Fransızca bir terim olan “Phenology” yi ilk 1853 yılında kullansada, fenolojinin tarihi çok daha öncelere, avcı-toplayıcı grupların zamanına dayanmaktadır. Avustralya’ da 50.000 yıldır var olan Oburjinler çevre ile Fauna ve Floradaki ilişkiyi anlamaya çalışmıştır. Fauna ve Florada, rüzgârın kuvvetinde, yağış miktarında ve sıcaklıkta görülen değişimlere göre, kendi takvimlerini geliştirmiş ve 5-10 mevsime ayırmışlardır. Japonya, Kyoto’ da ise kiraz ağaçlarının çiçeklenme zamanı üzeri 1300 yıl önce başlayıp, bugün hala devam eden fenolojik kayıtlara sahiptir. Avrupa, Cenova’da, atkestanenin tomurcuklanma zamanı üzerine fenolojik kayıtlar 1808 yılına, İsviçre’ de kiraz ağaçlarında çiçeklenme 1721 yılına, Fransa da üzüm hasat zamanları orta çağa kadar

uzanmaktadır. Carolus Linnaeus modern fenolojinin kurucusu kabul edilir ve 18. yüzyılın ortasında “Philosophia Botanica” adıyla yazdığı eserde, tek yıllık bitkilerde yaprak açılması, çiçeklenme, meyve oluşumu, yaprak dökümü ve iklimsel gözlemler üzerine veriler yer almıştır (Koch, vd. 2007).

Fenolojik verilerin oldukça önemli kullanım alanları vardır (Çizelge 1.1). İstilacı bitki türlerinin ve orman zararlılarının kontrolü, alerji veya sivrisinek sezonu gibi insan sağlığıyla ilgili olayların tahmini, bitki ekim, gübreleme veya hasat tarihlerinin optimizasyonu, ekolojik döngülerin zamanlamasının anlaşılması, türlerin, popülasyonların ve ekolojik komunitelerin iklim değişiklerine hassasiyetlerinin ortaya konması (Koch, vd. 2007).

Bitki gelişimi, dolayısıyla fenolojik safhalar, yer ve zamana göre büyük farklılıklar gösterir. Bu farklılıklar bitki (genetik, yaş) ve çevresel faktörler (mikro ve makro çevrede hava durumu ve iklim koşulları, toprak koşulları, su varlığı, hastalıklar ve rekabet vb)’ den kaynaklanır. Fakat genel olarak ele alındığında bitkilerin mevsimsel döngüsünü en fazla oranda etkileyen faktörler sıcaklık, fotoperiyot ve yağıştır. Örneğin ilkbahardaki gelişim Kuzey yarımkürenin orta enlemlerinde kış ve bahar aylarındaki sıcaklığa, tropik ve sub-tropiklerde ise yağışa bağlıdır (Gratani, 2014).

Genel olarak düşünüldüğünde, iklim koşulları bitki büyüme, çiçeklenme ve tohum oluşturma zamanını sınırlar. Örneğin rakım yükseldikçe, uzun karla kaplı günlerin olması, daha yoğun radyasyon, düşük sıcaklık, karın olmadığı zamanlarda don riskinin daha fazla olması gibi nedenlerle iklim koşulları daha ekstrem hale gelir. Yükseklik arttıkça biyoçeşitlilik ve polinasyon sağlayıcılarının yoğunluğu ve aktivitesi azalır. Dolayısıyla bitkilerin yüksek rakımlarda yaşama ve başarılı bir şekilde üreme şansını devam ettirmesi için fenolojik olaylarla uygun iklim periyodu penceresini eşleştirmesi gerekir. Örneğin, Avusturalya Alplerinde yüksekliği 860-1780 metre arasında değişen habitatlarda yetişen *Achillea millefolium* (Civanperçemi)’ da rakım ile çiçeklenme zamanı arasında ilişki olduğu, rakım düştükçe çiçeklenme zamanının daha erken olduğu bulunmuştur. Yüksek Alplerde çiçeklenme mevsimin ılıman orta yükseklikteki dağlara göre daha kısa olsa da, çiçeklenmenin tüm yükseltilerde mevsim boyunca devam ettiği bildirilmiştir (Johnston ve Pickering, 2006). Norveç’ de deniz seviyesinden yüksekliği 0-850 m arasında değişen lokalitelerden toplanan *Arabidopsis thaliana* popülasyonlarında, çiçeklenmenin fotoperiyotdan etkilendiği, kısa günlerde çiçeklenme zamanının düşük rakımlarda yetişen bitkilerde yüksek rakımlarda yetişenlere göre daha geç olduğu bulunmuştur (Lewandowska-Sabat vd., 2017). Benzer şekilde İspanya’ da yüksekliği 109-1668 m arasında değişen lokalitelerde büyüyen 17 *Arabidopsis thaliana* popülasyonu

üzerinde yapılan araştırma sonucu, düşük rakımlarda yetişen bitkilerde çiçek taslaklarının yüksek rakımlarda yetişenlere göre daha erken zamanda geliştiği ortaya konmuştur. Buna karşın yüksek rakımdaki bitkilerin ağırlıkça fazla fakat daha az sayıda tohum ürettiği bulunmuştur (Montesinos-Navarro vd., 2011).

**Çizelge 1.1.** Fenolojik verilerin kullanım alanlarına örnekler (Koch, vd. 2007' den adapte edilmiştir).

Alan	Kullanım
Tarım	Tarım sektöründe olanları bilgilendirme; bitki ekim, gübreleme, hasat veya yabancı otlarla mücadele tarihlerinin zamanlaması vb.
Biyçeşitlilik / Ekoloji	Sıra dışı olayların etkisinin ortaya konması; türler arası ilişki, bitki/ hayvanların yeni bir bölgeye göçü (yüksek enlem veya boylam), besin zincirinde zamanlamanın uyumaması, tür ve iklimin uyumaması.
Doğal kaynakların yönetimi	Yönetim faaliyetlerinin zamanlaması; iklim değişikliği koşullarında kaynakların kullanımı, yeni kaynakların bulunması
Eğitim	Çocukların ve halkın bilimsel araştırmalara katılımı; ucuz ve herkes tarafından ulaşılabilir olması nedeniyle bitki ve hayvanlara ilgi duyanların bilgisini artırma, insanları doğaya daha da yakınlaştırma.
Bahçe işleri	Bahçe ile ilgilenenlere planlama yapabilmeleri için bilgi verme; ekim, budama, gübreleme, böcek kontrolü vb.
İnsan Sağlığı	Polen alerjisi olan gruplara bilgi sağlama; iklim değişikliğinin sivrisinek, kene gibi hastalık oluşturan vektörler üzerine etkisini ortaya koyma.
Çevreye olan ilgiyi artırma	Halkı iklim değişikliği ve bu değişikliğin bitki ve hayvanlar üzerindeki etkisi gibi çevresel konularda bilgilendirme
Turizm & Spor	İnsanların ilgi gösterebileceği konu ve olaylar hakkında bilgi verme; kuş gözetleme turları, meyve çiçeklenme zamanı bisiklet turları vb.

Bir bitkinin çiçeklenme zamanı yanında, ürettiği reproduktif yapılarda da fenolojik farklılıklar görülebilir. Örneğin, *Ruellia nudiflora* (Yabani petunya) kleistogami çiçek yapısına sahip (çiçekleri açılmayan, kendi kendine tozlaşma gösteren) bir yabancı ot türüdür. Işık yoğunluğunun çiçeklenme ve meyve oluşumu üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada kazmogami tipi çiçeklerin (çapraz döllenme gösteren çiçek) üretiminin gölge ortamda yetişen bitkilerde, açık güneşli ortamda yetişen bitkilere göre daha önce sonlandığı, kleistogamik meyvelerin üretiminin ise ışık koşullarından etkilenmediği bulunmuştur (Munguia-Rosas vd., 2013).

Farklı tarımsal bitkilerle yetişen bir yabancı ot türünün fenolojik gelişiminde de farklılıklar görülebilir. Bu fenolojik farklılıklar, tarımsal bitkilerin ekim zamanı, yaşam süreleri, bitki yoğunluğu ve büyüklüğünün farklı olmasından kaynaklanabilir. Örneğin fasulye tarlalarında yetişen *Anagallis arvensis* (Fare kulağı) Şubat ayında çiçeklenme gösterirken, aynı ayda buğday tarlalarında yetişen bitkilerde ise çiçeklenmenin çok az olduğu bulunmuştur. Benzer şekilde yazın pamuk tarlalarında büyüyen yabancı otlarda çiçek taslağı oluşumu, çiçeklenme ve meyve oluşumunun mısır tarlalarında büyüyenlerden daha önce olduğu bildirilmiştir (Hegazy vd., 2005).

Fenolojik gelişimi etkileyen en önemli çevresel faktörlerden biride sıcaklıktır. Küresel iklim değişikliği neticesinde, 1558 yabancı bitki türünün sıcaklığa olan hassasiyeti temel alınarak yapılan hesaplamalara göre, ilkbaharda yapraklanma ve çiçeklenme evrelerinin her °C başına 5-6 gün öne gelmeye devam edeceği tahmin edilmektedir (Wolkovich vd., 2014). Sıcaklık, bir bitkinin hayat döngüsünde iki temel dönüşümün zamanlamasını belirleyen birincil sinyaldir; çimlenme (tohumdan bitkiye dönüşüm) ve çoğalma (bitkiden tohuma dönüşüm). Bitkiden ayrılarak çevreye yayılan tohumların dormansi seviyesi genetik olarak belirlenir, fakat ana bitkilerin yetiştiği çevrede maruz kaldığı çevre koşulları (fotoperiyot, sıcaklık, güneşlenme süresi gibi), özellikle çiçeklenme ve tohum olgunlaşması sırasındaki sıcaklık tohum dormansi seviyesini etkileyen en önemli faktördür (Finch-Savage ve Footitt, 2017). Dolayısıyla tohum çimlenme fenolojisi de üzerinde araştırmaların yoğunlaştığı bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

## **1.2. Tohumlarda Dormansi**

Dormansi, bilinen en yaygın tanıma göre, uygun koşullarda canlı bir tohumun çimlenmeyi tamamlaması için bir engeldir (Bewley, 1997). Diğer taraftan dormant tohum, çimlenmesi için uygun olan normal fizyolojik çevre şartlarında, spesifik bir zaman aralığında çimlenme kapasitesi olmayan tohum olarak tanımlanmıştır (Baskin ve Baskin, 2004). Dormansi, çimlenme için ihtiyaç duyulan koşulları tanımlayan tohum karakteri olarak ifade edilmiştir (Finch-Savage ve Leubner-Metzger 2006; Graeber vd., 2012).

### **1.2.1. Dormansi ve hormonlar**

Hormonlar, tohumların buldukları çevreye cevap olarak, dormansinin artmasında ya da ortadan kalkmasında temel rol oynar. Tohumlar, çevreden gelen sinyaller ve hormonal düzenleme arasındaki çapraz iletişim bilgilerine göre, çimlenme potansiyelini ekolojik imkanlarla örtüşecek şekilde ayarlarlar (Penfield, 2017; Finch-Savage ve Footitt, 2017). Her ne



kadar dormansinin kırılmasında rol alan başka kimyasallar varsa da giberellinler (GA) ve absisik asit (ABA) tohumlarda çimlenme ve dormansiyi etkileyen temel hormonlardır. Giberellinler, çimlenmeyi teşvik etmelerine ek olarak, bitki gelişiminin vejetatif büyüme, çiçeklenme ve polen üretimi gibi diğer metabolik faaliyetlerde de rol alır (Groot ve Karssen, 1987). Absisik asit ise tohumlarda dormansiyi kontrol eden hormondur, tohum gelişimi ve çimlenme sırasında içsel ve dışsal uyarılara karşı ABA içeriği ve hassasiyetinde değişiklikler meydana gelir. ABA, tohum gelişimi sırasında birikir ve tohum olgunlaşmasının son aşamasında en yüksek düzeye ulaşır. Örneğin *Arabidopsis thaliana*' a tohum olgunlaşmasının ara aşamasında tohumda biriken ABA'nın büyük kısmı ana dokularda sentezlenir ve ana bitkiden tohumlara transfer edilir. Primer dormansi ve tohum olgunlaşması için zigotik dokularda sentezlenen ABA'ya ihtiyaç vardır (Nambara vd., 2010).

Dormant tohumlarda ABA miktarının yüksek, GA miktarının düşük olduğu bilinse de, dormanside asıl önemli olanın bu iki hormonun miktarı değil GA/ABA arasındaki oran olduğu bildirilmiştir (Finch-Savage ve Leubner-Metzger, 2006). Hem ABA hem de GA tohumlarda bulunur, ancak dormansinin ortadan kalması birinin üretimine veya yıkılmasına bağlıdır (Finch-Savage ve Leubner-Metzger, 2006; Cadman vd., 2006). Nitekim pirinçte, dormansinin ortadan kalkma sürecinde  $GA_1/ABA$ ,  $GA_7/ABA$ ,  $GA_{12}/ABA$  ve  $GA_{20}/ABA$  oranlarında bir artış gözlenirken,  $GA_3/ABA$  ve  $GA_4/ABA$  oranlarında önemli düşüş olduğu saptanmıştır (Du vd., 2015).

### 1.2.2. Dormansinin sınıflandırılması

Tohum dormansisi ile ilgili çok çeşitli sınıflandırmalar yapılsa da (Eira ve Caldas, 2000) bugün en yaygın kabul edilen tohum fizyolojisi ve morfolojisi göz önüne alınarak yapılan sınıflandırmadır. Nikolaeva-Baskin sistemine göre dormansi, fizyolojik, morfolojik, morfofizyolojik, fiziksel ve karma (fiziksel + fizyolojik) olarak 5 sınıfa ayrılmıştır (Baskin ve Baskin 2004; Hilhorst, 2011). Fizyolojik dormansi tohumlarda görülen en yaygın dormansi tipidir ve embriyonun fizyolojik olarak inhibisyonundan kaynaklanır ki bu da radikula çıkışını engeller. Ilıman bölge topraklarındaki tohumlarda görülen en yaygın dormansi tipidir. Model tür olarak bilinen *Arabidopsis thaliana*, *Nicotiana* spp, *Helianthus annuus* gibi bitkiler örnek olarak verilebilir. Fizyolojik dormansi de kendi içinde üç seviyeye ayrılmıştır; derin, orta ve derin olmayan dormansi. Derin fizyolojik dormansi gösteren tohumların embriyoları tam gelişmiştir fakat embriyoyu saran yapılar su ve/veya oksijen alım oranını etkiler. Tohumdan ayrılan embriyolar ya büyüme göstermez ya da anormal fideler oluşturur. Çimlenmeden önce birkaç ay soğuk stratifikasyona ihtiyaç duyulur ve stratifikasyon periyodu türlere göre farklılık gösterir.

Dormansinin kırılması için örneğin elma (*Malus domestica*) 12 hafta, şeftali (*Prunus persica*) 12-14 hafta ve (*Acer caesium*) 24-28 haftalık soğuk stratifikasyona ihtiyaç vardır (Baskin ve Baskin, 2004; Finch-Savage ve Leubner-Metzger 2006). Stratifikasyon öncesi tohumların oda sıcaklığında, kuru ortamda belirli bir periyotta bekletilmesi stratifikasyon için ihtiyaç duyulan süreyi azaltmaz. Giberellin veya Kinetin ile muamele dormansiyi kırmaz (Baskin ve Baskin, 2004, 2005, 2014; Zhou vd., 2015).

