



MALATYA
TURGUT ÖZAL
ÜNİVERSİTESİ

T.C

MALATYA TURGUT ÖZAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BUĞDAY (*Triticum aestivum* L.)’DA YABANCI OT KONTROLÜ İÇİN
KRİTİK PERİYODUN BELİRLENMESİ VE YABANI HARDAL (*Sinapis*
***arvensis* L.)’IN MÜCADELE OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

ERDAL ATEŞ

DOKTORA TEZİ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

Eylül 2022

T.C
MALATYA TURGUT ÖZAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BUĞDAY (*Triticum aestivum* L.)’DA YABANCI OT KONTROLÜ İÇİN
KRİTİK PERİYODUN BELİRLENMESİ VE YABANI HARDAL (*Sinapis
arvensis* L.)’IN MÜCADELE OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

ERDAL ATEŞ

DOKTORA TEZİ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

EYLÜL 2022

Tezin Başlığı:

Tezin Başlığı: **BUğDAY (*Triticum aestivum* L.)’DA YABANCI OT KONTROLÜ İÇİN KRİTİK PERİYODUN BELİRLENMESİ VE YABANİ HARDAL (*Sinapis arvensis* L.)’IN MÜCADELE OLANAKLARININ ARAşTIRILMASI**

Tezi Hazırlayan: Erdal ATEş

Sınav Tarihi:

Yukarıda adı geçen tez jürimizce değerlendirilerek Bitki Koruma Ana Bilim Dalında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.



ONUR SÖZÜ

Doktora Tezi olarak sunduğum “Buğday (*Triticum aestivum* L.)’da Yabancı Ot Kontrolü İçin Kritik Periyodun Belirlenmesi ve Yabani hardal (*Sinapis arvensis* L.)’ın Mücadele Olanaklarının Araştırılması” başlıklı çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün kaynakların, hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Erdal ATEŞ



ÖZET

Doktora Tezi

BUĞDAY (*Triticum aestivum* L.)’DA YABANCI OT KONTROLÜ İÇİN KRİTİK PERİYODUN BELİRLENMESİ VE YABANI HARDAL (*Sinapis arvensis* L.)’IN MÜCADELE OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Erdal ATEŞ

Malatya Turgut Özal Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Bitki Koruma Anabilim Dalı

117 + X sayfa

2022

Danışman: Prof. Dr. Nihat TURSUN

Yapılan bu araştırma ile buğdayın yabancı otlara karşı kritik periyodunun belirlenmesi, buğday alanlarında sorun olan *Sinapis arvensis* L.’in alt türlerinin ve bu alt türlerin herbislere tepkisinin araştırılması, *S. arvensis*’in biyolojik bazı özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Buğdayın kritik periyodunun belirlenmesinde çalışmalar 2020-2021 yıllarında Diyarbakır ilinde gerçekleştirilmiştir. *S. arvensis*’in alt türlerinin belirlenmesinde Türkiye’nin 7 coğrafi bölgesini temsilen 28 ilde toplam 84 ilçenin buğday alanlarından *S. arvensis* tohumlarının örnekleme yapılmıştır. Klasik ve moleküler (rDNA ile cpDNA) yöntemlerle *S. arvensis*’in alt türleri ile bu alt türlerin sera koşullarında herbisitlere tepkisi ve tohumların çimlenme biyolojisi araştırılmıştır. Çalışmalar sonucunda; yabancı otlara karşı %5 verim kaybında, buğdayın kritik periyodu yağışlı geçen iklim koşullarında 35-75 DAE, kurak geçen iklim koşullarında ise 11-93 DAE olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Zadoks-30’un 2020 yılında 01.03.2020 tarihine, 2021 yılında ise 16.03.2021 tarihine tekabül ettiği belirlenmiştir. *S. arvensis*’in alt türlerinden *S. arvensis* subsp. *arvensis*, *S. arvensis* subsp. *allionii* ve *S. arvensis* subsp. *schkuhriana* tespit edilmiş olup, bu alt türler arasındaki filogenetik ilişkiler ortaya konmuştur. Florasulam, Bromoxynil + MCPA, Dimethyl amin tuzundan oluşan aktif maddelere karşı *S. arvensis*’in alt türlerinin farklı seviyelerde herbisitlerden etkilendikleri ve bu aktiflere karşı alt türlerin kontrol edilebilir olduğu belirlenmiştir. *S. arvensis*’in çimlenme sıcaklığının, illere ve alt türlere göre değişmekle birlikte genel olarak minimum 2 -5 °C, optimum 10-25 °C, maksimum 35 °C olduğu belirlenmiştir. *S. arvensis*’in alt türlerinin belirlenmesiyle ilgili çalışmaların devam ettirilmesi; belirlenen alt türlerin dayanıklılık durumunun araştırılması önerilir.

ANAHTAR KELİMELELER: Buğday, Kritik periyot, *Sinapis arvensis*, rDNA, cpDNA, Filogenetik, Çimlenme sıcaklığı, Herbisit

ABSTRACT

PhD. Thesis

DETERMINATION OF THE CRITICAL PERIOD OF WEED CONTROL IN WHEAT (*Triticum aestivum* L.) AND INVESTIGATION OF THE CONTROL METHODS OF WILD MUSTARD (*Sinapis arvensis* L.)

Erdal ATEŞ

Malatya Turgut Özal University

Institute of Graduate Studies

Department of Plant Protection

117 + X pages

2022

Supervisor: Prof. Dr. Nihat TURSUN

This study aimed to determine the critical period of wheat against weeds, investigate the subspecies of *Sinapis arvensis* in wheat fields, and the response of these subspecies to herbicides, and determine some biological characteristics of *Sinapis arvensis*. Studies of critical periods of wheat were carried out in the years 2020-2021 in Diyarbakir province. To determine the subspecies of *Sinapis arvensis*, the seeds were sampled from the wheat fields of 84 districts in 28 provinces, representing 7 regions of Turkey. The subspecies of *Sinapis arvensis* were investigated by classical and molecular (rDNA and cpDNA) methods and the response of these subspecies to herbicides under greenhouse conditions and investigated the germination biology of seeds. As a result of the studies, the critical period of wheat with 5% yield loss against weeds is 35-75 DAE in rainy climate conditions and 11-93 DAE in dry climate conditions. In addition, Zadoks-30 scale was determined to coincide on 3 March 2020 and 16th March 2021. Subspecies of *Sinapis arvensis* were confirmed as *Sinapis arvensis* subsp. *arvensis*, *Sinapis arvensis* subsp. *allionii* and *Sinapis arvensis* subsp. *schkuhriana* and phylogenetic relationships between these subspecies have been revealed. It was determined that the subspecies of *Sinapis arvensis* were affected by different levels of herbicides against the active substances consisting of Florasulam, Bromoxynil + MCPA, Dimethyl amine salt, and the subspecies were controllable against these actives. Although the germination temperature of *S. arvensis* varies according to the provinces and subspecies, determined generally germinated at a minimum temperature of 2-5 °C, optimum 10-25 °C, and maximum 35 °C.

KEYWORDS: Wheat, Critical period, *Sinapis arvensis*, rDNA, cpDNA, Phylogenetic, Germination temperature, Herbicide

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın planlanmasında ve yürütülmesinde maddi ve manevi her türlü desteği sağlayan, sabırlı, hoşgörü ve tevazu vasıflarıyla bu çalışmaya rehberlik eden, çözüm odaklı motive edici telkinleriyle bu çalışmanın planlandığı şekilde tamamlanarak sunulmasını sağlayan danışman hocam Prof. Dr. Nihat TURSUN'a teşekkür ederim.

Bu çalışmanın hazırlanmasında, olgunlaştırılarak yürütülmesinde ve incelenerek sunulması aşamalarında engin tecrübelerinden ve mesleki bilgilerinden faydalandığım değerli hocam Prof. Dr. İlhan ÜREMİŞ'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez izleme komisyon üyesi Dr. Öğr. Üyesi Olcay BOZDOĞAN, jüri üyeleri Prof. Dr. Doğan IŞIK ve Dr. Öğr. Üyesi Erçin OKSAL'a katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Moleküler biyoloji, biyo-informatik ve laboratuvar uygulamalarıyla temel mesleki bilgiyi sağlayan sayın Prof. Dr. H. Murat SİPAHİOĞLU'na ve laboratuvar çalışmalarında her türlü desteği sağlayan Zir. Yük. Müh. Feyzullah Yılmaz'a teşekkür ederim.

İnönü Üniversitesi Biyoloji Bölümü Herbaryumuna *Sinapis arvensis*'in kayıtlarını yaptıran tecrübelerinden faydalandığım Sayın Prof. Dr. Birol MUTLU'ya teşekkür ederim.

Çalışmanın yürütüldüğü Diyarbakır Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (DZMAE)'nin her türlü alt yapı ve ekipman desteğini sağlayan enstitü yönetiminde yer alan Zir. Yük. Müh. Mehmet KILIÇ ile Zir. Yük. Müh. Ayhan ÖĞRETEN ve ekibine; değerli meslektaşlarım: Zir. Yük. Müh. Bilal EŞİTMEZ, Zir. Yük. Müh. İslam Emrah SÜER, Zir. Müh. Davut ŞAT, Remzi MERSİN, Dr. Murat GÜLMEZ, Zir. Yük. Müh. Deniz ÇAPLIK, Zir. Yük. Müh. Osman ÇİFTÇİ, Doç. Dr. Mehmet DUMAN, Zir. Müh. Mehtap ATEŞ ve DZMAE'nin tüm çalışanlarına katkılarından dolayı teşekkür ederim.

TAGEM/BSAD/A/21/A2/P1/2725 nolu proje kapsamında finans desteğini sağlayan Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne, materyal ve sarf malzeme desteği sağlayan SYNGENTA A.Ş., BAYER A.Ş. ve ADAMA A.Ş.'ye teşekkür ederim.

Tarla deneme alanı ve alt yapı desteği sağlayan GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü'nün yönetimine, Dr. Sertaç TEKDAL, Dr. Uğur BİLGE ve buğday ıslah birimi çalışanlarına teşekkür ederim.

Sinapis arvensis'in varyasyonlarıyla ilgili teşhis çalışmalarında bilgisine başvurduğum Sayın Pakize Sultan'a katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Çalışmalarım boyunca ihmal etmek zorunda kaldığım, buna karşın hoşgörü ve tahammül vasıflarıyla beni destekleyen, maddi ve manevi olarak varlığından feyizlendiğim, sabat ve özgüven kaynağım biricik aileme sonsuz şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ONUR SÖZÜ	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
SİMGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	8
2.1. Kritik Periyot Çalışmalarıyla İlgili Kaynak Özetleri	8
2.2. <i>Sinapis arvensis</i> 'in Alt Türlerinin Belirlenmesiyle İlgili Kaynak Özetleri	10
2.2.1. <i>S. arvensis</i> 'in alt türlerinin morfolojik yöntemlerle belirlenmesinde kaynak özetleri	10
2.2.2. <i>S. arvensis</i> 'in alt türlerinin moleküler yöntemlerle belirlenmesinde kaynak özetleri	13
2.3. <i>S. arvensis</i> 'in Çimlenme Sıcaklıklarıyla İlgili Kaynak Özetleri	17
2.4. <i>S. arvensis</i> 'in Alt Türlerinin Herbisitlere Tepkisiyle İlgili Kaynak Özetleri	18
3. MATERYAL VE YÖNTEM	20
3.1. Materyal	20
3.1.1. Tohum materyalinin toplandığı alanlarla ilgili bilgiler	20
3.1.2. Denemelerin yürütüldüğü Diyarbakır iline ait bilgiler	21
3.1.3. Kritik periyot çalışmalarının yürütüldüğü deneme alanına ait bilgiler	22
3.1.4. Sera çalışmalarının yürütüldüğü alana ait özellikler	24
3.1.5. Çalışmada kullanılan herbisitlere ait bilgiler	25
3.1.5.1 Asetolaktat sentetaz enzim inhibitörü	26
3.1.5.2 Fotosistem II inhibitörü	26
3.1.5.3 Sentetik oksin inhibitörü	26
3.1.6. Moleküler çalışmalarda kullanılan primerlere ait bilgiler	27
3.2. Yöntem	28
3.2.1. Buğdayın kritik periyodunun belirlenmesi	28
3.2.2. <i>Sinapis arvensis</i> tohumlarının toplanması	31
3.2.3. <i>Sinapis arvensis</i> 'in alt türlerinin belirlenmesi	34
3.2.3.1. <i>S. arvensis</i> 'in morfolojik özelliklerine göre alt türlerinin belirlenmesi	34
3.2.3.2. <i>Sinapis arvensis</i> 'in alt türlerinin moleküler yöntemlerle belirlenmesi	38
3.2.4. <i>Sinapis arvensis</i> tohumlarının çimlenme sıcaklıklarının belirlenmesi	40
3.2.5. Alt türlerin doz etki çalışmaları ile herbisitlere tepkisinin belirlenmesi	40
3.2.6. Verilerin değerlendirilmesi	42
3.2.6.1 Buğdayın kritik periyodu ve kalite parametrelerinin istatistiki analizleri	42
3.2.6.2 Moleküler analizlerden elde edilen verilerin değerlendirilmesi	43
3.2.6.3 <i>S. S. arvensis</i> tohumlarının çimlenme sıcaklıklarının istatistiki analizleri	44
3.2.6.4 Herbisit uygulamalarının istatistiki analizleri	44
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	45
4.1. Buğdayın Kritik Periyodunun Belirlenmesi	45
4.2. <i>Sinapis arvensis</i> 'in Alt Türlerinin Belirlenmesi	58
4.2.1. <i>Sinapis arvensis</i> 'in morfolojik özelliklerine göre alt türlerinin belirlenmesi	58
4.2.1.1. <i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>	60
4.2.1.2. <i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>schkuhriana</i>	66
4.2.1.3. <i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>	68
4.2.1.4. <i>Sinapis arvensis</i> var. <i>orientalis</i>	71
4.2.2. <i>Sinapis arvensis</i> 'in alt türlerinin moleküler yöntemlerle belirlenmesi	78
4.2.3. <i>Sinapis arvensis</i> Tohumlarının Çimlenme Sıcaklıklarının Belirlenmesi	87
4.2.4. <i>Sinapis arvensis</i> 'in Alt Türlerinin Herbisitlere Karşı Tepkisinin Belirlenmesi	92
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	97
6. KAYNAKLAR	100
EKLER	114
ÖZGEÇMİŞ	116

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Diyarbakır ili coğrafi konumu.....	22
Şekil 3.2. Buğdayın kritik periyot çalışmalarının yürütüldüğü deneme alanları.....	23
Şekil 3.3. 2019-2020 üretim yılı deneme alanı sıcaklık ve nem oranı	24
Şekil 3.4. 2020-2021 üretim yılı deneme alanı sıcaklık ve nem oranı	24
Şekil 3.5. DZMAE'nin Ar-Ge uygulama seraları	25
Şekil 3.6. rDNA üzerinde yer alan ITS4 ve ITS5 bölgesi	27
Şekil 3.7. <i>S. arvensis</i> 'in kloroplast genomu ve matK bölgesi	27
Şekil 3.8. Buğday çıkışlarından sonra parsellerin hizalanması	28
Şekil 3.9. Buğdayın fenolojik dönemlerinin Zadoks skalasına göre takibi	28
Şekil 3.10. Yabancı ot alım işlemi	29
Şekil 3.11. Deneme alanında parsellerin genel durumu	30
Şekil 3.12. Hasat öncesi buğday bitkilerinin boy ölçümlerinin alınması	30
Şekil 3.13. Buğday hasadı A: Buğday başaklarının biçilmesi; B ve C: Samanın hasadı D: Analizler için buğday ve samanın muhafaza edilmesi	30
Şekil 3.14. Laboratuvar tipi harman makinasında başakların işlenmesi	31
Şekil 3.15. Buğdayın kalite analizleri	31
Şekil 3.16. 1: <i>S. allionii</i> 2: <i>S. schkuhriana</i> görsel 3 <i>S. arvensis</i> (Reichenbach, 1855)	36
Şekil 3.17. <i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i> (Anonymous, 2020a)	37
Şekil 3.18. <i>Sinapis schkuhriana</i> (görsel üzerinde kapsül ve yaprak tipi işaretlenmiştir)	38
Şekil 3.19. Herbaryum örneklerinin hazırlanması.....	38
Şekil 3.20. Fiziki ve dijital herbaryumlarının yapımı	38
Şekil 3.21. <i>S. arvensis</i> 'in alt türlerinin 2-4 gerçek yapraklı dönemi	41
Şekil 3.22. Doz etki denemelerinde kullanılan herbisitlerin 1 L'lik karışımları	42
Şekil 3.23. Doz-etki denemelerinde kullanılan sprey kabin.....	42
Şekil 4.1. Buğdayın sapa kalkma döneminin başlangıcı	47
Şekil 4.2. Buğdayın yabancı ot koşullarında gelişme sıcaklığı A: 2020 yılı, B: 2021 yılı.....	56
Şekil 4.3. <i>S. arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i> 'in genel görünümü.....	60
Şekil 4.4. <i>S. arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i> 'in kök, gövde, sürgün, yaprak ve çiçek aksamaları.....	61
Şekil 4.5. <i>S. arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i> 'in alt yaprakları(A), sürgün yaprakları(B), üst yaprakları(C)	61
Şekil 4.6. <i>S. arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i> 'in kapsülve bileşenleri.....	62
Şekil 4.7. <i>S. arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i> 'in kapsül ve tohumları.....	62
Şekil 4.8. <i>S. arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i> 'in kış mevsimi koşullarındaki durumu	63
Şekil 4.9. <i>S. arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i> 'in	63
Şekil 4.10. <i>S. arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>	63
Şekil 4.11. <i>S. a.</i> subsp <i>arvensis</i> f. <i>mesopotamica</i>	65
Şekil 4.12. <i>S. arvensis</i> f. <i>stricta</i>	65
Şekil 4.13. <i>S. arvensis</i> f. <i>normālis</i>	65
Şekil 4.14. <i>S. a.</i> subsp <i>arvensis</i> f. <i>divaricata</i>	65
Şekil 4.15. <i>S. arvensis</i> subsp. <i>arvensi</i>	65
Şekil 4.16. <i>S. arvensis</i> f. <i>medla</i> Acloque	65
Şekil 4.17. <i>S. arvensis</i> var. <i>orientalis</i>	65
Şekil 4.18. <i>S. arvensis</i> subsp. <i>schkuhriana</i> varyasyonun genel görünümü	66
Şekil 4.19. <i>S. arvensis</i> subsp. <i>schkuhriana</i> 'nın kök, gövde, sürgün, yaprak ve çiçekleri	67
Şekil 4.20. <i>S. arvensis</i> subsp. <i>schkuhriana</i> 'nın yaprak formları	67
Şekil 4.21. <i>S. arvensis</i> subsp. <i>schkuhriana</i> 'nın kapsül ve tohumları.....	68
Şekil 4.22. <i>S. arvensis</i> subsp. <i>allionii</i> 'nin genel görünümü	68
Şekil 4.23. <i>S. arvensis</i> subsp. <i>allionii</i> 'nin kök, gövde, sürgün yaprak formları	69
Şekil 4.24. <i>S. arvensis</i> subsp. <i>allionii</i> yaprak formları	69
Şekil 4.25. <i>S. arvensis</i> subsp. <i>allionii</i> 'ye ait kapsül ve bileşenleri	70
Şekil 4.26. <i>S. arvensis</i> 'in kapsüllerinde tüy varlığı.....	71
Şekil 4.27. Kapsülünden çıkan tohumlardan elde edilen bitkilerin morfolojik gözlemi	72
Şekil 4.28. Bir kapsülünden çıkan tohumların kapsülde tüy varlığının gözlemlenmesi	72
Şekil 4.29. Aynı sürgün üzerinde bulunan kapsüllerin pozisyonu	72
Şekil 4.30. <i>S. arvensis</i> 'in tüylülük durumu	73
Şekil 4.31. <i>S. arvensis</i> 'in alt türlerinin örnekleme yapılan alanlara göre dağılımı.....	76

Şekil 4.32. <i>S. arvensis</i> genomlarının rDNA’da ITS bölgesinden elde edilen PCR ürününün jel görüntüsü.....	78
Şekil 4.33. <i>S. arvensis</i> ’in ve Brassicaceae familyasına ait bazı üyelerin ITS gen bölgesine göre dizilerinin karşılaştırılması.....	79
Şekil 4.34. <i>Sinapis arvensis</i> genomlarının kloroplast DNA’da matK üzerinde trnK bölgesinden elde edilen PCR ürününün jel görüntüsü.....	80
Şekil 4.35. <i>S. arvensis</i> alt türlerinin matK bölgesine göre dizi analizi.....	81
Şekil 4.36. Brassicaceae familyasına ait bazı türlerin cpDNA’nın matK bölgesine göre dizilerin karşılaştırılması.....	82
Şekil 4.37. Brassicaceae familyasının rDNA gen bölgesine göre filogenetik ilişkileri.....	84
Şekil 4.38. <i>S. arvensis</i> ’in cpDNA bölgesine göre filogenetik ilişkileri.....	85
Şekil 4.39. Dimethyl amin tuzuna karşı alt türlerin doza tepkisi.....	93
Şekil 4.40. Bromoxynil + MCPA’ya karşı alt türlerin doza tepkisi.....	93
Şekil 4.41. Florasulama karşı alt türlerin doza tepkisi.....	93
Şekil 4.42. <i>S. arvensis</i> subsp. <i>allionii</i> A: florasulam, B: bromoxynil + MCPA, C: dimethyl amin tuzu.....	94
Şekil 4.43. <i>S. arvensis</i> subsp. <i>schkuhrana</i> A: florasulam, B: bromoxynil + MCPA, C: dimethyl amin tuzu 1.....	94
Şekil 4.44. <i>S. arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i> A: florasulam, B: bromoxynil + MCPA, C: dimethyl amin tuzu.....	94

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Türkiye'nin bölgelerine göre uzun yıllar sıcaklık, nem ve yağış değeri.....	21
Çizelge 3.2. Bölgelerin tarımsal faaliyetleri	21
Çizelge 3.3. Buğday deneme alanine ait toprak analiz sonuçları.....	23
Çizelge 3.4. Buğday üretim sezonlarında deneme alanlarına ait sıcaklık ve yağış değerleri. 24	
Çizelge 3.5. <i>S. arvensis</i> 'in alt türlerinin doz-etki denemelerinde kullanılan aktif maddeler . 25	
Çizelge 3.6. Deneme parsel kodları ve parsellere uygulanan işlemler.....	29
Çizelge 3.7. Sinapis arvensis tohumlarının toplandığı iller ve örnekleme yapılan ilçe sayısı 32	
Çizelge 3.8. <i>Sinapis arvensis</i> biyotiplerinin morfolojik gelişimleri	35
Çizelge 3.9. PCR sıcaklık döngüleri	39
Çizelge 4.1. Kontrol parsellerinde 2020 yılında görülen yabancı otlar	45
Çizelge 4.2. Kontrol parsellerinde 2021 yılında görülen yabancı otlar	45
Çizelge 4.3. Buğdayın Zadoks skalasına göre fenolojik gelişimi	47
Çizelge 4.4. Buğdayın kritik periyodunun belirlenmesinde 2020 yılı yabancı ot kuru ağırlığı ve buğdayın verim değerleri.....	48
Çizelge 4.5. Buğdayın kritik periyodunun belirlenmesinde 2020 yılı fiziksel kalite analizleri	49
Çizelge 4.6. Buğdayın kritik periyodunun belirlenmesinde 2021 yılı yabancı ot kuru ağırlığı ve buğdayın verim değerleri.....	50
Çizelge 4.7. Buğdayın kritik periyodunun belirlenmesinde 2021 yılı fiziksel kalite analizleri	51
Çizelge 4.8. Yabancı otlu koşullarda, buğdayın verim ve kalite kriterlerinin korelasyonu... 52	
Çizelge 4.9. Buğday oransal veriminde yabancı otlu ve yabancı otsuz dönem için uygulanan dört parametrelili log-logistik model ve yıllara göre belirlenmiş parametreler ... 56	
Çizelge 4.10. Buğdayda yabancı ot kontrolü için kritik periyot dönemleri (GGD).....	57
Çizelge 4.11. <i>S. arvensis</i> 'e ait bitki organlarının karakterleri ve markör potansiyeli	59
Çizelge 4.12. <i>S. arvensis</i> 'in morfolojik olarak belirlenen alt türlerin illere göre dağılımı 74	
Çizelge 4.13. <i>S. arvensis</i> 'in varyasyonlarına ait gen bankası üzerinden erişim kodu.....	82
Çizelge 4.14. <i>S. arvensis</i> 'in illere göre farklı sıcaklıklardaki çimlenme oranları (% $\pm$ SE) ... 88	
Çizelge 4.15. <i>S. arvensis</i> 'in minimum, optimum ve maksimum çimlenme sıcaklıkları	89
Çizelge 4.16. <i>S. arvensis</i> 'in alt türlerinin farklı sıcaklıklarda çimlenme oranları (% $\pm$ SE) 90	
Çizelge 4.17. <i>S. arvensis</i> alt türlerinin etki mekanizmalarına göre doz-etki değerleri.....	92

SİMGELER DİZİNİ

atm	: Atmosfer
bp	: Baz çifti
cm	: Santimetre
da	: Dekar
dk	: Dakika
g	: Gram
ha	: Hektar
kg	: Kilogram
m	: Metre
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
ppm	: Milyonda bir kısım
s	: Saniye
V	: Volt
%	: Yüzde
°C	: Derece Santigrat
µl	: Mikrolitre

Kısaltmalar

cpDNA	: Kloroplast DNA
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
DZMAE	: Diyarbakır Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
f.	: form
FAO	: Food and Agriculture Organization
GAPUTAEM	: GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma Ve Eēitim Merkezi Müdürlüğü
GBIF	: the Global Biodiversity Information Facility
IPNI	: International Plant Names Index
ITS	: Internal Transcribed Spacers
İ	: İnönü niversitesi
matK	: maturaz kinaz
NCBI	: The National Center for Biotechnology Information
PCR	: Polymerase Chain Reaction
PWO	: Plants of the World Online
rDNA	: Ribozomal DNA
Spp.	: Türler
Subsp.	: Alt tür
TAGEM	: Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
var.	:Varyete

1. GİRİŞ

Tarım tarihinin en eski kültür bitkisi olarak bilinen buğday (*Triticum aestivum* L.), geçmişte olduğu gibi günümüzde de güncelliğini korumaktadır. Buğday dünya nüfusunun yaklaşık %36'sı için temel besin maddesi olarak hayati rol oynayan, farklı iklim koşullarına adaptasyonu oldukça yüksek, tropik ve subtropik bölgelerin yüksek kesimleri ile 60° kuzey enlemlerine kadar yetiştiriciliği yapılabilir (Singh vd., 2022). The Food and Agriculture Organization (FAO) verilerine göre 2020 yılında 123 ülkede yaklaşık 761 milyon ton buğday üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretim miktarına göre ülkeler sıralamasında toplam buğday üretiminin %17.6 oranıyla Çin ilk sırada yer alırken bunu Hindistan (%14.1), Rusya (%11.3) ve ABD (%6.5) takip etmektedir. Türkiye ise aynı listede 20,5 milyon ton buğday üretim miktarı ve %2.7 üretim oranıyla 10. sırada yer almaktadır. Verim açısından yapılan değerlendirmede ise dünya buğday verim ortalamasının 341.1 kg/da olup 993.3 kg/da verim ortalamasıyla ilk sırada Yeni Zelanda yer alırken bunu sırasıyla Belçika (894.6 kg/da), Hollanda (855.6 kg/da) takip etmektedir. Türkiye ise buğday verimi açısından aynı listede Rusya'dan sonra 296.5 kg/da verim ortalamasıyla 62. sırada yer aldığı rapor edilmiştir (Anonymous, 2022a). Buğday verimi, üretimin yapıldığı yılın iklimine göre değişmekle birlikte uzun vadede buğday tarımının yapıldığı bölgenin coğrafik koşulları ve buna bağlı iklim faktörü buğday verimini belirleyen temel unsurlar olmakla birlikte tarımsal işletmelerin özellikleri, suya ve diğer tarımsal girdilere erişim olanakları, üreticilerin eğitim seviyesi ve buna bağlı olarak tarımsal faaliyetin icrasında sergiledikleri tutum ve davranışlar tarımsal üretimde verimi etkileyen önemli faktörlerdir (Anonim, 2018). Bu faktörlerin yanı sıra ülkemizde buğday verimini sınırlayan bitki koruma sorunları bulunmaktadır. Özellikle yabancı otlardan kaynaklanan verim kayıpları %20 - 40 civarındadır (Günçan, 2010; Zimdahl, 2018). Yağışlı geçen sezonlarda yabancı otlarla mücadele edilmediği takdirde bu oran %100'lere ulaşabilmektedir (Lacey, 1985).