Orta seviye fizyolojik dormansi gösteren tohumların embriyoları tam gelişmiştir ve pek çoğu endosperme sahip değildir. Tohumlar suya geçirgendir fakat embriyoyu çevreleyen yapılar su alınımlarını veya oksijen difüzyonunu yavaşlatabilir. Dormansinin kırılması için uzun süreli soğuk stratifikasyona ihtiyaç duyulur. Stratifikasyon öncesi tohumların kuru ortamda veya sıcak- nemli ortamda belirli bir periyotta bekletilmesi stratifikasyon için ihtiyaç duyulan süreyi kısaltır (Baskin ve Baskin, 2014). Giberellinlerin tohumlar üzerindeki etkisi farklılık gösterir. Örneğin Adi fındık (*Corylus avellana*) ve Avrupa kayını (*Fagus sylvatica*)'nın dorman tohumlarında çimlenmeyi etkilemezken, perikarbi çıkarılmış tohumlarda çimlenmeyi artırır. Benzer şekilde Akçaağaç (*Acer pseudoplatanus*)'ın tohum çimlenmesinde GA etkili değilken Kinetin' in çimlenmeyi uyardığı rapor edilmiştir (Baskin ve Baskin, 2014).

Tohumların büyük bir bölümü (örneğin, yabancı otlar, sebzeler, çiçekler) ise derin olmayan fizyolojik dormansiye sahiptir (Willis vd., 2014). Olgunlaşmış taze tohumlar ya hiçbir sıcaklık aralığında çimlenmez ya da çok dar bir sıcaklık aralığında çimlenebilir. Tohumdan ayrılan embriyolar normal fideler oluşturur ve GA uygulamasıyla dormansi kırabilir. Tohum türüne bağlı olarak skarifikasyon, kuru depolamayla olgunlaşmadan sonra geçen süre, sıcak veya soğuk stratifikasyon ile de dormansi kırılabilir. Ayrıca derin olmayan fizyolojik dormansi zamanla ortadan kalktıkça tohumların ışığa ve GA'ya hassasiyeti de artar. Fizyolojik dormansi (artması veya azalması) sıcaklık, nitrat, ışık, gaz konsantrasyonu ( $O_2$  ve  $CO_2$ ), organik maddeler ve su gibi çeşitli çevresel faktörler tarafından kontrol edilir. Bu farklı çevresel sinyaller belki de yeni ve değişen çevre koşullarına adaptasyon için bir baskı oluşturur ve fizyolojik dormanside geniş fenotipik varyasyonların görülmesine sebep olabilir (Cohn vd., 1983; Copeland ve McDonald, 2001; Benech-Arnold ve Sanchez, 2004; Finch-Savage ve Leubner -Metzger 2006; Deng ve Song, 2012 ).

### 1.2.3. Dormansi ve çevre

Çevre, genetik faktörlere ek olarak, tohum gelişimi sırasında dormansiyi belirleyen en temel etkiye sahiptir. Çevresel faktörlerin etkisi dormansinin neden farklılık gösterdiğini büyük oranda açıklar. Dormansinin gelişmesinde etkili çevresel faktörlerden en önemli olanları toprak, sıcaklık ve ışıktır (Bewley vd., 2013). Toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri dormansinin oluşmasında rol oynayabilir. Nitrat alınımı ve dağılımı buna bir örnek olarak gösterilebilir. Nitekim nitrat dormansi ve çimlenmenin kontrolünde büyük öneme sahiptir. Olgun tohumlardaki nitrat içeriği, ana bitkiler tarafından alınan bu iyonun miktarına ve tohuma iletimine bağlıdır. Burada da toprak nemi ve nitrat içeriği, ana bitkilerin köklerindeki nitrat oksidaz aktivitesi ve tohum spesifik nitrat taşıyıcı proteinlerin aktivitesi gibi faktörler öne çıkar. Kuru tohum içindeki birikmiş nitrat miktarı direk olarak bitkilerin gelişimleri sırasında toprakta bulunan nitrat miktarıyla ilişkilidir (Alboresi vd., 2005; Vidal vd., 2010).

Tohum gelişimi sırasında dormansinin belirmesinde en etkili faktörlerden biri de sıcaklıktır. Genel olarak, örneğin *Rosa* spp, yabani yulaf ve buğday, arpa gibi tahıl bitkilerinde düşük sıcaklık tohumlarda dormansinin artmasına sebep olur. Benzer şekilde, soğuk ve ılık sıcaklık derecelerinde gelişen *Arabidopsis thaliana* tohumları sırasıyla yüksek ve düşük dormansi seviyesine sahiptir (Penfield ve MacGregor, 2017; Mitchell vd., 2017; Finch-Savage ve Footitt, 2017). Kuru tohumlardaki moleküler çalışmalar *DOG1*, *GA2ox6* ve *NCED4* gibi genlerin düşük sıcaklıklar tarafından kontrol edildiğini ve bu genlerin doğrudan dormansi ile ilgili olduğunu ortaya koymuştur (Bentsink vd., 2006; Nakabayashi vd., 2012). *DOG1* geni (*DELAY of GERMINATION*; çimlenmeyi geciktiren gen) ve *NCED4* geni (9-*cis*-epoxycarotenoid dioxygenase enzimi) sırasıyla dormansi ve ABA biyosentezinden, *GA2ox6* geni (Giberellin-2 oksidaz enzimi) ise giberellinlerin inaktivasyonundan sorumludur. Buna karşın yüksek sıcaklıklarda olgunlaşan tohumlarda dormansi seviyesinin düşük olması ise ABA katabolizmasında rol oynayan genlerin ifadesinin artmasından kaynaklanır (Kendall vd., 2012). Ana bitkilerin yetiştiği çevrenin tohum dormansi seviyesini etkilemesi GA ve ABA arasındaki dengeye bağlıdır. Diğer taraftan tohum dormansi seviyesinin yüksek sıcaklıklar tarafından artırıldığı türlerde vardır. Örneğin tohum olgunlaşmasının son haftasında yüksek sıcaklıklara maruz bırakılan *Syringa vulgaris* (Leylak) bitkisinin, dormansi seviyesi yüksek tohumlar oluşturduğu bildirilmiştir (Bewley vd., 2013).

Işık miktarı, günlük ışıklanma süresi (fotoperiyot) ve ışığın spektral kalitesi dormansinin gelişmesinde etkilidir. Örneğin uzun günlerde yetişen *Chenopodium* spp. türleri, kısa günlerde yetişenlere göre dormansi seviyesi daha yüksek tohumlar üretir (Karssen, 1970).

Fotoperiyot yanında ışığın spektral kalitesi de önemlidir. Floresan ışık veren lambalar altında olgunlaşan *Arabidopsis thaliana* tohumlarının hasattan kısa bir süre sonra dormansilerini kaybettiği, akkor, parlak ışık (incandescent) veren lambalar altında olgunlaşan tohumların ise birkaç ay dormansi durumlarını koruduğu bulunmuştur. Floresan lambalar kırmızı ışık, akkor lambalar ise kızıl-ötesi ışık açısından zengindir. Floresan lambalar altında gelişen tohumlarda fitokromun aktif formu olan Pfr' nin daha fazla biriktiği ve bu tohumların karanlıkta bile çimlenebildiği, Pfr içeriği düşük olan tohumların ise dormansi durumlarını koruduğu bulunmuştur (Hayes ve Klain, 1974).

### 1.3. Yabancı otlar ve *Amaranthus retroflexus* L.

Tarım ve tarım dışı alanlarda yetişen, insanoğlunun istemediği çeşitli hedef ve amaçlarına zarar veren bitkiler yabancı ot olarak tanımlanabilir. Ekosistemin bir parçası olan bu bitkileri istenmeyen hale getiren ise insanoğlunun kendi sağlığını, hayvanlarını ve bitkisel besin kaynaklarını koruma altına alma çabasıdır. Kültür bitkilerinden çok daha üstün özelliklere sahip olabilen yabancı otların mücadelesinde kültürel, mekanik, kimyasal, biyolojik ve yabancı otların yayılmasını engelleyen koruma tedbirleri gibi yöntemler kullanılmaktadır. Yabancı otlarla entegre mücadele ise, söz konusu yabancı ot ile ilgili problemleri çözmede en etkili yöntemlerin bir araya getirilerek kullanılmasıdır. Entegre mücadele, tarımsal alanlarda kullanılan herbisitlere bir alternatif değildir. Herbisitler, uzun yıllardır kullanım kolaylığı, etkinliği ve kolay elde edilebilirliği nedeniyle yabancı otlarla mücadelede birinci sırada yer almış olup entegre siteminde bir parçasıdır. Kullanılan yabancı ot kontrol yöntemlerinin etkinliğini yitirmesi, tarımsal araziye yeni yabancı ot türlerinin girmesi üreticilerin mücadelede yöntem değişikliğine gitmesini gerekli kılar. Herbisitlere direncin hızla yayılması, tüketicilerin organik ürünleri talep etmesi, üreticileri içinde herbisit olmayan yabancı ot kontrol yöntemlerini kullanmaya teşvik etmektedir (Bridges, 1994; Basu, 2004; Birişik, 2015).

Dünyada herbisitlere direnç kazanmış yabancı ot türü sayısı yaklaşık 199' dur ve bunlar arasında Poaceae familyası 73 tür ile birinci sırada yer alır. Bunu sırasıyla Astaraceae (36 tür), Brassicaceae (20 tür), Amaranthaceae (12 tür) ve Chenopodiaceae (8 tür) izler (Heap, 2019; Price vd., 2012). Ülkemizde Amaranthaceae (Horozibiğigiller) familyasına ait 33 cins, *Amaranthus* cinsine bağlı 14 tür tanımlanmıştır (Güner, 2012). Dünyada ekonomik açıdan en önemli ve herbisitlere direnç kazanmış ilk 10 sıradaki yabancı ot türü arasında *Amaranthus retroflexus*' da bulunur. *Amaranthus retroflexus*' un, 1980' lerden itibaren günümüze kadar dünyada 16 farklı ülkede çeşitli herbisitlere karşı direnç kazandığı bildirilmesine rağmen, Türkiye' de bu konuda yapılan bir bildirim yoktur (Steward, 2009; Heap, 2019). Türkiye'de

*Amaranthus retroflexus* bitkisi, ekonomik bitkilerle birlikte yetişen en önemli yabancı ot bitkilerinden biridir. Buğday, mısır, pamuk, nohut, domates, patates, şeker pancarı ve fasulye tarlaları dahil yaklaşık 34 farklı bitki türünün yetiştirildiği alanda varlığı tespit edilmiştir (Türe ve Köse, 2000; Aydemir, 2008; Sırma ve Kadioğlu, 2010; Cangı ve Topçu, 2011; Birişik, 2015; Pala ve Mennan, 2016).

*Amaranthus retroflexus* birçok alanda, özellikle karayollarının, demiryollarının, bahçelerin, meyve bahçelerinin ve terk edilmiş arazilerin kenarlarında 0-1900 m yükseklikte yayılış gösteren tek yıllık, dikotil bir bitkidir. Bitkinin rengi yeşil, gövdesi açık yeşil veya kırmızıdır. Bitkinin uzunluğu 60-90 cm arasındadır ve uygun koşullarda, 180 cm'ye kadar ulaşabilir. Gövde ve dallar az veya çok tüylü, yapraklar uzun damarlı gri-yeşil renktedir. Bitki monoikdir, çiçekler sık küme şeklindedir. Oval olgun tohumları siyah parlak renktedir, embriyo periferik konumdadır (Costea vd. 2004; Kadioğlu vd., 2015; Finch-Savage ve Leubner – Metzger, 2006).

Çiçeklenme zamanı enleme bağlıdır, ılıman bölgelerde yaşayan bitkiler kısa günde çiçeklenme özelliğine sahiptir (Kigel vd., 1977; Kigel vd., 1979; Bond, 2007). Türkiye’ de ilk ve son çiçeklenme zamanı Davis’ e (1967) göre 5.-7. aylar (Mayıs-Temmuz), Gündüz vd.,’ ne (2006) göre ise 6.-10. aylardır (Haziran-Ekim). Bitki başına 5,000 ila 1,900,000 arasında değişen çok sayıda tohum oluşturma potansiyeline sahiptir (Costea vd., 2004). Bununla beraber ürettiği tohum sayısı, beraber yetiştiği kültür bitkisinin ekim sıklığına (Norris, 2007) ve herbisit kullanımına bağlı olarak değişebilir (Satrapova, 2013). Tohumların çevreye yayılması rüzgarla, suyla, hayvanlarla, tarım aletleriyle veya hayvan gübrelere aracılığıyla yayılmasıyla olur. Tohumları toprakta 6-10 yıl canlılığını koruyabilir, 40 yıllık bir süreden sonra bile tohumların % 2 oranında çimlenme yeteneği gösterdiği, gömülü olduğu toprak derinliği arttıkça tohumların canlılık durumunun da arttığı bildirilmiştir (Schonbeck ve Egle, 1981b; Costea vd., 2004; Haidar, 2010). Tohumlar hasat edildiğinde primer dormansi gösterir ve dormansi düzeyi ana bitkinin büyüme koşullarına bağlı olarak değişebilir (Baskin ve Baskin, 1988).

*Amaranthus retroflexus* C4 fotosentez yolunu kullanır, mücadele edilmediği takdirde ışık, su, azot ve fosfat için tarımsal bitkilerle rekabete geçerek ürün kalite ve miktarında büyük kayıplara sebep olur, tohumları topraktaki tohum bankasında birikir. Ülkemizde görülen çok farklı iklim koşullarında yetişebilen bu bitkinin fenolojik gelişim, tohum çimlenme davranışları ve dormansi seviyelerinin araştırılması, adaptasyon yeteneklerinin ortaya konması açısından önemlidir. Bu çalışmada deniz seviyesinden yüksekliği ve iklim özellikleri farklı lokalitelerden

toplanan *A. retroflexus* popülasyonlarında genotip ve çevre ilişkisinin, fenoloji ve tohum dormansi seviyesi üzerine etkileri araştırılmıştır.



## 2. MATERYAL VE METOD

### 2.1. Çalışmada Kullanılan *Amaranthus retroflexus* Tohumlarının Temin Edilmesi

Çalışmada 4 farklı popülasyona ait *Amaranthus retroflexus* bitkileri (ana bitkiler) Bursa, Konya, Kütahya ve Mersin’deki doğal yayılış alanlarından toplanmış olup, bitkilerin toplandığı lokalitelerin koordinatları Çizelge 2.1’de verilmiştir. Tohumlar bitkiden silkelenerek veya sıvazlanarak çıkarılmış, oda koşullarında 2 hafta bekletildikten sonra çimlenme durumları araştırılıncaya kadar -20°C’de hava geçirmeyen kaplarda saklanmıştır.