Ülkemiz buğday üretim alanlarında yabancı otların mücadelesinde üreticiler öncelikle kimyasal mücadeleyi tercih etmektedir. Ancak, herbisitlerin seçimi, uygulama şekli ve uygulama zamanıyla ilgili süreci, üreticilerin davranış ve tutumlarıyla yönetilmektedir (Anonim, 2018).

Buğday alanlarında ruhsatlı çıkış öncesi herbisitler bulunmasına rağmen geleneksel bir yöntem olarak üreticiler, uzun yıllardır çıkış sonrası herbisitleri kullanmaktadır. Bu nedenle yabancı ot türlerinin fenolojisi, yoğunluğu, zarar eşiği gözetilmeksizin uygun hava koşullarını referans alarak herbisit uygulamalarını yapmaktadır. Bu uygulamalar, buğday alanlarında yabancı otların kaplama alanlarını oransal olarak düşürebilir, gelişimlerini yavaşlatarak veya durdurarak baskı altında tutabilir ancak, mevcut uygulamaların buğday verimine etkisi bilimsel olarak belirlenmemiştir. Yabancı otlardan kaynaklanan verim

kayıpları kritik periyot çalışmalarıyla belirlemek mümkündür. Kritik periyot, bir kültür bitkisinin gelişme dönemi içerisinde, yabancı ot mücadelesi sonucu verim artışının maksimuma yaklaştığı nokta ile yabancı ot mücadelesi yapılmaması halinde verim kaybının aniden başladığı nokta arasındaki süreye denir (Bükün ve Uygur, 1997; Güncan, 2006). Diğer bir ifadeyle kritik periyot kültür bitkisinin yabancı otsuz tutulması gereken dönemdir. (van Acker'e atfen Üremiş vd., 1997).

Kritik periyot çalışmaları, kültür bitkisinin ekiminden sonra erken çıkış yapan yabancı otların verim kaybına önemli ölçüde neden olmaması için çapalama ve herbisit kullanımının gerekli olduğu zamanı doğru şekilde belirlemede önem arz etmektedir. Böylece yabancı otlardan kaynaklanacak önemli derecedeki verim kayıpları önlenilebilecektir. Aynı zamanda geç dönemde çıkacak olan ve önemli oranda verim kayıplarına neden olmayan yabancı otlarla da gereksiz yere mücadele edilmemiş olacaktır (Abacı ve Üremiş, 2016). Böylece kritik periyot çalışmaları sayesinde gereksiz yere herbisit uygulamalarının önüne geçilerek toprağın, diğer canlıların ve doğal dengenin korunması sağlanmış olmakla birlikte, ülke kaynaklarının da israf edilmesinin önüne geçilmiş olacaktır. Ancak buğday üretiminde önemli potansiyele sahip ülkemizde ve Türkiye buğdayının yaklaşık %20'sinin üretildiği Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yabancı otlara karşı buğdayın kritik periyodu bilinmemektedir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde buğday ekimi, iklimin seyrine göre 15 Ekim - 15 Kasım tarihlerinde yapılmaktadır. Yabancı ot mücadelesi ise geleneksel olarak çıkış sonrası herbisitlerle iklimin seyrine göre Şubat - Mart ve iklimin serin geçtiği dönemlerde ise mücadele Nisan aylarının ortalarına kadar uzayabilmektedir. Ekimi takiben 90-150 gün gibi bir zaman diliminde yabancı otların buğday ürününe verdiği zarar bilinmemektedir. Ancak, yurt dışında yapılmış çalışmalar ışığında buğdayın yabancı otlara karşı kritik periyodu genel olarak buğday çıkışlarını izleyen 15 ile 60 gün arasında olduğu, 60 günden sonraki süreçte verim kayıplarının %30 - 48 arasında olduğu görülmektedir (Alam vd., 1994; Nisha vd., 1999; Chaudhary vd., 2008). Yapılan çalışmaların yürütüldüğü lokasyonların iklim özellikleri ve alanda görülen yabancı ot türlerinin farklı olması nedeniyle mevcut çalışmaların çıktılarını bölgemiz buğday alanlarında güncel herbisit programlarının oluşturulmasında ve üreticilere önerilmesi aşamasında referans olarak kullanılamamaktadır. Bu nedenle Güneydoğu Anadolu Bölgesinde buğdayın yabancı otlara karşı kritik periyodunun belirlenmesi, Zadoks skalasına göre buğdayın fenolojik dönemleri göz önünde bulundurularak ve alanda görülen yabancı otların türleriyle ilişkilendirilerek yabancı ot kontrol stratejilerinin oluşturulması önem arz etmektedir.

Ülkemizde farklı zamanlarda buğday üretim alanlarında yapılan survey çalışmalarına göre yabancı ot türleri ve bunların yoğunlukları bölgelere göre değişebilmekle birlikte tüm bölgelerimizde *S. arvensis*'in bulunduğu ve neredeyse tüm çalışmalarda bu türün sorun

oluşturduğu bildirilmiştir (Kuntay, 1944; Göksel, 1956; Bilgir, 1965; Ekim, 1968; Aslan, 1973; Uygur, 1985; Gümüş, 1986; Tepe, 1987; Uygur, 1985; Karlııl, 1988; Uludağ, 1993; Mennan, 1993; Boz, 2000; Üstüner ve Altın, 2003; Tursun 2002; Kitiş ve Boz, 2003; Özaslan, 2011; Töre, 2014; Gökarp ve Üremiş, 2015; Gürsu ve Kara 2016; Arslan vd, 2017; Ateş, 2017; Ceylan, 2017; Gürbüz vd, 2018).

Brassicaceae familyasına ait türlerden *S. arvensis*, tek yıllık, 22-60 cm boyunda, seyrek tüylü, taban yaprakları 90-150 x 30-50 mm, lirat, bazen basit, ters mızraksı, sapsız veya çok kısa saplı, dişli veya loblu kenarlı, yuvarlak uçlu, gövde yaprağı tüylü, sarı çiçekli, meyve kapsül şeklinde, 3-7 adet tohum içermektedir. Tohumlar yuvarlağımsı, parlak siyah-kahverenginde, 1-1.3 mm büyüklüğünde, bitki yaklaşık 1.200 adet tohum verdiği bilinmektedir (Özer vd, 1999; Erden, 2018). *S. arvensis* baklagiller ve hububat başta olmak üzere kışlık yetiştirilen birçok kültür bitkisi ile rekabete girerek ürünün verim ve kalitesini düşürmekte, hasadı zorlaştırdığı gibi hasat sonrası ürünün pazar değerinin azalmasına, ayrıca ürünün raf ömrünü kısaltmaktadır. Buğday ürününe karışan *S. arvensis* tohumları ürünün işlenmesi aşamasında unun bileşimi, koku ve renk gibi kalite parametreleri üzerinde olumsuz etki bırakmaktadır (Gökarp ve Üremiş, 2015; Ateş ve Üremiş, 2018). Özellikle, makarnalık buğdayın işlenmesinde siyah renkli beneklere yol açmakla birlikte hardal tohumu, un formunda irmiğin bileşimine katılarak üretim bandında makarna tanelerinde kırıklı, çatlak yapılara yol açarak ürünün pazarlanmasında ciddi sorun oluşturmaktadır (Bulduk 2004; Ateş, 2017).

Buğday alanlarında görülen *S. arvensis* türünün ekonomik zarar eşiğinin belirlenmesiyle ilgili 2016 yılında Tokat'ta yapılan bir çalışmaya göre 1 m²'de 1 bitki görülmesi halinde buğdayda yaşanan verim kaybının üreticiye 16.69 TL/da olarak yansıtacağı bildirilmiştir (Başaran ve Kadioğlu, 2016). Bu çalışmaya göre ülke genelinde buğday ekim alanlarında sadece 1 adet/m² *S. arvensis* bulunması durumunda 2016 yılı fiyatları sabit tutulsa bile ülke ekonomisinde yaşanan kayıp (ortalama 1 bitki/m² = 16.69 TL/da x 76 622 730 da ekim alanı) 1 278 833 363.7 TL olabileceği tahmin edilmektedir. Bu durum 7 bölgemizde de yetiştirilmekte olan ve en fazla ekim alanına sahip buğday tarımında sorun oluşturan *S. arvensis*'in göz ardı edilemeyecek düzeyde sorun oluşturduğunu ve ekonomik olarak önemli verim kayıplarına yol açtığını göstermektedir. Bu nedenle buğday alanlarında *S. arvensis*'e karşı etkili kontrol stratejilerinin geliştirilmesi kaçınılmazdır. Etkili mücadele programlarının belirlenebilmesi için *S. arvensis*'in mücadelesinde türün morfolojik ve biyolojik özelliklerinin bilinmesi elzemdir. Diyarbakır'a bağlı ilçelerin buğday alanlarından toplanan ve sera koşullarında gelişimi gözlemlenen *S. arvensis*'in bazı biyotiplerinde yaprak formlarının farklı olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum bitkilerin tüylülüğü, gelişimi, tohum bağlama sayısı, bitkinin bulunduğu ekolojik koşullara, suya ve besin maddesinin varlığında bitkinin savunma-adaptasyon mekanizmalarıyla ilişkilendirile

bilinir (Gıdık, 2016). Ancak, bu özellikler herbisit seçiciliğini doğrudan etkileyebilmektedir. Herbisitlerin seçiciliği: herbisitlerin tutunmasına ve absorpsiyon hızına, bitkilerin morfolojik ve anatomik yapısı, epidermis yüzeyinin histolojik (dokusal) özellikleri etkili olmaktadır. Epidermis üzerindeki kütikula tabakasının şekli, kalınlığı ve yoğunluğu, stomaların yeri ve sayısı, epidermis üzerinde absorpsiyon yüzeyinin artırması bakımından tüylülüğü gibi birçok özellikler etki etmektedir. Söz konusu özellikler bakımından bitkiler arasındaki farklılıklar, herbisitlerin de alımını farklı kılar. Bu farklılık da herbisitlerin bitkilere etki yönünden seçicilik özelliğini ortaya çıkarır (Güncan, 2013). Özellikle geniş yapraklı yabancı otlara karşı herbisitlerin uygulandığı 2-4 gerçek yapraklı dönemde hedef türe ait biyotipler arasında morfolojik ve anatomik açıdan var olan farklılıklar türün herbisitlerden farklı ölçüde etkilenmelerine neden olabilmekte ve bu durum kimyasal mücadelenin başarısını doğrudan etkileyebilmektedir. Bu nedenle ülkemiz buğday alanlarında *S. arvensis*'in kontrol altında tutulması için tür içi varyasyonlarının bilinmesi, bu türe karşı mücadelenin seyrine yön verebilecektir. Türkiye florası incelendiğinde *S. arvensis*'in sadece *S. arvensis* var. *orientalis*'e ait bir alt tür bildirimi bulunmaktadır (Davis, 1965-1989). Ancak, bu alt türün özellikle ege adalarında bulunabileceği bildirilmiştir. Trakya Bölgesinde 2016 yılında Brassicaceae familyasına ait türlerin klasik yöntemlerle teşhisine yönelik yapılan bir çalışmada ise *S. arvensis* var. *orientalis* (L.) W. D. J. Koch & Ziz'in tespit edildiği bildirilmiştir (Gıdık vd, 2016). Bingöl'de yüzen adalar florasının belirlenmesine yönelik yapılan bir çalışmada ise *S. arvensis* var. *orientalis* ((L.) W. D. J. Koch & Ziz'in bir sinonimi (Flora of Turkey and the East Aegean Islands) olarak *S. arvensis* subsp. *arvensis* alt türü bildirilmiştir (Kılıç vd., 2017). Bu çalışmalar dışında ülkemizde *S. arvensis* türünün alt tür çalışmalarını içeren herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yurt dışında ise *S. arvensis* türüne ait yapılmış çalışmalar incelendiğinde, Mısırda *S. arvensis* subsp. *allionii* (Jacq.) Baillarg. (Warwick ve Al-Shehbaz, 2006; Shaltout ve Al-Sodany, 2008), Slovakya'da *S. arvensis* subsp. *arvensis* (Koperdáková, 2004) alt türleri bildirilmiştir. *S. arvensis* türüne ait varyetelerin belirlenmesiyle ilgili Fransada *S. arvensis* var. *orientalis* (L.) W. D. J. Koch & Ziz (Frey vd, 1981); İngiltere'de *S. arvensis* var. *retrohirsuta*; Doğu Almanya'da *S. arvensis* var. *divaricata* gibi *S. arvensis*'e ait toplam 27 alt tür bildirimi yapılmıştır (Anonymous, 2017a). Uluslararası bitki taksonomisinde referans olarak kabul gören online kaynaklardan The Plant List'e göre *S. arvensis* ile ilgili 11 kayıt bulunmaktadır. Buna göre *S. arvensis*'in bir alt türü (*S. arvensis* var. *orientalis* (L.) kabul edilmiş, bir alt türün sınıflandırılması yapılamamış olup 9 varyete bildirimi ise sinonim olarak kabul edilmiştir: *S. arvensis* f. *orientalis* (L.) D. Löve & J.-P. Bernard, *S. arvensis* subsp. *allionii* (Jacq.) Baillarg., *S. arvensis* subsp. *arvensis*, *S. arvensis* var. *arvensis*, *S. arvensis* var. *leiocarpa* Gaudin, *S. arvensis* var. *nilotica* O.E. Schulz, *S. arvensis* var. *orientalis* (L.) Koch & Ziz, *S. arvensis* var. *pinnatifida* Stokes, *S. arvensis* var. *schkuhriana* (Rchb.) Hagenb (Anonymous, 2013a).

National Plant Germplasm System'e göre ise *S. arvensis*'in 2 alt türü (*S. arvensis* subsp. *allionii* (Jacq.) Baillarg., *S. arvensis* subsp. *arvensis*) bildirilmiş olup 3 bildirim ise (*S. arvensis* var. *arvensis* (= *S. arvensis* subsp. *arvensis*), *S. arvensis* var. *orientalis* (L.) W. D. J. Koch & Ziz (= *S. arvensis* subsp. *arvensis*), *S. arvensis* var. *schkuhriana* (Rchb.) Hagenb. (= *S. arvensis* subsp. *arvensis*)) sinonim olarak kabul edilmiştir (Anonymous, 2019).

Plants of the World Online'ye göre bir alt türü (*S. arvensis* subsp. *allionii* (Jacq.) Baillarg.) ve 2 varyete (*S. arvensis* var. *orientalis* (L.) W. D. J. Koch & Ziz, *S. arvensis* var. *schkuhriana* (Rchb.) Hagenb.) bildiriminde bulunulmuştur (Anonymous, 2017b).

Bu verilere göre *S. arvensis*'in varyasyonlarının alt tür, varyete ve sinonimlerinin bildirimlerinde kaynaklar arasında birlikteliğin bulunmadığı, *S. arvensis* var. *orientalis*, *S. arvensis* subsp. *arvensis*, *S. arvensis* subsp. *allionii* bazı kaynaklarda alt tür, bazı kaynaklarda varyete veya sinonim olarak belirtilmiştir. Bu durum *S. arvensis*'e ait alt tür ve varyetelerin taksonomisinde tutarlılığın bulunmadığı, karışıklığa neden olduğu görülmektedir. Bitkilerin teşhisinde bazı sebeplerden dolayı zorluklar yaşandığı bilinmektedir. Özellikle klasik yöntemlerde kullanılan teşhis anahtarları bazen ayırt edici olmamakla birlikte yanıltıcı da olabilmektedir. Birçok araştırmaya göre bitkilerin yanlış teşhis edilerek tanımlandığı ortaya konulmuştur (Baldwin vd, 1995). Son yıllarda yabancı otların taksonomik sınıflandırılmasında gerçekleştirilen moleküler çalışmalar, bu yabancı otların cins, tür ya da alt türlerinin teşhisinde önemli faydalar sağlamaktadır. Moleküler teknikler ile morfolojik olarak çok benzerlik gösteren türler ile tür içi varyasyonların tespit edilmesi mümkün olabilmektedir. Yabancı otların moleküler sistematikte tür ve tür içi popülasyonların filogenetik analizlerinde en fazla tercih edilen moleküler markörlerden birisi de ribozomal DNA (rDNA) üzerinde yer alan internal transcribed spacer (ITS) gen bölgeleridir. Ökaryot canlılarda rDNA'daki ITS gen bölgesi (18S, 5.8S ve 28S) taksonlar arasındaki filogenetik ilişkilerin belirlenmesinde, cins ve tür seviyesinde taksonomik sorunların çözülmesinde tercih edilmektedir (Eker ve Kolören, 2017). Bitkilerde popülasyonlar arası ve popülasyon içi etkileşim süreciyle beraber tür içi ve türler arasında kimi varyasyonların ortaya çıktığı bilinmektedir. Dünya genelinde ve ülkemizde *S. arvensis*'in biyolojik özelliklerine yönelik yürütülmüş kimi çalışmalar bulunmasına karşın bu türün varyasyonlarını belirleyen çalışmalar son derece kısıtlıdır.

Son yıllarda geliştirilen moleküler yöntemler, bilinen ve bilinmeyen bitki taksonlarını belirlemede kolay ve daha az emek gerektiren çalışmalar sağlamaktadır. Bu teknikler sayesinde daha önce sadece fenotipik yöntemlerle mümkün olmayan birçok yeni evrimsel ve taksonomik soruya cevap bulunabilmektedir. DNA barkodlama, random amplified polymorphic DNA (RAPD), amplified fragment length polymorphism (AFLP), microsatellites and single nucleotide polymorphisms (SNP) gibi moleküler teknikler biyolojik çeşitlilik çalışmalarında sıkça kullanılmıştır (Mueller vd., 1999; Gerber vd., 2000;

Abdelaziz, 2017). Bu amaçla kullanılan her tekniğin avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Bu tekniklerin genetik farklılıkları tespit etme güçleri ile belirli taksonomik seviyelere uygulanabilirlikleri birbirlerinden farklılık göstermektedir (Arif vd, 2010). Birçok yönetime olan avantajları dikkate alındığında, bitki türlerinin moleküler çeşitlilik analizinde nükleer ITS bölgesi, kloroplast genomunda bulunan cpDNA üzerinde bulunan matK bölgesi gibi dizi analizleri tür teşhisinde kolaylık sağlamaktadır (Johnson ve Soltis, 1994; Hilu ve Liang, 1997; Jiayan vd., 1999; Hilu vd., 2003; Keskin vd., 2017).

Ülkemizde kışlık yetiştirilen kültür bitkilerinde (buğday, mercimek, soğan v.b.) sorun olan *S. arvensis*'in kontrol edilmesindeki güçlüklerden bir diğer neden de söz konusu türün geniş bir çimlenme aralığına sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Bu türün farklı ekolojilerde farklı çimlenme kabiliyetine sahip olması, özellikle sonbahar döneminde buğday ekiminden sonra çıkış yapması, ilkbahar döneminde yeni popülasyonların çimlenmesi bu türe karşı mücadeleyi de zorlaştırmaktadır. Gelişmiş ülkelerde çiftçilerin kullanımına sunulan, yabancı otların mücadelesinde erken uyarı ve tahmin sistemlerini içeren bilgisayar yazılımları bulunmaktadır. Agricultural Research Service U.S. Department of Agriculture ve University of Wisconsin iş birliğiyle oluşturulan “Weed-Cast” ve “Wheat-Scout” gibi erken uyarı ve tahmin sistemlerini içeren yazılımlar ABD’de çiftçiler için ücretsiz olarak kullanıma sunulmaktadır. Bu uygulamalar kullanıcı tarafından tarlanın konumu girildiğinde program meteorolojik verileri online (çevrimiçi) olarak almakta, üreticinin tarlasında seçilmiş yabancı ot türlerinin çimlenme zamanını, acil durum ve mücadele zamanını tahmin etmekte ve karar verme sürecinde üreticiye yardımcı olmaktadır (Anonymous, 2013b). Ülkemizde de bazı ticari firmalar bu tür uygulamaları üreticinin hizmetine sunmaya çalışmaktadır. *S. arvensis*'in bitki tohumlarının çimlenme sıcaklıklarının belirlenmesiyle ilgili çalışmalar bulunmaktadır (Özer, 1995; Boz, 1997; Üremiş ve Uygur, 1999; Ateş vd, 2017; Ateş ve Üremiş, 2018). Ancak mevcut çalışmalar illere ve bölgelere göre yeterli düzeyde olmadığından piyasaya sürülen programlar fonksiyonel olarak ihtiyaca cevap verememektedir. Bununla birlikte tür içi varyasyonlar ve ektonlar diğer biyotiplerden farklı çimlenme özelliği gösterebilmektedir (Dişli ve Nemli, 2013). Dolayısıyla çalışmalarda kullanılan tohum popülasyonları içerisinde tür içi varyasyonların bulunabileceği ve bu varyasyonların farklı sıcaklık isteklerine sahip olabileceği düşünülmektedir.

Yapılan çalışmalar ışığında:

*Buğdayın yabancı otlara karşı kritik periyodunun çiftçi koşullarında tarla denemeleriyle belirlenmesi;

* Buğday alanlarında yabancı otlarla mücadelenin zamanını gözetmek için buğdayın fenolojik gelişimi Zadoks skalasına göre kritik periyot çalışmalarıyla eş zamanlı yürütülmesi;

* Ülkemizin 7 coğrafi bölgeden toplanan *S. arvensis* tohumlarından elde edilen

bireylerin tür içi varyasyonlarının klasik ve moleküler yöntemlerle tespit edilmesi;

S. arvensis'in farklı bulunan varyasyonlarının buğday alanlarında ruhsat almış farklı etki mekanizmalarına sahip herbisitlere karşı doza tepkisinin belirlenmesi

*Ülkemiz 7 coğrafi bölgeden toplanan *S. arvensis* tohumlarının çimlenme biyolojisinin belirlenmesi çalışmanın amaçlarını oluşturmaktadır.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Kritik Periyot Çalışmalarıyla İlgili Kaynak Özetleri

Kritik periyot, bir kültür bitkisinin gelişme dönemi içerisinde, yabancı ot mücadelesi sonucu verim artışının maksimuma yaklaştığı nokta ile yabancı ot mücadelesi yapılmaması halinde verim kaybının aniden başladığı nokta arasındaki süreye denir (Bükün ve Uygur, 1997; Güncan, 2006). Kritik periyot çalışmaları, kültür bitkisinin ekiminden sonra erken çıkış yapan yabancı otların verim kaybına önemli ölçüde neden olmaması için çapalama ve herbisit kullanımının gerekli olduğu zamanı doğru şekilde belirleme imkanı sunarak yabancı otlardan kaynaklanan önemli derecedeki verim kayıpları önlenbilmesine fırsat verdiği gibi, geç dönemde çıkış yapan ve önemli oranda verim kayıplarına neden olmayan yabancı otlarla da gereksiz yere mücadelenin de önüne geçilebilmektedir (Bilgili, 2003; Işık vd., 2004; Doğan, vd., 2004; Çoruh ve Zengin, 2009; Tozlu vd., 2005; Tursun vd., 2015; Işık ve Akça, 2018).

Ülkemizde kültür bitkilerinin yabancı otlara karşı kritik periyodunun belirlenmesiyle ilgili çalışmalar incelendiğinde ilk çalışma patates alanlarında 1976 yılında gerçekleştirilmiştir (Sönmez, 1976). Daha sonra farklı kültür bitkilerinde (mısır, pamuk, fasulye, susam, mercimek, kırmızıbiber, marul, şekerpancarı, nohut, pırasa, soya vb.) kritik periyot çalışmaları yoğunluk kazanmıştır (Üremiş vd., 1997; Bükün ve Uygur, 1997; Bükün, 2001; Saltabaş, 2001; Bilgili, 2003; Kaya, 2003; Karacan, 2005; Abacı ve Üremiş, 2016; Ruşen, 2006; Sutay, 2006; Eroğlu, 2006; Arslan vd., 2006; Kaymak, 2007; Üremiş vd., 2009; Tepe vd., 2011; Pamukoğlu, 2011; Tunçel, 2013; Budak, 2015; Işık, 2015; Karnas, 2019). Ancak, ülkemizde buğdayın yabancı otlara karşı kritik periyodunun belirlenmesiyle ilgili tamamlanmış bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Buna karşı yabancı otlara karşı buğdayın kritik periyodunun belirlenmesiyle ilgili birçok bölgede yapılmış çalışmalar bulunmaktadır (Rahman vd., 1990; Alam vd., 1994; Welsh vd., 1999; Nisha vd., 1999; Balaguer vd., 2003; Manuel vd., 2004; Chaudhary vd., 2008; Ali vd., 2014).

Doğan vd., (2004) mısır ekim alanında yaptıkları çalışmada, deneme alanında *Cyperus rotundus* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Portulaca oleracea* L. ve *Chenopodium album* L. türlerinin yoğun olduğu ve mısırın 3 ile 10 yapraklı fenolojik evresi kritik periyot dönemi olduğunu bildirmişlerdir.

Karacan, (2005) pırasa üretim alanlarında yabancı otlara karşı kritik periyodunun belirlenmesiyle ilgili Mersin ilinde yürüttükleri çalışmada %5 verim kaybı göz önünde bulundurulduğunda kritik periyodun 60 - 85 gün olduğunu bildirmişlerdir.

Abacı ve Üremiş, (2016) Hatay ilinde yer fıstığının yabancı otlara karşı kritik periyodunun belirlenmesiyle ilgili yaptığı çalışmada, yer fıstığının yabancı otlara karşı %2.5 verim kaybı esas alındığında kritik periyot 0-2335 GGD (Günlük Gelişme Derecesi), %5

verim kaybı esas alındığında kritik periyot 0-1981 GGD ve %10 verim kaybı esas alındığında kritik periyot 0-1620 GGD olduğunu bildirmiştir.

Tursun vd., (2015) Kahramanmaraş'ta mısır alanında yabancı ot kontrolü için kritik periyodun belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada mısır çeşitlerine göre değişmekle birlikte genel olarak %10 verim kaybı baz alındığında 145- 640 GDD (1 - 10 yapraklı dönem) olduğunu bildirmişlerdir.

Karnas (2019) tarafından Adana ilinde susam tarlalarındaki yabancı otlarla mücadele zamanının (kritik periyot) belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada %10 verim kaybı göz önünde bulundurulduğunda susam için kritik periyodun genel olarak çıkıştan sonraki 2 ile 9. haftalar arası olduğunu bildirmiştir.

Rahman vd., (1990) Bangladeş'te buğdayın yabancı otlara karşı kritik periyodunun belirlenmesiyle ilgili yürüttükleri çalışmada deneme alanın sirken (*C. album*), çatal otu (*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.) ve köpekdişi ayrığı (*C. dactylon*) gibi yabancı otların yoğun olduğu belirtilmiştir. Buğday ekimini takiben parseller 15, 30, 45 ve 60 gün yabancı otlu olarak bırakılmış ve sonuçta, kritik periyodun çıkıştan itibaren ilk 30 gün olduğu bildirilmiştir.

Alam vd., (1994) Bangladeş'te yürüttükleri çalışmada buğday deneme alanlarında *C. album*, *Hedyotis corymbosa* (L.) Lam., *Dactyloctenium aegyptium* (L) ve *Cyperus rotundus* L. yoğun türler olarak belirlemişlerdir. Buğdayın tane ve saman veriminin artan rekabetle birlikte azaldığı ve yabancı ot rekabetinde kritik periyodunun çıkıştan itibaren 28 ile 42. günler arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Nisha vd., (1999) Hindistan'da yaptıkları çalışmada buğday ekiminden itibaren ilk 30 gün için yabancı otların verim üzerinde önemli bir etkisi bulunmazken 30 gün, 45 ve daha uzun süreler için önemli verim kayıplarının yaşandığı, genel olarak buğday alanlarında yabancı otlardan kaynaklanan verim kayıplarının %30 civarı olduğu, buğdayın yabancı otlara karşı kritik periyodu 32 - 40 gün olarak bildirmişlerdir.