**Çizelge 2.1.** Bitki tohumlarının toplandığı lokalitelerin coğrafi konumları ve hasat tarihleri.

Lokalite	Yükseklik (m)	Enlem	Boylam	Hasat tarihi
Bursa/Merkez	89 m	40° 16' 13" K	29° 02' 58" D	20.09.2014
Mersin/Merkez	72 m	36° 46' 45" K	34° 31' 52" D	02.09.2016
Kütahya/Merkez	947 m	39° 27' 06" K	29° 56' 23" D	17.10.2016
Konya/Merkez	1104 m	38° 00' 40" K	32° 31' 29" D	22.10.2016

### 2.2. Doğal Arazi Koşullarında Ana Bitkilerden F1 Tohumlarının Elde Edilmesi

*Amaranthus retroflexus* tohumları 35 °C aydınlık ortamda dormant değildir, tohumların çimlenme oran ve hızları farklılık gösterir (Kınay, 2014; Kaya, 2016). Dört farklı popülasyona ait ana bitkilerden aynı anda çimlenen ve aynı anda kotiledonları açılmış fideler elde etmek amacıyla tohumlar içerisine toprak (Potground H, Germany) doldurulmuş 4x4 viyollerde 35 °C aydınlık ortamda (NÜVE TK120) çimlendirilmiştir. Fide eldesi, aşağıda belirtilen tarihlere uygun olarak, 4 farklı zamanda tekrarlanmıştır.

İçerisinde yabancı ot tohumu içermeyen, temiz toprak (Potground H, Germany) ile doldurulmuş 15 cm çapındaki saksılar üniversitemiz kampüs alanı içerisinde bulunan araziye (39° 48' 23" K / 29° 89' 99" D) şansa bağlı blok deneme planına göre, her popülasyon için 4 tekrarlı olacak şekilde yerleştirilmiştir. Fidler arazideki saksılara ekilmeden önce, deneme blokları içindeki toprak vejetasyonu elle temizlenmiş ve tüm büyüme mevsimi boyunca arazi temiz tutulmuştur. Laboratuvar koşullarında elde edilen ve kotiledonları açılmış fideler saksılara transfer edilerek, saksı başına bir bitki kalacak şekilde seyreltilmiştir. Fidelerin araziye ekimi 4

farklı tarihte, 29 Mayıs (1. Parsel), 13 Haziran (2. Parsel), 28 Haziran (3. Parsel) ve 13 Temmuz (4. Parsel)' de yapılmıştır. Popülasyonlar arası muhtemel çapraz döllenmeyi engellemek amacıyla çiçekler ilk açıldığı günden itibaren polinasyon çantaları ile kapatılmıştır. (Şekil 2.1.).

Bitkilerin büyüme mevsimi boyunca apikal meristemde çiçek taslağının belirmesi, çiçeklenme ve tohum oluşumu gibi anahtar fenolojik safhalar kayıt edilmiştir. Farklı ekim zamanlarının bu fenolojik safhalar üzerindeki etkisini göstermek amacıyla her popülasyon için fenolojik periyodlar belirlenmiş ve her safhada geçirilen zaman ortalama gün sayısı olarak hesaplanmıştır. Bitkilerin farklı fenolojik periyodlarda maruz kaldıkları etkili sıcaklık toplamı (°C ) aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır. *Amaranthus retroflexus* için  $T_b$  10 °C olarak kabul edilmiştir (Horak ve Loughin 2000).

$$\text{Growing Degree Days (GDD)} = \frac{\text{Günlük maksimum sıcaklık} + \text{Günlük minimum sıcaklık}}{2} - T_b$$

Büyüme periyodu sonunda, tohum olgunlaşmasını takiben, tohum kaybını minimuma indirmek amacıyla bitkiler hasat edilmiştir. Hasattan önce her bitkinin boyu toprak seviyesinden apeks' e kadar ölçülmüş ve yan dal sayısı belirlenmiştir. Toprak üstü biyokütleyi belirlemek için, her bitkinin gövde, yaprak kısımları, çiçek parçaları ayrılmış ve tohumları ayıklanmıştır. Tohumlar (F1) hasatı takiben iki hafta oda sıcaklığında bekletildikten sonra toplam tohum ağırlığı ölçülerek (gr bitki<sup>-1</sup>), çimlenme durumları tespit edilinceye kadar -20 °C saklanmıştır. Gövde, yaprak ve çiçek parçaları 70 °C etüvde, ağırlıkları sabit olana kadar (7 gün) kurutulmuş ve bu süre sonunda kuru ağırlıkları (gr bitki<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir. Veriler üzerinde Microsoft Office Excel Kullanılarak regresyon, tek yönlü ANOVA ve Duncan çoklu karşılaştırma testleri uygulanmış istatistiki açıdan önem dereceleri belirlenmiştir.

### 2.3. Tohum Çimlendirme Yöntemleri

Doğal yayılış alanlarından toplanan (ana bitkiler) ve Kütahya' da Üniversitemiz kampüs alanında doğal koşullarda yetiştirilen bitkilerin (F1) tohum çimlendirme çalışmaları için, tohumlar ekim öncesinde %10' luk sodyum hipoklorit ile 5 dk. yüzeysel sterilizasyona tabii tutulmuş ve yüzeysel sterilizasyonu takiben 5x3 dk. saf su ile yıkanmıştır. Çalışmada içerisine iki kat filtre kâğıdı yerleştirilmiş 124x88x22 mm boyutunda transparan polystyrene kutular (Stewart Plastics Ltd, UK) kullanılmış ve her kutuya 8 ml gerekli çözelti ilave edilmiştir. Tüm uygulamalarda kutu başına 20 tohum kullanılmış ve deneyler 5 tekrarlı olarak yapılmıştır. Ekimi yapılan tohumlar 25 ve 35 °C' ye ayarlanmış test kabininde, 14 gün süreyle daimi karanlık veya aydınlıkta çimlendirilmiştir. Karanlık ortamda tohumların çimlenme durumları 550 nm dalga boyundaki yeşil ışık kaynağı altında belirlenmiştir. Çimlenme devresi boyunca tohumlar her gün



(1- 14 gün) sayılarak çimlenme oranları (%) hesaplanmış, ortalama ve standart hataları belirlenmiştir. Çimlenme ortamı olarak H<sub>2</sub>O ve 100 µM GA<sub>4+7</sub> kullanılmıştır (Bentsink vd., 2006).

#### 2.4. İklimsel Veriler

Tohumların toplandığı lokalitelere (Çizelge 2.1.) ve F1 tohumlarının üretildiği Kütahya 2018' yılına ait günlük meteoroloji rasat verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü' nden (MGM) temin edilmiştir. Günlük verilerden aylık, yıllık ve mevsimsel iklim verileri hesaplanmıştır.



**Şekil 2.1.** Kütahya Dumlupınar Üniversitesi kampüs alanında, doğal koşullarda yetiştirilen *Amaranthus retroflexus* bitkileri ve tohumları.

### 3. SONUÇLAR

#### 3.1. İklimsel Analiz

Çalışmada 4 farklı popülasyona ait *Amaranthus retroflexus* bitkileri (ana bitkiler) Bursa, Konya, Kütahya ve Mersin’deki doğal yayılış alanlarından toplanmıştır. Bursa ili coğrafi konum olarak Marmara Bölgesi’ nin Güney Marmara bölümünde, Kütahya, Ege Bölgesi’ nin İç Batı Anadolu Bölümü’nde, Konya, Selçuklu ilçesi, iç Anadolu Bölgesinde ve Mersin ili ise Doğu Akdeniz bölgesinde yer alır.

##### 3.1.1. Ana bitkilerin yetiştiği çevre koşullarının iklimsel analizi

Çalışmada kullanılan tohumların toplandığı lokalitelerin, tohumların toplandığı yıl temel alınarak yapılan analizlerde, ana bitkilerin oldukça farklı çevre koşullarında yetiştiği görülmüştür. 2014 yılı meteoroloji verilerine göre Bursa’nın yıllık sıcaklık ortalaması 16.4 °C’dir (Çizelge 3.1). Mevsimsel ortalama sıcaklık yaz aylarında 25.1 °C, kış aylarında ise 9.3 °C’dir. Sonbahardaki hava sıcaklığı ilkbahara göre daha yüksektir (Çizelge 3.2). Yıllık maksimum sıcaklık ortalaması 21.6 °C, minimum sıcaklık ortalaması ise 11.2 °C’dir (Çizelge 3.1). Bursa’da yağışlar, ilkbahar mevsiminde görülür. yazları genellikle kuraktır. 2014 yılı yıllık toplam yağış miktarı 907 mm’dir. Yağışların %28.7’ si ilkbahar, %17.2’ si yaz, %27.0’ si sonbahar ve %26.9’ u kış aylarında gerçekleştirmiştir (Çizelge 3.3). Yıllık ortalama nem miktarı %72.8 olarak hesaplanmıştır. En yüksek nem oranının ölçüldüğü mevsimler sonbahar ve kış aylarıdır (Çizelge 3.4).

**Çizelge 3.1.** Meteoroloji verilerine göre tohum toplanan lokalitelerin, yıllık sıcaklık, toplam yağış ve nem değerlendirmesi.

Lokalite	Sıcaklık (°C)			Yağış (mm)	Nem (%)
	Ortalama	Maksimum	Minimum		
<b>Mersin (2016)</b>	20,6	24,8	17,2	692,8	58,0
<b>Bursa (2014)</b>	16,4	21,6	11,2	907,0	72,8
<b>Kütahya (2016)</b>	12,2	19,0	6,4	542,5	68,0
<b>Konya (2016)</b>	12,8	19,1	6,6	192,5	51,3
<b>Kütahya (2018)</b>	12,8	19,5	7,4	662,8	72,5

2016 yılı meteoroloji verilerine göre Kütahya'nın yıllık sıcaklık ortalaması 12.2 °C'dir (Çizelge 3.1). Yıllık maksimum sıcaklık ortalaması 19 °C, minimum sıcaklık ortalaması ise 6.4 °C'dir (Çizelge 3.1). Mevsimsel ortalama sıcaklık yaz aylarında 21.9 °C, kış aylarında ise 3.0 °C'dir. İlkbahar ve sonbahardaki ortalama hava sıcaklıkları birbirine benzerdir (Çizelge 3.2). Kütahya'da yağışlar, karasal iklime bağlı olarak ilkbahar ve kış mevsimlerinde görülür. Yazları genellikle kuraktır. 2016 yılı yıllık toplam yağış miktarı 542.5 mm'dir. Yağışların % 29.4'ü ilkbahar, % 15.3'ü sonbahar, % 42.9'u kış ve % 12.4'ü yaz aylarında gerçekleşmiştir (Çizelge 3.3). Yıllık ortalama nem miktarı % 68.0 olarak hesaplanmıştır. En yüksek nem oranının ölçüldüğü mevsimler kış aylarıdır (Çizelge 3.4).

**Çizelge 3.2.** Meteoroloji verilerine göre tohum toplanan lokalitelerin mevsimsel ortalama hava sıcaklıkları.

Lokalite	Ortalama sıcaklık (°C)			
	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
<b>Mersin (2016)</b>	19,6	28,8	22,5	11,5
<b>Bursa (2014)</b>	14,5	25,1	16,7	9,3
<b>Kütahya (2016)</b>	11,8	21,9	12,2	3,0
<b>Konya (2016)</b>	12,7	24,2	13,0	1,3
<b>Kütahya (2018)</b>	13,4	21,2	13,1	3,6

2016 yılı meteoroloji verilerine göre Konya'nın yıllık sıcaklık ortalaması 12.8 °C'dir (Çizelge 3.1). Mevsimsel ortalama sıcaklık yaz aylarında 24.2 °C, kış aylarında ise 1.3 °C'dir. İlkbahar ve sonbahardaki ortalama hava sıcaklıkları birbirine benzerdir (Çizelge 3.2). Yıllık maksimum sıcaklık ortalaması 19.1 °C, minimum sıcaklık ortalaması ise 6.6 °C'dir. Konya'da yağışlar, karasal iklime bağlı olarak kış mevsimlerinde görülür. Yazları genellikle kuraktır. 2016 yılı yıllık toplam yağış miktarı 192.5 mm'dir. Yağışların % 13.7'si ilkbahar, % 23.3'ü sonbahar, % 44.5'i kış ve % 18.5'i yaz aylarında gerçekleşmiştir (Çizelge 3.3). Yıllık ortalama nem miktarı % 51.3 olarak hesaplanmıştır. En yüksek nem oranının ölçüldüğü mevsim kış aylarıdır (Çizelge 3.4).

2016 yılı meteoroloji verilerine göre Mersin'nin yıllık sıcaklık ortalaması 20.6 °C'dir (Çizelge 3.1). Mevsimsel ortalama sıcaklık yaz aylarında 28.8 °C, kış aylarında ise 11.5 °C'dir,

Sonbahardaki hava sıcaklığı ilkbahara göre daha yüksektir (Çizelge 3.2). Yıllık maksimum sıcaklık ortalaması 24.8 °C, minimum sıcaklık ortalaması ise 17.2 °C' dir. Mersin 'de yağışlar, kış mevsimlerinde görülür. Yazları genellikle kuraktır. 2016 yılı yıllık toplam yağış miktarı 692.8 mm'dir. Yağışların % 13.3' ü ilkbahar, % 2.6' sı yaz, % 3.6' sı sonbahar ve % 80.6' sı kış aylarında gerçekleştirmiştir (Çizelge 3.3). Yıllık ortalama nem miktarı % 58.0 olarak hesaplanmıştır. En yüksek nem oranının ölçüldüğü mevsim zamanları yaz aylarıdır (Çizelge 3.4).

**Çizelge 3.3.** Meteoroloji verilenine göre tohum toplanan lokalitelerin mevsimsel toplam yağış miktarı.

<b>Toplam yağış miktarı (mm)</b>				
<b>Mevsimler</b>				
<b>Lokalite</b>	<b>İlkbahar</b>	<b>Yaz</b>	<b>Sonbahar</b>	<b>Kış</b>
<b>Mersin (2016)</b>	91,8	18,0	24,8	558,2
<b>Bursa (2014)</b>	260,8	156,6	245,4	244,2
<b>Kütahya (2016)</b>	159,3	67,1	83,3	232,8
<b>Konya (2016)</b>	26,3	35,6	45,0	85,6
<b>Kütahya (2018)</b>	186,6	195,6	102,6	178,0

**Çizelge 3.4.** Meteoroloji verilenine göre tohum toplanan lokalitelerin mevsimsel ortalama nem miktarı.

<b>Ortalama nem miktarı (%)</b>				
<b>Mevsimler</b>				
<b>Lokalite</b>	<b>İlkbahar</b>	<b>Yaz</b>	<b>Sonbahar</b>	<b>Kış</b>
<b>Mersin (2016)</b>	59,9	65,1	48,1	59,1
<b>Bursa (2014)</b>	71,1	66,1	77,9	76,0
<b>Kütahya (2016)</b>	64,4	60,3	68,3	78,9
<b>Konya (2016)</b>	49,1	35,5	47,0	73,5
<b>Kütahya (2018)</b>	66,1	66,8	73,7	83,1

Ana bitkilerin toplandığı lokalitelerin meteorolojik verileri genel olarak mevsimlere göre değerlendirildiğinde, ilkbahar ve yaz aylarında en sıcak iller Mersin ve Bursa, en soğuk

iller ise Kütahya ve Konya' dır. Bununla beraber yağış açısından en kurak illerin Mersin ve Konya, en yüksek yağışlı ilin ise Bursa olduğu ve bunu Kütahya' nın takip ettiği ortaya çıkarılmıştır.

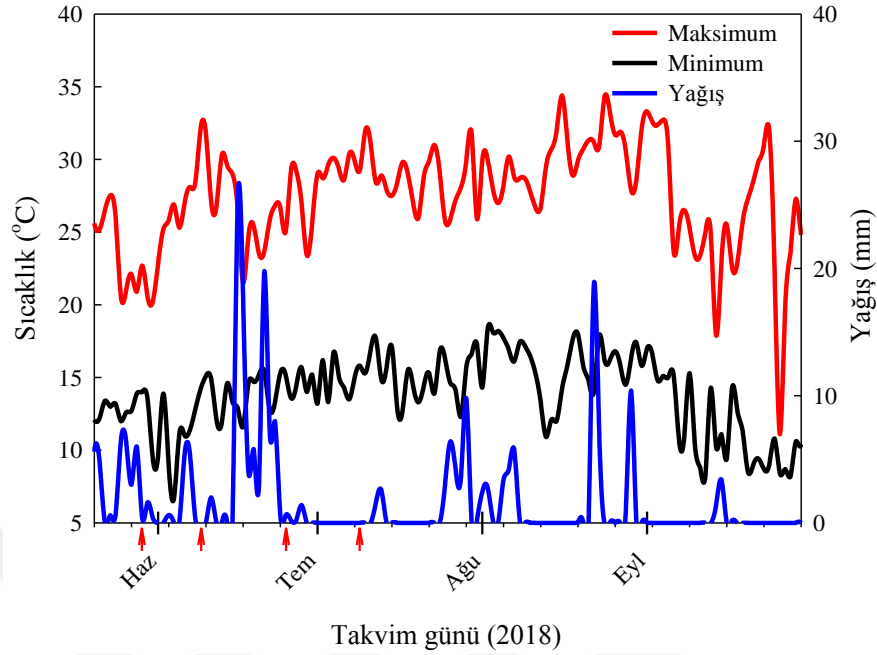
### 3.1.2. F1 bitkilerin yetiştiği çevre koşullarının iklimsel analizi

Dört farklı popülasyona ait *Amaranthus retroflexus*' un F1 jenerasyonu doğal koşullarda Kütahya' da yetiştirilmiştir. Kütahya ilinin 2018 yılı, yıllık ortalama sıcaklığı 12.8 °C olup, aldığı toplam yağış 662.8 mm' dir (Çizelge 3.1). Fideler araziye Şekil 3.1 üzerinde gösterildiği gibi dört farklı tarihte (29 Mayıs, 13 Haziran, 28 Haziran, 13 Temmuz) ekilmiştir. Bitkilerin yetiştiği zaman periyodunda maruz kaldığı en yüksek ortalama sıcaklık 21.41 °C ile 28 Haziran' da (3. Parsel), en düşük sıcaklık ise 21.02 °C ile 13 Temmuz' da (4. Parsel) ekimi yapılan bitkilerde olmuştur (Çizelge 3.5). Nitekim 4. Parsel' de ortalama hava sıcaklığı 2. ve 3. Parsele göre 0.39 °C derece azalmış, maksimum ve minimum sıcaklıklar arasındaki fark ise artmıştır.

Yıl içinde yağışın en fazla görüldüğü ay %16.3 oranıyla Haziran ayıdır (Şekil 3.1). Çizelge 3.5' de belirtildiği üzere 1. Parsel ve 2. Parsel ekimlerinde bitkilerin maruz kaldığı toplam yağış sırasıyla 198 ve 181 mm iken, bu değerler 3. ve 4. Parsel fide ekimlerinde 94 ve 91 mm' dir. Bununla beraber 13 Haziran' da araziye ekilen fideler özellikle 14 ve 15 Hazirandaki aşırı yağışlardan zarar görmüştür (Şekil 3.2).

**Çizelge 3.5.** F1 bitkilerinin yetiştiği çevre koşulları. Değerler Kütahya 2018 yılı MGM verilerine göre hesaplanmıştır.

Fide ekim tarihi	Hasat tarihi	Sıcaklık (°C)			Yağış (mm)	Nem (%)
		Ortalama	Maksimum	Minimum		
29.05.18 (1. parsel)	03.09.18	21,11	28,45	14,69	198,0	66,87
13.06.18 (2. parsel)	10.09.18	21,40	28,73	15,03	181,8	66,63
28.06.18 (3. parsel)	17.09.18	21,41	28,67	14,89	94,2	65,24
13.07.18 (4. parsel)	24.09.18	21,02	28,59	14,34	91,2	65,50



**Şekil 3.1.** Kütahya 2018 yılı iklim değerlendirmesi. Grafik MGM günlük maksimum ve minimum sıcaklık ve yağış verileri temel alınarak çizilmiştir. Grafik üzerindeki kırmızı oklar araziye fide ekim tarihlerini işaret etmektedir.



**Şekil 3.2.** 13 Haziran 2018' de araziye ekimi yapılan *Amaranthus retroflexus* fidelerinin genel görünüşü.

### 3. 2. Fenolojik Gelişim

Bitki gelişimi büyüme periyodundaki genotip ile çevre etkileşiminden dolayı değişim gösterebilir. Bu sebeple tam şansa bağlı deneme planına göre, araziye farklı tarihlerde ekilmiş

dört *A. retroflexus* popülasyonunun fenolojik gelişimi araştırılmıştır (Çizelge 3.6, Çizelge 3.7, Şekil 3.3). Tür düzeyinde hesaplanan fenolojik verilere göre kotiledon evresinden ikinci yaprakların gelişimi için ihtiyaç duyulan zaman 29 Mayıs (1.Parsel), 13 Haziran (2. Parsel) ve 28 Haziran (3. Parsel) fide ekim tarihlerinde birbirine benzer ve 4-5 gün aralığında olup, 13 Temmuz (4. Parsel)' da 3 güne düşmüştür (Çizelge 3.6). Bununla beraber dördüncü yaprakların gelişimi için ihtiyaç duyulan zamanın 1., 3. ve 4. parsel ekimlerinde yaklaşık 7-9 gün olduğu tespit edilmiştir. Fakat 2. parsel bitkilerinde dördüncü yaprakların gelişimi gecikmiş ve ihtiyaç duyulan zaman 12 güne çıkmıştır. Farklı fide ekim zamanının etkisini ortadan kaldıran etkili sıcaklık toplamı (GDD)' na bakıldığında, ikinci ve dördüncü yaprakların gelişimi için gerekli minimum sıcaklık toplamı sırasıyla 36 ve 68 °C' dir (Çizelge 3.6).

*Amaranthus retroflexus*' un vejetatif gelişim için ayırdığı zaman fide ekim tarihleri Mayıs' dan Temmuz' a ilerledikçe ortalama 30 günden 25 güne düşmüştür (Çizelge 3.7). Fakat çiçek taslaklarının belirmesiyle vejetatif periyodun sona erdiği zamana kadar maruz kalınan etkili sıcaklık toplamı, 2. Parsel hariç, tüm ekim zamanlarında benzer olup 312 - 363 °C aralığındadır. 13 Haziran (2. Parsel)' da ekimi yapılan fidelerde, diğer ekim tarihlerine göre vejetatif periyotta görülen artış fide ekimini (2-4 yapraklı evre arası) takiben görülen aşırı yağışlardan kaynaklanmıştır (Şekil 3.2).

İlkbahar sonu (29 Mayıs) ve yaz ortasında (13 Temmuz) ekimi yapılan fidelerde çiçek taslaklarının belirmesi ile çiçeklenme arasında geçen zaman aralığı ortalama 12 gün iken, bu süre Haziranda ekimi yapılan fidelerde daha kısa olup ortalama 8 gündür. Benzer şekilde bitkilerin çiçeklenme aralığında gerekli etkili sıcaklık toplamı ilkbahar sonu ve yaz ortasında sırasıyla, 139 -160 °C iken, Haziranda ekimi yapılan fidelerde daha düşük olup 77 - 114 °C' dir (Çizelge 3.7).

Genel olarak değerlendirildiğinde, farklı fide ekim zamanları, bitkinin hayat döngüsündeki anahtar aşamaların zamanlamasında değişimlere sebep olmuş, çiçeklenmenin görüldüğü tarih ile hasat arasında geçen zaman aralığı, ilk olgun tohumun görüldüğü tarih ile hasat arasında geçen zaman aralığı giderek azalmıştır. Büyüme mevsimi kısaldıkça bitkilerin vejetatif evreye ayırdığı zamanın kısaldığı ve generatif evreye geçtikleri tespit edilmiştir.

**Çizelge 3.6.** *A. retroflexus*' da farklı fide ekim tarihlerinin yaprak gelişimi üzerine etkisi. Her fide ekim tarihine ait değerler 4 popülasyona ait bitkilerin ortalaması olup n=16 bitkidir.

Fide ekim tarihi	Tarih (2018)		Periyot (Gün)	
	2 yapraklı evre	4 yapraklı evre	2 yapraklı evre	4 yapraklı evre
29 May (1.Parsel)	03.06	06.06	5 (36,1)*	9 (67,5)
13 Haz (2.Parsel)	18.06	25.06	5 (50,6)	12 (119,6)
28 Haz (3.Parsel)	02.07	06.07	4 (54,0)	8 (102,6)
13 Tem (4.Parsel)	16.07	20.07	3 (36,0)	7 (80,9)

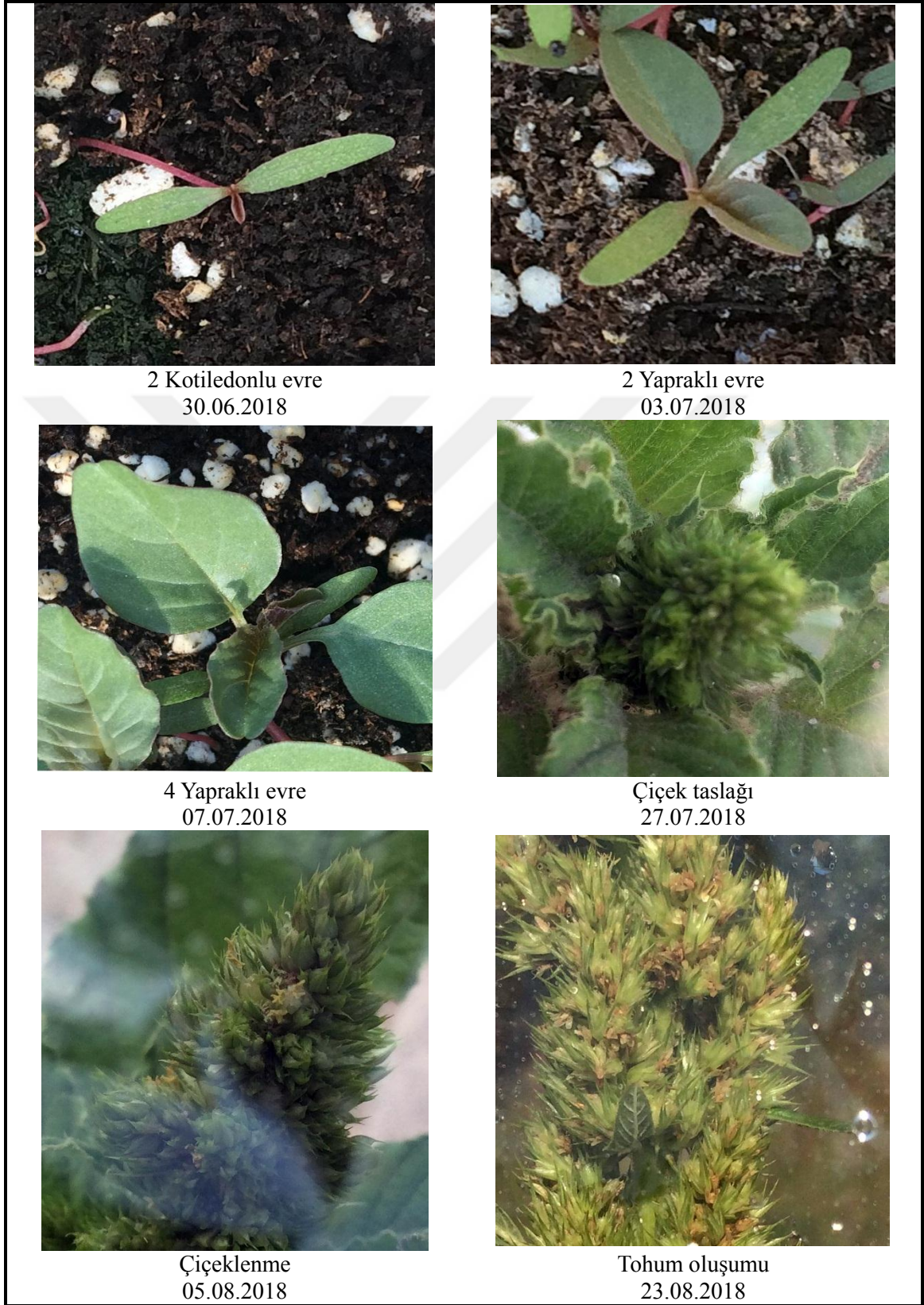
\*Parantez içerisinde verilen değerler GDD: Growing Degree Days (Etkili sıcaklık toplamı °C)' dir.

### 3.3. F1 Bitkilerinde Morfoloji ve Biyokütlenin Popülasyon Düzeyinde Karşılaştırılması

Tam şansa bağlı deneme planına göre, araziye aynı tarihlerde dikilmiş dört farklı popülasyona ait bitkiler arasında gövde uzunluğu, toplam toprak üstü biyokütle ve tohum ağırlığı açısından tek yönlü Anova testine göre ( $p < 0.05$ ) istatistiki açıdan önemli bir fark yoktur. Bununla beraber yan dal sayısı açısından değerlendirildiğinde, sadece 29 Mayıs' da (1.Parsel) araziye dikilmiş Mersin ve Konya popülasyonlarına ait bitkilerde dallanmanın Bursa ve Kütahya popülasyonlarına göre önemli derecede az olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.5, Şekil 3.6).

Diğer taraftan araziye farklı tarihlerde ekilmiş, dolayısıyla farklı mevsim koşullarında büyüyen *A. retroflexus* popülasyonlarının gövde uzunluğunda önemli değişimler tespit edilmiştir (Şekil 3.5). Araziye 29 Mayıs' da (1. Parsel) ilk ekimi yapılan fidelerden gelişen bitkilerin gövde uzunluğu ortalama 95, 91, 82 ve 80 cm bitki<sup>-1</sup> olup sırasıyla Bursa, Kütahya, Konya ve Mersin popülasyonlarına aittir. 13 Haziran'da (2. Parsel) ekimi yapılan fidelerin büyümesi olumsuz hava koşullarından etkilenmiş (Şekil 3. 2) ve gövde uzunluğu 1. Parsele göre istatistiki açıdan önemli derecede ( $p < 0.05$ ) azalmıştır. Konya popülasyonuna ait bitkilerde gövde uzunluğunda görülen düşüş ortalama %53 iken, Bursa ve Kütahya popülasyonlarında sırasıyla %39 ve %34' dür. Mersin popülasyonunda ise 1. ve 2. Parseller arasında görülen %15' lik düşüş önemsizdir. Bununla beraber 28 Haziran' da (3. Parsel) ekimi yapılan fidelerin oluşturduğu bitkilerin gövde uzunluğu, her popülasyon için, 1. Parsel bitkilerininin gövde





Şekil 3.3. *Amaranthus retroflexus*' un fenolojik gelişim safhaları.



Şekil 3.4. *Amaranthus retroflexus*' un büyüme ve gelişim safhaları.

**Çizelge 3.7.** *Amaranthus retroflexus*‘ da farklı fide ekim tarihlerinin fenolojik karakterler ve gelişim periyodu üzerine etkisi. Her fide ekim tarihine ait değerler 4 populasyona ait bitkilerin ortalaması olup n=16 bitkidir.