Welsh vd., (1999) Güney İngiltere'de organik buğday yetiştiriciliğinde buğdayın yabancı otlara karşı kritik periyodunun belirlenmesiyle ilgili tamamladıkları çalışmada deneme alanlarında yoğun olarak *Alopecurus myosuroides* ve *Tripleurospermum inodorumun* türlerini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda buğdayın yabancı ot rekabeti açısından en hassas olduğu dönem buğdayın çıkışından 506 °C gün ile 1023 °C gün olarak belirledikleri ve yabancı otların türüne göre değişmekle birlikte yabancı ot kontrolünün sonbahar aylarında yapılmasını önermişlerdir.

Balaguer vd., (2003) Küba'da buğdayın yabancı otlara karşı kritik periyodunun belirlenmesiyle ilgili tamamladıkları çalışmada buğday ekimini takip eden 30. günde buğday verimi üzerinde önemli verim kaybının bulunmadığı, ancak ilerleyen süreçte önemli verim kayıplarının yaşanacağını bildirmişlerdir.

Manuel vd., (2004) Meksika'nın Hermosillo şehrinde sulu tarım koşullarında kışlık buğdayın yabancı otlara karşı kritik periyodunun belirlenmesiyle ilgili yaptıkları çalışmada, deneme alanında *Avena fatua* L. ve *Phalaris minor* Retz. türlerinin yoğun olduğunu ve yabancı ot türlerine karşı buğdayın kritik periyodunun 15 ile 60 gün olduğunu bildirmişlerdir.

Chaudhary vd., (2008) Pakistan'ın Pencap eyaletinin Gucranvala bölgesinde yürüttükleri çalışmada buğdayın yabancı otlara karşı kritik periyodu 30 - 50 gün olarak belirlemiş ve yabancı otların neden olduğu verim kaybını %47.95 olarak bildirmişlerdir.

Ali vd., (2014) Pakistan'ın Faisalabad eyaletinde yaptıkları çalışmada buğdayın yabancı otlara karşı kritik periyodunun buğday çıkışını takip eden 20-40 gün arasında olduğunu ve yabancı otların kontrol edilmesi durumunda verimin %34 oranında arttığını bildirmişlerdir.

2.2. *Sinapis arvensis*'in Alt Türlerinin Belirlenmesiyle İlgili Kaynak Özetleri

2.2.1. *S. arvensis*'in alt türlerinin morfolojik yöntemlerle belirlenmesinde kaynak özetleri

Sinapis arvensis L., Brassicaceae familyasından, tek yıllık, tohumla çoğalabilen, sarı renkli çiçekleriyle dikkat çeken bu tür, ülkemizde kışlık yetiştirilen kültür bitkilerinde yoğun görülmekle birlikte iklimi 20 - 30 °C sıcaklık arasında seyreden tarım ve tarım dışı alanlarında yıl boyunca rastlamak mümkündür. *S. arvensis* taksonomik olarak:

Alem: Bitkiler Alemi

Şube: Magnoliophyta / Tohumlu bitkiler

Sınıf: Magnoliidae / Manolya alt sınıfı

Familiya: Brassicaceae / Turpgiller

Cins: *Sinapis* L./ Hardal

Tür: *Sinapis arvensis* L. / Yabani hardal

sınıflandırılmaktadır (Mutlu, 2012; Anonymous, 2021a).

Hegi, (1912) tarafından *S. arvensis*'in alt türlerin bildiriminde en kapsamlı derleme çalışmasını gerçekleştirmiştir. Çalışmaya göre: *S. arvensis*: Meyve kabuğu (perikarp) oluşumuna göre iki ana varyasyon ayırt etmektedir:

Varyasyon 1: *S. arvensis* subvar. *genuina* Godron 1843: Meyveler çoğunlukla kalın ve sert duvarlı, yaklaşık 2.5 ila 3 cm uzunluğunda ve 2.5 ila 3.5 mm kalınlığında, sadece hafif inişli çıkışlı ve hafif köşeli ve sert yapılıdır. Meyve gagası kısa ve koniktir. Varyasyon 1'in altında meyvenin yönüne bağlı olarak da 3 form ayırt etmiştir.

Form1: *S. arvensis* f. *stricta* Celak. meyveler dik, *Brassica nigra*'da olduğu gibi sürgüne yakın uzanır.

Form 2: *S. arvensis* f. *normālis* Thellung: kapsüller sürgüne yaklaşık 45° -70° açılıdır. Form 3: *S. arvensis* f. *divaricata* O. E. Schulz: meyveler hafifçe geriye doğru bükülmüştür. Ayrıca bitki kapsüllerinin kısa olan formu ile diğer varyasyonlardan ayrılan *S. arvensis* f. *mesopotamica* (Sprengel) Boiss. alt türünü tanımlamıştır. Bu varyasyonda meyveler kısalmış, dolgun, tüysüzdür. Meyvenin tüylülüğüne göre ise 3 form ayırt etmiştir.

Form1: meyve tüysüz: *S. arvensis* f. *leiocarpa* Gaudin (1836), Neilr. (1859).

Form2: seyrek tüylerle kaplı meyveler: *S. arvensis* f. *medla* Acloque.

Form3: yoğun tüylü ve sert meyve: *S. arvensis* f. *orientalis* (L.) Godron (1843) olarak bildirmiş ve bu formda *S. arvensis* var. *orientalis* (L.) W.D.J. Koch & Ziz'in de yer aldığı 27 sinonim isim daha bu özellik altında değerlendirmiştir.

2. Varyasyon: *S. arvensis* subsp. *schkuhriana* (Rchb.) Beguinot [1910], meyveler çoğunlukla ince ve ince duvarlı, yaklaşık 3 ila 5.5 cm uzunluğunda ve yaklaşık 2 mm kalınlığında, çok inişli çıkışlı (tohumların üzerinde güçlü bir şekilde şişkin ve bu nedenle çoğu zaman neredeyse bir inci dizisi gibi daralmış görünüyor), güçlü çıkıntılı uzunlamasına sinirler nedeniyle sekizgen görünümündedir. Bu özellikler altında tanımlanan 9 sinonim isim yer almaktadır. Bununla birlikte *S. arvensis* subsp. *schkuhriana* (Rchb.) Beguinot kapsüllerinin tüylülük durumuna göre 2 alt tür tanımlamıştır. Kapsülleri tüysüz: = *S. arvensis* subsp. *schkuhriana* f. *leiocarpa* Beguinot alt türünde 4 sinonim ismi bu grupta değerlendirmiştir. Kapsül tüylü ve tüyler geriye doğru: *B. sinapistrum* var. *schkuhriana* f. *hirsuta* Briq, adı altında bu grupta 4 sinonim isim yer almıştır (Hegi, 1912).

Boulos, (1999) *S. arvensis* subsp. *allionii*'nin morfolojik özellikleri için: tek yıllık, üst yapraklar pinatipartite ve lateral lobları pinnatis etmek için daralan, kaba dişli yapraklara sahiptir. Silique 1.5-4 cm uzunluğunda, belirgin ve 3-6 adet sinirlere (çizgilere) sahip, tohumlar yaklaşık 2 mm, küresel şekilli, koyu kahve renkli olduğunu bildirmiştir.

Sinapis arvensis var. *orientalis*'in meyvelerinin tüylü özellikleri dışında bu varyasyonun teşhisinde sunulan farklı bir özellik bildirilmemiştir (Bonnet ve Barratte, 1896; Bubani, 1897; Tristram, 1897; Davis, 1970; Pottier-Alapetite, 1979; Boulos, 1999; Abdel, 2005)

Sinapis arvensis'in kapsüllerinin tüylü olma durumuna göre bildirilen varyasyonlar: *Brassica hispida* [= *B. orientalis*, (Drude, 1896) = *S. villosa* Merat (Del Amo, 1871) = *S. arvensis* subsp. *arvensis* (Anonymous, 2022c); *Sinapis* (*Sinapistrum*) *schkuhriana* (Reichenbach, 1851) = *Brassica orientalis* (Boissier, 1867). *S. arvensis*'in kapsüllerinin tüylü olma özelliğine göre bildirilen varyasyonlar: *S. arvensis* var. *mesopotamica*: kapsül tüysüz (Boissier, 1867; Tristram, 1897) = *S. arvensis* var. *genuine*, = *S. arvensis* var. *leiocarpa* Gaudin. *S. arvensis* var. *mesopotamica* (Tristram, 1897)

Bu varyasyonları içeren çalışmalarda alt tür teşhisinin sadece kapsül tüylülüğüne dayandırılması, bitkinin geri kalan kısımlarıyla ilgili morfolojik karakterlere değinilmemiş

olması bu türe ait alt tür bildirimlerin sinonim isim olarak değerlendirilmesine ve karışıklığa yol açmıştır. *S. arvensis*'in kapsüllerinin tüylü veya tüysüz olma durumuna göre 1753 yılından günümüze kadar bitki sistematik uzmanları tarafından tartışılarak çözüme kavuşturulamamıştır. Son yıllarda yapılan bir derleme çalışmasında *S. arvensis*'in yüksek düzeyde polimorfizm gösteren bir tür olduğu; ancak birçok sistematik uzmanı tarafından kapsül tüylülüğüne dayanan *S. arvensis* var. *orientalis* alt türünün de sinonim bir isim olarak değerlendirilmesi gerektiği bildirilmiştir (Al-Shehbaz, 2021). Ancak aksi görüşler güncelliğini hala korumaktadır. *S. arvensis*'in sinonim isim olarak bildirilen isimlerin sayısı 24'tür. *S. arvensis* var. *orientalis* için bildirilen sinonim isim sayısı 6, *S. arvensis* subsp. *allionii* için ise sinonim sayısı 3'tür (Anonymous, 2022c).

Davis, (1965-1989) Flora of Turkey and the East Aegean Islands adlı çalışmasında *S. arvensis* var. *orientalis* alt türün bulunabileceğini bildirmiştir. Diyarbakır Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün Herbariumunda Ahmet ULUDAĞ tarafından toplanan ve Ayşegül YILDIRIM tarafından teşhis edilen 440 nolu herbarium kodlu *S. arvensis* var. *orientalis* örneği Diyarbakır'ın Çınar ilçesinde (1995) buğday alanlarında bulunduğunu bildirmiştir.

Al-Shehbaz, (1988) *S. arvensis* türünün teşhisinde, bitkinin tohum kapsülünün uzayan gagasında 1 adet tohum içeren biyotipler *S. arvensis* olarak değerlendirmeye almıştır. *S. arvensis* türünün meyveleri (kapsül) tüylü ve tüylerin içe dönük olması durumunda *S. arvensis* var. *orientalis* (L.) WDJKoch & Ziz'i olarak doğrulamıştır.

İberica, (1993) *S. arvensis* türünün yüksek düzeyde polimorfik bir tür olduğunu, özellikle meyvelerin şekli, büyüklüğü ve dizilimi ile ilgili çok fazla çeşitlilik gösterdiği ve bu durumun sayısız karışıklığa ve çok fazla sinonim isimlere yol açtığını, türün meyvesinde açıkça görülen paralel damarlar, onu *Brassica* ve diğer cinslerden ayırt etmek için belki de en iyi karakter olabileceğini; gövdenin 100 cm uzunluğuna erişebildiği, dallanmış, genellikle tüysüz, en azından tabanda, daha nadiren tüysüz, yapraklar 30 cm'ye kadar büyüyebildiği, genellikle tüylü; alt yapraklar saplı, lirat, çok büyük bir terminal loblu ve yapraklar kabaca kıvrımlı, dişli, üst yapraklar sapsız, mızrak şeklinde, dişli, genellikle bölünmediğini; Sürgünler 20-60 çiçek salkımı bulundurmaktadır. Pediküller çiçeklenme döneminde 3-5 mm, meyve verme döneminde biraz daha uzun, dik açılıdır. Meyve valfleri 12-35 mm, kapsüller 4-8 tohumlu, tüysüz veya bazen kısa, sert tüylü; gaga 12-15 mm, düz ve konik, 1-2 tohumludur. Tohumlar 1-1.5 mm, küresel, kırmızımsı, kahverengi veya siyahımsı renkte olduğunu bildirmiştir.

Warwick vd., (2000) *S. arvensis* L.: alt yaprakları geniş böbrek şeklinde, loblu ve yaprakları saplı; gövde kaba tüylü; üst yapraklar sapsız, geniş üçgen şekilli, dişli ve eksenlerde genellikle morumsu; çiçekleri parlak sarı, dört yapraklı, 6 tozlayıcı anten bulundurduğu; meyve kapsül şeklinde 3-5 cm uzunluğunda, genellikle tüysüz, kısa ve kalın

saplı, valfler (kapsül kapakçıkları) güçlü bir şekilde üç sinirlidir ve olgunlukta uzunlamasına bölünür. Kapsül, bir veya iki tohum içeren yassı bir gaga ile sonlanır. Tohumları siyah-morumsu renkte olduğunu bildirmiştir.

Gıdık, (2016) Brassicaceae familyasına ait önemli türlerin tane verimi ve yağ kalitesi açısından üstün hatların çeşit ıslahının seçilmesi amacıyla yaptığı çalışmada *S. arvensis*'in klasik yöntemlerle teşhisinde Tekirdağ'ın Malkara ilçesinde *S. arvensis* L. var. *orientalis* alt türüne rastladıklarını bildirmiştir.

Erden, (2018)'in yapmış olduğu çalışmaya göre *S. arvensis*, tek yıllık, 22-60 cm boyunda, seyrek tüylü, taban yaprakları 90-150 x 30-50 mm, lirat, bazen basit, ters mızraksı, sapsız veya çok kısa saplı, dişli veya loblu kenarlı, yuvarlak uçlu, attenuat tabanlı, gövde yaprağı tüylü, 50-95 x 11-29 mm, sapsız, basit yumurtamsı-eliptik, dişli ve loblu sivri veya küt uçlu, kuneat tabanlı, sepal yaprakları 4-4,5 mm boyunda, dikdörtgensiz-mızraksı, tüysüz, petal sarı, 9.5-10 mm boyunda, ters yumurtamsı, tüysüz, meyve kapsül şeklinde, 3 - 7 adet tohum içermektedir. Tohumlar yuvarlağımsı, parlak siyah-kahverenginde, 1-1,3 mm büyüklüğünde, bitki yaklaşık 1200 adet tohum verdiğini bildirmiştir.

World Flora Online (WFO)'ye göre *S. arvensis* yaklaşık 80 cm'ye kadar boylanabilen, tek yıllık bir bitkidir. Alt yapraklar 20 cm'ye kadar uzun, saplı, lirat, kabaca tüylü, üst kısımlar sapsız, mızrak şeklinde, kaba dişlidir. Çiçekler parlak sarı renkli, saplı olup 2-4 mm uzunluğundadır. Siliqua 20-40 x 1-3 mm uzunluğunda, konik şeklinde gagaya sahip ve 10-20 mm uzunluğundadır. Tohumlar koyu kırmızımsı, kahverengindedir. *S. arvensis* türü WFO'ya göre 1 alt tür ile temsil edilmektedir: *S. arvensis* var. *orientalis* (Anonymous, 2022c).

Plants of the World Online (PWO)'ye göre *S. arvensis* tek yıllık, 80 cm'e kadar uzayabilen, kısa sert tüylü, saplı, alt yapraklar 20 cm'e kadar uzayan, saplı, lirat, kabaca tüylü; üst yapraklar sapsız, mızrak şeklinde kaba dişlidir. Çiçekler parlak sarı, saplı 2-4 mm'dir. Meyveler konik gaga ile 10-20 mm uzunluğunda, siliqua 20-40 mm uzunluğunda, 1-3 mm çapındadır. Tohumlar koyu kırmızımsı - kahverenkli. PWO'ya göre *S. arvensis*: *S. arvensis* subsp. *arvensis* (otonom isim) ve *S. arvensis* subsp. *allionii* (Jacq.) Baillarg alt türlerini içermektedir (Anonymous, 2022b).

İncelenen kaynaklara göre *S. arvensis*'in alt türlerinin bildiriminde birliktelik olmadığı gibi sinonim isimlerin bildiriminde de önemli farklılıklar bulunmamaktadır. Birçok sinonim isim ise günümüzde çoğu kaynakta yer almadığı görülmektedir. Ayrıca, ülkemizde *S. arvensis*'in alt türlerinin belirlenmesiyle ilgili çalışmalar oldukça sınırlı olduğu, bu alanda literatür boşluğunun giderilmesinin önemi ortaya çıkmaktadır.

2.2.2. *S. arvensis*'in alt türlerinin moleküler yöntemlerle belirlenmesinde kaynak özetleri

Brassicaceae familyası 321 cins ve 3660 türden oluşmaktadır ve *Sinapis* cinsi 2

türden oluşmaktadır: *Sinapis alba* L. ve *Sinapis arvensis* (Al-Shehbaz, 2012). *S. arvensis*'in alt tür, varyete, form gibi tür içi varyasyonlarının klasik teşhise dayalı bildirimleri bulunmaktadır. Ancak moleküler tabanlı taksonomik çalışmalar oldukça sınırlı sayıdadır. Ülkemizde moleküler yöntemlerle belirlenmiş *S. arvensis*'in tür içi varyasyonlarının bildirimi bulunmamakla birlikte *S. arvensis*'in ISSR ve SSR yöntemlerine dayalı genetik varyasyon gösteren popülasyonların varlığı bildirilmiştir (Güzel vd., 2016; Gıdık, 2016).

Moodie vd., (1997) İngiltere'de toplam 12 *S. arvensis* popülasyonundan üretilen 63 biyotip ile Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) yöntemiyle 60 işaretçinin (markör) kullanılarak *S. arvensis*'in genetik varyasyonun araştırıldığı çalışmada genetik çeşitliğin yüksek olduğu bildirilmiştir.

Tsutsui vd., (2011) Japonya'da yürütmüş oldukları çalışmada kloroplast DNA'sının matK bölgesine dayalı (trnL-trnF, trnH-psbA, tRNA-Lys) *S. arvensis* subsp. *allionii* alt türüne ait nükleotid dizileri NCBI üzerinden (erişim kodu: AB670033.1, AB669921.1, AB669949.1, AB669977.1, AB670005.1) kayıt yapılmıştır. Ancak makale yayınlanmadığı için, çalışmada kullanılan primerler ve uygulanan protokol hakkında bilgiye erişim sağlanamamıştır.

Gıdık (2016) Trakya Bölgesinden topladığı *S. arvensis* ve *S. nigra* türlerinin verim ve kalite unsurlarının belirlenmesiyle ilgili yaptığı çalışmada, türlerin ISSR ve SSR yöntemleriyle türlerin genetik çeşitliliğini araştırmıştır. Çalışma sonucunda 9 *S. arvensis* genotipi belirlemiş olup çalışmada kullanılan 10 ISSR primerinden hepsinde polimorfizm görüldüğünü, ISSR yöntemiyle *S. arvensis* popülasyonunun polimorfizm oranının %58,33 ile %14,58 değerleri arasında değiştiğini belirlemiştir. *S. arvensis*'in tür içi varyasyonlarıyla ilgili yapılan moleküler genetik karakterizasyon çalışmalarının kısıtlı sayıda olduğu ve bu tür çalışmaların artırılmasının gerekliliğini bildirmiştir.

Bu çalışmalar dışında *S. arvensis*'in alt türlerinin moleküler yöntemlerle belirlenmesine yönelik çalışmalara rastlanmamış olmakla birlikte *S. arvensis*'in moleküler yöntemlere dayalı diğer türlerle filogenetik ilişkilerinin araştırılmasına yönelik çalışmalar bulunmaktadır:

Erden, (2018) Brassicaceae familyasından *S. arvensis*'in 1 biyotipinin de yer aldığı 28 cinse ait 43 taksonun nrDNA'nın ITS bölgesi PCR ile çoğaltarak elde ettiği dizilerle türlerin filogenetik ilişkilerini araştırmıştır. Çalışmada Brassicaceae familyasının filogenetik açıdan parafiletik bir grup olduğu yani ortak atanın bulunduğu ancak bu familyaya ait türlerin tam olarak keşfedilmediği veya türlerin birbiriyle ilişkisinin tam olarak çözülemediği bir grup olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, *Microthlaspi*'nin *Thlaspi* cinsinden ayrılması ve *Calepina* cinsinin Brassicaceae oymağının dışında yer alması çalışmada desteklendiği. *Cardaria draba* türünün *Lepidium* cinsine aktarılması ve *Boreava* cinsinin de *Isatis* cinsiyle birleştirilmesi gerektiğini bildirmiştir.

Du vd., (2020) tarafından *S. alba* ve diğer Brassicaceae türleri arasındaki filogenetik ilişkiyi anlamak, uygun alellerinin ilgili türlere introgresyonu konusunda rehberlik sağlaması amacıyla *S. alba*'nın 12 biyotipinden izole ettiği Kloroplast genomunu dizilemiştir. *S. alba*'nın *Raphanus* cinsi ile yakın bir ilişkisi olduğunu; *S. arvensis* ile karşılaştırıldığında ise bu gruptan ayrıldığını, her iki türün muhtemelen ayrı bir evrimsel yoldan kaynaklanmış olabileceği kanısına varmıştır. Ayrıca kloroplast (cp) genomu, genom evrimini ve karmaşık anjiyosperm ailelerinin filogenetik ilişkilerini değerlendirmek için ideal bir model olduğunu bildirmiştir.

Bitki sistematğinde ribozomal DNA (rDNA)'nın ITS bölgesi ve kloroplast DNA (cpDNA)'nın matK bölgelerine göre türlerinin moleküler yöntemlerle teşhis edilmesine yönelik oldukça fazla çalışma bulunmaktadır. Kloroplast DNA'sının üzerinde maturaz kinaz proteinini kodlayan matK geni, yüksek bir evrim oranına sahip olduğu için türler arasında ve tür içinde yüksek ayırım gücüne sahip olması ve filogenetik ilişkilerin belirlenmesinde en çok tercih eden yöntemlerdendir (Neuhaus ve Link 1987; Olmstead ve Palmer, 1994; Taberlet vd., 1991; Gielly ve Taberlet 1994; Demesure vd., 1995; Sang vd. 1997; Fukuda vd., 2001; Cronn vd., 2002; Hoyo, 2006; Cardinal-McTeague vd., 2016). Kloroplast DNA'nın matK geninden elde edilen moleküler bilgiler en üst taksonomik düzeylerden en alt taksonomik düzeylere kadar filogenetik ilişkileri anlamak için kullanılabilir (Johnson ve Soltis, 1994; Hilu vd., 2003; Muller vd., 2006). *S. alba* türünün ayırt edilmesinde trnK-710F ve trnK-2R primerleri Koch vd., (2001) tarafından başarılı bir şekilde kullanılmıştır.

Aoki ve Ito, (2000) *Nicotiana* cinsindeki intrajenerik ilişkiler, kloroplast genomunun matK gen bölgesine göre DNA dizilerinin karşılaştırılmasıyla yapılan araştırmada *Nicotiana* cinsinden 40 taksonun 1530 bp matK ORF'lerin tam dizilerini elde ettiklerini; maksimum tutumluluk (MP) ve komşu birleştirme (NJ) yöntemlerinden elde edilen filogenetik ağaçlar temelde tutarlı olduğunu bildirmişlerdir.

Lü vd., (2008) *Brassica* türlerini kloroplastın MatK bölgesine göre nükleotid dizi çeşitliliğine dayalı olarak birçok *Brassica*'nın tür ve tür içi varyasyonlarını belirlemiştir. Çalışma sonucunda *Brassica* türleri arasında parafiletik bir ilişkinin var olduğunu; ayrıca *R. sativus* var. *sativus*, *R. sativus* var. *hortensis* ve *R. sativus* var. *niger*'in filogenetik ağacın farklı bir kümesine ait olduğunu ve bu çeşitlerin bağımsız çoklu kökenlere sahip olabileceğini bildirmişlerdir.

Tezcan, (2009) Kazdağı endemik türlerden *Sideritis trojana* Bornm. (Lamiaceae) ve *Digitalis trojana* Ivan. (Scrophulariaceae) türlerinin matK bölgesine göre DNA barkod temelli ağaç sınıflandırılmaları ile türlerin klasik taksonomik sınıflandırılmasının uyumlu olduğunu; matK lokusu türlerin sıralama ve DNA barkod temelli ağaç elde etmedeki kolaylığı, genel olarak yeterli değişkenlik içermesi sebebiyle öz barkod bölgesi olarak kullanılabilir olduğunu bildirmiştir.

Güzel, (2012) Kafkasya bölgesinde yayılış gösteren 18 *Primula* L. (Primulaceae) taksonuna ait 43 popülasyon matK genine ait baz profili bakımından incelemiştir. Çalışma sonunda ülkemizde endemik türlerden *P. longipes*'in matK genin baz sırası açısından ait olduğu *Aleuritia* altcinsi taksonlarından çok önemli baz farklılıklarına sahip olduğunu bildirmiştir.

Ertaş, (2013) Kırıkkale ilinde Apiaceae familyasına ait 13 örnek ile ITS bölgesi nükleotit dizisinin yanı sıra gen bankasından aldığı 79 örnek ile toplam 92 taksonun yer aldığı dizi analizinde farklılığın %0,0 ile %41,1 arasında değiştiğini; *Bifora radians* türünün iki bireyi arasında ITS nükleotit dizi benzerliğinin %100 olduğunu; Kırıkkale iline ait örneklerin gen bankasından alınan örneklerin dizi farklılıkları; *Apium graveolens* türünde %1, *Anethum graveolens* türünde %2, *Opopanax hispidus* türünde %5, *Artedia squamata* türünde %4, *Conium maculatum* türünde %1, *Falcaria vulgaris* türünde %1, *Torilis japonica* türünde %4 ve *Apium nodiflorum* türünde %1 olarak hesaplamıştır. Nükleotit dizi benzerliği %100 olan *Bifora radians* türünde tür içi varyasyon oranının düşük seviyede kaldığını bildirmiştir.

Keskin vd., (2017) Doğu Anadolu Bölgesinin çeşitli illerinden topladıkları küsküt türleri (*Cuscuta* sp.)'nin rDNA'nın ITS4 ve ITS5 bölgelerine göre yapmış oldukları moleküler analizler sonucunda *Cuscuta* cinsinin 4 türünü (*C. approximata*, *C. lupuliformis*, *C. campestris*, *C. babylonica*) belirlemişlerdir. Çalışmada kullanılan rDNA'nın ITS4 ve ITS5 primerlerinin cins ve türlerin ayırımında son derece başarılı sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Topdemir, (2017) yılında Bitlis ilinde, Lamiaceae familyasına ait 21 cins ve bu cinslere ait 54 takson arasındaki akrabalık ilişkisini araştırdığı çalışmada Lamioideae alt familyasına bağlı *Phlomis*, *Lamium*, *Ballota*, *Marrubium*, *Sideritis* ve *Stachys* cinslerinin önce kendi cinsleri içinde daha sonrada alt familya olarak grup oluşturduklarını belirtmiştir. Bu duruma uymayan *Marrubium* cinsinin göç, mutasyon, coğrafi uzaklık ve doğal seleksiyon ihtimalleri ile Lamioideae alt familyasından uzaklaştıkları belirtilmiştir. Ayrıca, çalışmada *Melissa* cinsinin tek üyesi olan *Melissa officinalis* subsp. *officinalis*'in *Nepata* cinsine daha yakın olması gerekirken *Salvia*'lara yakınlık göstermesi akla sistematikteki yerinin değişme ihtimalini getirebileceğini bildirmiştir.

Delipoyraz, (2018) tarafından Türkiye'nin 22 farklı lokasyonundan toplatılan *Artemisia taurica* Willd. (Asteraceae) popülasyonlarında 54 birey üzerinde yapmış olduğu morfolojik ve filogenetik çalışmalar sonucunda *A. taurica* türüne ait 54 birey arasında önemli farkların bulunmadığı, bu popülasyonlar arasında genetik bir izolasyonun olmadığı ve gen akışının devam ettiğini *A. taurica* türünün Zerneke barajı (Van) popülasyonu örneklerinde görülen morfolojik farklılıkların ekolojik şartlara uyumdan ve ploidi seviyesinden kaynaklandığını bu nedenle, *A. taurica* türünün Zerneke barajı (Van)

popülasyonun taksonomik olarak yeni bir varyete yapılmasını önermiştir.

Leventer, (2018) yılında Trakya bölgesinden *Sonchus* L. cinsine (Asteraceae, Cichorieae) ait bitki örneklerinin morfolojik ve moleküler filogenetik araştırmalarını yapmıştır. Çalışmalar sonunda ITS bölgesi dizi analizi sonuçlarına göre oluşturulan filogenetik ağaçların birbirleri ile benzer sonuçlar verdiğini, farklı lokalitelerden toplanan aynı türe ait bireylerin dizi analizleri sonucunda genetik olarak birbirlerinden uzaklaştıkları, aynı lokaliteden toplanan farklı türlerin yakın akrabalık gösterdiğini tespit etmiştir.

Mengüç, (2019) Güney Marmara Bölgesinde meyve-bağ alanlarında *Conyza* türlerinin ITS gen bölgelerine göre 9 türün 4'ü *C. sumatrensis*, 4'ü *C. canadensis* ve 1 türün ise *C. bonariensis* olarak belirlemiştir.

2.3. *S. arvensis*'in Çimlenme Sıcaklıklarıyla İlgili Kaynak Özetleri

Lauer, (1953) *S. arvensis* tohumlarında çimlenme sıcaklığının belirlenmesinde minimum, optimum ve maksimum çimlenme sıcaklığını sırasıyla 2 - 5, 7, 25 °C olarak bildirmiştir.

Güncan, (1982) Erzurum ilinin buğday alanlarından topladığı *S. arvensis* tohumlarıyla yaptığı çimlendirme denemelerinde tohumların kuvvetli dormansiye sahip oldukları için çimlenme sıcaklığı belirlenemediği sadece 5 °C'de tohumların 57., 69. ve 93. günlerinde çimlenmenin %9 oranında, 15 °C'de ise %0.5 çimlenmenin olduğunu bildirmiştir.

Erciş vd., (1993) Ankara'da yürüttükleri çalışmada, *S. arvensis* tohumlarının 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 °C'de %0.3 çimlendiği bu nedenle sağlıklı sonuçlar elde edilemediğini bildirmiştir.

Özer, (1995) farklı yörelerden alınan *S. arvensis* tohumların minimum, optimum ve maksimum çimlenme sıcaklığı sırasıyla; Samsun'da 5, 15 - 30 ve 40 °C; Tokat'ta: 5, 15 - 35 ve 40 °C; Sivas ve Erzurum'da: 2 - 3, 5 - 35 ve 40 °C olduğunu bildirmiştir.

Üremiş ve Uygur, (1999) Çukurova bölgesinde önemli bazı yabancı otların çimlenme sıcaklıklarının belirlenmesiyle ilgili yürüttükleri çalışmada *S. arvensis*'in çimlenme sıcaklıklarında 5 °C'de %0.38, 10 °C'de %3.50, 15 °C'de %1.88, 20 °C'de %0.88, 25 °C'de %0.38 olduğunu bildirmişlerdir.

Ateş vd., (2017) Diyarbakır ilinde *S. arvensis* L. tohumlarının çimlenme sıcaklıkları üzerine yaptıkları çalışmada, *S. arvensis*'in minimum 5 °C optimum 15- 25 °C ve maksimum 35 °C çimlenme sıcaklıklarını belirlemişlerdir.

Ateş ve Üremiş, (2018) Batman ve Şanlıurfa illerinde buğday alanlarında topladıkları ve ilçeler bazında değerlendirdikleri *S. arvensis* tohumlarının çimlenme sıcaklığının her iki ilde çimlenme sıcaklığı il genelinde minimum 5 °C, optimum 15- 25 °C ve maksimum çimlenme sıcaklığının ise 35 °C olduğunu bildirmişlerdir.

Tünk, (2018) Adana ilinde tarım alanlarından topladığı *S. arvensis* tohumlarıyla laboratuvar koşullarında yapmış olduğu çimlenme sıcaklığının belirleme çalışmalarında *S. arvensis* tohumlarının minimum 5 °C (%4.13), optimum 10 °C (%16.38), maksimum 35 °C (%1) olduğunu belirlemiştir.

Elahifard vd., (2021) *S. arvensis* tohumlarının farklı renkteki tohumların sıcaklık tepkilerini belirlemek için yapmış oldukları çalışmada siyah renkli tohumların 4.99-37.97 °C; kahverenkli tohumların ise çimlenme sıcaklığı 2.78-38.05 olarak belirlemiştir. Ayrıca siyah renkli tohumların dormansi faktörünün (%23) kahverenkli tohumlara göre (%68) daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

2.4. *S. arvensis*'in Alt Türlerinin Herbisitlere Tepkisiyle İlgili Kaynak Özetleri

Eelen vd., (1999) Belçika'nın çeşitli kültür bitkilerinin yetiştirildiği alanlarından topladıkları *Poa annua* L.'nin farklı varyasyonları (*P. annua* ssp. *reptans* (Hauskn.) Timm, *P. annua* ssp. *annua*)'nın paraquata karşı doz-tepki denemelerinde her iki varyasyon arasında fark bulunmadığı ancak çıkış sonrası uygulanan haloxyfop-R-methyl'e karşı *P. annua* ssp. *reptans*'ın diğer varyasyona göre düşük düzeyde duyarlı olduğunu bildirmiştir.

Zand vd., (2002) Kanada'nın Saskatoon ve Saskatchewan bölgelerinde yaygın görülen *Cirsium arvense* (L.) Scop.'un alt türlerinden *Cirsium arvense* var. *horridum* Wimm. & Grab ve *Cirsium arvense* var. *integrifolium* Wimm. & Grab üzerinde 13 farklı herbisite karşı doz-tepkilerini ölçmüşlerdir. Çalışma sonucunda farklı gruplardaki 12 herbisite karşı *Cirsium arvense* varyasyonlarının doz tepkilerinde fark bulunmadığını; *Cirsium arvense* var. *integrifolium*'un, *Cirsium arvense* var. *horridum*'a göre Hexazinone karşı %40 daha az duyarlı bulunduğunu bildirmişlerdir.

Matallana, (2012) İspanya'nın Katalonya bölgesinde çeltik alanlarında sorun olan *Leptochloa fusca*'nın iki alt türü olan *Leptochloa fusca* ssp. *fascicularis* ve *Leptochloa fusca* ssp. *uninervia* alt türlerinin klomazona karşı doz-tepkisi sera ve tarla koşullarında değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda sera koşullarda her iki alt türün doz-tepkileri benzer seviyede olduğunu ancak tarla denemeleri sonuçlarında heterojen olmayan verilerin elde edildiğini bildirmiştir.

Yu vd., (2017) Çin'de Brassicaceae familyasına ait *Brassica oleracea* (*B. oleracea* ssp. *capitata*, *B. oleracea* ssp. *acephala*) ve *Brassica rapa* (*B. rapa* ssp. *pekinensis*, *B. rapa* ssp. *chinensis*)'nin alt türlerinin yanı sıra *S. arvensis*'in de yer aldığı 23 tür ve alt türlerden oluşan bireylerin tribenuron-methylin düşük dozları (0.2 veya 0.4 mg/L)'na karşı doza tepkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda denemeye katılan her bir türün tribenuron-methylle farklı seviyede tepki gösterdiğini belirlemişlerdir. Ayrıca *B. rapa* ssp. *pekinensis* alt türünün bitki boyunda ve çiçeklenme süresinde yaşanan gecikme süresi, kapsül boyunun *B. rapa* ssp. *chinensis*'den farklı ve önemli bulunduğunu; *B. oleracea* ssp. *capitata* ve *B.*

oleracea ssp. *acephala* alt türlerinde de benzer sonuçlar elde edildiğini; alt türlerin ve *Brassica*'nın diğer türlerinin herbisitlere karşı farklı seviyelerde doza tepki gösterdiğini bildirmişlerdir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Arazi çalışmalarında kritik periyodun belirlenmesi amacıyla kurulan tarla denemeleri GAPUTAEM (GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü)'in bitkisel üretim alanlarında yürütülmüştür. Denemelerde buğday tohumluğu (Dinç çeşidi), ekim makinası, şerit metre, gübre, traktör, hava ile topraktaki nem ve sıcaklık ölçer, teraziler, polietilen çuvallar, makas, kese kâğıtları, etüv, cam malzemeler çalışmanın kritik periyot çalışmalarının ana materyalini oluşturmuştur. *S. arvensis* ile ilgili çalışmalarda yabancı hardal tohumları 7 coğrafi bölgede 28 il de 84 ilçenin buğday üretim alanlarından toplanmıştır. Çalışmada DNA kiti, primerler, elektroforez, PCR, herbisitler, sera, iklim kabinleri ve diğer laboratuvar alet ekipmanları ile sarf malzemeleri denemenin materyallerini oluşturmaktadır.

3.1.1. Tohum materyalinin toplandığı alanlarla ilgili bilgiler

Türkiye coğrafi olarak 36° - 42° Kuzey paralelleri - 26° - 45° Doğu meridyenleri arasında yer alan Ekvator'un kuzeyinde ve Greenwich'in doğusunda orta kuşakta yer alan ve üç tarafı denizlerle çevrili olan 783.562 km² alan üzerinde kurulu bir ülkedir. Ankara'da 6 Haziran-21 Haziran 1941 tarihleri arasında düzenlenen Birinci Coğrafya Kongresi'nde Bölgenin konumu, yeryüzü şekilleri, iklim ve bitki örtüsü gibi özellikleri doğrultusunda 7 coğrafi bölgeye ayrılmıştır. İdari yönden 81 vilayet 922 ilçe ve 32 173 mahalleden oluşmaktadır. Bölgelerin büyüklüğüne göre ülkemiz toplam yüz ölçümünün %21'i Doğu Anadolu Bölgesi sınırları içerisinde olup bunu sırasıyla, İç Anadolu Bölgesi (%18), Karadeniz Bölgesi (%17); Akdeniz Bölgesi (%16); Ege Bölgesi (%12), Marmara Bölgesi (%8.5) ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi (%7.5) izlemektedir (Anonim, 2022a). Türkiye'de mikro klima alanlarının haricinde başlıca üç iklim görülmektedir. Akdeniz, Karadeniz ve Karasal iklimi görülmektedir. Akdeniz ikliminde yazlar sıcak ve kurak geçerken, kışlar ılık ve yağışlı geçmektedir. Akdeniz Bölgesi, Ege Bölgesi ve Marmara'nın bir bölümünde bu iklim hakimdir. Karadeniz ikliminde ise mevsimlerin çoğu yağışlı geçmektedir. Karasal ikliminde ise yazlar sıcak ve kurak geçerken, kışlar soğuk ve yağışlı geçmektedir. Türkiye'nin büyük bölümünde (İç Anadolu, Doğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu) karasal iklimi yaşamaktadır. Bölgelerin uzun yıllar ortalama sıcaklık değeri, nem oranı ve yağış miktarı Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Türkiye'nin coğrafi 7 bölgesine ait iklim verileri Çizelge 3.1'e göre ortalama sıcaklık değeri en yüksek Güneydoğu Anadolu bölgesinde 16.4 olarak ölçülürken ortalama en yüksek nem oranı Marmara bölgesinde %71.2 ve ortalama en yüksek yağış miktarının 828.5 mm ile Karadeniz Bölgesinde ölçülmüştür. En düşük yağış miktarı İç Anadolu bölgesine 392 mm olarak ölçülmüştür (Anonim, 2022b).

Çizelge 3.1. Türkiye'nin bölgelerine göre uzun yıllar sıcaklık, nem ve yağış değeri

Bölgeler	Ort. Sıcaklık (°C)	En yüksek sıcaklık (°C)	En düşük sıcaklık (°C)	Ort. Nem (%)	Ort. Yağış (mm)
Akdeniz	16.4	45.6	-33.5	63.9	706.0
Doğu Anadolu	9.7	44.4	-45.6	60.9	569.0
Ege	15.4	48.5	-45.6	60.9	706.0
Güneydoğu Anadolu	16.5	48.4	-24.3	53.4	584.5
İç Anadolu	10.6	41.8	-36.2	62.6	392.0
Karadeniz	12.3	44.2	-32.8	70.9	828.5
Marmara	13.5	44.6	-27.8	71.2	564.3

Bölgelerin tarımsal faaliyetlerinin yürütüldüğü alanların miktarı dekar olarak Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Bölgelerin tarımsal faaliyetleri

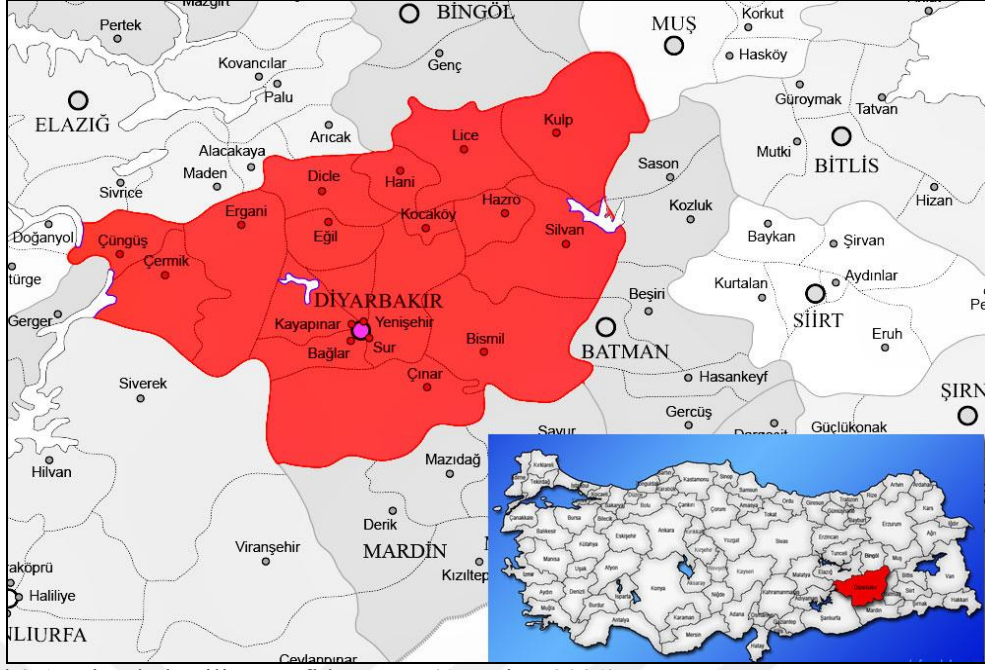
Bölgeler	Meyveler, İçecek ve Baharat Bitkileri (da)	Nadas (da)	Sebze (da)	Süs Bitkileri (da)	Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünler (da)
Akdeniz	5 584 029	3 242 186	1 567 506	10 394.6	18 731 379
Güneydoğu Anadolu	6 354 129	2 849 672	679 265	25	24 369 694
Ege	8 720 941	3 258 967	1 335 545	18 243.3	21 707 714
İç Anadolu	1 924 179	13 325 888	1 791 799	1 180.4	46 137 242
Marmara	4 689 036	878 934	1 093 319	23 459.2	19 319 001
Karadeniz	7 060 813	3 010 878	694 784	1 130.5	12 926 235
Doğu Anadolu	1 534 375	3 691 618	280 327	209.3	15 223 398
Toplam	35 867 502	30 258 143	7 442 545	54 642.3	158 414 663

Ülkemizde yürütülen tarımsal faaliyetlerin bölgelere göre dağılımı Çizelge 3.2'de incelendiğinde meyveler, içecek ve baharat bitkileri (da) olarak ilk sırada 8 720 941 da alan ile Ege bölgesi yer alırken; nadasa bırakılan alan olarak en fazla 13 325 888 da ile İç Anadolu bölgesi yer almakla birlikte sebze, tahıllar ve diğer bitkisel ürünler açısından en fazla üretim alanının olduğu bölgedir (Anonim, 2022c).

3.1.2. Denemelerin yürütüldüğü Diyarbakır iline ait bilgiler

Diyarbakır Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yer alan, bölgenin en büyük 2. ilidir. Doğusunda Batman, batısında Elazığ, kuzeyinde Bingöl, güneyinde Mardin, Şanlıurfa illeri yer alması açısından önemli ulaşım ağlarına sahiptir (Şekil 3.1)

Diyarbakır denizden 650 m, Dicle nehrinden 100 m yükseklikte, Güneydoğu Anadolu'nun orta kısmında, Mezopotamya'nın kuzeyinde yer almaktadır. Çevresi yüksekliklerle çevrilen şehrin ortası çukur bir havza durumundadır. Diyarbakır havzasının ekseninde kuzey-güney doğrultulu uzanan Dicle nehri, güneybatısında ise Karacadağ kütlesi bulunmaktadır. Çayönü Tepesi'nde MÖ.7500'den başlayan yerleşim evreleri bulunmaktadır. Çayönü Tepesini önemli kılan avcılık ve toplayıcılıktan üretime geçiş süreci ilk olarak yabani baklagillerin ve einkorn buğdayı (*Triticum boeoticum*)'nin tanınması sonucunda bunların tohumlarının ekilmesi ile tarımsal faaliyeti başlamıştır (Anonim, 2022d).



Şekil 3.1. Diyarbakir ili coğrafi konumu (Anonim, 2021)

Yüzölçümü 15.355 kilometrekare olan Diyarbakir'in tarım topraklarının büyük bir kısmında kuru tarım yapılmakta ve nadas uygulanmaktadır. İlin tarımsal faaliyeti TÜİK verilerine göre Diyarbakir ili tarımsal faaliyetinde 219 522 da alanda meyveler, içecek ve baharat bitkileri yetiştirilirken, 126 419 da alanda sebze tarımı, 5 307 776 da alanda tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin tarımı yapılmaktadır. Nadasa bırakılan alan ise 82 425 da olarak kaydedilmiştir (Anonim, 2022h). Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) GAP raporuna göre Fırat - Dicle Havzası'nda 13 proje yer almakta olup bunun 6 iş paketi Dicle bölümünde yer aldığı; projenin tamamlanması durumunda yaklaşık 1,8 milyon hektar alanın sulanması planlandığı bildirilmiştir (Anonim, 2022e).

3.1.3. Kritik periyot çalışmalarının yürütüldüğü deneme alanına ait bilgiler

Buğdayın kritik periyodunun belirlenmesi çalışmaları GAPUTAEM'in buğday deneme alanlarında yürütülmüştür (Şekil 3.2.). Deneme alanlarından 2020 yılı (Enlem: 37.939722 ve Boylam: 40.253749) bir önceki ürün nohut ve 2021 yılı deneme alanında (Enlem: 37.944876 ve Boylam: 40.24995) bir önceki ürünün mercimek olduğu GAPUTAEM'in buğday deneme alanlarında yaklaşık 1 00 m²'lik alan üzerine kurulmuştur (Şekil 3.2)

Ekim öncesi deneme parsellerinden 30 cm derinliği içeren toprak profili alınarak GAPUTAEM toprak laboratuvarında analiz ettirilmiştir. Yapılan analizler Çizelge 3.3'te verilmiştir.

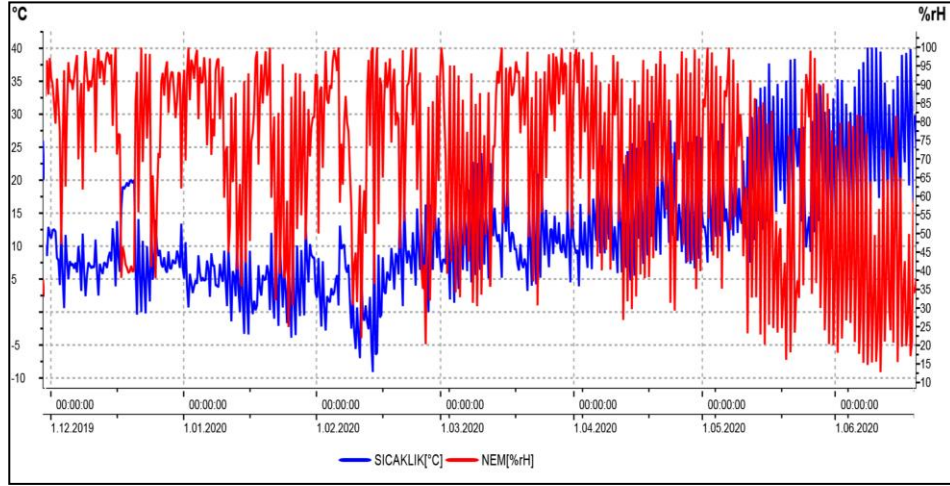


Şekil 3.2. Buğdayın kritik periyot çalışmalarının yürütüldüğü deneme alanları (görsel, Google Earth Pro programı ile çizilmiştir)

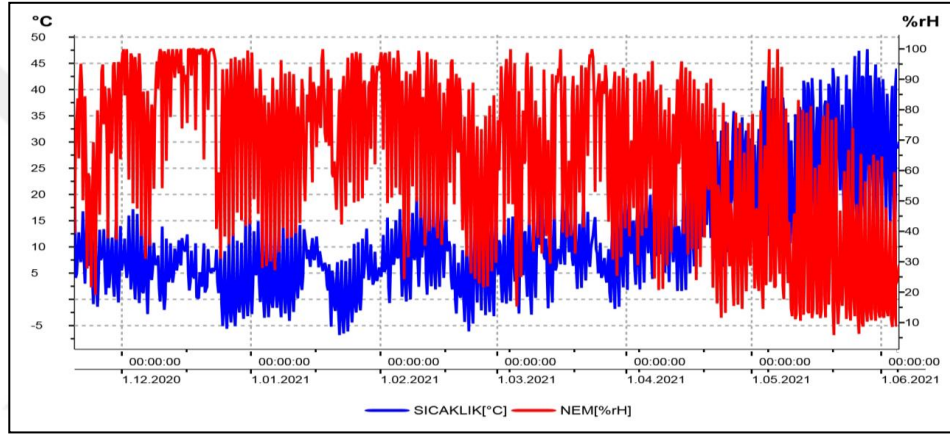
Çizelge 3.3. Buğday deneme alanine ait toprak analiz sonuçları

Örneğin Alındığı Yer	Der. (cm)	Su ile Doy. (%)	Bünye	Top. Tuz (%)	pH (sç)	Kireç CaCO ₃ (%)	Bitkilere Yararışlı Besin Maddeleri (kg/da)		Organik Madde (%)
							Fosfor (P ₂ O ₅)	Potasyum (K ₂ O)	
2020 yılı GAPUTAEM	0-30	75.9	Killi	0.034	8.10	8.64	2.86	142.18	0.98
2021 yılı GAPUTAEM	0-30	72.5	Killi	0.023	8.15	7.31	1.49	94.38	0.96

Çizelge 3.3'e göre 0-30 cm derinliğinden alınan 2020 yılı deneme alanında toprak örneklerinin analiz sonuçlarına göre su ile doyurma oranı %75,9 olup bünyesi killi özellikte, topraktaki tuz %0.034 oranında tuzsuz seviyede, pH açısından 8.1 saturasyon çamurunda (sç) hafif alkalin karakterde, kireç (CaCO₃) %8.64 oranında orta seviyede kireçli olduğu belirlenmiştir. Bitkilere yararışlı besin maddeleri açısından, toprak içeriğinde potasyum (K₂O)'un 142,18 kg/da ile yeterli seviyede olduğu; ancak fosfor (P₂O₅) 2,86 kg/da miktarında ve organik madde %0,96 oranında “Çok az” seviyesinde olduğu belirlenmiştir. Aynı çizelgede 2021 yılında yapılan toprak analiz sonuçlarının 2020 yılı toprak analiz sonuçlarıyla benzer aralıklarda veriler elde edildiği; özellikle bitkilere yararışlı besin maddeleri açısından, toprak içeriğinde fosfor (P₂O₅) miktarında ve organik madde oranında “Çok az” seviyesinde olduğu belirlenmiştir. Deneme alanına buğday ekimiyle birlikte Testo marka nem-sıcaklık ölçüm ve kayıt cihazı yerleştirilmiştir Ölçümler her 6 saate bir olmak üzere günlük 4 ölçüm yapacak şekilde programlanmıştır (Şekil 3.3 ve Şekil 3.4). Deneme alanında 2020 ve 2021 yıllarında alana düşen yağış miktarları ve sıcaklık değerleri deneme alanına en yakın istasyon olması nedeniyle Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın Sur ilçesi Vali Ünal Heliport istasyonundan yaptığı ölçümler Çizelge 3.4'te verilmiştir (Anonim, 2022f).



Şekil 3.3. 2019-2020 üretim yılı deneme alanı sıcaklık ve nem oranı (Çizim, data-loggerr programı ile oluşturulmuştur)



Şekil 3.4. 2020-2021 üretim yılı deneme alanı sıcaklık ve nem oranı (Çizim, data-loggerr programı ile oluşturulmuştur)

Çizelge 3. 4 Buğday üretim sezonlarında deneme alanlarına ait sıcaklık ve yağış değerleri

Aylar	2019-2020		2020-2021	
	Ortalama Sıcaklık (°C)	Yağış miktarı (mm)	Ortalama Sıcaklık (°C)	Yağış miktarı (mm)
Ekim	19.2	34	22.3	0
Kasım	9.6	12.8	8.4	0.6
Aralık	9.9	157	5.3	29.8
Ocak	4.8	75.4	5.8	42.8
Şubat	5.2	62.4	8.8	34.2
Mart	11.6	149.2	9.6	59.2
Nisan	15.4	76.2	16.8	9.4
Mayıs	20.4	52	25.4	6.4
Haziran	25.2	5.8	27.9	0
Toplam	-	624.8	-	182.4

3.1.4. Sera çalışmalarının yürütüldüğü alana ait özellikler

Sera çalışmaları Diyarbakır Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (DZMAE)'nün bitki yetiştirme ve herbisit uygulamaları ünitelerinde yürütülmüştür (Şekil 3.5). Sera dört ayrı üniteden oluşan, her bir ünite 125 m² büyüklüğünde ve diğer ünitelerden bağımsız ısıtma, soğutma, havalandırma, suni aydınlatma, gölgeleme, hava ve sıcaklık sirkülasyon fanları gibi donanımları içeren tam otomasyonlu sera özelliklerini taşımaktadır.



Şekil 3.5. DZMAE'nin Ar-Ge uygulama seraları

3.1.5. Çalışmada kullanılan herbisitlere ait bilgiler

Sera koşullarında *S. arvensis*'in alt türlerine karşı kullanılan aktifler ve bu aktiflerin yer aldığı etki mekanizmaları Çizelge 3.5'te verilmiştir.

Çizelge 3.5. *S. arvensis*'in alt türlerinin doz-etki denemelerinde kullanılan aktif maddeler

Aktif Maddeler	Etki Mekanizmasına Göre Herbisit Grubu ve Ürünün Firması
30 g/l Clodinafop-propargyl + 7,5 g/l Florasulam + 30 g/l Pinoxaden + 7,5 Cloquintocet-mexyl (Safener)	A (ACCCase) +B (ALS) Syngenta A.Ş.
300 g/l Bromoxynil + 300 g/l MCPA	C (PSII) + O (Sentetik oksinler) Bayer A.Ş.
500 g/l 2,4-D asite eşdeğer dimethyl amin tuzu	O (Sentetik oksinler) Adama Turkey Tarım San. A.Ş.