Ekim tarihi	Tarih- 2018			Periyot (Gün)					
	Çiçek taslağı tarihi	Çiçeklenme tarihi	Hasat tarihi	Vejetatif period	Çiçeklenme periodu	Post-generatif periyod I	Post-generatif periyod II	Generatif period (gün)	Hayat periyodu
29 May	28.06	10.07	03.09	30 (341,7)*	12 (138,7)	55 (679,0)	27.1 (380,2)	67 (804,6)	97 (1133,8)
13 Haz	28.07	04.08	10.09	45 (553,9)	7 (76,5)	37 (463,4)	20 (223,3)	44 (526,9)	89 (1069,2)
28 Haz	27.07	05.08	17.09	29 (362,5)	9 (113,7)	43 (512,7)	22.7 (287,0)	52 (613,4)	81 (965,7)
13 Tem	07.08	18.08	24.09	25 (311,7)	11 (160,3)	37 (402,8)	17.3 (138,2)	48 (549,2)	73 (848,0)

\*Parantez içerisinde verilen değerler GDD: Growing Degree Days (Etkili sıcaklık toplamı °C) ‘dir.

Vejetatif periyod; Fide ekim tarihi ile ilk çiçek taslaklarının görüldüğü tarih arasında geçen süre,

Çiçeklenme periyodu; Çiçek taslaklarının belirme tarihi ile çiçeklenmenin görüldüğü tarih arasında geçen süre,

Post-generatif periyod I; Çiçeklenmenin görüldüğü tarih ile hasat tarihi arasında geçen süre,

Post-generatif periyod II; İlk olgun tohumun görüldüğü tarih ile hasat tarihi arasında geçen süre,

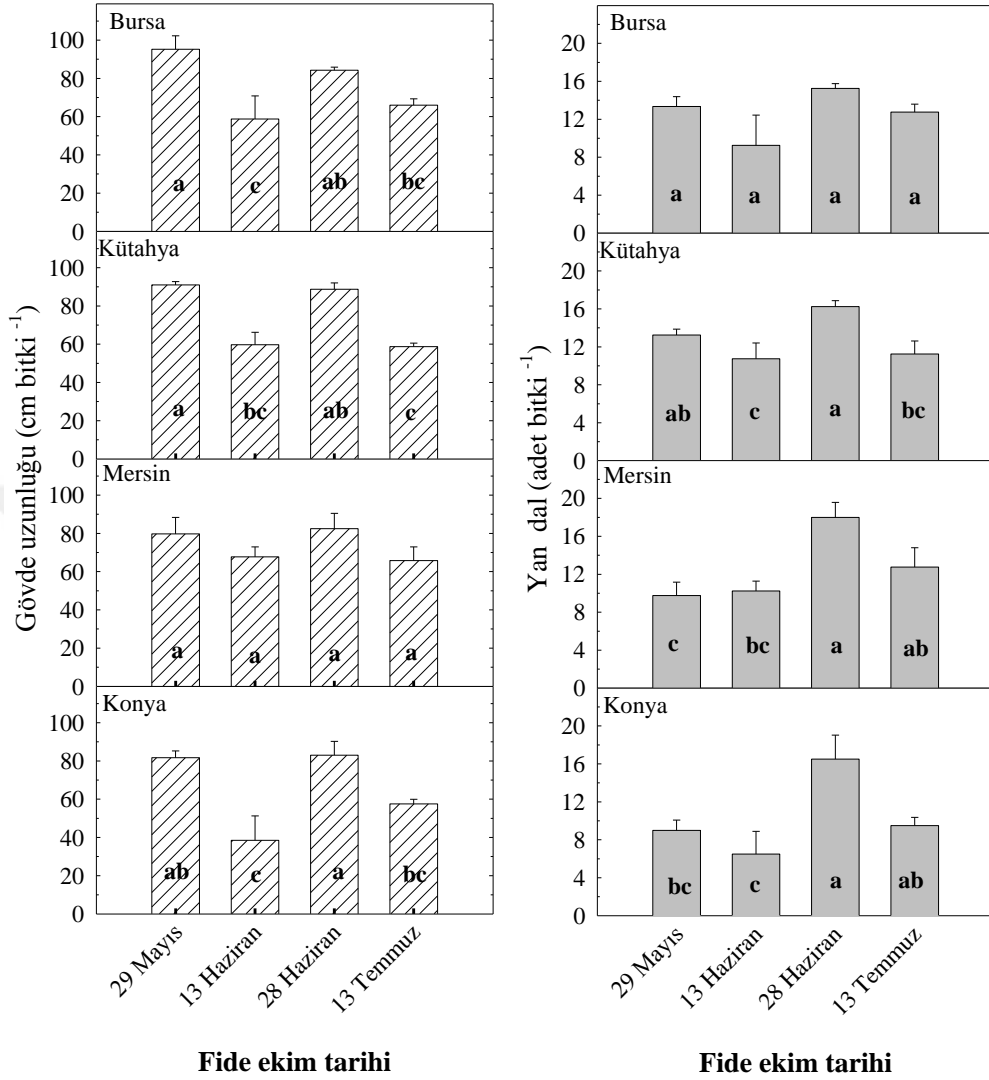
Generatif periyod; Çiçek taslaklarının görüldüğü tarih ile hasat tarihi arasında geçen süre,

Hayat periyodu; Fide ekim tarihi ile hasat tarihi arasında geçen süre.

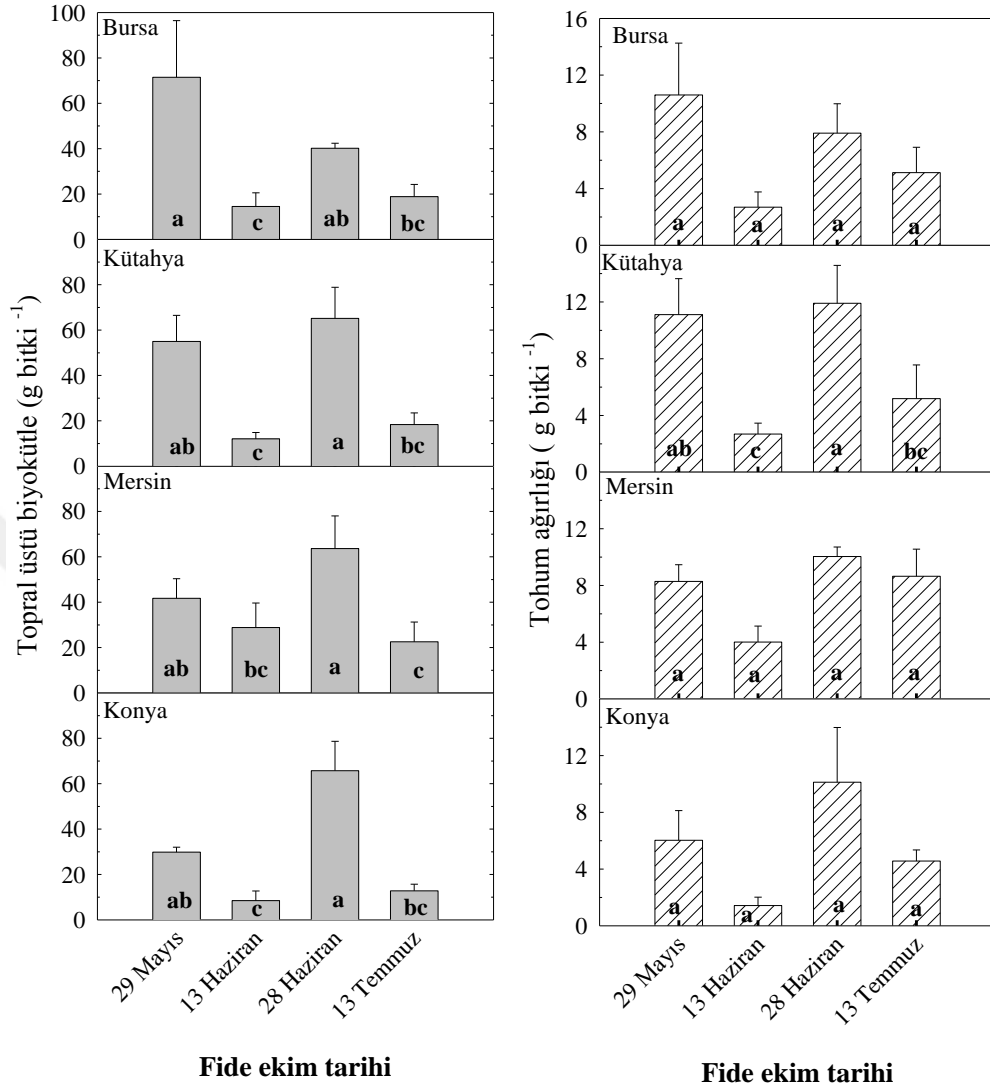
uzunluğu ile benzerdir ve aralarında istatistiki açıdan önemli bir fark yoktur. Araziye son olarak 13. Temmuz' da (4. Parsel) ekimi yapılan fidelerden gelişen bitkilerin gövde uzunluğunun hem 1. hem de 3. Parsele göre düştüğü tespit edilmiştir. Bu düşüş Bursa, Kütahya ve Konya popülasyonlarına ait bitkilerde, 1. ve 3. Parsele göre yaklaşık %30 - 35 oranında olup istatistiki açıdan önemli iken, Mersin popülasyonunda yaklaşık %20' dir ve istatistiki açıdan önemsizdir. Hava koşullarının (Şekil 3.1, Şekil 3.2) 2. Parsel bitkilerine verdiği zarar göz önüne alınarak Bursa, Kütahya ve Konya popülasyonlarında 29 Mayıs'ta araziye ekilen fidelerin gövde uzunluğu 13. Temmuz'ta ekilenlere göre önemli derecede düşmüş, Mersin popülasyonunda ise değişmemiştir.

Gövde uzunluğu yanında, bitkilerin her hasat tarihinde yan dal sayıları da belirlenmiştir (Şekil 3.5). 1. Parsel' de Bursa ve Kütahya popülasyonlarında bitkiler ortalama 13 yan dal' a sahipken, bu sayı Mersin ve Konya popülasyonlarında ortalama 9' dur. Tüm popülasyonlarda 2. Parselde yan dal sayısında görülen değişim 1. Parsele göre önemsizdir ( $p < 0.05$ ). Yan dal sayısı 3. Parsel bitkilerinin hepsinde 1. ve 2. Parsele göre artış göstermiş olup tüm popülasyonlar için bitki başına ortalama 15-18 adet' dir. Bursa ve Kütahya popülasyonlarında 1. Parsele göre 3. Parselde yan dal sayısında görülen artış istatistiki açıdan önemsiz, Mersin ve Konya popülasyonlarında önemlidir ( $p < 0.05$ ). Araziye en son ekimi yapılan 4. Parsel bitkilerinde ise ortalama yan dal sayısının 11-12 adet olduğu tespit edilmiştir. Yan dal sayısında 3. Parsel bitkilerine göre görülen bu azalma Kütahya, Mersin, Konya popülasyonlarında önemli, Bursa popülasyonunda ise önemsizdir.

Farklı mevsim aralıklarında büyüyen *A. retroflexus* popülasyonlarında, toprak üstü biyokütlenin ağırlığında önemli değişimler tespit edilmiştir (Şekil 3.6). Araziye 29 Mayıs' da (1. Parsel) ilk ekimi yapılan fidelerden gelişen bitkilerin, toprak üstü biyokütlesi en yüksek olan Bursa ( $71 \text{ g bitki}^{-1}$ ) en düşük olan ise Konya ( $30 \text{ g bitki}^{-1}$ ) popülasyonlarına ait bitkilerdir. Kütahya ve Mersin popülasyonlarına ait bitkilerin biyokütlesi ise sırasıyla ortalama 55 ve  $42 \text{ g bitki}^{-1}$ ' dir. 2. Parsel' e ekimi yapılan fidelerin büyümesi olumsuz hava koşullarından etkilenmiş ve tüm popülasyonlara ait bitkilerin biyokütlesi 1. Parsel'e göre önemli derecede düşmüştür. Bununla beraber 3. Parsel' e ekimi yapılan fidelerin oluşturduğu bitkilerin biyokütlesinde 1. Parsele göre Kütahya, Mersin ve Konya popülasyonlarında sırasıyla %16, %52, %120 artış görülürken, Bursa popülasyonunda ise % 44' lük bir düşüş tespit edilmiştir. Araziye son olarak 13. Temmuz' da (4. Parsel) ekimi yapılan fidelerden gelişen bitkilerde ise biyokütlenin tüm popülasyonlarda 1. ve 3. Parsele göre istatistiki açıdan önemli derecede ( $p < 0.05$ ) düştüğü tespit edilmiştir.



**Şekil 3.5.** F1 bitkilerinin büyüme mevsimine göre morfolojik özellikleri. Grafikte her fide ekim tarihi ve popülasyon için verilen değer ortalama  $\pm$  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.



**Şekil 3.6.** F1 bitkilerinin büyüme mevsimine göre biyokütlesi. Grafikte her fide ekim tarihi ve popülasyon için verilen değer ortalama  $\pm$  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.

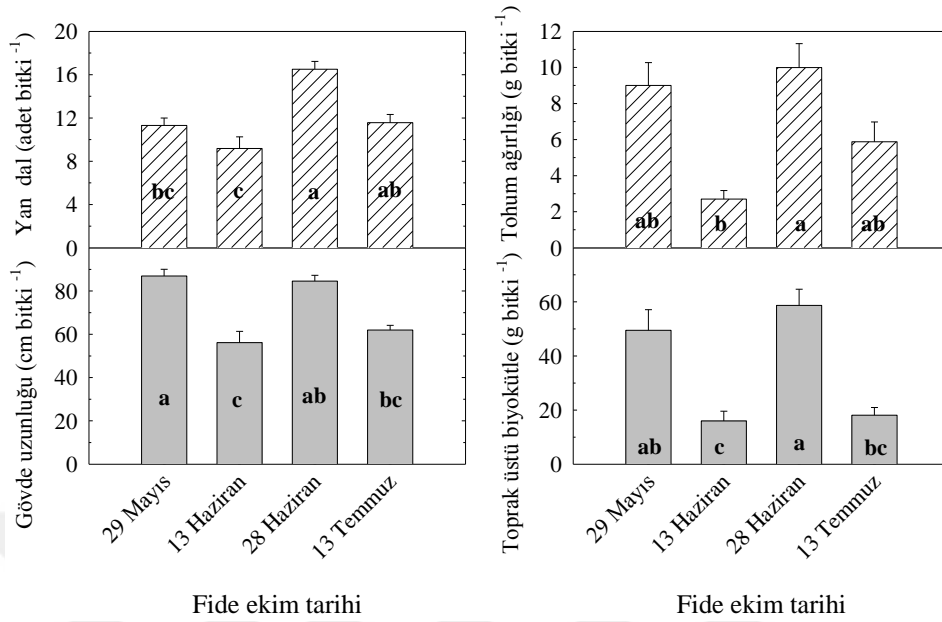
Araziye farklı tarihlerde ekilen dört popülasyonun, bitki başına ürettiği toplam tohum ağırlığında büyük varyasyonlar tespit edilmiştir. Araziye 29 Mayıs' da (1. Parsel) ilk ekimi yapılan fidelerden gelişen bitkilerde, Bursa ve Kütahya popülasyonlarının ürettiği toplam tohum 11-10 g bitki<sup>-1</sup>, Konya ve Mersin popülasyonlarının ise 6-8 g bitki<sup>-1</sup> dir. Bitkilerin ürettiği toplam tohum ağırlığı fide ekim zamanı yaz ayına doğru ilerledikçe düşüş gösterse de, bu düşüş sadece Kütahya popülasyonunda istatistik açıdan önemli olup, diğer popülasyonlarda önemsizdir.