Sinapis arvensis'in alt türlerinin doz-etki denemelerinde kullanılan aktif maddeler Çizelge 3.5'e göre Syngenta A.Ş. firmasının formülasyonda yer alan 30 g/l Clodinafop-propargyl ve 30 g/l Pinoxaden, Herbicide Resistance Action Committee (HRAC) sınıflandırmasına göre 1. grupta (Grup A) asetil koa karboksilaz enzim (ACCCase) inhibitörü olarak bilinen ve geniş yapraklılar üzerinde etkisi bulunmayan daha çok dar yapraklılar üzerinde etkili olan aktiflerin bulunduğu sınıfta yer almaktadır (Anonymous, 2021b). Karışımın içerisinde yer alan Florasulam 1. grupta (Grup B) asetolaktat sentetaz enzim (ALS) inhibitörlerinin yer aldığı grubun Triazolopyrimidine sınıfında yer alan bu aktif madde buğday, arpa, mısır gibi dar yapraklı kültür bitkilerinin bulunduğu alanlarda geniş yapraklı yabancı otlara karşı kullanılmaktadır. Cloquintocet-mexyl ise karışım içerisinde safener (koruyucu madde) olarak yer almaktadır. Bayer A.Ş. firmasına ait 300 g/l Bromoxynil + 300 g/l MCPA'den oluşan formülasyonda Bromoxynil 6. grupta (Grup C₃) Fotosentez II (PS II) inhibitörü olarak bilinen D1 proteinin histidin 215'e etki eden nitrillerin yer aldığı gruptadır. Nitriller genel olarak tek yıllık dar ve geniş yapraklı yabancı otlar ve bazı iki yıllık ve çok yıllık yabancı otlar üzerinde etkili olabilmektedir. Formülasyonda yer alan MCPA 4. grupta (Grup O) Sentetik oksinler olarak fenoksi-karboksilatlar sınıfında yer

almaktadır. Adama A.Ş. tarafından üretilen 500 g/l 2,4-D asite eşdeğer dimethyl amin tuzu formülasyonu da bu grupta yer almaktadır. Bu grupta yer alan aktifler geniş yapraklı yabancı otları kontrol ederken dar yapraklılar üzerinde etkisi sınırlıdır.

3.1.5.1 Asetolaktat sentetaz enzim inhibitörü

Asetolaktat sentetaz enzim (ALS) inhibitörü grubunda yer alan herbisitlerin formülasyonuna göre çok yıllık ve tek yıllık bitkilerin dar ve geniş yapraklı türlerine karşı seçicilik göstererek yabancı otları kontrol altına alabilir. Bu grup herbisitler, bitkilerin kloroplastlarında hayati öneme sahip bazı proteinlerin sentezinde gerekli olan valin, leusin, isoleusin gibi dallanmış zincirli amino asitlerin biyosentezini engellerler. Bitki hücrelerinin kloroplastlarında üretilen izoleusin ve bazı esansiyel amino asitlerin sentez yolunda a-ketobutirat'ın 2-aseto-hidroksi bütirat'a dönüşümünde gerekli olan ALS, piruvat aşamasında herbisit tarafından bloklanması sonucunda bitkide birçok biyokimyasal reaksiyonun sekteye uğramasına yol açar. Esansiyel amino asitler olmadan proteinler üretilemez ve bitkinin gelişimi yavaşlar veya tamamen ölümü gerçekleşir. Çıkış sonrası uygulamalarında bitkilerde büyüme durur, boğumlar arası kısalır, özellikle büyüme noktalarında olgunlaşmamış yapraklarda kloroz görülebilir. Yapraklarda morarmalar bu grubun en karakteristik belirtileridir. Nekrozlar yavaş ilerler, bitki üzerindeki etkileri bazen 3-4 hafta da sonuçlanabilir. (Devine vd., 1993; Ahrens, 1994; Stryer, 1995; Anderson, 1996; Ross ve Lembi, 1999; Anonymous, 2021c; Ateş, 2021).

3.1.5.2 Fotosistem II inhibitörü

Fotosistem II grubundaki herbisitler HRAC sınıflandırmasında C harfi veya 3 rakamı ile temsil edilir. Bu grup herbisitler en yalın haliyle fotosentezde elektronların transferini engellerler. Ancak, elektron transferinin engellenmesi bir bloklama veya elektronun kaybettirilmesinden ziyade normal elektron taşıma zincirinde plastokinona (PQ) elektronların kabul edilmesini ve taşınmasını engelleyen QB proteinine elektronları bağlarlar. Bitkide elektron taşınımı bloke edildiğinden pigmentlere aktarılan fazla enerji klorofil ve karotenoidleri foto-oksidasyonla yok etmektedir. Bu durum bitkide bir dizi tahripkar reaksiyonların oluşmasına yol açarak hücre zarında yer alan lipidlerin yok olmasına, hücre içeriği dağılarak bitki dokusunun kurumasına neden olur (Stryer, 1995; Anderson, 1996; Ross ve Lembi, 1999; Anonymous, 2021c; Ateş, 2021).

3.1.5.3 Sentetik oksin inhibitörü

Genel olarak oksin grubu sentetik herbisitler, IAA'yı taklit eder ve doğal oksinlere kıyasla yüksek konsantrasyon, hızlı bir büyüme tepkisine neden olurlar. Bitki normal büyüme aktivitesinin üzerinde reaksiyonlara zorlanarak bitkinin ölümü gerçekleşebilmektedir. Bilinen en eski ve en yaygın kullanılan herbisitlerden olmasına rağmen etki biçimi kesin olarak ortaya konulamamıştır. (Ahrens, 1994; Anonymous, 2021b).

kalan bölgeyi içermektedir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Buğdayın kritik periyodunun belirlenmesi

Buğdayın kritik periyodunun belirlenmesi çalışmaları 2020 ve 2021 yılı buğday üretim sezonlarında iki kez tekrar edilerek yürütülmüştür. Denemeler Diyarbakır ilinde GAPUTAEM'in buğday deneme alanlarında kurulmuştur. Deneme yeri 2020 yılı için bir önceki ürün nohut, 2021 yılı için bir önceki ürün mercimek olan yaklaşık 1100 m²'lik alan belirlenmiştir. Ekim öncesi deneme parsellerinden alınan 30 cm derinliği içeren toprak profilinin analizleri sonucunda 2020 ve 2021 yıllarında deneme alanlarına 20:20:0 N.P.K olarak bilinen kompoze gübreden dekara 12 kg (6 kg N + 6 kg P) buğday ekimiyle birlikte toprağa uygulanmıştır. Dekara 6 kg üre ise buğdayın kardeşlenme döneminin sonunda, sapa kalkma döneminin başlangıcında üst gübre uygulaması olarak verilmiştir. Tohumluk seçiminde bölgede yoğun kullanılan Dinç ekmeklik buğday çeşidi seçilmiştir. Buğday ekimleri 16-11-2019 ve 18.11.2020 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir. Denemeler kuru tarım koşullarında çiftçi uygulamaları gözetilerek gerçekleştirilmiştir. Buğday çıkışlarıyla birlikte deneme parsellerinin tamamı 5 m uzunluk 1.2 m genişlik olmak üzere toplam 6 m²'lik parseller ve parseller arası 0.5 m, bloklar arası 1 m olacak şekilde hizalanmıştır (Şekil 3.8). Deneme alanına yerleştirilen sıcaklık ve nem ölçer cihazında hasat dönemine kadar günlük 6 saat ara ile 4 ölçüm alınmış ve cihazın kaydettiği veriler buğdayın kritik periyodunun hesaplanmasında kullanılmıştır (Şekil 3.8). Deneme alanında yer alan parsellerde buğdayın %50 oranında çimlenmesiyle birlikte buğdayın fenolojik dönemleri Zadoks skalasına göre takip edilmiştir (Şekil 3.9.) (Zadoks vd., 1974).



Şekil 3.8. Buğday çıkışlarından sonra parsellerin hizalanması



Şekil 3.9. Buğdayın fenolojik dönemlerinin Zadoks skalasına göre takibi

Deneme parsellerinde yabancı ot alım uygulaması buğdayın çıkışlarını takiben zaman çizelgesine göre 14 gün ara ile yabancı otların kök boğazından biçilerek gerçekleştirilmiştir (Tursun vd., 2007). Kontrol parselleri ise sezon boyunca yabancı otlu ve sezon boyunca yabancı otsuz tutulmuştur (Çizelge 3.6.)

Çizelge 3.6 Deneme parsel kodları ve parsellere uygulanan işlemler

No	Uygulama	No	Uygulama
1	Sezon boyunca yabancı otsuz kontrol	10	2 hafta otlu hasada kadar otsuz
2	16 hafta otsuz hasada kadar otlu	11	4 hafta otlu hasada kadar otsuz
3	14 hafta otsuz hasada kadar otlu	12	6 hafta otlu hasada kadar otsuz
4	12 hafta otsuz hasada kadar otlu	13	8 hafta otlu hasada kadar otsuz
5	10 hafta otsuz hasada kadar otlu	14	10 hafta otlu hasada kadar otsuz
6	8 hafta otsuz hasada kadar otlu	15	12 hafta otlu hasada kadar otsuz
7	6 hafta otsuz hasada kadar otlu	16	14 hafta otlu hasada kadar otsuz
8	4 hafta otsuz hasada kadar otlu	17	16 hafta otlu hasada kadar otsuz
9	2 hafta otsuz hasada kadar otlu	18	Sezon boyunca yabancı otlu kontrol

Çizelge 3.6'da parsel kodlarına göre 1. parsel sezon boyunca yabancı otsuz kontrol ve 18. parsel ise sezon boyunca yabancı otlu kontrol olarak tutulmuştur. 2. parsel 16 hafta boyunca otsuz tutulmuş ve hasada kadar otlu tutulmuştur. 9. parselde kadar zaman çizelgesi doğrultusunda yabancı ot alım işlemleri yapılmıştır. 10 - 17. bloklar ise 2 - 9 nolu bloklara göre tersi istikamette uygulamalar yapılmıştır. Denemler tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerürlü olarak kurulmuş ve iki yıl tekrar edilmiştir. Çizelge 3.6'da belirtilen dönemlerde her bir parselde yabancı otların tür ve yoğunlukları belirlemek amacıyla 1 m²'lik çerçeve 1 kez atılmak koşulu ile yabancı ot sayımları yapılmıştır. Sayımı yapılan her bir parselde buğdayın zarar görmemesi amacıyla 4 ince tekerlek üzerine yerleştirilmiş ve yükseklik ayarı yapılabilen bir platform aracılığıyla yabancı ot alım işlemleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3. 10 Yabancı ot alım işlemi

Parsellerden alınan yabancı otlar parsel numarasına göre etiketlenerek 70 °C sıcaklığa ayarlı inkübatörde 4 gün tutulmuştur. Kuru biyomas ağırlıkları standart ağırlığa gelinceye kadar kurutulması sağlanmıştır. Hassas terazi de kuru biyomas ağırlıkları tartılarak kaydedilmiştir (Ali vd., 2014). Buğdayın hasat öncesi döneminde her bir parselde 10 adet buğday bitkisi tesadüfi olarak seçilerek bitki boy uzunlukları çelik metre ile ölçülerek

kaydedilmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Deneme alanında parsellerin genel durumu



Şekil 3.12. Hasat öncesi buğday bitkilerinin boy ölçümünün alınması

Buğday hasadında her bir parselde 1 m²'lik çerçeve içerisine giren buğday başakları makas ile kesilerek bez çuvalara konulup örnek numarası verilmiştir. Başakları alınan bitkilerin saman ağırlıklarını belirlemek için toprak yüzeyinden biçilen samanlar parsel numarasını içeren çuvalara konularak ağırlıkları belirlenmiştir (Şekil 3.13).



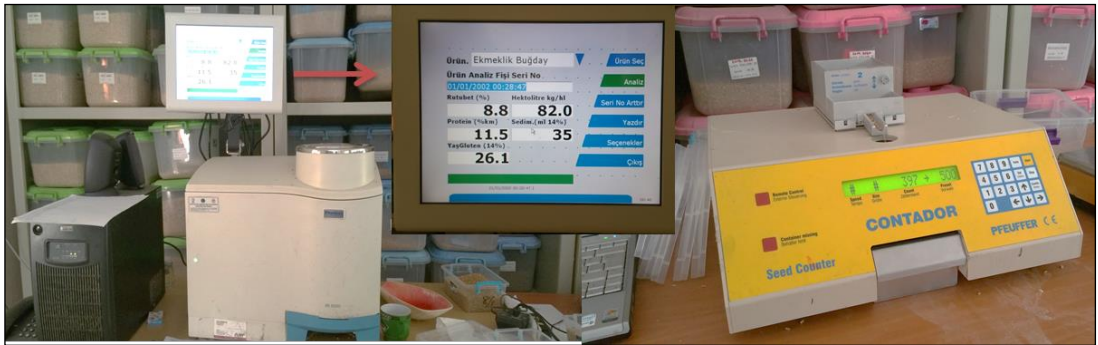
Şekil 3.13. Buğday hasadı A: Buğday başaklarının biçilmesi; B ve C: Samanın hasadı D: Analizler için buğday ve samanın muhafaza edilmesi

Hasadı gerçekleştirilen her bir parselle ait buğday başakları modifiye edilmiş laboratuvar tipi harman makinasından geçirilerek buğday başaklarından daneler ayıklanıp analizlere hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Laboratuvar tipi harman makinasında başakların işlenmesi

Kavuzlarından çıkarılarak temizlenmiş buğday örneklerinin parsellere göre toplam ağırlıkları belirlenmiştir. Laboratuvar koşullarında her bir parsel örnekleme için nem, hektolitreye ağırlığı, protein, sedimantasyon, yaş guluten, gibi buğdayın kalite parametrelerinin belirlenmesinde Perten IM 9500 marka cihaz ile analizler gerçekleştirilmiştir (Ali, 2017; Petre, 2021). Buğdayın 1000 dane ağırlıklarının belirlenmesinde ise Contador marka tohum sayma cihaz ve hassas terazi kullanılmıştır (Şekil 3.15). Elde edilen tüm veriler Microsoft tabanlı Excel 2016 programına kaydedilmiştir.



Şekil 3.15. Buğdayın kalite analizleri

3.2.2. *Sinapis arvensis* tohumlarının toplanması

Sinapis arvensis'in tür içi varyasyonlarının belirlenmesinde arazi çalışmaları kapsamında Türkiye'nin 7 coğrafi bölgesinde, her bir bölgeyi temsilen 4 il ve her bir ili temsil eden 3 ilçe olmak üzere toplam 84 buğday üretim alanından tohum örnekleme gerçekleştirilmiştir. Gündümlü olarak yapılan örneklemelemlerde tohum olgunluğuna gelmiş en

az 20 adet *S. arvensis* bitkisi topraktan çekilerek kök bölgesi dâhil bitkinin tamamı hava geçirgenliği bulunan polietilen çuvalara konulmuştur. Her bir tarla örneklemesine ait GPS verileri, tarih ve tarla numarası gibi bilgiler örnekleme etiketine işlenerek numaralandırılmıştır. Tohum toplama çalışmalarında Syngenta Tarım San. ve Tic. A.Ş ile Bayer San. ve Tic. A.Ş. firmaları başta olmak üzere çalışma alanını kapsayan illerin Ziraat Fakülteleri, Tarım ve Orman Bakanlığı'na bağlı il ve ilçe teşkilatlardan destek alınmıştır (Çizelge 3.7).

Çizelge 3.7. Sinapis arvensis tohumlarının toplandığı iller ve örnekleme yapılan ilçe sayısı

Kod	İl	İlçe	GPS	Toplayanlar
Akdeniz bölgesi				
1Ada1	Adana	Yüreğir	36°80'75.9"N, 35°37'04.7"E	Mine ÖZKİL, Şakir ŞAHİN, Syngenta A.
1Ada2	Adana	Sarıçam	36°80'33.9"N, 35°36'56.0"E	
1Ada3	Adana	Zerdali	37°42'67.6"N, 35°62'59.7"E	
7Ant1	Antalya	Manavgat	37' 20' 46.3K, 37' 8' 41.3D	Tarım İl Müdürlüğü, Syngenta A.Ş.
7Ant2	Antalya	Döşemealtı	37' 20' 23.1 K, 37' 2' 42.2 D	
7Ant3	Antalya	Korkuteli	37' 28' 6.9 K, 37' 4' 20.3 D	
31Hat1	Hatay	Kumlu	36° 46'26.90"K 31°27'2.55"D	İlhan ÜREMİŞ, Bayer A.Ş., Syngenta A.Ş.
31Hat2	Hatay	Serinyol	37° 2'26.50"K 30°38'43.76"D	
31Hat3	Hatay	Kırıkhan	37° 5'46.34"K 30°10'53.60"D	
46Kah1	Kahramanmaraş	Narlı	36°36'70.1"N, 36°49'72.0"E	Syngenta A.Ş.
46Kah2	Kahramanmaraş	Emiroğlu	36°37'32.9"N, 36°23'95.5"E	
46Kah3	Kahramanmaraş	Dulkadiroğlu	36°45'96.3"N, 36°33'51.2"E	
Doğu Anadolu Bölgesi				
4Ağr1	Ağrı	Merkez	39.49255; 43.1556	Erdal ATEŞ, Tarım İl Müdürlüğü
4Ağr2	Ağrı	Hamur	39.37120; 43.12370	
4Ağr3	Ağrı	Tutak	39.30592; 42.523092	
25Erz1	Erzurum	Olur	40°53'5.51"K; 42° 5'22.21"D	Tarım İl Müdürlüğü, Erdal ATEŞ
25Erz2	Erzurum	Palandöken	39°52'28.81"K; 41°16'51.87"D	
25Erz3	Erzurum	Pasinler	39°59'16.93"K; 41°38'43.51"D	
44Mal1	Malatya	Darende	38.549686, 37.503901	Erdal ATEŞ, Tarım İl Müdürlüğü
44Mal2	Malatya	Doğanşehir	38.035496, 37.838098	
44Mal3	Malatya	Kale	38.386825; 38.685954	
49Muş1	Muş	Merkez	38°45'28.95"K; 41°40'44.03"D	Erdal ATEŞ
49Muş2	Muş	Hasköy	38°40'37.39"K; 41°42'4.12"D	
49Muş3	Muş	Bulanık	39°6'44.80"K; 41°15'36.43"D	
Güneydoğu Anadolu Bölgesi				
21Diy1	Diyarbakır	Bismil	37°50'35.16"K; 40°42'9.35"D	Erdal ATEŞ
21Diy2	Diyarbakır	Kulp	38°27'52.68"K; 40°56'48.63"D	
21Diy3	Diyarbakır	Sur	37°55'35.14"K; 40°15'1.15"D	
27Ant1	Gaziantep	İslahiye,	36' 57' 14 K; 36' 38' 45.7 D	Syngenta A.Ş.
27Ant2	Gaziantep	Nurdağı,	37' 15' 2.1 K; 36' 55' 35.9 D	
27Ant3	Gaziantep	Sakçagözü	37' 12' 20.3 K; 36' 55' 27.7 D	
47Mar1	Mardin	Kızıltepe	37°12'31.10"K; 40°33'25.53"D	Erdal ATEŞ
47Mar2	Mardin	Nusaybin	37° 5'18.28"K; 41°11'31.72"D	
47Mar3	Mardin	Ömerli	37°21'42.87"K; 41° 0'1.10"D	
63Şan1	Şanlıurfa	Siverek	37°46'37.30"K; 39°18'56.60"D	Erdal ATEŞ
63Şan2	Şanlıurfa	Viranşehir	37°15'11.96"K; 39°45'1.62"D	
63Şan3	Şanlıurfa	Harran	36°51'35.76"K; 39° 2'49.99"D	
İç Anadolu Bölgesi				
6Ank1	Ankara	Pursaklar	40.1134671; 32.9245817	Okan GÜZEL
6Ank2	Ankara	Çubuk	40.2254607; 32.2245670	
6Ank3	Ankara	Polatlı	39.5058076; 32.2245670	

Çizelge 3.7'nin devamı...

Kod	Kod	Kod	Kod	Kod
38Kay1	Kayseri	Erciyes	38°36'17.67"K; 35°28'3.88"D	Erdal ATEŞ, Tarım İl Müdürlüğü
38Kay2	Kayseri	Melikgazi	38°46'1.23"K; 35°20'53.75"D	
38Kay3	Kayseri	Yemliha	38°53'8.07"K; 35°16'33.39"D	
42Kon1	Konya	Çumra	37°27'17"K; 32°43'16"D	Erdal ATEŞ, Syngenta A.Ş.
42Kon2	Konya	Altınekin	38°15'39"K; 32'1'42"D	
42Kon3	Konya	Kazımkarabekir	37.213319; 32.990197	
66Yoz1	Yozgat	Merkez	39°50'46.05"K; 34°48'48.57"D	Bahadır ŞİN
66Yoz2	Yozgat	Yerköy	39°35'46.20"K; 34°33'28.38"D	
66Yoz3	Yozgat	Kozaklı	39°14'57.29"K; 34°51'55.01"D	
Ege Bölgesi				
3Afy1	Afyonkarahisar	Koçhisar	38.3428270; 30.6622310	Syngenta A.Ş.
3Afy2	Afyonkarahisar	Dinar	38.1939923; 30.3800790	
3Afy3	Afyonkarahisar	Şuhut	38.523146; 30.553691	
20Den1	Denizli	Tavas	37°32'34.85"K; 29° 2'6.74"D	Tarım İl Müdürlüğü
20Den2	Denizli	Kale	37°43'55.51"K; 29°34'27.02"D	
20Den3	Denizli	Bozkurt	38°27'4.06"K; 27°27'18.83"D	
35İzm1	İzmir	Bornova	38°27'41.48"K; 27°13'10.33"D	Yıldız Sokat, Syngenta A.Ş.
35İzm2	İzmir	Kemalpaşa	37°46'34.86"K; 29° 6'56.64"D	
35İzm3	İzmir	Menemen	38°39'46.00"K; 27° 2'29.37"D	
48Muğ1	Muğla	Seydikemer	36.653410; 29.365467	İlyas Karasu
48Muğ2	Muğla	Yatağan	37.274572; 28.012331	
48Muğ3	Muğla	Menteşe	37.209386; 28.348719	
Marmara Bölgesi				
10Bal1	Balıkesir	Bandırma	40.270084; 28.007894	Bayer A.Ş., Syngenta A.Ş.
10Bal2	Balıkesir	İvrindi	39.606368; 27.480584	
10Bal3	Balıkesir	Karesi	39.678021; 27.911757	
22Edi1	Edirne	Uzunköprü	41.0576; 26.6416	Bayer A.Ş.
22Edi2	Edirne	Maksutlu	41.1218; 26.6555	
22Edi3	Edirne	Merkez	41.660278; 26.610403	
54Sak1	Sakarya	Kamışlı	40°42'43.7"N; 30°27'41.4"E	Syngenta A.Ş.
54Sak2	Sakarya	Ömercikler	40°40'51.9"N; 30°36'37.0"E	
54Sak3	Sakarya	Elmalı	40°56'29.0"N; 30°21'49.4"E	
59Tek1	Tekirdağ	Hayrabolu	41.2468; 27.1633	Syngenta A.Ş.
59Tek2	Tekirdağ	Çorlu	41.0663; 27.7373	
59Tek3	Tekirdağ	Muratlı	41.0998; 27.5413	
Karadeniz Bölgesi				
5Ama1	Amasya	Merkez,	40.6802; 35.713	Nagehan Çil
5Ama2	Amasya	Suluova	40.8286; 35.7032	
5Ama3	Amasya	Hamamözü	40°48'5.54"K; 35° 7'2.89"D	
19Çor1	Çorum	Merkez	40°33'9.51"K; 34°54'24.22"D	Nagehan Çil
19Çor2	Çorum	Mecitözü	40°27'33.23"K; 35°10'21.64"D	
19Çor3	Çorum	Ortaköy	40°16'21.17"K; 35° 6'50.14"D	
55Sam1	Samsun	Ondokuzmayıs	41.4923; 35.8389	Nagehan Çil
55Sam2	Samsun	Havza	40.9001; 35.7752	
55Sam3	Samsun	Çarşamba	41°13'19.81"K; 36°44'42.14"D	
60Tok1	Tokat	Merkez	40°18'41.29"K; 36°35'31.66"D	Bahadır ŞİN, Tarım İl Müdürlüğü
60Tok2	Tokat	Almus	40°22'13.66"K; 36°54'8.52"D	
60Tok3	Tokat	Taşova	40°44'19.82"K; 36°22'58.74"D	
69Bay1	Bayburt	Merkez	40°15'52.32"K; 40°11'29.18"D	Betül Gıdık

Tohum toplama çalışmalarında Çizelge 3.7'ye göre Akdeniz bölgesi (Adana, Kahramanmaraş, Antalya, Hatay) Doğu Anadolu Bölgesi (Malatya, Muş, Erzurum, Ağrı); Ege Bölgesi (Afyonkarahisar, Denizli, İzmir, Muğla); Güneydoğu Anadolu Bölgesi (Diyarbakır, Şanlıurfa, Mardin, Gaziantep); İç Anadolu Bölgesi (Konya, Ankara, Yozgat, Kayseri); Karadeniz Bölgesi (Çorum, Tokat, Samsun, Kastamonu); Marmara Bölgesi

(Tekirdağ, Balıkesir, Edirne, Sakarya) olmak üzere 7 bölgede 28 ilde 84 lokasyonda tohum toplama işlemi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca Bayburt ilinde *S. arvensis* var. *orientalis* alt türü alınmıştır.

3.2.3. *Sinapis arvensis*'in alt türlerinin belirlenmesi

Toplanan yabani hardal tohumları, her bir lokasyona ait örnekler kendi içerisinde karıştırılarak paçal haline getirildikten sonra 20 adet tohum stok popülasyondan tesadüfi olarak alınmıştır. Tohumlarda bulunan dormansinin kırılma işlemi için; tohumlar %50'lik NaOH çözeltisinde 10 dakika bekletildikten sonra 20 °C sıcaklığa ayarlı inkübatörlerde çimlendirilmiştir (Ateş vd, 2017). Çimlendirilen tohumlardan 3'er adet fidecik saksı ortamına şaşırtılmıştır. Bitkilerin 2 - 4 yapraklı olduğu dönemde seyreltme işlemi yapılarak her saksıda sağlıklı 1 bitki bırakılmıştır. Bitkilerin gelişme döneminde birer yaprak örneği alınarak steril polietilen numune kabına alınmış ve saksı kodu numune kabına yazılarak DNA izolasyonu yapılncaya kadar -20'de muhafaza edilmiştir. Bitkiler meyve (kapsül) bağlama dönemine geldiğinde kapsülün gaga kısmında 1 adet tohum içeren bitkiler *S. arvensis* olarak değerlendirilmiştir (Al-Shehbaz, 1988). Bu tanımlamaya uymayan örneklerin çalışması sonlandırılarak örneği temsil eden stok popülasyondan yeni tohumlar seçilerek denemeler tekrar edilmiştir. Saksı ortamında yetiştirilen bitkiler, tohum bağlama döneminin sonuna kadar bakımları düzenli olarak yapılmıştır. Hasat olgunluğuna gelen bitkiler saksılardan sökülerek her bir bitki bir çuvala konularak örnek kodu çuvala iliştilmiştir. Laboratuvar koşullarında bitkilerin tohumları mekanik yöntemlerle ayıklanmıştır. Elde edilen yeni nesil tohumlar filogenetik analizler sonucuna göre herbisit uygulamalarında ve morfolojik karakterizasyonun belirlenmesi çalışmalarında kullanılmak üzere +4 °C'de muhafaza edilmiştir.

3.2.3.1. *S. arvensis*'in morfolojik özelliklerine göre alt türlerinin belirlenmesi

Denemelerde kullanılan biyotiplere ait tohumlar, laboratuvar koşullarında %50'lik NaOH çözeltisinde 10 dakika bekletilerek dormansileri kırılmıştır ve petri ortamında 20 °C'ye ayarlı inkübatörlerde çimlendirilmiştir (Ateş vd, 2017). Torf, toprak ve kum (1:1:1) karışımını içeren 50 cm X 50 cm'lik saksıların her birine 3 adet fidecik dikilmiştir. Saksıların bakımı düzenli olarak yapılmış ve bitkilerin morfolojik gelişimleri takip edilerek kaydedilmiştir (Çizelge 3.8).