### 3.4. F1 Bitkilerinden Morfoloji ve Biyokütlenin Tür Düzeyinde Karşılaştırılması

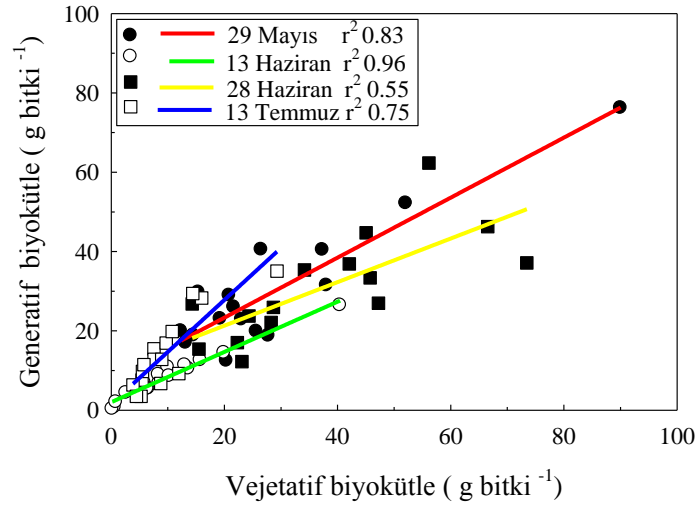
Dört farklı popülasyona ait *A. retroflexus* bitkilerinden elde edilen veriler popülasyon farklı gözetmeksizin bir arada değerlendirilerek, tür bazında çevre koşullarının bitki morfolojisi ve toprak üstü biyokütle üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir (Şekil 3.7). Elde edilen sonuçlara göre araziye en son 13 Temmuz' da (4. Parsel) ekilen bitkilerin gövde uzunluğunun 29 Mayıs (1. Parsel) ve 28 Haziran' da (3. Parsel) ekilenlerden istatistiki açıdan önemli derecede ( $p < 0.05$ ) düşük olduğu tespit edilmiştir. Yan dal sayısı açısından değerlendirildiğinde 3. Parsel bitkilerinde dallanma diğer parsellere göre en fazladır ve istatistiki açıdan önemlidir.

Toprak üstü biyokütle tür bazında karşılaştırıldığında ise, 4. Parsel bitkilerinin ağırlığının, 1. ve 3. Parsel bitkilerine göre önemli derecede ( $p < 0.05$ ) düşük olduğu tespit edilmiştir. Toplam biyokütlerde görülen düşüşe karşın 4. Parsel bitkilerinin bitki başına ürettiği toplam tohum ağırlığında 1. Parsele göre önemli bir değişim görülmezken, 3. Parsele göre istatistiki açıdan önemli derecede azaldığı tespit edilmiştir. Bununla beraber 13 Haziran' da (2. Parsel) ekimi yapılan bitkilerde gövde uzunluğu, toprak üstü biyokütle ve tohum ağırlığı 1., 3. ve 4. Parsele göre önemli derecede düşüş gösterse de bu durum olumsuz hava koşullarının bir sonucudur (Şekil 3.1).

Sonuç olarak, 28 Haziran' da araziye ekimi yapılan *A. retroflexus* fideleri en iyi gelişimi göstermiş, 13 Temmuz' da ekimi yapılan fideler ise en az gelişim gösteren bitkileri oluşturmuştur. Farklı mevsimsel koşullarda büyüyen F1 rejenasyonunda bitki morfoloji ve biyokütlesinde önemli farklılıklar tespit edilse de vejetatif biyokütle ile generatif biyokütle arasında her zaman pozitif yönde kuvvetli bir korelasyonun olduğu tespit edilmiştir. Generatif biyokütlerdeki varyasyonun, fidelerin yetiştigi mevsime göre %55-%96' sının vejetatif biyokütle ile açıklanabileceği bulunmuştur ( $p < 0.001$ ) (Şekil 3.8).



**Şekil 3.7.** F1 bitkilerinin büyüme mevsimine göre tür bazında değerlendirilmesi. Grafikte her fide ekim tarihi için verilen değer ortalama  $\pm$  SE olup  $n=16$  bitkidir. Her grafik içindeki sütunlarda soldan sağa doğru aynı harfle gösterilen ortalamalar arası fark Duncan testine göre  $p < 0.05$  seviyesinde önemsizdir.

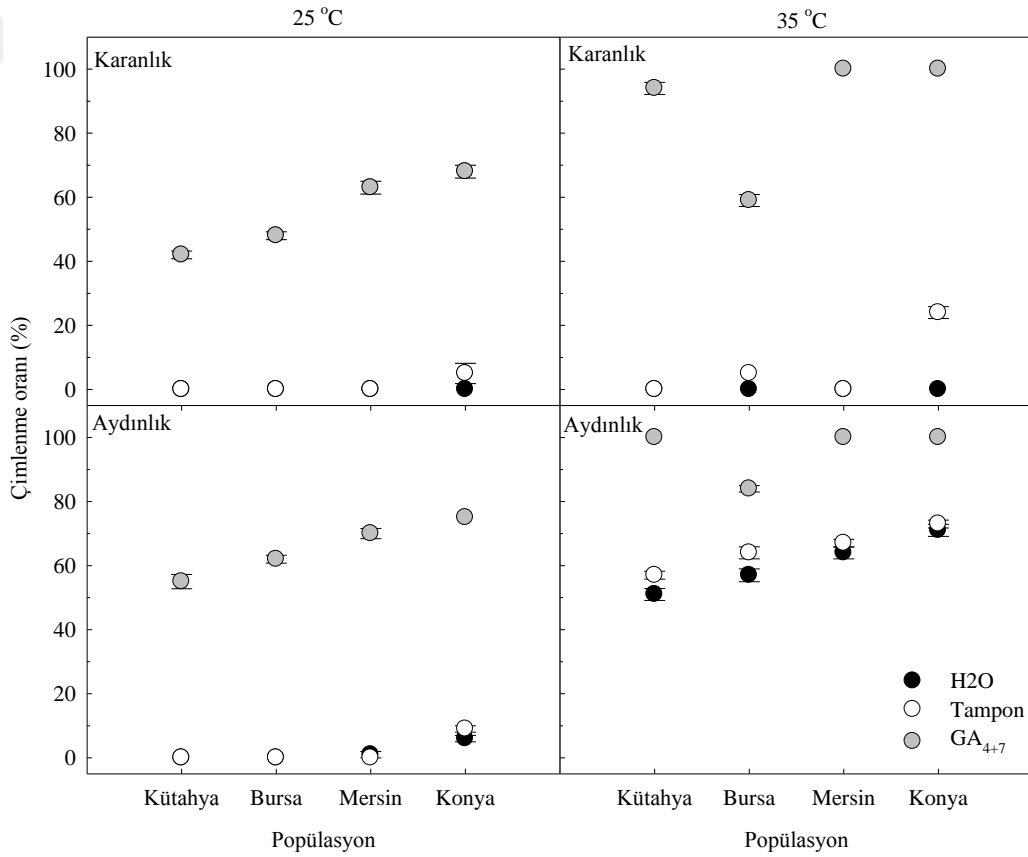


**Şekil 3.8.** F1 bitkilerinde vejetatif ve generatif biyokütle arasındaki ilişki. Grafikte görülen her fide ekim tarihinde, vejetatif biyokütle (gövde+yaprak) ve generatif biyokütle (çiçek+çiçek parçaları+tohum) için verilen değer ortalama  $\pm$  SE olup  $n=16$  bitkidir.



### 3.5. Ana ve F1 Tohumlarının Çimlenme Davranışları

Dört farklı *A. retroflexus* popülasyonuna ait tohumların 25 °C sıcaklıkta karanlık ve aydınlık ortamdaki çimlenme yüzdeleri %0-5 oranında olup tohumlar, primer dormansi gösterir (Şekil 3.9). Tohumlara GA<sub>4+7</sub> uygulaması dormansinin ortadan kaldırılmasında etkili olmuştur ve tohum çimlenme oranları aydınlık ortamda karanlık ortamdaki oranlardan daha fazladır. Popülasyonlar arasında GA<sub>4+7</sub>'ye verdikleri cevaba göre farklılıklar tespit edilmiştir. Karanlık ortamda Kütahya ve Bursa popülasyonlarına ait tohumlar %42-%48 oranında çimlenme gösterirken, bu oran Mersin ve Konya popülasyonlarında sırasıyla %63-%68 oranındadır.



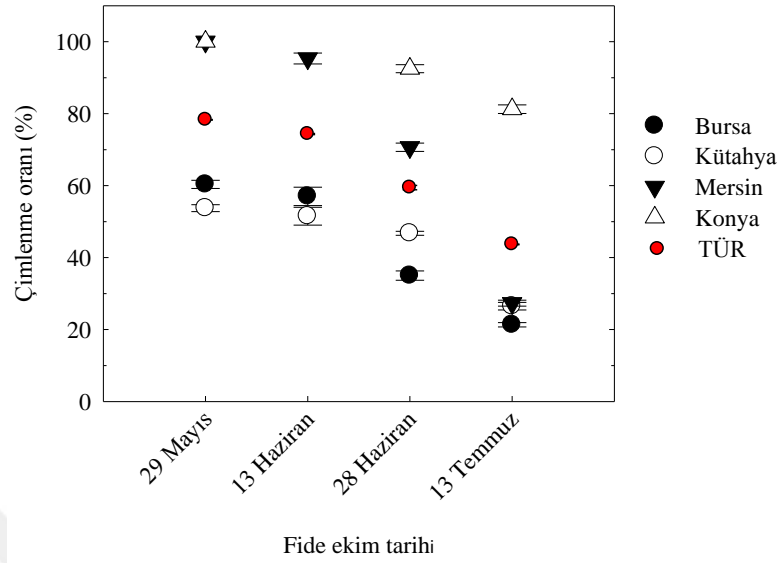
**Şekil 3.9.** *A. retroflexus* tohumlarının 25 ve 35 °C sıcaklıktaki çimlenme davranışları. Tohumlar, daimi karanlık veya aydınlık ortamda çimlendirilmiş olup, çimlenme yüzdeleri uygulamaların 14. günü belirlenmiştir. Grafikteki her nokta ortalama değer ± SE olup, tüm uygulamalar için n=5 ve 100 tohumdur.

Ana tohumlar 35 °C karanlık ortamda dormantır ve GA<sub>4+7</sub> uygulaması, Bursa popülasyonu hariç, tohum çimlenme oranını %100' e çıkarmıştır (Şekil 3.9). Bununla beraber tohumlar aydınlık ortamda dormansi göstermezken, su ve tampon ortamında çimlenme oranları %50' nin üzerindedir. En yüksek çimlenme oranına sahip tohumlar %73 oranı ile Konya popülasyonuna aittir. GA<sub>4+7</sub> ortamında ise tüm popülasyonlara ait tohumların çimlenme oranı %84-100 aralığındadır.

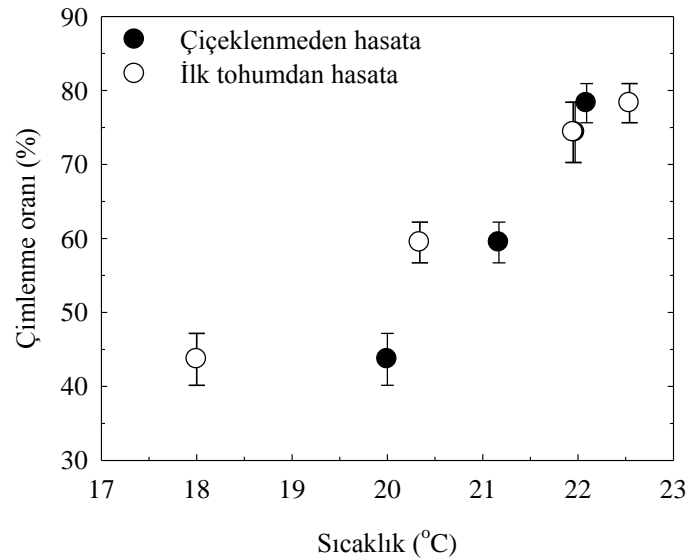
Araziye farklı tarihlerde ekilmiş, dolayısıyla farklı mevsim koşullarında büyüyen F1 *A. retroflexus* tohumlarının çimlenme davranışları sadece H<sub>2</sub>O ortamında araştırılmıştır (Şekil 3.10). F1 tohumlarının, ana bitki tohumları gibi (Şekil 3.9), 25 °C karanlık ve aydınlık, 35 °C karanlık ortamda dormant oldukları tespit edilmiştir. Tohumların H<sub>2</sub>O ortamında çimlenme yüzdeleri %0-5 oranında olduğundan veriler tablo veya grafik halinde sunulmamıştır.

F1 tohumları, ana bitki tohumları gibi, 35 °C aydınlık ortamda dormant olmayıp çimlenme oranları popülasyonlar arası farklılık göstermiştir. Araziye tüm fide ekim tarihlerinde, Mersin ve Konya popülasyonlarına ait tohumların çimlenme oranları Bursa ve Kütahya popülasyonlarından daha yüksektir. Bu durum ana bitki tohumlarının davranışlarına benzerdir (Şekil 3.9). Diğer taraftan, fide ekim zamanı ile tohum çimlenme davranışları arasında bir ilişkinin var olduğu tespit edilmiştir. İlk olarak 29 Mayıs'ta ekilen fidelerden gelişen bitki tohumlarının çimlenme oranları tür bazında değerlendirildiğinde, ortalama % 78' den son fide ekim tarihinde % 43 oranına düşüş göstermiştir.

Tür bazında değerlendirildiğinde, F1 tohumlarının çimlenme davranışları ile bitkilerin özellikle generatif evrede maruz kaldıkları sıcaklık koşulları arasında bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.11). Bitkilerin ilk çiçeklenme tarihinden hasata ve ilk tohumdan hasata kadar geçen sürede maruz kaldıkları ortalama sıcaklık 22.5 °C' den 18 °C' ye düşmüştür. Sıcaklıkta görülen bu düşüşe paralel olarak tohum çimlenme oranlarının da düştüğü bulunmuştur.



**Şekil 3.10.** F1 *A. retroflexus* tohumlarının popülasyon ve tür düzeyindeki çimlenme davranışları. Tohumlar, 35 °C aydınlıkta, H<sub>2</sub>O içeren ortamda çimlendirilmiş olup, çimlenme yüzdeleri uygulamaların 14. günü belirlenmiştir. Grafikteki her nokta ortalama değer  $\pm$  SE olup, her fide ekim tarihinde popülasyon düzeyinde 4, tür düzeyinde 16 bitkidir, her bitki için n = 100 tohumdur.



**Şekil 3.11.** F1 bitkilerinin maruz kaldığı sıcaklık ile tohum çimlenme davranışları arasındaki ilişki. Tohumlar, 35 °C aydınlıkta, H<sub>2</sub>O içeren ortamda çimlendirilmiş olup, grafikteki her nokta ortalama değer  $\pm$  SE olup n=16 bitkidir. Ortalama sıcaklık değerleri MGM günlük sıcaklık verileri kullanılarak hesaplanmıştır.