Sinapis arvensis tür teşhisinde, bitkinin tohum kapsülünün uzayan gagasında 1 adet tohum içeren biyotipler *S. arvensis* olarak değerlendirmeye alınmıştır (Al-Shehbaz, 1988). *S. arvensis*'in tür içi varyasyonlarının belirlenmesi çalışmalarında Warwick vd., (2000)'nin *S. arvensis* için bildirdiği morfolojik özellikler referans alınmıştır. Buna göre: alt yapraklar geniş böbrek şeklinde loblu ve yapraklar saplı; gövde: kaba tüylü; üst yapraklar: sapsız, geniş üçgen şekilli, dişli ve eksenlerde genellikle morumsu; çiçek: parlak sarı, dört yapraklı,

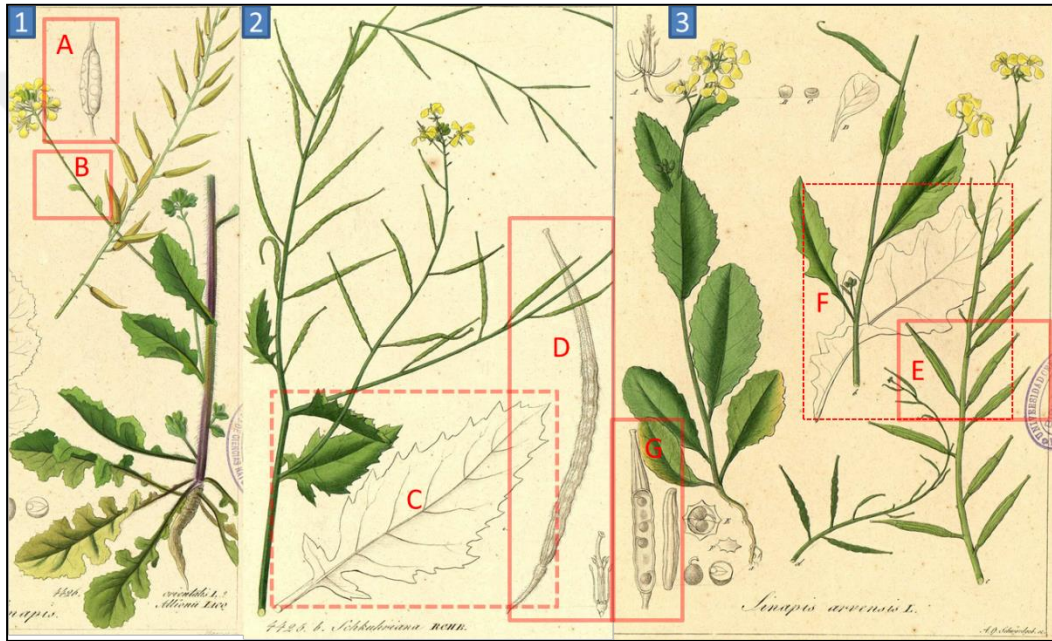
6 tozlayıcı anten; kapsül: 3-5 cm uzunluğunda, genellikle tüysüz, kısa kalın saplı, valfler (kapsül) güçlü bir şekilde üç sinirlidir ve olgunlukta uzunlamasına bölünür. Kapsülde bir ila iki tohum içeren yassı bir gaga ile sonlanır. Tohum: siyah-morumsu renktedir (Warwick vd., 2000). Bu tanımlamaya uymayan biyotipler işaretlenerek karakteristik özelliklerine göre gruplandırılmıştır. Gruplandırılan biyotiplerin morfolojik özellikleri flora kitapları incelenerek teşhisler gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.8. *Sinapis arvensis* biyotiplerinin morfolojik gelişimleri

Organ	Karakter
Yaprak	Yaprak tipi
	Yaprak tüyü
	Yaprak yapısı
	Yaprak renk tonu (1-5)
	Yaprak damar yapısı
	Yaprak damar rengi
Yaprak	Yaprak sapı
	Yaprak sayısı
	Yaprak dizilimi
Sürgün	Sürgünde tüy
	Sürgün rengi
	Boğum yaprak tipi
	Boğum rengi
Gövde	Gövde tüyü
	Gövde tüy yönü
	Gövde renk tonu
	Gövde şekli
	Kök boğazında ilk sürgün yüksekliği
Çiçek	Çiçek kokusu
	Taç yaprak renk tonu
	Taç yaprak şekli
	Çiçeklenme tarihi
	Erkek anter sayısı
Meyve (kapsül)	Kapsül tüyü
	Kapsül tüy yönü
	Kapsül yapısı
	Şapka tipi
	Gaga tohumlu/sayısı
	Kapsülün sürgüne açısı
	Sürgün kapsül yoğunluğu
	Kapsül uzunluğu
	Valf sınırları belirgin
	Pedisel üst sınır belirgin
	Pedisel tüylü
Tohum	Tohum rengi
	Tohum büyüklüğü
	Tohumda kanat varlığı
Bitki boyu	Kök boğazından itibaren

Teşhis çalışmalarında Horti Botanica, (Jacquin, 1770; Avusturya), Synopsis florae Germanicae et Helveticae (Koch, 1838 Orta Avrupa), Flora Orientalis (Boissier, 1867; İtalya, Mısır, Hindistan), Flora of Syria, Palestine, and Sinai (Tristram, 1883; Suriye, Filistin ve Sina Florası), Flora von Deutschland (Thomé, 1888; Almanya), Plantes Vasculaires, De La Tunisie (Bonnet ve Barratte, 1896; Tunus), Flora Pyrenaea, (Bubani 1897 Fransa), Flora

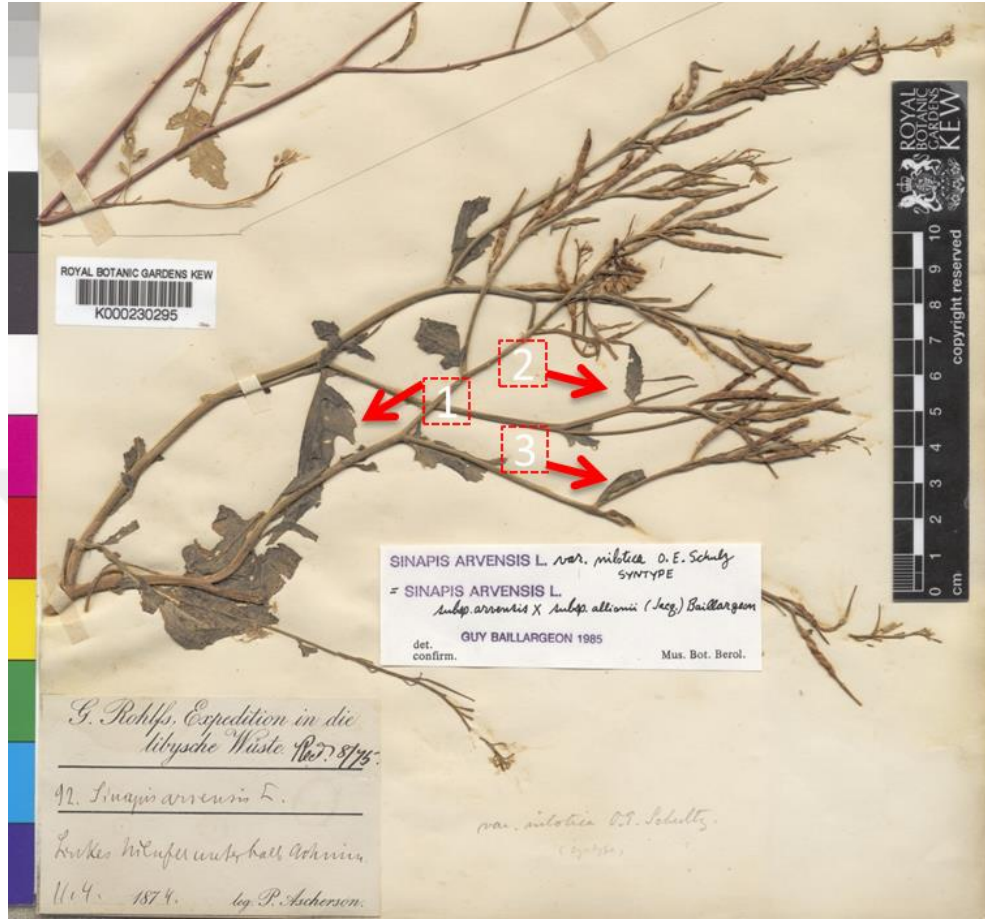
Analitica D'Italia (Fiori, 1908; İtalya), Illustrierte Flora von Mittel-Europa (Sipkes, 1919; Avrupa), Flora of Turkey and East Aegean Island (Davis, 1965; Türkiye ve Doğu Akdeniz), Flora Española Iconografia Selecta (Guinea, 1974; İspanya), Flore De La Tunisie, (Pottier-Alapetite, 1979; Tunus), Flora of Europa (Chater, 1993; Avrupa) Flora Iberica (Ibérica, 1993; İber Yarımadası), Flora Of Egypt (Boulos, 1999; Mısır), Estudios Sobre Cinc Herbaris Històrics De L'institut Botànic De Barcelona (Ibañez ve Cortina, 2006; İspanya), Flora Silvestre En Hoyo De Manzanares (González, 2014; İspanya) gibi flora kitaplarının yanısıra online e-flora ve dijital herbarium veri tabanlarından faydalanılmıştır. İncelenen flora kitapları ve herbarium örneklerinden bazıları Şekil 3.16, Şekil 3.17 ve Şekil 3.18'da verilmiştir.



Şekil 3.16. 1: *S. allionii* 2: *S. schkuhriana* görsel 3 *S. arvensis* (Reichenbach, 1855)

Icones Florae Germanicae et Helveticae (Reichenbach, 1855)'de yer alan Şekil 3.16 üzerinde belirtilen 1 numaralı görselde *S. allionii*'nin kapsül (A) valfleri şişkin ve tohum kabuğu üzerinde tohum izlerinin dışarıdan görüldüğü, üst yapraklarının (B) düz ve subulat forma doğru ilerlediği görülmektedir. 2 numaralı görselde *S. schkuhriana*'nın yaprak formunun (C) subulat ve keskin dişli, kapsüller (D) ince uzun ve tohumlar sıralı şekilde dizilmiş, kapsül valflerinde tohum izi belirgin ve çentiklidir. Görsel 3'te *S. arvensis*'in alt yaprakları (F) buruşuk, yaprak ayasından hafif kıvrımlı, Kapsül (E) sürgün üzerinde düzensiz çıktığı, aynı noktada karşılıklı olarak birden fazla kapsülün bağlandığı (*Brassica nigrum*'da olduğu gibi), sürgün boyunca yer yer tek yönlü kapsüllerin sürgüne bağlandığı ve kapsül (G) tek valfe sahip olup kapsülde tohum izi görülmemektedir (Reichenbach, 1855). *S. arvensis* subsp. *arvensis* olarak 1874 yılında Ascherson tarafından Libya'da toplanan örnek, daha sonra 1985 yılında *S. arvensis* var. *nilotica* olarak isimlendirilmiştir. Şekil 3.17'deki

herbaryum örneği, son olarak 2005 yılında *S. arvensis* subsp. *allionii* olarak yeniden teşhis edilerek güncellenmiştir (Anonymous, 2020a).



Şekil 3.17. *Sinapis arvensis* subsp. *allionii* (Anonymous, 2020a)

Şekil 3.17 üzerinde işaretlenen 1, 2 ve 3 nolu yaprak örneklerinde olduğu gibi bu varyasyonun en belirgin özelliği pinati-partite, subulat ve linear formunda farklılaşan yaprakların aynı bitki üzerinde görülmesidir. Ayrıca bitki kapsüllerinin 2 adet valften oluşması özellikle *S. arvensis* subsp. *arvensis*'ten ayırt edici önemli bir markördür.

Schur tarafından 1882 yılında Romanya'da toplanan örnek Şekil 3.18'de verilmiştir. *Sinapis schkuhriana* (= *S. arvensis* subsp. *schkuhriana*) alt türüne ait Şekil 3.18'de verilen herbarium örneğinde kapsül üzerinde gaga kesitinin uzunluğu ve kapsülün çok ince bir dokudan oluştuğu, tohumların izi ve dizilişi kapsülün dış kabuğu üzerinde belirgin, alt yapraklar köşeli, üst yapraklar ise sivri uçlu, üçgen şeklinde dişli yapraklara sahiptir (Anonymous, 2020b). Farklı bulunan tür içi varyasyonlarının bitki kök, gövde, yaprak, çiçek ve meyve kesitlerini içerecek şekilde bitkilerin dijital ve fiziki herbaryumları yapılmıştır (Şekil 3.19 ve Şekil 3.20). Diyarbakır Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (DZMAE)'nin Yabancı Ot Bölüm Başkanlığı Herbaryumu, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bitki Sağlığı Kliniği Uygulama ve Araştırma Merkezi Herbaryumu (MKUBK) ve Malatya İnönü Üniversitesi Biyoloji Bölümü Herbaryumunda kayıt altına alınmıştır.

Ayrıca çalışmada kullanılan her bir biyotipin yeni nesil tohumları elde edilerek DZMAE'nin tohum kataloğunda kayıt altına alınmıştır.



Şekil 3.18. *Sinapis schkuhriana* (görsel üzerinde kapsül ve yaprak tipi işaretlenmiştir) (Anonymous, 2020b)



Şekil 3.19. Herbarium örneklerinin hazırlanması



Şekil 3.20. Fiziki ve dijital herbariumlarının yapımı

3.2.3.2. *S. arvensis*'in alt türlerinin moleküler yöntemlerle belirlenmesi

Sinapis arvensis'in Alt türlerin belirlenmesinde sera koşullarında yetiştirilen her bir *S. arvensis* bitkisinden alınan genç yaprak örnekleri sıvı azot (LN₂) ortamında havan

içerisinde öğütülmüştür. Qiagen DNeasy Plant Mini Kit (kat. no: 69106) marka DNA ekstraksiyon kiti ile firmanın bildirdiği şekilde (EK1) total DNA'lar elde edilmiştir. Total DNA'lar elde edildikten sonra örneklerin bir sonraki aşamada PCR işlemleri için -20 °C'de muhafaza edilmiştir. İzole edilmiş *S. arvensis* türünün genomik DNA'larında yer alan ribozomal DNA (rDNA) üzerindeki ITS bölgeleri ve kloroplast DNA (cpDNA)'sı üzerinde yer alan matK (Maturaz kinaz) bölgelerinin çoğaltılması için evrensel primerler kullanılmıştır. Genomik DNA'ların rDNA bölgesi için: ITS4 (F): 5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3'; ITS5 (R): 5'-GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG-3' (White vd., 1990). Genomik DNA'ların matK bölgesi için: trnK-710 (F) 5'-CGC ACT ATG TGT CAT TTC AGA ACT C -3' ve trnK-2 (R) 5'-CCC GGA ACT AGT CGG ATG GAG -3' (Koch vd., 2001). Çalışmada Vivantis marka PCR kiti kullanılmıştır. Hazırlanan mix karışım her bir örnek için 50µl hacimde olacak şekilde hazırlanmıştır. Reaksiyonda gerekli PCR bileşenleri her bir tüp için 10µl 5X PCR Tamponu; 1µl dNTP, 3µl MgCl₂, 5µl Kalıp DNA, 1µl Primer F (forward: ileri), 1µl Primer R (reverse: geri), 0.25µl Go Taq G2 Flexi DNA polimeraz enzimi, 28.75 µl steril su'dan oluşmaktadır. Steril tüplere tüm PCR parametreleri konulduktan sonra mini-santrifüj (Daihan marka) yapılarak tüm sıvıların tüplerin tabanına toplanması sağlanmıştır. Hazırlanan PCR karışımı Techne marka Tc-512 model PCR cihazında aşağıda verilen 35 termal döngü olacak şekilde uygulanmıştır (Çizelge 3.9).

Çizelge 3.9. PCR sıcaklık döngüleri

Sıcaklık	Süre	Reaksiyon	Döngü
rDNA: ITS4 ve ITS5			
94 °C	2 dk	DNA çift zincirinin ayrılması	Toplam 35 döngü
94 °C	1 dk	DNA çift zincirinin ayrılması	
55 °C	1 dk	Primerlerin bağlanması	
72 °C	2 dk	DNA sentezi	
72 °C	10 dk	Son uzama	
cpDNA: matK: trnK-710 ve trnK-2			
94 °C	2 dk	DNA çift zincirinin ayrılması	Toplam 35 döngü
94 °C	1 dk	DNA çift zincirinin ayrılması	
65 °C	1 dk	Primerlerin bağlanması	
72 °C	2 dk	DNA sentezi	
72 °C	10 dk	Son uzama	

PCR ürünlerinin görsel hale getirilmesi amacıyla PCR ürünleri %1,25 agaroz jelde kuyucuklara PCR ürünleri yükleme tamponu (Thermo 6X loading buffer) ile yüklenmiştir. Dizi uzunluklarının belirlenmesi için 100 bp DNA marker (Thermo kat. no: SM241) jele eklenmiştir. Ayrıca negatif kontrole PCR bileşenlerine steril saf su konulmuştur. elektroforezde Thermo marka güç kaynağıyla 80 watt ve 80 dakika koşturulmuştur. DNA koşturma işlemi tamamlandıktan sonra %0,1'lik ethidium bromür'de 10 dakika boyanan PCR ürünleri DNR marka jel görüntüleme sistemine aktararak PCR ürünleri görüntülenmiştir. Bantların elde edildiği PCR ürünleri, çift yönlü DNA dizilemesi olacak

şekilde sekans okumaları Medsantek A.Ş. tarafından hizmet alımı ile gerçekleştirilmiştir.

3.2.4. *Sinapis arvensis* tohumlarının çimlenme sıcaklıklarının belirlenmesi

Yabani hardal tohumlarının yüksek dormansiye sahip olduğu bilinmektedir (Günçan, 1982; Erciş vd 1993; Üremiş ve Uygur, 1999; Akın, 2004; Ateş ve Üremiş, 2021; Şin ve Kadioğlu, 2021). Yabani hardal tohumlarının dormansi kırma metotlarıyla ilgili amaca uygun birçok uygulama bulunmaktadır: GA₃ uygulaması, sıvı nitrojen uygulaması, NaOH uygulaması, H₂SO₄ uygulaması (Ateş ve Üremiş, 2021; Şin ve Kadioğlu, 2021). Bu çalışmada çimlenme sıcaklıklarının belirlenmesi işlemi için pratik olması nedeniyle GA₃ (1000 ppm'lik çözelti) uygulamasından yararlanılmıştır (Ateş ve Üremiş, 2018). *S. arvensis* tohumlarının illere göre çimlenme sıcaklıklarının belirlenmesi çalışmalarında 7 bölgeyi temsilen 28 ile ait örnekler değerlendirilmiştir. Ayrıca, Şanlıurfa ve Diyarbakır illerinden alınan *S. arvensis* subsp. *arvensis* ve *S. arvensis* subsp. *allionii* alt türleri arasında tohumların çimlenme yönüyle farklılıklarını belirlemek amacıyla her iki ilde çalışmalarda kullanılan tohumlar biyotip özelliğindedir. Şanlıurfa ilinde Eyyübiye ilçesi, Diyarbakır ilinde ise Sur ilçesinden biyotipler alınmıştır. Diğer illerde ise çalışmalarda her bir ilçeye ait buğday tarlasından en az 20 adet bitki toplanmıştır. Her bir ili temsil eden 3 ilçeye ait *S. arvensis* tohum örneklerinden 5'er g tartılarak kendi içerisinde paçal yapılmıştır. Daha sonra farklı gözeneklere sahip elek sisteminden geçirilen tohumların eşit büyüklükte olması sağlanarak ayıklama işlemi yapıp fiziki olarak zarar görmüş tohumlar ortamdan uzaklaştırılmıştır. Steril laminar flow kabinde çift kat kurutma kağıdı yerleştirilmiş 9 cm çapındaki steril petri kaplarına 1000 ppm'lik GA₃ çözeltisinden (dormansi kırma işlemi için) 6 ml konulmuştur. Her bir ile ait paçal yapılmış *S. arvensis* tohumlarından 20 adet alınarak %1'lik NaClO çözeltisinde 1 dakika bekletildikten sonra steril saf su ile yıkanarak tohumların yüzey sterilizasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu işlemleri takiben petri kaplarına tohumların yerleştirilmesi yapılmıştır. Hazırlanan petriler 0, 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 ve 40 °C sıcaklığa ayarlı çimlenme kabinlerine (inkübatör) konulmuştur. Ekimden itibaren petrilerin gün aşırı (1, 2, 3... ve 14.) kontrolleri yapılarak tohumlardan çıkış yapan kökçük (radikula) boyu 5 mm ve üzerinde olan tohumlar çimlenmiş kabul edilerek çimlenen tohumlar ortamdan uzaklaştırılmıştır. Petrilerin ihtiyacına göre steril saf su ilavesi yapılarak petri nemi stabil tutulmaya çalışılmıştır. Denemeler 4 tekerrürlü ve 3 kez tekrar edilerek yürütülmüştür (Dişli ve Nemli, 2014; Yazlık ve Üremiş, 2015; Bozdoğan vd., 2018; Bozdoğan vd., 2019; Özkil ve Üremiş, 2019; Tursun, 2020, Şin ve Kadioğlu, 2021; Ateş ve Üremiş, 2021).

3.2.5. Alt türlerin doz etki çalışmaları ile herbisitlere tepkisinin belirlenmesi

Sinapis arvensis L.'in morfolojik ve moleküler çalışmalar sonucu elde edilen veriler doğrultusunda alt tür olma potansiyeli taşıyan bitkilerden sera koşullarında elde edilen yeni nesil tohumlar ile çalışmalar yürütülmüştür. NaOH (%50) uygulaması ile dormansileri

kırılan Yabani hardal tohumları 6 ml saf su içeren 9 cm'lik petri kaplarına ekimleri gerçekleştirilmiştir ve 20 °C sıcaklığa ayarlı inkübatöre konularak çimlenmeleri sağlanmıştır. İnkübatörde çimlenen tohumlar steril torf: toprak, kum (1:1:1) karışımının konulduğu 10x10 ebatlarındaki saksılara pens yardımı ile dikimleri gerçekleştirilmiştir. Her saksıya 2 adet fidecik (çimlenen tohumlar) şaşırtılmıştır. Bitkiler 2- 4 gerçek yapraklı olduğu dönemde her saksıda sağlıklı bir bitki kalacak şekilde seyreltme işlemi yapılmıştır (Şekil 3.21).



Şekil 3.21. *S. arvensis*'in alt türlerinin 2-4 gerçek yapraklı dönemi

Bu dönemde buğday alanlarında ruhsatlı olarak kullanılan farklı etki mekanizmalarına sahip herbisitlerden Syngenta A.Ş. firmasına ait 30 g/l Clodinafop-propargyl + 7,5 g/l Florasulam + 30 g/l Pinoxaden + 7,5 Cloquintocet-mexyl (Safener); Bayer A.Ş. firmasına ait 300 g/l Bromoxynil + 300 g/l MCPA; Adama Turkey Tarım San. A.Ş. firmasına ait 500 g/l 2,4-D asite eşdeğer dimethyl amin tuzu formülasyonlarından oluşan 3 adet herbisit ile doz-etki denemeleri yapılmıştır. Herbisitlerin hazırlanmasında ürün etiketinde belirtilen firma beyanları esas alınmıştır. Doz-etki denemeleri dekara 30 litre saf su hesabıyla herbisit 0 (kontrol), N/4, N/2, N (ruhsatlı dozu), 2N, 4N ve 8N olmak üzere 7 karakterli 1'er litrelik karışımları hazırlanmıştır (Şekil 3.22). Herbisit uygulamaları, elektronik kontrollü sprey kabin içerisinde, 3 atm basınç altında 50 cm püskürtme yüksekliğinde, teejet marka Even-Flat (yelpaze hüzmeli) meme tipiyle gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.23). Denemeler 4 tekerrürlü olarak yürütülmüş ve çalışma 2 kez tekrar edilmiştir. Herbisit uygulamalarını takiben 28. günde bitkiler toprak yüzeyinden hasat edilerek bitkiler ayrı ayrı kâğıt zarflara konulmuştur. Her bir zarf üzerine örnek numarası, uygulanan aktif maddenin adı ve uygulanan doz miktarı yazılmıştır. Hasat edilen bitkiler 70 °C'de 48 saat boyunca etüvde tutularak kuru biyomasların standart ağırlığa gelmesi sağlanmıştır. Kurutulan bitki örnekleri hassas terazide tartım işlemleri yapılarak kuru ağırlıkları belirlenmiştir (Reddy, 2001; Işık vd, 2009). Bulunan değerler kontrol parsellerindeki bu yabancı otların kuru ağırlığının yüzdesi ile oranlanarak oransal değerler elde edilmiştir.



Şekil 3.22. Doz etki denemelerinde kullanılan herbisitlerin 1 L'lik karışımları



Şekil 3.23. Doz-etki denemelerinde kullanılan sprey kabin

Şekil 3.23'te verilen sprey kabin, kontrollü koşullarda pestisit uygulamaları amacıyla tasarlanmıştır. Pestisit püskürtme özelliği, güç kaynağına bağlı sıvı kompresörle sağlanmaktadır. Püskürtme debisi 0-6 atm. basınç aralığında ayarlanabilmektedir. Cihaz üzerinde bulunan kontrol paneli: ilaçlama hızı (m/s), ilaçlama alanı (cm), ilaçlama şekli (çift kat / tek kat), ilaçlama sayısı, regülasyon süresi gibi özelliklerin ayarlanmasını sağlamaktadır. İlaçlama yüksekliği cihaz içerisinde ayarlanabilir asansör ile sağlanmaktadır.

3.2.6. Verilerin değerlendirilmesi

3.2.6.1 Buğdayın kritik periyodu ve kalite parametrelerinin istatistiksel analizleri

Parsellerden elde edilen buğday verimi, sezon boyu yabancı otsuz tutulan parselden elde edilen buğday verimine oranlanarak nisbî verim hesaplanmıştır. Çalışmalarda kullanılan Günlük Gelişme Derecesi (GGD) Severino ve Auld (2014)'e göre hesaplanmıştır. GGD için 2019 - 2020 ile 2020 - 2021 buğday üretim sezonunda deneme alanına yerleştirilmiş sıcaklık

ve nem ölçer (Hobo) cihazından elde edilen değerler günlük olarak kaydedilmiştir. Elde edilen veriler, yabancı ot alım zamanları GGD hesaplamaları üzerinden belirlenmiştir. Bu eşitlikte buğday için gelişme sıcaklığı (Tb) 0 (McMaster ve Wilhelm, 1997) alınmıştır.

$$GGD = [(T_{max} + T_{min}) / 2] - T_b$$

GGD= Günlük Gelişme Derecesi

T_{max}: bir günün en yüksek sıcaklık değeri (°C),

T_{min}: bir günün en düşük sıcaklık değeri (°C),

T_b: Gelişme sıcaklığı sıcaklık.

Yabancı otlarla mücadelede kritik periyodu (YOMKP) hesaplamak için, oransal veriler PR °C NLMIXED prosedürüne bağlı olarak regresyon analizine tabi tutulmuştur. İstatiksel analizler, Knezevic vd., (2007) tarafından önerilen modellere göre yapılmıştır. Ürün kayıpları (%) dört parametrelili log-logistik model kullanılarak yapılmıştır (Knezevic vd., 2007). Bu modelde kullanılan formül aşağıda verilmiştir:

$$Y = C + [(D-C) / (1 + \exp(B(\log X - \log E)))]$$

Y= oransal verim

C=alt limit

D=üst limit

X=bitki çıkışını takip eden GDD değerleri

E=Üst limit ile alt limit arasındaki %50 tepkime

B=Değişim aralığı

Tüm istatistiki analizler ve grafikler doz-tepki (drc) eğrileri istatistik paket program yardımı ile R program (R Development Core Team, 2006) ile yapılmıştır. Bu programa göre %2.5 (YR 2.5), %5 (YR5) ve %10 (YR10) verim kayıpları GGD değerleri üzerinden hesaplanmıştır. Buğdayın 2020 ve 2021 yılına ait 1000 dane ağırlıkları, hektolitreye ağırlıkları, nem oranı, sedimentasyon, yaş gluten, protein analizleri ve yabancı ot kuru ağırlıklarına ait veri setlerine normalite testleri yapılmıştır. Normal dağılım göstermeyen veriler karekök dönüşümü uygulandıktan sonra varyans analizi yapılarak verilerin ortalamaları ve standart hata (±SE) değerleri belirlenmiştir. Verilerin karşılaştırılmasında LSD testi uygulanmıştır. Parametrik nitelik taşıyan tüm veriler Pearson korelasyon testi ile değerlendirilmiştir. Tüm uygulamalar JUMP16 paket programı üzerinden yapılmıştır.

3.2.6.2 Moleküler analizlerden elde edilen verilerin değerlendirilmesi

Sinapis arvensis biyotiplerinden elde edilen genomik DNA'ların tamamı ITS bölgesine ait sekans dizileri çıkarılmıştır. Ayrıca morfolojik olarak farklı bulunan varyasyonların ise matK (Maturaz kinaz) bölgesi *S. arvensis*'in morfolojik farklılıklara göre gruplandırılmış ve her bir grubu temsil eden 2 biyotipe uygulanmıştır. İzole edilmiş *S. arvensis* türünün kloroplast bölgesinde rps12 üzerinde yer alan maturaz kinaz (matK)

proteinin trnK bölgelerinin çoğaltılması için evrensel primerler kullanılmıştır (Koch vd., 2001). Elde edilen PCR ürünleri Medsantek A.Ş.'ye hizmet alım yolu ile her bir biyotipe ait ilgili bölgenin sekans dizileri elde edilmiştir. Sekans dizileri Windows tabanlı UGENE-38.1 sürümlü program aracılığı ile NCBI üzerinden erişilen "DQ249828.1" ve KU739544.1 referans dizi ile hizalanmıştır. Zayıf pik veren veya okuma yapılamayan bölgeler temizlenerek çift yönlü dizilerden consensus diziler elde edilmiştir. Çoklu sekans karşılaştırılmasında (Multiple sequence alignment) ClustalW modu ile diziler karşılaştırılmıştır. Filogenetik ağaçların çiziminde Mega11 programı üzerinden Neighbor-Joining metoduna göre ve Bootstrap metodu ile 10 000 kez tekrar ettirilmiş olup evrimsel mesafe p-distance yöntemi ile belirlenerek boşluklar gözardı edilmiştir (Saitou ve Nei, 1987; Felsenstein, 1985; Nei ve Kumar, 2000; Tamura vd. 2021).

3.2.6.3 *S. arvensis* tohumlarının çimlenme sıcaklıklarının istatistikî analizleri

İllere göre çimlenme oranlarının belirleme çalışmaları tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Tüm çalışmalar 3 kez tekrarlanmış olup veriler birleştirilerek kullanılmıştır (Uygur, 1985; Üremiş ve Uygur, 1999; Ateş, 2017). Verilerin değerlendirilmesinde GLM model One Way (ANOVA) varyans analizi uygulanmış olup elde edilen değerlerin standart sapmaları hesaplanmıştır. Uygulamalar arasında fark Duncan çoklu karşılaştırma testi ($P \leq 0.05$) kullanılarak bulunmuştur. Tüm hesaplamalarda IBM SPSS 21 istatistik paket programı kullanılmıştır.

3.2.6.4 Herbisit uygulamalarının istatistikî analizleri

Sera denemelerinde uygulanan herbisitler sonucunda bitkilerin oransal kuru madde miktarlarına göre elde edilen veriler ANOVA testine ($P < 0.05$) tabi tutulmuştur. Değerlendirmelerde F testi değeri ($P \leq 0.01$) baz alınmıştır. Herbisitlerin *S. arvensis*'in alt türlerine göre etkilerinin (duyarlılıklarının) belirlenmesinde dört parametrelili log-logistic model kullanılarak non-linear regresyon analizi yapılmıştır (Streibig, vd., 1993; Seefeldt, vd., 1995). Bu analizde $Y = C + [(D-C) / (1 + \exp(B(\log X - \log E)))]$ formülü kullanılmıştır. Formülde Y tepkiyi, C alt limiti, D üst limiti, X herbisit dozunu, E alt ve üst limit arasında %50'sinden sorumlu olan dozu ve B ise eğim noktasındaki çizginin eğim derecesini vermektedir. Bütün istatistikî analizler ve grafikler programa ilave edilen doz-tepki eğrisi (drc) istatistikinden (Knezevic ve Ulloa, 2007) faydalanılarak R programında (R Development Core Team, 2006) çizilmiştir. Ayrıca herbisit uygulamasının Yabani hardal biyotiplerini kontrol altına alma seviyesini belirlemek için ED₅₀ (%50 kontrol) ve ED₉₀ (%90 kontrol) değerleri de hesaplanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Buğdayın Kritik Periyodunun Belirlenmesi

Buğdayın yabancı otlara karşı kritik periyodunun belirlenmesinde 2020 ve 2021 yıllarında buğday üretim sezonunda deneme alanlarında çerçeve atma yöntemiyle kontrol parsellerinde belirlenen yabancı ot türleri, yoğunluğu (bitki/m²), kaplama alanları (%) ve çerçeve içerisine girmeyen ancak parsellerde bulunan (çerçeve dışı) yabancı ot türleri Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kontrol parsellerinde 2020 yılında görülen yabancı otlar

Familiya	Bilimsel adı	Yerel adı	Yoğunluk (bitki/m ²)	Kaplama alanı (%)
Brassicaceae	<i>Sinapis arvensis</i> L.	Yabani hardal	6.7	32.0
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Tarla sarmaşığı	2.7	5.0
Papaveraceae	<i>Papaver</i> spp.	Gelincik	2.7	5.0
Ranunculaceae	<i>Consolida orientalis</i> (Gay) Schröd.	Tarla hezaranı	1.3	5.0
Rubiaceae	<i>Galium tricornerutum</i> Dandy	Boynuzlu yoğurt otu	1.3	3.0
Asteraceae	<i>Cichorium intybus</i> L.	Yabani hindiba		
Poaceae	<i>Avena sterilis</i> L.	Kısır yabani yulaf		Çerçeve dışı
Poaceae	<i>Hordeum spontaneum</i> C. Koch	Yabani arpa		
Fabaceae	<i>Cicer arietinum</i> L.	Kendi gelen nohut		

Çizelge 4.1’e göre 2020 yılı buğday deneme alanında sezon boyunca yabancı otlu kontrol parsellerinde görülen yabancı ot türlerin yoğunluğu ve kaplama alanları sırasıyla *S. arvensis* L. 6.7 bitki/m² ve %32.0, *Convolvulus arvensis* L. 2.7 bitki/m² ve %5.0, *Papaver* spp. 2.7 bitki/m² ve %5.0, *Consolida orientalis* (Gay) Schröd. 1.3 bitki/m² ve %5.0, *Galium tricornerutum* Dandy 1.3 bitki/m² ve %3.0 olarak belirlenmiştir. Ayrıca parsellerde görülen ancak çerçeve içerisine girmeyen türlerin sayısı 4’tür. Bu türler: *Cichorium intybus* L., *Avena sterilis* L., *Hordeum spontaneum* C. Koch ve *Cicer arietinum* L.’dir.

Çizelge 4.2. Kontrol parsellerinde 2021 yılında görülen yabancı otlar

Familiya	Bilimsel adı	Yerel adı	Yoğunluk bitki/m ²	Kaplama alanı (%)
Brassicaceae	<i>Sinapis arvensis</i> L.	Yabani hardal	1.7	16.7
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Tarla sarmaşığı	4.6	8.3
Fabaceae	<i>Lens culinaris</i> L.	Kendi gelen mercimek	4.0	6.7
Poaceae	<i>Avena sterilis</i> L.	Kısır yabani yulaf	4.3	6.7
Apiaceae	<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	Zühre tarağı		
Asteraceae	<i>Cichorium intybus</i> L.	Yabani hindiba		
Asteraceae	<i>Lactuca serriola</i> L.	Dikenli yabani marul		
Fabaceae	<i>Vicia sativa</i> L.	Yabani fiğ		
Papaveraceae	<i>Fumaria officinalis</i> L.	Gelincik		
Papaveraceae	<i>Papaver</i> spp.	Hakiki şahtere		Çerçeve dışı
Poaceae	<i>Phalaris</i> spp.	Kuşyemi		
Ranunculaceae	<i>Adonis</i> sp.	Kan damlası		
Ranunculaceae	<i>Ranunculus arvensis</i> L.	Tarla düğün çiçeği		
Ranunculaceae	<i>Consolida orientalis</i> (Gay) Schröd.	Tarla hezaranı		
Rubiaceae	<i>Galium tricornerutum</i> Dandy	Boynuzlu yoğurt otu		

Çizelge 4.2’ye göre 2021 yılı buğday deneme alanında sezon boyunca yabancı otlu kontrol parsellerinde görülen yabancı ot türlerin yoğunluğu ve kaplama alanları *S. arvensis*

1.7 bitki/m² ve %16.7 kaplama alanı; *Convolvulus arvensis* L. 4.7 bitki/m² ve %8.3 kaplama alanı; *Lens culinaris* L. 4 bitki/m² ve %6.7 kaplama alanı; *Avena sterilis* L. 4 bitki/m² ve %6.7 kaplama alanı olarak belirlenmiştir. Ayrıca parsellerde bulunan ancak çerçeveye girmeyen türlerin sayısı 11 adettir: *Scandix pecten-veneris* L., *Cichorium intybus* L., *Lactuca serriola* L., *Vicia sativa* L., *Papaver* spp., *Fumaria officinalis* L., *Phalaris* spp., *Adonis* sp., *Ranunculus arvensis* L., *Consolida orientalis* (Gay) Schröd. ve *Galium tricornutum* Dandy olarak belirlenmiştir.

Buğday deneme alanında her iki sezonda da *Lamium aleppicum* Boiss. ve Hausskn., *Veronica arvensis* L. gibi türler deneme parsellerinde ot alımların yapıldığı dönemde yoğun görülmesine karşın hasat dönemine kadar otlu tutulan kontrol parsellerinde bu türlerin kalıntılarına rastlanmamıştır. Bu türlerin vegetasyon sürelerinin kısa olması, buğday sapa kalkma döneminde gölgede kalarak hasat zamanına kadar yaşamını sürdürmemesi nedeniyle kontrol parsellerinde bu türlere rastlanmamıştır. Ayrıca bir önceki üretim sezonuna göre kendi gelen nohut ve özellikle kendi gelen mercimek türlerinin buğdayın sapa kalkma dönemiyle birlikte gölgede kaldığı popülasyonun çoğu kuruyarak toprağa karıştığı bu nedenle kontrol parsellerinde bu türlerin yoğunluğu oldukça düşük çıkmıştır.

Güneydoğu Anadolu bölgesinde buğday alanlarında yapılan survey çalışmaları incelendiğinde genel olarak: *S. arvensis*, *Avena sterilis*, *Galium tricornutum*, *Convolvulus arvensis*, *Papaver* spp. *Lolium* spp., *Hordeum* spp. türleri buğday alanlarında en yaygın ve en yoğun bulunan türler arasında yer almaktadır (Uludağ ve Demir; 1997; Uludağ (1993; Bükün, 2004; Özasan, 2011; Gökalp ve Üremiş, 2015; Arslan vd., 2017; Sırrı, 2019; Ateş ve Üremiş, 2020; Ateş ve Üremiş, 2022). Mevcut çalışmalar Diyarbakır ilinde buğdayın kritik periyodunun belirlenmesinde 2020 ve 2021 yıllarında yürütülen denemelerin kontrol parsellerinde bulunan yabancı otları içermektedir.

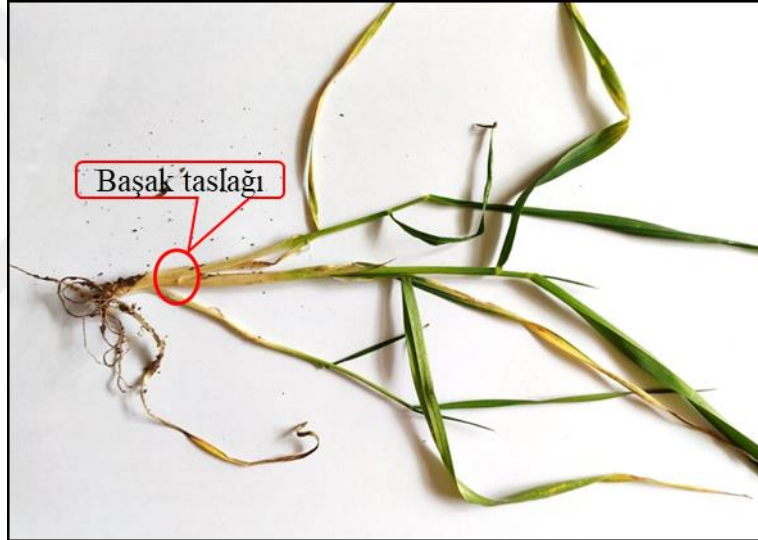
Dinç ekmeklik buğday çeşidi ile 2020 ve 2021 buğday üretim sezonunda Diyarbakır koşullarında yürütülen tarla denemelerinde buğday bitkisinin fenolojik dönemleri Zadoks skalasına göre Çizelge 4. 3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3'te. 2020 yılı denemelerinde Zadoks Skalasına göre çimlenme, fide oluşumu ve fide döneminin tamamlanması 05.01.2020 tarihinde tamamlanmıştır. Kardeşlenme dönemi Zadoks 20 - 29 skalasına göre 20.01.2020 tarihinde başlayıp 28.02.2020 tarihine kadar devam etmiştir. Bu tarihten itibaren sapa kalkma öncesi dönem başlangıcı olup (Zadoks 30) yabancı ot yoğunluğuna göre çıkış sonrası herbisit uygulamaları için tavsiye edilen en uygun dönemdir. Sapa kalkma başlangıcı Zadoks - 31 ise 07. 03.2020 tarihinde kaydedilmiştir. Bu dönemde toprak yüzeyinde ilk boğum görülmeye başlar ve başak taslağı toprak yüzeyinden 1-2 cm üzerindedir, bu dönemde herbisit uygulamaları önerilmez, çünkü başak taslağı herbisit uygulamalarından zarar görebilmektedir (Şekil 4.1). Olgunluk dönemi (Zadoks 90 - 99) buğday danelerinin su kaybederek sertleştiği, tırnak veya

pens ile sıkıldığında dane yüzeyinde iz kalmadığı dönemdir, bu dönemde danede nem oranının %15'in altına düştüğünde hasat gerçekleşir.

Çizelge 4.3. Buğdayın Zadoks skalasına göre fenolojik gelişimi

Buğdayın Fenolojik Dönemleri	2019-2020 yılı	2020-2021 yılı	Zadoks Skalası
Çimlenme	16.12.2019	08.12.2020	Zadoks 0-19
Fide dönemi - tek yaprak	20.12.2019	21.12.2020	Zadoks 10-19
Fide dönemi - 3 yaprak	05.01.2020	18.01.2021	Zadoks 10-19
	20.01.2020	30.01.2021	
Kardeşlenme dönemi	05.02.2020	05.02.2021	Zadoks 20-29
	20.02.2020	13.03.2021	
Sapa kalkma öncesi dönem	01.03.2020	16.03.2021	Zadoks 30
Sapa kalkma döneminin başlangıcı	07.03.2020	19.03.2021	Zadoks 31
Sapa kalkma dönemi	20.03.2020	20.03.2021	Zadoks 32-39
Gebecik dönemi	20.04.2020	26.04.2021	Zadoks 40-49
Başaklanma Dönemi	27.04.2020	30.04.2021	Zadoks 50-59
Çiçeklenme dönemi	05.05.2020	07.05.2021	Zadoks 60-69
Süt olum dönemi	20.05.2020	20.05.2021	Zadoks 70-79
Hamur olum dönemi	05.06.2020	05.06.2021	Zadoks 80-89
Olgunluk dönemi - hasat	20.06.2020	20.06.2021	Zadoks 90-99



Şekil 4.1. Buğdayın sapa kalkma döneminin başlangıcı (Zadoks - 31)

Çizelge 4.3'e göre 2021 yılı denemelerinde Zadoks Skalasına göre çimlenme, fide oluşumu ve fide döneminin tamamlanması 18.01.2021 tarihinde tamamlanmıştır. Kardeşlenme dönemi Zadoks 20 - 29 skalasına göre 30.01.2021 tarihinde başlayıp 13.03.2021 tarihine kadar devam etmiştir. Sapa kalkma başlangıcı Zadoks - 31 19.03.2021 tarihinde kaydedilmiştir. Olgunluk ve hasat dönemi (Zadoks 90 - 99) 20.06.2021 tarihinde kaydedilmiştir. Buğdayın Zadoks Skalasına göre yapılan iki yıllık gözlemler arasında özellikle yabancı otların mücadelesi açısından 2020 yılında Sapa kalkma öncesi dönem (Zadoks - 30) 01.03.2020 - 07.03.2020 tarihleri arasında 6 gün sürerken, 2021 yılında 16.03.2021 - 19.03.2021 tarihleri arasında 3 günlük bir süreyi kapsadığı her iki yıl arasında iklimin seyrine göre buğdayın gelişiminde özellikle Zadoks-30'da 12-15 gün sapmanın bulunduğu ve buğdayın fenolojik dönemlerini tamamlama sürelerinin kısalıp uzayabildiği

görülmektedir. İklimin seyrine göre buğdayın fenolojik dönemlerinde sapmalar olduğu bilinmektedir (Müjdecı vd., 2005; Kara ve Akkaya; 2020; Bayhan vd., 2022).

Buğdayın fiziksel kalite özellikleri deneme parsellerinden alınan yabancı ot kuru ağırlıkları (kg/da), buğday ağırlığı (kg/da), bitki boyu (cm), buğday danelerinin nem tayini (%), protein oranı (%km), sedimantasyon (%14 ml), yaş guluten oranı (%14), dane ağırlığı (1000 adet/g), hektolitreye ağırlığı (kg/hl) belirlenmiştir (Çizelge 4.4, Çizelge 4.5, Çizelge 4.6, Çizelge 4.7).

Çizelge 4.4. Buğdayın kritik periyodunun belirlenmesinde 2020 yılı yabancı ot kuru ağırlığı ve buğdayın verim değerleri

Parsel No	Yabancı ot kuru ağırlık (kg/da)	Buğday ağırlığı(kg/da)	1000 dane ağırlığı (g)	Bitki boyu (cm)	Saman ağırlığı (kg/da)
1	0.00±0.00a	825.93±19.71bc	38.13±0.64d	101.00±1.73c	816.67±63.86ab
2	92.87±11.33d	755.83±18.02ab	35.07±0.41a-c	99.00±2.08a-c	946.67±221.40ab
3	75.05±2.24cd	740.03±14.92ab	34.20±0.42a-c	97.00±1.73a-c	1023.33±217.03ab
4	53.41±6.11b-d	782.63±37.02a-c	33.60±0.61ab	98.67±1.76a-c	1038.33±174.58ab
5	41.00±13.26a-c	802.37±45.55bc	34.07±0.75a-c	96.33±0.33ab	1133.33±111.29b
6	43.27±5.11a-c	780.63±12.79a-c	32.60±1.44a	100.67±0.33bc	1215.00±109.13b
7	31.11±2.52a-c	791.00±50.52bc	35.07±0.74a-c	98.67±1.20a-c	1252.00±64.37b
8	29.04±6.56a-c	778.17±12.52a-c	35.33±0.35bc	101.00±0.58c	1248.33±159.33b
9	29.06±6.55a-c	776.90±11.95a-c	33.67±0.47ab	99.67±1.20a-c	1275.00±138.41b
10	17.76±2.62ab	814.20±35.88bc	35.23±0.54bc	98.00±1.00a-c	828.33±73.11ab
11	11.62±2.31ab	852.50±21.10c	35.53±0.81bc	99.00±1.00a-c	933.33±59.88ab
12	6.25±0.74ab	829.37±42.78bc	36.33±0.52cd	96.67±1.45a-c	623.33±118.76a
13	14.88±1.16ab	825.63±15.64bc	35.67±1.41a-c	98.67±1.76a-c	1002.33±50.93ab
14	33.91±2.14a-c	826.00±20.91bc	34.00±0.90a-c	97.67±2.03a-c	813.33±190.12ab
15	33.62±8.37a-c	857.07±22.72c	35.07±0.70a-c	99.00±0.58a-c	1096.67±234.88ab
16	20.06±14.89ab	831.80±27.50bc	34.30±0.81a-c	98.67±1.33a-c	1196.67±14.81b
17	22.66±2.40ab	788.43±11.09bc	34.20±0.23a-c	99.00±1.15a-c	1231.67±160.45b
18	140.80±57.09e	695.13±6.35a	34.20±0.42a-c	95.33±0.88a	951.67±168.73ab

İstatistiki grupları gösteren ikiden fazla ardışık harfler “-” işareti ile kısaltılmıştır.

Aynı sütunda aynı harfi içeren veriler, istatistiki olarak aynı grupta yer almaktadır (Duncan p> 0.05).

Buğdayın kritik periyot çalışmalarında parsellerde alınan yabancı otların kuru ağırlıkları Çizelge 4.4’te incelendiğinde en yüksek yabancı ot ağırlığı sezon boyunca yabancı otlu tutulan 18 nolu parselde 140.8 kg/da ile istatistiki olarak diğer gruplardan farklı ve önemli bulunmuştur. Buğdayın parsellere göre verim değeri de yabancı ot kuru ağırlığına bağlı olarak 18 nolu kontrol parselinde 695.13 kg/da ile diğer gruplardan önemli seviyede farklı bulunmuştur. Sezon boyunca yabancı otsuz tutulan 1 nolu kontrol parselinde 825.93 kg/da buğday veriminin elde edildiği parseldir. En yüksek buğday ağırlığının kaydedildiği parsel ise 857.07 kg/da ile 15 nolu parselden elde edilmiş olup istatistiki olarak sezon boyunca yabancı otsuz tutulan parsel ile ortak grupta yer almıştır. Buğdayın dane ağırlığı incelendiğinde en yüksek 1000 dane ağırlığı sezon boyunca yabancı otsuz tutulan parselde 38.1 g ile diğer gruplardan istatistiki olarak farklı ve önemli bulunmuştur. Buğdayın bitki boyu incelendiğinde en düşük bitki boyu sezon boyunca yabancı otlu parselde 95.33 cm iken sezon boyunca yabancı otsuz parselde 101 cm olarak kaydedilmiştir. Çizelge 4.4’te verilen

saman ağırlıkları ise parsellere göre düzenli dağılım göstermediği görülmektedir. Bu durum, buğday saplarının yeknesak bir şekilde biçilmesinde yaşanan sıkıntılarla ilgili olduğu düşünülmektedir. Buğday saplarının kesim bölgesi bitkinin kök boğazına yakın olmasından dolayı engebeli toprak yüzeyinde orağın sağlıklı hareket edememesi; kurumuş buğday saplarının orağın darbelerinde kırılmasından dolayı yer seviyesinden eşit yükseklikte saman biçimi yapılamamıştır. Aynı durum biçer-döver makinası ile yapılan saman hasadında da yaşandığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.5. Buğdayın kritik periyodunun belirlenmesinde 2020 yılı fiziksel kalite analizleri

Parsel No	Hektolitire (kg/hl)	Protein (%km)	Sedimentasyon (ml 14%)	Yaş gluten (14%)	Nem (%)
1	81.43±0.34a	12.33±0.09de	42.33±0.67fg	27.87±0.20d-f	8.53±0.03ab
2	83.13±0.49c-f	11.83±0.15bc	37.67±1.20c-e	26.77±0.35b	8.53±0.09ab
3	83.37±0.33d-g	11.97±0.03b-e	39.33±0.33e-g	27.13±0.12b-e	8.57±0.09ab
4	83.07±0.22c-f	12.17±0.12b-e	40.00±1.15e-g	27.53±0.30b-f	8.47±0.07ab
5	82.50±0.10bc	12.43±0.20e	43.00±1.73g	28.13±0.46f	8.73±0.07b
6	81.93±0.32ab	12.30±0.15c-e	41.00±1.00e-g	27.83±0.37c-f	8.40±0.10a
7	82.43±0.47bc	12.00±0.31b-e	39.33±2.67e-g	28.10±0.38ef	8.50±0.00ab
8	83.30±0.21d-g	11.83±0.29bc	38.33±3.28d-f	26.80±0.70b	8.63±0.09ab
9	82.75±0.20cd	12.00±0.06b-e	40.00±0.58e-g	27.20±0.12bc-f	8.65±0.03ab
10	84.40±0.12h	11.37±0.12a	34.00±0.58a-d	25.73±0.26a	8.70±0.06b
11	84.33±0.15h	10.93±0.09a	30.67±0.67a	24.77±0.18a	8.57±0.12ab
12	84.27±0.15h	11.00±0.06a	31.00±0.58a	24.93±0.18a	8.63±0.15ab
13	84.00±0.06gh	11.33±0.12a	33.67±1.45a-c	25.70±0.31a	8.70±0.06b
14	83.70±0.10e-h	11.33±0.17a	33.00±1.53ab	25.63±0.32a	8.50±0.10ab
15	83.83±0.12f-h	11.33±0.03a	33.67±0.33a-c	25.67±0.09a	8.63±0.03ab
16	83.40±0.25d-g	11.80±0.10b	37.33±1.20b-e	26.77±0.19b	8.67±0.12ab
17	83.40±0.06d-g	11.87±0.03b-d	38.33±0.33d-f	26.87±0.09bc	8.60±0.06ab
18	82.97±0.12cde	11.90±0.06b-d	38.67±0.88e-g	26.97±0.18b-d	8.60±0.06ab

İstatistiki grupları gösteren ikiden fazla ardışık harfler “-“ işareti ile kısaltılmıştır.

Aynı sütunda aynı harfi içeren veriler, istatistiki olarak aynı grupta yer almaktadır (Duncan p> 0.05).

Buğdayın kalite analizlerinden hektolitire ağırlığı Çizelge 4.5’te incelendiğinde en yüksek hektolitire ağırlığının 10 nolu parselde 84.40 kg/hl olup 11, 12 nolu parseller ile istatistiki olarak aynı gruplarda yer aldığı; sezon boyunca yabancı otsuz tutulan parsellerde ise hektolitire ağırlığı 81.43 kg/hl olarak belirlenmiştir. Buğdayın kalite parametrelerinden protein oranı ise en yüksek değer 12.43 ile 5 nolu parselden elde edilmiş ve 1, 3, 4, 6, 7 ve 9 nolu parseller ile istatistiki olarak ortak grup oluşturduğu; en düşük protein oranının ise 10.93 oranı ile 11 nolu parselde bulunmuştur ve 10, 12, 13, 14 ve 15 nolu parseller ile istatistiki olarak aynı gruplarda yer almıştır. Buğdayın kalite parametrelerinden sedimentasyon değerleri Çizelge 4. 5’te incelendiğinde en yüksek değer 5 nolu parselde 43.00 olduğu ve 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 17 ve 18 nolu parseller ile istatistiki olarak ortak gruplar oluşturduğu; en düşük sedimentasyon değeri ise 30.67 ile 11 nolu parselde görülmüş ve 10, 12, 13, 14, 15 nolu parseller ile istatistiki olarak ortak gruplar olduğu görülmektedir. Yaş gluten açısından yapılan değerlendirmede en yüksek gluten oranının 5 nolu parselde 28.13 olduğu ve istatistiki olarak 1, 4, 6, 7 ve 9 nolu parseller ile ortak gruplar olduğu

görülmektedir. Buğday danelerinin nem oranı ise en düşük %8.40 ile 6 nolu parselde; en yüksek dane nem oranı %8.73 ile 5 nolu parselde kaydedilmiştir. Buğdayın kritik periyodu ve kalite değerlerinin belirlenmesinde 2. yıl tekrarı Çizelge 4.6 ve Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Buğdayın kritik periyodunun belirlenmesinde 2021 yılı yabancı ot kuru ağırlığı ve buğdayın verim değerleri

Parsel No	Yabancı ot kuru ağırlık (kg/da)	Buğday ağırlığı (kg/da)	1000 dane ağırlığı (g)	Bitki boyu (cm)	Saman ağırlığı (kg/da)
1	0.00±0.00a	813.17±11.54k	34.9±0.64d	82.67±2.31e	869.33±171.53bc
2	13.38±1.83a-c	556.63±15.52d	33.3±1.11cd	66.17±0.83b-d	558.67±28.53a
3	13.14±3.86a-c	587.73±20.59d-f	32.3±0.67b-d	66.42±1.31b-d	528.67±62.29a
4	11.38±4.60a-c	644.13±12.27f-j	33.1±0.33cd	72.33±0.33d	567.00±19.50a
5	14.61±8.14a-c	625.90±9.83e-h	31.9±0.87bc	69.67±1.48b-d	507.33±9.39a
6	6.34±0.96ab	575.17±11.10de	33.1±0.49cd	67.67±2.67b-d	564.67±43.70a
7	17.00±9.38a-c	403.20±22.82ab	31.5±0.23bc	61.25±2.52b	515.33±10.67a
8	11.62±7.11a-c	395.27±24.68ab	33.0±0.17cd	61.58±2.87bc	534.00±55.03a
9	19.54±5.79a-c	497.33±5.52c	31.9±0.83bc	67.50±2.04b-d	509.33±75.84a
10	6.51±4.16ab	784.80±9.69k	31.6±0.67bc	84.75±3.62e	930.00±140.12c
11	6.78±2.64ab	801.23±20.66k	31.2±0.38bc	83.83±1.46e	717.33±27.28a-c
12	16.04±1.95a-c	682.37±18.33hj	33.2±0.87cd	71.25±3.63d	559.33±48.36a
13	16.91±4.19a-c	655.03±14.84g-j	32.3±0.67b-d	68.92±2.10b-d	543.67±35.73a
14	16.07±2.19a-c	639.57±6.07f-j	32.8±0.37b-d	74.75±1.52d	598.00±63.57a
15	32.03±8.23cd	606.33±26.11d-g	30.0±0.23b	66.33±4.72b-d	660.00±41.20ab
16	44.61±5.41de	631.97±29.35e-j	30.8±0.65bc	66.25±5.55b-d	642.00±112.29ab
17	30.72±6.93bcd	694.40±23.60j	31.8±1.89bc	70.42±1.47cd	738.67±101.20a-c
18	60.56±22.46e	390.70±37.47ab	25.7±1.36a	44.00±2.08a	496.67±3.33a

İstatistiki grupları gösteren ikiden fazla ardışık harfler “-“ işareti ile kısaltılmıştır.