## 4. TARTIŞMA

### 4.1. Fenolojik Plastisite

Bitkiler genetik ve çevre etkileşiminden dolayı, fenolojik gelişimlerinde farklılıklar gösterir ki buda bitkiye farklı çevre koşullarında büyüme olanağı sağlar. Bu çalışmada, fide ekim tarihinin, bitkinin hayat döngüsü içinde her fenolojik safhaya ayırdığı zaman periyodunu etkilediği ortaya konmuştur. Araziye geç ekimi yapılan fidelerin hayat döngüsünde generatif yapıların belirmesi erken ekimi yapılanlara göre daha kısa zamanda olmuştur. Generatif evrenin başlama zamanında görülen plastisite, *Amaranthus retroflexus* gibi tek yıllık bitkilerde çiçeklenme zamanını belirleyici çevresel faktörlerden biri olan fotoperiyotdan kaynaklanabilir. Laboratuvar koşullarında, Huang vd., (2000) tarafından *A. retroflexus*' un fenolojisi üzerine yapılan bir çalışmada sonunda 8, 10 ve 12 saatlik fotoperiyotlarda yetiştirilen bitkilerde fide oluşumu ile tohum oluşumu arasındaki zamanın 50 gün, 14 ve 16 saatlik fotoperiyotlarda ise sırasıyla 58 gün ve 104 gün olduğu bulunmuştur.

Arazide fide ekiminin gecikmesi sonucu bitkinin toplam hayat döngüsünde görülen azalma, gelişimin vejetatif periyodunda geçiren zamanın azalarak generatif periyoda ayrılan zamanın artması ile sonuçlanabilir. Araştırmamızda *A. retroflexus*' un hayat periyodu, araziye en erken ekimi yapılan bitkilerde yaklaşık 97 günden en geç ekilen bitkilerde 73 gün aralığında değişmektedir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, fide ekim tarihinin gecikmesi toplam hayat periyoduna oranla vejetatif periyodu azaltmış, fakat generatif periyoda ayrılan zaman büyüme mevsimine göre farklılıklar göstermiştir. İlkbahar sonu (29 Mayıs) ve yaz ortasında (13 Temmuz) ekilen fidelerde generatif evreye ayrılan süre vejetatif evreye göre daha fazla iken, Haziran ayında ekilen bitkilerde daha az veya birbirine benzerdir. Sonuçlar *A. retroflexus* üzerinde doğal arazi koşullarında Çin' de yapılan araştırma ile benzerlik göstermektedir. Nitekim fide çıkış tarihi 12 ve 23 Haziran olan bitkilerde generatif evreye ayrılan süre vejetatif evreye göre daha az iken, 18 Temmuzda çıkan fidelerde daha fazladır (Zhou vd., 2005). Bu bulgularla çelişkili olarak Çin'de yapılan diğer bir çalışmada ise arazide Temmuz sonu ve Ağustos ayında çıkan fidelerde generatif evreye ayrılan sürenin azaldığı bildirilmiştir (Li vd., 2015).

Diğer taraftan, farklı fide ekim zamanının etkisini ortadan kaldıran etkili sıcaklık toplamı (GDD) temel alınarak *A. retroflexus*' un tür düzeyinde fenolojik gelişimi değerlendirildiğinde, ilk çiçek taslaklarının belirlediği gün 33-25, GDD ise 312-363 °C aralığında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.7). Araştırmamızda *A. retroflexus* ile elde edilen sonuçlar diğer ülkelerde yapılan çalışmalarla yakın benzerlik göstermektedir. Kanada' da, iki farklı yılda

yapılan bir araştırmada, bu değerlerin 1999 yılında 27-42 gün ve GDD 267-387 °C, 2000 yılında 29-34 gün ve GDD 235-254 °C (Shrestha ve Swanton, 2007), Amerika’da yapılan bir araştırmada 23-33 gün ve GDD 298 °C olduğu bulunmuştur (Andrews, 2016). Dolayısıyla bitkilerde fenolojik gelişimlerin takip edilmesinde yer ve zaman farkını ortadan kaldıran sıcaklık ve GDD verilerinin kullanılması ortak bir bilimsel nokta olacaktır.

Fide ekim zamanı *A. retroflexus*’ un morfolojik karakterlerinde de plastisite görülmesine sebep olmuştur. Araştırmamızdan elde edilen sonuçlar tür düzeyinde değerlendirildiğinde, fenolojik verilerle bağlantı olarak vejetatif periyotta geçirilen zamanın azalması, bitki boyu ve toprak üstü biyokütlenin düşmesi ile sonuçlanmıştır. Benzer şekilde Kanada’ da yapılan 2 yıllık bir çalışmada, her iki yılda da Mayıs ortasında araziye ekilen tohumlardan gelişen bitkilerin boy ve biyokütlesinin Haziran ayında ekilenlerden daha fazla, 1999 yılında büyüyen bitkilerin 2000 yılında büyüyenlere göre daha uzun ve daha fazla yaprak sayısına sahip olduğu bildirilmiştir. Yıllar arasında görülen bu farklılık 1999 daki büyüme mevsiminin 2000 yılına göre daha sıcak ve kurak olmasına bağlanmıştır (Shrestha ve Swanton, 2007). Çin’de yapılan diğer 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 (Li vd., 2015).

Diğer taraftan morfolojik karakterler *A. retroflexus*’ da popülasyon düzeyinde incelendiğinde, araziye aynı tarihlerde ekilen dört farklı *A. retroflexus* popülasyonları arasında gövde uzunluğu, toplam toprak üstü biyokütle ve tohum ağırlığı açısından varyasyonlar tespit edilse de, istatistiki bir fark bulunmamıştır. Sadece 1. parselde Mersin ve Konya popülasyonlarına ait bitkilerde görülen dallanmanın Bursa ve Kütahya popülasyonlarına göre istatistiki açıdan önemli derecede daha az olduğu tespit edilmiştir. Nitekim daha önce yapılan araştırmalarda birbirini takip eden iki yılda, aynı bölgede yetişen iki *A. retroflexus* jenerasyonu arasında büyük morfolojik farklılıklar olduğu 1993’ deki bitkilerin 1992’ de büyüyenlere göre daha kısa ve yan dal sayısının daha az olduğu tespit edilmiştir (Speranza ve Bignami, 1996). Ayrıca fide ekim tarihinin gecikmesi gövde uzunluğunu önemli derecede azaltsa da, Mersin popülasyonunda gövde uzunluğunda önemli bir fark bulunmamıştır. Bu noktada Mersin popülasyonuna ait bitkilerin evre koşullarındaki değişime daha az hassas olduğu sonucuna varılmıştır. Sonuçlar doğrultusunda, *A. retroflexus*’ un gerek popülasyonlar gerekse fide ekim zamanları göz önüne alındığında morfolojik açıdan büyük bir fenotipik plastisiteye sahip olduğu söylenebilir.

## 4.2. Dormansi ve Çimlenme

*Amaranthus retroflexus* tohumlarında primer dormansi görülür ve dormansinin ortadan kalkmasında olgunlaşmadan sonra geçen süre çimlenmeyi, aynı zamanda geniş bir sıcaklık aralığındaki çimlenebilme özelliğini de artırır. Dormant olmayan tohumların çok farklı çevre koşullarında yüksek çimlenme potansiyelinin olduğu bilinmektedir. Çimlenmenin fotoperiyottan etkilenmediği, tohumların geniş sıcaklık ve pH (4-10) aralığında, ve tuzlu ortamda (0-150 mM) çimlenebildiği ortaya konmuştur (Holm vd., 1996; Kepczynski vd., 2003; Kaya, 2016; Hao vd., 2017). *A. retroflexus* tohumlarının çimlenmesini önemli derecede etkileyen diğer bir etken tohumların toprak içerisinde gömülü olduğu derinliktir. Nitekim toprak yüzeyinden derinlere doğru inildikçe tohum çimlenmesinin azaldığı tespit edilmiştir (Hao vd., 2017). Buna karşın tohum canlılığını koruma süresinin toprağa gömülme derinliği ile ilişkili olduğu, 5 ve 10 cm derinliğe gömülen tohumların yüzeye gömülenlere oranla daha uzun süre canlı kaldığı bildirilmiştir (Omami vd., 1999).

Araştırmamızda kullanılan ve iklim koşulları farklı 4 lokaliteden toplanan *A. retroflexus* popülasyonlarına ait tohumlar, 25 °C sıcaklıkta karanlık ve aydınlık ortamda, 35 °C’ de ise karanlık ortamda dormantdır. Tohumlarının çimlenmesi için optimal sıcaklığın 35 °C olduğu, fakat bu sıcaklıkta dormansinin ortadan kalkması için ışığın da gerekli olduğu, 25 °C sıcaklıkta ise GA<sub>4+7</sub>’ in etkili olduğu ortaya konmuştur. *A. retroflexus* tohumlarında, dormansinin ortadan kaldırılmasında etilen (Kepczyński vd., 2003, 2013; Schonbeck ve Egle, 1981a), nitrit ve nitrit oksit’ in etkili olduğunu gösteren çalışmalarda vardır (Liu vd., 2011; Gniazdowska vd., 2012; Kaya, 2016).

Bununla beraber F1 *A. retroflexus* bitkilerin’ de tohum dormansi seviyesinin mevsimlere bağlı olduğu, dormansinin özellikle bitkilerinin generatif evrede (çiçeklenme ve tohum oluşumu) maruz kaldığı çevresel sıcaklık tarafından etkilendiği tespit edilmiştir (Şekil 3.11). Nitekim araziye son olarak 15 Temmuz ‘da ekilen fidelerden gelişen bitki tohumlarının, ilk 29 Mayıs’ta ekilen fidelerden gelişen bitki tohumlarından daha dorman olduğu ortaya konmuştur. Tohum çimlenme davranışlarında görülen bu farklılıkların, F1 bitkilerinin büyüme döneminde maruz kaldığı yağışlarla ilgili olmadığı sonucuna varılmıştır. 13 Haziranda araziye ekilen fidelerin gelişim ve biyokütlesinde, diğer ekim zamanlarına göre önemli derecede düşüş görülse de, bu durum tohum çimlenme davranışlarını etkilememiştir. Sonuçlar *A. retroflexus* üzerinde yapılan diğer bir araştırma tarafından da desteklenmektedir. Örneğin Sicilya, İtalya’da, Mayıs, Temmuz ve Ekim ayında olgunlaşan tohumların sıcaklık ve ışığa verdiği cevapların farklı olduğu ortaya konmuştur. Mayıs ayında toplanan tohumlarda çimlenmenin fotoperiyottan

negatif etkilendiği, karanlıkta çimlenmenin daha fazla olduğu, Temmuz ve Ekimde toplanan tohumlarda ise fotoperiyodun çimlenmeyi artırdığı ortaya konmuştur. Bununla beraber, Mayıs ayında toplanan tohumlar %80 çimlenmeye hasattan 95 gün sonra ulaşırken, bu süre Temmuz tohumlarında 170 gün, Ekim tohumlarında ise 300-400 gündür. Dolayısıyla Ekim ayında toplanan tohumların dormansi seviyesinin diğer zamanlara göre yüksek olduğu ortaya konmuştur (Cristaudo vd., 2016).

Bitkiden ayrılarak çevreye yayılan tohumların dormansi seviyesi genetik olarak belirlenir, fakat ana bitkilerin yetiştiği çevrede maruz kaldığı çevre koşulları (sıcaklık fotoperiyot, güneşlenme süresi gibi), özellikle çiçeklenme ve tohum olgunlaşması sırasındaki sıcaklık tohum dormansi seviyesini etkileyen en önemli faktördür. Çoğunlukta düşük sıcaklıklara maruz kalmış anne bitkilerin tohumlarında dormansi seviyesi yüksektir (Penfield ve MacGregor, 2017; Mitchell vd., 2017; Finch-Savage ve Footitt, 2017). Örneğin, sıcaklık ve ışık koşullarında benzer değişimlere maruz kalan, fakat ortalama sıcaklığın farklı olduğu ortamda yetiştirilen iki farklı *Arabidopsis thaliana* ekotipinde, ana bitkilerin yetiştiği sıcaklığın 15-16 °C altında olması primer dormansiyi önemli derecede artırmıştır (Huang vd., 2018). 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).

*A. retroflexus* gibi yazlık, tek yıllık bitkilerde ilkbahar aylarında çimlenmiş tohumlardan gelişen bitkilerin oluşturduğu tohumlarda dormansi seviyesinin düşük olması, yaz mevsimi boyunca birkaç jenerasyonun yetişmesine olanak sağlar. Sonbaharda olgunlaşmış ve dormansi düzeyi yüksek tohumlar ise kış mevsimini toprak tohum bankasında geçirerek bir sonraki baharda çimlenme potansiyelini artırır. Ana bitkilerin maruz kaldığı çevre koşullarını yavrularına aktarması popülasyonun zaman ve mekanda devamlılığını sağlayan bir riskten korunma stratejisidir (Donohue vd., 2002). Bu da istilacı türlerin adaptasyon yeteneklerini artırarak daha geniş alanlara yayılmasını sağlamaktadır. İstilacı bir tür olan *Carduus nutans*' da, sıcak iklim koşullarında büyütülen bitkilerin tohumlarındaki dormansi seviyesinin, normal koşullarda büyütülen bitkilerden daha düşük olduğu bulunmuştur. Sıcaklıktaki artışın tohum çimlenmesini artırması yanında daha kısa sürede fide oluşumunu sağladığı gösterilmiştir (Zhang vd., 2014).

Küresel iklim değerlendirmelerine göre 2018 yılında küresel ortalama sıcaklıkların sanayi devrimi öncesine göre (1850-1900) 0.98 °C, küresel ısınmanın daha belirgin hale geldiği 1981-2010 ortalamasına göre ise 0.38 °C arttığı rapor edilmiştir. 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). Türkiye'nin 2018'deki yıllık ortalama sıcaklığının 15,4 °C olduğu ve bu değerin, 1981-2010 normalinden (13,5 °C) 1,9 °C daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bununla beraber 2018 yılında büyük mevsimlik sıcaklık sapmaları tespit edilmiş ve ortalama sıcaklıkların kış 2,8 °C, ilkbahar 3 °C, yaz 1,2 °C ve sonbahar mevsiminde 1.4 °C ile normalinin üzerinde gerçekleştiği bildirilmiştir (MGM, 2018). Sonuç olarak ülkemizde, 2018 yılında açıkça görüldüğü gibi, küresel ısınma sonucu meydana gelen mevsimsel sıcaklık değişimleri tek yıllık, yazlık bir bitki olan *A. retroflexus*' un vejetasyon süresini ve ürettiği tohum sayısını daha da artırabilir. Nitekim bu tür farklı ekim tarihlerine cevap olarak büyüme ve tohum çimlenme davranışlarında yüksek plastisite göstermiştir. Elde edilen sonuçlar bu türün gelecekteki iklim değişikliğine nasıl adapte olacaklarını tahmin etmemize imkn sağlayacaktır.





## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Alboresi, A., Gestin, C., Leydecker, M.-T., Bedu, M., Meyer, C. ve Truong, H.-N. (2005). Nitrate, a signal relieving seed dormancy in arabidopsis. *Plant, Cell and Environment*, 28, 500-512.
- Andrews, N., (2016). WSare Croptime Weed Phenology, Oregon State University. <http://smalfarms.oregonstate.edu/croptime>.
- 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, 6, 296 sayfa.
- Baskin, C.C. ve Baskin, J.M. (2014). Germination ecology of seeds in the persistent seed bank. *Seeds Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. Elsevier Press*, 187-276.
- Baskin, C. ve Baskin, J. (2005). Under developed embryos in dwarf seeds and implications for assignment to dormancy class. *Seed Science Research*, 15(4), 357-360.
- Baskin, J.M. ve Baskin, C.C. (1988). Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperate region. *American Journal of Botany*, 75(2), 286-305.
- Baskin, J. ve Baskin, C. (2004). A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research*, 14(1), 1-16.
- Basu, C., Halfhill, M. D., Mueller, T.C. ve Stewart J.r, C. N. (2004). Weed genomics: new tools to understand weed biology, *Trends in Plant Science*, 9(8), 391-398.
- Benech-Arnold, R. L. ve Sanchez, R. A. (2004). Handbook of Seed Physiology: Applications to Agriculture. *The Haworth Press*, 233-252.
- Bentsink, L., Jowett, J., Hanhart, C. ve Koornneef, M. (2006). Cloning of DOG1, a quantitative trait locus controlling seed dormancy in Arabidopsis. *PNAS*, 103(45), 17042-17047.
- Bewley, J. (1997). Seed germination and dormancy. *The Plant Cell*, 9, 1055-1066.
- Bewley, J. D., Bradford, K. J., Hilhorst, H. W. M. ve Nonogaki, H. (2013). *Dormancy and The Control of Germination. Seeds*, 247-297.doi:10.1007/978-1-4614-4693-4\_6.
- Birişik, N. (2015). Teoriden Prtağe Kültürel Mücadele Kitabı, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, 15-34.
- Bond, W., Davies, G. ve Turner R. (2007). The biology and non-chemical control of common Amaranth (*Amaranthus retroflexus* L.).
- Bridges, D.C. (1994). Impact of weeds on human endeavors, *Weed Technology*, 8, 392-395.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Cadman, C., Toorop, P., Hilhorst, H. ve Finch-Savage, W. (2006). Gene expression profiles of *Arabidopsis* cvi seeds during dormancy cycling indicate a common underlying dormancy control mechanism. *The Plant Journal*, 64, 805–822.
- Cangi, R. ve Topçu, N. (2011). Tokat ili bağlarında ekolojik koşullarına bağlı olarak yabancı otların dağılımı, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu, Sonuç Raporu Proje No: 2010/71.
- Cohn, M. A., Burera, D. L. ve Hughes, J. A. (1983). Seed dormancy in red rice: III. Response to nitrite, nitrate, ve ammonium ions, *Plant Physiology*, 73, 381-384.
- Copeland, L. O. ve McDonald, M. B. (2001). Seed germination. In Principles of Seed Science and Technology (s. 72-123). Springer, Boston, MA.
- Costea, M., Weaver, S. ve Tardif, F. (2004). The Biology Of Canadian Weeds, 130. *Amaranthus retroflexus* L., *A. powellii* S. Watson and *A. hybridus* L. *Canadian Journal of Plant Science*, 84, 631–668.
- Cristaudo, A., Gresta, F., Restuccia, A., Catara, S. ve Onofri, A. (2016). Germinative response of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) to environmental conditions: Is there a seasonal pattern? *Plant Biosystems*, 150(3), 583–591.
- Davis, P.H. (ed.) (1967). Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Supplement). Cilt 2. Edinburgh, University Press, 579s.
- Deng, Z. ve Song, S. (2012). Sodium nitroprusside, ferricyanide, nitrite and nitrate decrease the thermo-dormancy of lettuce seed germination in a nitric oxide-dependent manner in light. *South African Journal of Botany*, 78, 139-146.
- Donohue, K. (2002). Germination timing influences natural selection on life-history characters in *Arabidopsis thaliana*. *Ecology*, 83(4), 1006-1016.
- Du, W., Cheng, J., Cheng, Y., Wang, L., He, Y., Wang, Z. ve Zhang, H. (2015). Physiological characteristics and related gene expression of after-ripening on seed dormancy release in rice. *Plant Biology*, 17(6), 1156-1164.
- Eira, M.T.S. ve Caldas L.S. (2000). Seed dormancy and germination as concurrent processes, *The Revista Brasileira De Fisiologia Vegetal*, 12, 74-104.
- Finch-Savage, W. 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. ve Leubner-Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*, 117, 501–523.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ghersa, C. ve Holt, J. (1995). Using phenology prediction in weed management. *Weed Research*, 35, 461-470.
- Gniazdowska, A., Babanczyk, T. ve Krasuska, U. (2012). Nitric oxide as germination controlling factor in seeds of various plant species. *Phyton-Annales Rei Botanicae*, 52(2), 219-226.
- Graeber, K., Nakabayashi, K., Miatton, E., Leubner-Metzger, G. ve Soppe, W. (2012). Molecular mechanisms of seed dormancy. *Plant, Cell and Environment*, 35, 1769-1786.
- Gratani, L. (2014). Plant phenotypic plasticity in response to environmental factors. *Advances in Botany*, 35(10), 1769-86. Doi: 10.1155/2014/208747.
- Groot, S. ve Karssen, C. (1987). Gibberellins regulate seed germination in tomato by endosperm weakening: a study with gibberellin-deficient mutants. *Planta*, 171, 525-531.
- Gündüz, Ş., Kersting, U. ve Kahramanoğlu, İ. (2006). Turunçgil Bahçelerindeki Yabancı Otlar ve Entegre Mücadele Yöntemleri, Akdeniz İhracatçı Birlikleri, Mersin - Türkiye.
- Güner, A. (2012). Türkiye Bitkileri Listesi, Damarlı Bitkiler. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları Flora Dizisi I, 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. 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 Physiology* 15, 643-653.
- Heap, I. (2019). The international survey of herbicide resistant weeds. Online. Internet. Tuesday, February 2. Available [www.weedscience.org](http://www.weedscience.org).
- Hegazy, A., Fahmy, G., Ali, M. ve Gomaa, N. (2005). Growth and phenology of eight common weed species. *Journal of Arid Environments*, 61, 171-183.
- Hilhorst, H.W.M. (2011). Standardizing Seed Dormancy Research. In: Kermod A. (eds) Seed Dormancy. Methods in Molecular Biology (Methods and Protocols). *Humana Press*, 773, 43-52.
- Holm, L., Doll, J., Holm, E., Pancho, J. ve Herberger, J. (1996). *World weeds: Natural Histories and Distribution*. John Wiley & Sons, Canada.
- Horak, M. ve Loughin, T. (2000). Growth analysis of four Amaranthus species. *Weed Science*, 48(3), 347-355.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Huang, J., Shrestha, A., Tollenaar, M., Deen, W., Rahimian, H. ve Swanton, C. (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., Tang, A. ve Finch-Savage, W. E. (2018). Predicted global warming scenarios impact on the mother plant to alter seed dormancy and germination behaviour in *Arabidopsis*. *Plant, cell & environment*, 41(1), 187-197.

Johnston, F. M. ve Pickering, C. M. (2006). Phenology of the environmental weed *Achillea millefolium* (Asteraceae) along altitudinal and disturbance gradients in the Snowy Mountains, Australia. *Nordic Journal of Botany*, 24, 148-160. Copenhagen. ISSN 0107-055X.

Kadioğlu, I., Başaran, B. ve Kaya, Y. (2015). *Amaranthus retroflexus*. Türkiye İstilacı Bitkiler Kataloğu. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.

Karsen, C. (1970). The light promoted germination of the seeds of *Chenopodium album* L. III. Effect of the photoperiod during growth and development of the plants on the dormancy of the produced seeds. *Acta Botanica Neerlandica*, 19(1), 81-94.

Kaya, H. (2016). Doğal Populasyonlarından Toplanan *Amaranthus retroflexus* L. Tohumlarında Dormansi. Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

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

Kepeczynski, J., Kepeczynska, E. ve Bihun, M. (2003). The involvement of ethylene in the release of primary dormancy in *Amaranthus retroflexus* seeds. *Plant Growth Regulation*, 39, 57-62.

Kepeczynski, 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. Doi: 10.1371/journal.pone.0190242.

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(118), 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(106), 1125-1136.

Kınay, S. (2014). Kütahya ve Balıkesir (Bandırma) İllerin' den Toplanan *Amaranthus retroflexus* L. Tohumlarının Çimlenme Davranışları. Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

### 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*.

Lewandowska-Sabat, A.M, ve Rognli, O.A. (2017). Local populations of *Arabidopsis thaliana* show clear relationship between photoperiodic sensitivity of flowering time and altitude. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1046. Doi: 10.3389/fpls.2017.01046.

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

Liu, X., Deng, Z., Cheng, H., He, X. ve Song, S. (2011). Nitrite, sodium nitroprusside, potassium ferricyanide and hydrogen peroxide release dormancy of *Amaranthus retroflexus* seeds in a nitric oxide-dependent manner. *Plant Growth Regulation*, 64(2), 155-161.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2017). 2017 yılı iklim değerlendirmesi, Şubat 2018. www.mgm.gov.tr

Mitchell, J., Johnston, I.G. ve Bassel, W. (2017). Variability in seeds: biological, ecological, and agricultural implications. *Journal of Experimental Botany*, 68(4), 809-817.

Montesinos-Navarro, A., Wig, J., Pico, F. ve Tonsor, S. (2011). *Arabidopsis thaliana* populations show clinal variation in a climatic gradient associated with altitude. *New Phytologist*, 189, 282–294.

Munguía-Rosas, M.A, Campos-Navarrete, M.J. ve Parra-Tabla, V. (2013). the effect of pollen source vs. flower type on progeny performance and seed predation under contrasting light environments in a cleistogamous herb. *PLoS ONE* 8(11), e80934. Doi:10.1371/journal.pone.0080934.

Nakabayashi, K., Bartsch, M., Xiang, Y., Miatton, E., Pellengahr, S., Yano, R., ve Soppe, W. J. (2012). The time required for dormancy release in *Arabidopsis* is determined by DELAY OF GERMINATION1 protein levels in freshly harvested seeds. *The Plant Cell*, 24(7), 2826-2838.

Nambara, E., Okamoto, M., Tatematsu, K., Yano, R., Seo, M. ve Kamiya, Y. (2010). Abscisic acid and the control of seed dormancy and germination. *Seed Science Research*, 20(2), 55-67.

Norris, R.F. (2007). Weed fecundity: Current status and future needs. *Crop Protection*, 26, 182.

Omami, E. N. (1999). Changes in germinability, dormancy and viability of *Amaranthus retroflexus* as affected by depth and duration of burial. *Weed Research*, 39, 345-354.

Pala, F. ve Mennan, H. (2016). Güneydoğu anadolu bölgesi pamuk alanlarında bulunan horoz ibiği (*Amaranthus* spp.) türlerinin, yaygınlıklarının ve yoğunluklarının belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2), 139-148.

Penfield, S. (2017). Primer seed dormancy and germination. *Current Biology*, 27, 853-909.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Price, A. J., Balkcom, K. S., Duzy, L. M. ve Kelton, J. A. (2012). Herbicide and cover crop residue integration for *Amaranthus* control in conservation agriculture cotton and implications for resistance management. *Weed Technology*, 26(3), 490-498.
- Satrapová, 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 and Environment*, 59(7), 309-315.
- Schonbeck, M.W. ve Egley, G.H. (1981a). Phase-sequence of redroot pigweed and germination responses to ethylene and other stimuli. *Plant Physiology*, 68, 175-179.
- Schonbeck, M.W. ve Egley, G.H. (1981b). Changes in sensitivity of *Amaranthus retroflexus* L. seeds to ethylene during preincubation, II. Effect of alternating temperature and burial in soil. *Plant Cell Environment*, 4, 237-242.
- Shrestha, A. ve Swanton, C. (2007). Parameterization of the phenological development of select annual weeds under noncropped field conditions. *Weed Science*, 55(5), 446-454.
- Sırma, M., ve Kadioğlu, İ., (2010), Erzincan ili - otlukbeli ilçese buğday ekim alanlarında sptanan önemli yabancı ot türleri, rastlanma sıklıkları ve yoğunlukları, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(1): 27-34
- 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.
- Steward, Jr.C. Neal, (2009). Weedy and Invasive Plant Genomics, 1<sup>st</sup> edit, *Blackwell Publishing*, US, ISBN 978-0-8138-2288-4, S.65.
- Türe, C. ve Köse, Y.B. (2000). Eskişehir ve çevresindeki bazı tarım alanlarında yayılış gösteren yabancı ot florası üzerine bir araştırma. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24, 327-331.
- USA National Phenology Network. (2019). <http://usanpn.org/>.
- Valladares, F., Gianoli, E. ve Gómez, J. (2007). Ecological limits to plant phenotypic plasticity. *New Phytologist*, 176, 749-763.
- Vidal, E., Tamayo, K. ve Gutierrez, R. (2010). Gene networks for nitrogen sensing, signaling, and response in *Arabidopsis thaliana*. *Wires Systems Biology and Medicine*, 2(6), 683-693.
- Willis, C. G., Baskin, C. C., Baskin, J. M., Auld, J. R., Venable, D. L., Cavender-Bares, J. ve NESCent Germination Working Group. (2014). The evolution of seed dormancy: environmental cues, evolutionary hubs, and diversification of the seed plants. *New Phytologist*, 203(1), 300-309.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

Wolkovich, E. M., Cook, B. I., McLauchlan, K. K. ve Davies, T. J. (2014). Temporal ecology in the Anthropocene. *Ecology letters*, 17(11), 1365-1379.

World Meteorological Organization (2018). The state of the global climate in 2018. <https://public.wmo.int/en>

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.

Zhou, D., Wang, T. ve Valentine, I. (2005). Phenotypic plasticity of life-history characters in response to different germination timing in two annual weeds. *Canadian Journal of Botany*, 83(1), 28-36.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

**Soyadı, adı :** Tarık ELMUSA

**Doğum tarihi ve yeri :** 30.03.1992 Irak/Bağdat

**E-mail :** tariq.ak92@gmail.com

<u>Eğitim Derece</u>	<u>Eğitim Birimi</u>	<u>Mezuniyet Tarihi</u>
Lisans	Bağdat Üniversitesi	2013
Lise	ALAMİRİYE Erkek Lisesi	2009

### İş Denevimi

<u>Yıl</u>	<u>Yer</u>	<u>Görev</u>
2015-2017	Diclet ELIRAK Milletlerarası Özel Okulu	Öğretmen
2018-Devam ediyor	Alfarahidi Milletlerarası Irak Özel Okulu	Öğretmen
2018-Devam ediyor	Alfarahidi Milletlerarası Irak Özel Okulu	Müdür Yardımcısı

### Yayınlar

Ölçer-Footitt, H., Köse, E. and Almousa, T. (2018). Amaranthus retroflexus L.; Türkiyede tarımsal arazilerin belalı yabancı otu. International Agriculture, Environment and Health Congress, Book of Abstract, s-360, 26-28 October 2018, Aydın. (Poster)

### Alınan Sertifikalar

Türkçe Dil Sertifikası :30.05.2014 (Dumlupınar Üniversitesi, Türkçe Öğretim Uygulama ve Araştırma Merkezi - TÖMER).