Aynı sütunda aynı harfi içeren veriler, istatistiki olarak aynı grupta yer almaktadır (Duncan p> 0.05).

Buğdayın kritik periyodunun belirlenmesi çalışmalarında 2021 yılında elde edilen veriler Çizelge 4.6’da incelendiğinde parsellerde en yüksek yabancı ot yoğunluğunun 18 nolu sezon boyunca yabancı otlu parsellerde 60.56 kg/da olarak elde edilmiştir. En düşük yabancı ot kuru ağırlığı ise 6.34 kg/da olarak 8 hafta yabancı otsuz tutulan 6 nolu parselden elde edilmiştir. Bu doğrultuda en düşük buğday ağırlığı da sezon boyunca yabancı otlu tutulan kontrol parselinde 390.7 kg/da olarak belirlenmiştir. En yüksek buğday ağırlığı ise sezon boyunca yabancı otsuz tutulan parsellerde 813.17 kg/da verim elde edilmiştir. Buğdayın 1000 dane ağırlığı Çizelge 4.6’da incelendiğinde en yüksek dane ağırlığı sezon boyunca yabancı otsuz tutulan 1 nolu parsellerde görülürken en düşük dane ağırlığı 25.7 g olarak sezon boyunca yabancı otlu tutulan 18 nolu parsellerden elde edilmiştir. Buğdayın bitki boyu açısından yapılan değerlendirmede en yüksek bitki boyu 10 nolu parselde 84.75 cm olarak belirlenmiş olup istatistiki olarak 1 ve 11 nolu parsellerden elde edilen verilerle aynı grupta yer alırken; en düşük bitki boy uzunluğu sezon boyunca yabancı otlu tutulan parsellerde 44.00 cm ölçülmüş ve istatistiki olarak diğer gruplardan farklı ve önemli olduğu belirlenmiştir. Saman ağırlığında yapılan değerlendirmelerde en yüksek saman ağırlığı sezon boyunca yabancı otsuz tutulan parsellerde 930.00 kg/da ve istatistiki olarak 1, 11, 17 nolu parseller ile ortak gruplar oluşturduğu; en düşük saman ağırlığının ise sezon boyunca

yabancı otlu tutulan 18 nolu parsellerde 496.67 kg/da olarak belirlenmiş olup istatistiki olarak 1 ve 10 nolu parseller dışında diğer tüm parseller ile ortak gruplarda yer almıştır.

Çizelge 4.7. Buğdayın kritik periyodunun belirlenmesinde 2021 yılı fiziksel kalite analizleri

Parsel No	Hektolitire (kg/hl)	Protein(%km)	Sedimentasyon (ml 14%)	Yaş gluten (14%)	Nem (%)
1	83.1±0.35b-d	16.5±0.23d	71.3±0.67d	37.2±0.47d	7.43±0.33b
2	84.1±0.26d	14.5±0.52a-d	55.5±5.48a-d	32.9±1.18a-d	7.07±0.03ab
3	83.7±0.03cd	14.3±0.15a-d	54.0±0.58a-d	32.2±0.35a-d	7.00±0.12ab
4	83.8±0.00d	14.3±0.00a-d	56.0±0.00a-d	32.3±0.00a-d	7.20±0.00ab
5	83.8±0.38d	14.7±0.76a-d	57.7±5.78a-d	33.2±1.71a-d	7.00±0.06ab
6	82.8±0.72b-d	15.8±1.27cd	68.0±10.58cd	35.8±2.89cd	7.13±0.23ab
7	82.8±0.30b-d	16.4±1.02d	69.7±9.49d	37.0±2.34d	7.00±0.15ab
8	82.2±0.00bc	16.4±0.00d	71.0±0.00d	37.2±0.00d	6.70±0.00a
9	82.7±0.23b-d	15.6±0.80b-d	66.0±7.00b-d	35.4±1.83bcd	7.00±0.00ab
10	81.9±0.47b	13.1±0.36ab	44.0±3.51ab	29.6±0.84ab	7.17±0.52ab
11	82.8±0.61b-d	12.9±0.55a	42.0±4.73a	29.3±1.22a	6.97±0.13ab
12	83.1±0.10b-d	15.3±0.67a-d	62.7±6.33a-d	34.6±1.50a-d	7.03±0.27ab
13	83.5±0.29cd	13.5±0.69abc	46.0±7.23a-c	30.4±1.56abc	6.67±0.12a
14	83.7±0.27cd	14.1±0.87a-d	52.7±8.33a-d	32.0±1.97a-d	7.00±0.10ab
15	83.5±0.59cd	14.8±1.30a-d	58.3±10.33a-d	33.5±2.92a-d	7.03±0.13ab
16	83.0±0.54b-d	14.8±1.18a-d	58.7±9.53a-d	33.5±2.67a-d	7.07±0.09ab
17	83.3±0.23b-d	14.8±0.74a-d	58.0±6.56a-d	33.4±1.71a-d	7.23±0.07ab
18	79.8±1.15a	14.5±0.94a-d	75.0±8.02d	37.4±2.12d	7.23±0.03ab

İstatistiki grupları gösteren ikiden fazla ardışık harfler “,” işaretleri ile kısaltılmıştır.

Aynı sütunda aynı harfi içeren veriler, istatistiki olarak aynı grupta yer almaktadır (Duncan p> 0.05).

Buğdayın kritik periyodunun belirlenmesi çalışmalarının 2021 yılında buğday örnekleri üzerine yapılan kalite analizleri Çizelge 4.7’de incelendiğinde en yüksek hektolitire ağırlığı 84.10 ile 2 nolu parselden elde edilmiş olup istatistiki açıdan 8, 10 ve 18 nolu parseller dışında kalanlar ile ortak grup oluşturduğu en düşük hektolitire ağırlığı 79.8 ile sezon boyunca yabancı otlu tutulan 18 nolu parselden elde edilmiş ve diğer gruplardan farklı ve önemli olduğu belirlenmiştir. Protein analizinden elde edilen verilere göre en yüksek protein oranı 16.5 oranı ile 1 nolu parselden elde edilmiş ve istatistiki olarak 10, 11 ve 13 dışında kalan parseller ile ortak gruplar oluşturduğu görülmektedir. Buğdayın en yüksek sedimentasyon değeri 18 nolu parselde 75.0 olup istatistiki olarak ve en düşük sedimentasyon değeri 10, 11 ve 13 nolu parseller dışında kalan gruplarla istatistiki olarak aynı gruplarda yer almıştır. Buğdayın yaş gluten değeri ise sedimentasyon değerleriyle paralel olarak artış ve azalış gösterdiği; en yüksek yaş gluten oranı 37.4, en düşük yaş gluten oranı 29.3 olarak belirlenmiştir. Buğday danelerinin nem oranı ise %6.67 - 7.43 arasında değiştiği ve istatistiki olarak 2 ortak grupta dağılım gösterdiği görülmektedir. Buğdayın yabancı otlu koşullarda verim ve kalite kriterleri arasındaki ilişki (korelasyon) Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelgede 4.8’e göre yabancı otlu koşullarda buğday veriminin 1000 dane ağırlığı (-0.82), yabancı ot kuru ağırlığı (-0.92) saman ağırlığı (-0.41) ile farklı seviyelerde negatif yönde ilişkisi bulunmaktadır. Buna karşın buğdayın hektolitire ağırlığı (0.56), protein (0.77), sedimentasyon (0.87) yaş gluten (0.63) ile pozitif yönde farklı seviyelerde ilişkisi

bulunmaktadır. Parsellerde görülen yabancı otların kuru ağırlığı ile buğdayın verimi (-0.92), hektolitreye ağırlığı (-0.21) protein oranı (-0.47), sedimantasyon (-0.56), yaş gluten(-0.30) ile negatif yönde; buğdayın bitki boyu (0.26), 1000 dane ağırlığı (0.97), saman ağırlığı ile pozitif yönde farklı seviyelerde ilişkisi olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. Yabancı otlu koşullarda, buğdayın verim ve kalite kriterlerinin korelasyonu

Değişken 1	Değişken 2	Korelasyon	Önem seviyesi	-1	-0,8	-0,6	-0,4	-0,2	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Buğday verimi	1000 dane	-0.8243	0.3831										
Y. Ot Ağırlığı	1000 dane	0.9772	0.1361										
Y. Ot Ağırlığı	Buğday verimi	-0.9257	0.2470										
Hektolitreye	1000 Dane	-0.0000	1.0000										
Hektolitreye	Buğday Verimi	0.5661	0.6169										
Hektolitreye	Y. Ot Ağırlığı	-0.2122	0.8639										
Protein	1000 Dane	-0.2774	0.8211										
Protein	Buğday Verimi	0.7726	0.4380										
Protein	Y. Ot Ağırlığı	-0.4749	0.6850										
Protein	Hektolitreye	0.9608	0.1789										
Sedimantasyon	1000 Dane	-0.4539	0.7000										
Sedimantasyon	Buğday Verimi	0.8786	0.3169										
Sedimantasyon	Y. Ot Ağırlığı	-0.6326	0.5639										
Sedimantasyon	Hektolitreye	0.8910	0.3000										
Sedimantasyon	Protein	0.9820	0.1210										
Yaş guluten	1000 dane	-0.0908	0.9421										
Yaş guluten	Buğday verimi	0.6386	0.5590										
Yaş guluten	Y. Ot Ağırlığı	-0.3000	0.8060										
Yaş guluten	Hektolitreye	0.9959	0.0579										
Yaş guluten	Protein	0.9820	0.1210										
Yaş guluten	Sedimantasyon	0.9286	0.2421										
Bitki boyu	1000 dane	0.4663	0.6912										
Bitki boyu	Buğday verimi	0.1164	0.9257										
Bitki boyu	Y. Ot Ağırlığı	0.2680	0.8273										
Bitki boyu	Hektolitreye	0.8846	0.3088										
Bitki boyu	Protein	0.7206	0.4878										
Bitki boyu	Sedimantasyon	0.5766	0.6088										
Bitki boyu	Yaş guluten	0.8386	0.3667										
Saman ağırlığı	1000 dane	-0.1732	0.8892										
Saman ağırlığı	Buğday verimi	-0.4148	0.7277										
Saman ağırlığı	Y. Ot Ağırlığı	0.0397	0.9747										
Saman ağırlığı	Hektolitreye	-0.9849	0.1108										
Saman ağırlığı	Protein	-0.8982	0.2897										
Saman ağırlığı	Sedimantasyon	-0.7990	0.4108										
Saman ağırlığı	Yaş guluten	-0.9651	0.1687										
Saman ağırlığı	Bitki boyu	-0.9520	0.1980										

Korelasyon kat sayıları: 0.00: ilişki yok; 0.01-0.29: düşük düzeyde ilişki; 0.30-0.70: orta düzeyde ilişki; 0.71-0.99: yüksek düzeyde ilişki; 1.00: mükemmel ilişki

Diyarbakır ilinde 2 tekrarlı yapılan tarla denemeleri sonucunda buğdayın verim ve kalite kriterlerine yönelik elde edilen verilere göre yabancı otsuz tutulan parsellerde 2020 ve 2021 yıllarında sırasıyla: 1000 dane ağırlığı (g): 38.13 - 34.90; bitki boyu (cm): 101.00 - 82.67; hektolitreye (kg/hl): 81.43 - 83.10; protein (%km) 12.33 - 16.5; sedimantasyon (ml 14%) 42.33 - 71.30; yaş guluten (14%): 27.87 - 37.20 olarak bulunmuştur. Yabancı otlu tutulan parsellerde 2020 ve 2021 yıllarında sırasıyla: 1000 dane ağırlığı (g): 34.20 - 25.70;

bitki boyu (cm): 95.33 - 44.00; hektolitre (kg/hl): 82.97 - 79.8; protein(%km) 11.90 - 14.5; sedimantasyon (ml 14%) 38.67 - 75.00; yaş guluten (14%): 26.97 - 37.40 olarak belirlenmiştir. Dinç ekmeklik çeşidinin belirlenen 1000 dane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, protein, sedimantasyon ve yaş guluten oranları, önceki çalışmalarda Dinç çeşidinin belirlenen özellikleri Anonim, 2013; Aktaş vd., 2017 ve Karaman vd., 2017 tarafından desteklenmektedir.

Buğdayın verim ve kalite kriterlerine yönelik elde edilen verilere göre yabancı otsuz tutulan parsellerde 2020 ve 2021 yıllarında sırasıyla: buğday ağırlığı(kg/da): 825.93 - 813.17'dir. Yabancı otlu tutulan parsellerde 2020 ve 2021 yıllarında sırasıyla: yabancı ot kuru ağırlığı (kg/da): 140.80 - 60.56; buğday ağırlığı (kg/da): 695.13 - 390.70 olarak belirlenmiştir.

Deneme alanı GAPUTAEM'in yaklaşık 30 yıllık buğday ıslah çalışmalarının yürütüldüğü, buğdayın baklagillerle her yıl düzenli olarak münavebeye alındığı, herbisit ve diğer bitki koruma ürünlerinin etki mekanizmalarına göre her bir üretim sezonunda değiştirildiği; sertifikalı tohum üretimi ve ıslah çalışmalarının yürütüldüğü alan olması nedeniyle herbisit uygulamalarından etkilenmeyen yabancı otların çiçeklenme dönemi öncesi otların elle çekilerek alandan uzaklaştırıldığı, tarımsal faaliyetin yürütüldüğü alanda hasat sonrası toprak işleme düzenli olarak yapıldığı; üretim sezonunda ekim öncesi toprak işleme yapıp kesekler parçalanarak sağlıklı tohum yatağının hazırlanması gibi birçok kültürel, mekanik ve kimyasal mücadele entegrasyonunun sağlanması sayesinde alanda yabancı ot yoğunluğu çiftçi tarlasına göre düşük çıkmakla birlikte buğday verimi üretici koşullarına göre daha yüksek çıkabilmektedir. Buğdayın kritik periyodunun belirlenmesi çalışmalarında 2021 yılında görülen kuraklık, buğday ağırlıklarıyla birlikte yabancı ot kuru ağırlıkları üzerinde de etkili olduğu, 2020 yılı çalışmalarında alanda görülen yabancı ot kuru ağırlıklarına göre oldukça düşük seviyede kaldığı görülmektedir. Ancak parsellerde görülen buğday ağırlıklarındaki dalgalanmalar deneme alanlarında kuraklık etkisiyle oluşan toprak çatlaklıkları deneme parsellerindeki toprağın nem oranları üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca buğdayın birçok kültür bitkisinden farklı olarak kardeş verme özelliği, kardeş sayısı, kardeşlerin oluşturduğu başaklarda dane sayısı ve danelerin doluluk oranı deneme sonuçları üzerinde etkisi bulunmaktadır. Diyarbakır ilinde GAPUTAEM'in deneme alanında 2019 -2022 yılları arasında yapılan bir çalışmaya göre 3 farklı makarnalık buğday çeşidinde farklı gübre uygulamalarının verim ve kaliteye etkisi araştırılmış ve 2020 yılında 852 - 1072 kg/da verimin alındığı ancak 2021 yılında aynı çeşitlerde 371-560 kg/da verim elde edildiği ve farklılığın iki üretim sezonu arasındaki yağış miktarlarıyla ilişkili olduğunu bildirmiştir (Bilge, 2022). Benzer lokasyonda yürütmüş olduğumuz çalışmada ise 2020 yılında 695 - 852 kg/da; 2021 yılında 390.7 - 813.17 kg/da buğday ağırlığı elde edilmiştir. Buğday verimi ve ardışık iki yıl arasında buğday veriminde yaşanan dalgalanma

yönüyle Bilge, (2022) ile bezer sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Trakya bölgesinde ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinde farklı bitki gelişme dönemlerinde kuraklık uygulamalarının kalite karakterlerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada kuraklık uygulanan parsellerden alınan buğdayın örnekleri ile kuraklığın olmadığı kontrol parselleri arasında tane verimi, bin tane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı, ham protein oranı, tane sertliği, gluten miktarı, gluten indeksi ve sedimantasyon değeri ve bu karakterler arasındaki ilişkiler arasında fark olduğu bildirilmiştir (Öztürk ve Korkut, 2017). Diyarbakır koşullarında yürütülen ardışık yıllarda yürütülen denemelerde görülen farklılık Öztürk ve Korkut, 2017 ile desteklenmektedir.

Buğdayın 1000 dane ağırlığı yabancı otsuz koşullarında ardışık iki yılda 38.13 - 34.90 seyrederken yabancı otlu koşullarında 34.20 - 25.70 olarak bulunmuştur. Denemelerde 1000 dane ağırlığı üzerinde 2021 yılı kuraklık koşullarının etkisi bulunsun da yabancı ot kuru ağırlığı ile 1000 dane ağırlığının korelasyonu (Çizelge 4.8) pozitif yönde yüksek düzeyde ilişkisi bulunduğu ve bu ilişki kuraklık koşullarında arttığı görülmektedir. Dolayısıyla yabancı ot kuru ağırlığı arttıkça 1000 dane ağırlığında önemli düzeyde düşüş görülmektedir. Pakistan’da farklı toprak işleme sistemlerinde buğdayın kritik periyodunun araştırıldığı bir çalışmada yabancı otlu parsellerde 1000 dane ağırlığı 34.22 g ve bitki boyu 80.33 cm iken, yabancı otsuz kontrolde 48.60 g ve bitki boyu 86.11 cm olduğu bildirilmiştir (Ali vd., 2014). Pakistan’da yürütülen çalışmanın ekolojik koşulları, yabancı ot türü ve buğday çeşitleri Diyarbakır ilinde yürütülen çalışmadan farklı olsa da 1000 dane ağırlığı ve bitki boyu ile yabancı ot arasındaki ilişki açısından Ali vd., (2014) ile benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Buğdayın kalite parametrelerinden hektolitreye ağırlığı yabancı otsuz koşullarında ardışık iki yıl sırasıyla hektolitreye ağırlığı (kg/hl): 81.43 - 83.10 olarak belirlenirken yabancı otlu koşullarında hektolitreye ağırlığı (kg/hl): 82.97 - 79.8 olarak belirlenmiştir. Hektolitreye ağırlığı 100 litre buğdayın kilogram cinsinden ifadesidir ve buğday daneleri hacimsel olarak uzadıkça hektolitreye ağırlığını düşürebildiği gibi cılız ve zayıf danelerin, kalın kabuklu danelerin ince kabuklu danelere oranla, yumuşak danelerin sert danelere oranla hektolitreye ağırlığının düşük gelmesine neden olabilmektedir (Anonim, 2022g). Bu nedenle parsellere göre buğdayın hektolitreye ağırlığında görülen dalgalanmalar (Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.7) analizlere katılan buğday danelerinin fiziksel özelliğiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Buğdayın kalite kriterlerinden protein, sedimantasyon ve yaş gluten oranları yabancı otsuz tutulan parsellerde 2020 ve 2021 yıllarında sırasıyla: protein (%km) 12.33 - 16.5; sedimantasyon (ml 14%) 42.33 - 71.30; yaş gluten (14%): 27.87 - 37.20 olarak bulunmuştur. Yabancı otlu tutulan parsellerde 2020 ve 2021 yıllarında sırasıyla: protein(%km) 11.90 - 14.5; sedimantasyon (ml 14%) 38.67 - 75.00; yaş gluten (14%): 26.97 - 37.40 olarak belirlenmiştir. Protein, sedimantasyon ve yaş gluten değerleri 2021 yılı verileri 2020 yılı verilerine göre daha yüksek bulunmuştur. Bilge, (2022) Diyarbakır ilinde

2020 ve 2021 yılında yapmış olduğu çalışmada makarnalık buğday çeşitlerinde 2021 yılında sedimantasyon, protein ve yaş gluten oranlarının 2020 yılı verilerinden yüksek olduğunu ve bu durum ardışık iki yılın iklimsel farklılığıyla ilişkilendirilmiştir. Bu yönüyle protein, sedimantasyon ve yaş gluten değerlerinin 2 yıllık verileri Bilge, (2022) ile uyum içinde olduğu görülmektedir. Ayrıca protein, sedimantasyon ve yaş glutenin korelasyonu farklı seviyelerde pozitif yönde bir ilişki içinde olduğu; söz konusu bulgular Öztürk ve Aydın (2004), Çobanoğlu, (2021), Bilge, (2022)'nin elde ettiği sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Protein, sedimantasyon ve yaş glutenin yabancı ot ile korelasyonu negatif yönde farklı seviyelerde ilişkisi bulunsa da parsellere göre elde edilen değerler arasında dağılımın yabancı ot faktörüyle paralel sonuçlara sahip olmadığı görülmektedir. Bu durum protein, sedimantasyon ve yaş gluten üzerinde birçok faktörün rolü olabileceği düşünülmektedir. Yalvaç vd., 1999 ekmeklik buğdaylarda kalite özellikleri çeşidin genetik yapısı ile ilgili olduğunu, buğdayın kalite özelliği birçok gen tarafından kontrol edildiğini; ayrıca kalıtımlarının oldukça kompleks bir yapı gösterdiğini; kalite kriterinden en önemlisi olan protein oranı birçok gen tarafından idare edilmekte olup bu genlerin tamamının ortaya çıkma durumu bitkinin bulunduğu koşullara bağlı olup bu genlerin sayısı konusunda henüz kesin bir açıklama olmadığını bildirmişlerdir. Buğday genotipleri üzerinde yapılan farklı bir çalışmada ise kalitenin tek bir gen tarafından kontrol edilmediğini ve birçok gen tarafından kontrol edildiğinden kaliteye etki eden faktörlerde çok çeşitlilik arz ettiği bildirilmiştir (Cornish vd., 2006). Göçmen, (1996) yaptığı çalışmada 1000 dane ağırlığındaki artışta danelerin endosperiminde protein yerine nişasta depolanmasından kaynaklı olduğu, bu nedenle protein oranı ve kuru gluten oranlarının düşmesine neden olduğunu bildirmiştir. Kılıç ve Yağbasanlar (2003) kantitatif özelliklerin çevre koşullarından yüksek derecede etkilendiklerini, özellikle yaş öz miktarı ve kalitesi, sedimantasyon değeri, protein miktarı gibi kalite faktörlerinin yıldan yıla farklı sonuçlar verebileceğini, özellikle tane dolum süresindeki sıcaklık ve su girişinin kalite özelliklerini etkilediğini bildirmişlerdir. Bu bilgiler ışığında 2020 ve 2021 yılı Diyarbakır ilinde yaşanan iklim faktörleri göz önünde bulundurulduğunda sıcaklık ve yağış koşullarıyla birlikte buğdayın protein, sedimantasyon ve yaş gluten oranlarında ardışık iki yıllık verilerin Kılıç ve Yağbasanlar, (2003); Cornish vd., (2006); Göçmen, (1996); Yalvaç vd., (1999)'nin bildirimleriyle uyumlu olduğu görülmektedir.

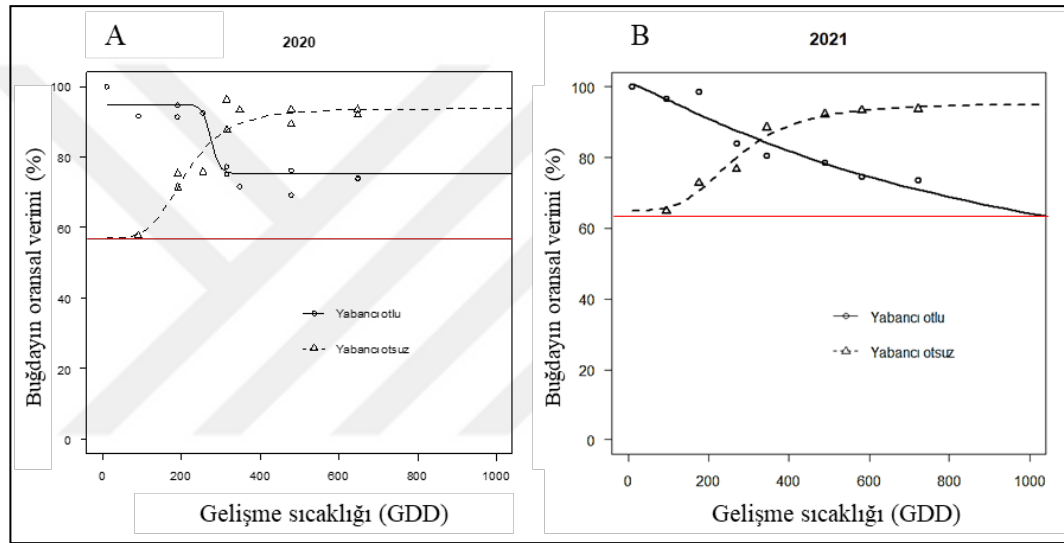
Buğdayın yabancı otlara karşı kritik periyodunun belirlenmesinde Diyarbakır ilinde 2020 ve 2021 yılları buğday üretim sezonlarında yürütülen arazi çalışmalarında parsellere göre 14 gün zaman aralığıyla parsellerden yabancı otlar biçilmiş ve toplanan yabancı otların biyomas kuru ağırlıkları elde edilmiştir. Kontrol parselleri ise sezon boyunca yabancı otlu ve sezon boyunca yabancı otsuz tutulan parsellerden oluşturulmuştur. Buna göre buğdayın oransal veriminde yabancı otlu ve yabancı otsuz dönemlerin oransal verimleri Çizelge 4.9'da

verilen dört parametrelili log-logistik modele göre hesaplanmıştır. Buğdayın yabancı otlu ve yabancı otsuz koşullarda oransal verimi Şekil 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.9. Buğday oransal veriminde yabancı otlu ve yabancı otsuz dönem için uygulanan dört parametrelili log-logistik model ve yıllara göre belirlenmiş parametreler

Yıl	Uygulamalar	Regresyon Parametreleri			
		B ($\pm$ SE).	C ($\pm$ SE).	D ($\pm$ SE).	I ₅₀ ($\pm$ SE).
2020	Yabancı otlu	27.1 (27)	75.3 (1.62)	94.8 (2.0)	274.2 (24)
2020	Yabancı otsuz	-4.1 (1.6)	57.1 (4.9)	93.8 (3.0)	212.5 (26)
2021	Yabancı otlu	1.2 (0.3)	32.6 (13.2)	101.1 (2.4)	882.8 (334)
2021	Yabancı otsuz	-3 (2.2)	65 (5.2)	95.3 (4)	170 (40.9)

B: Değişim aralığı; C: alt limit; D: üst limit; I₅₀: alt ve üst limit arasında %50 tepkime için verilen GGD değerleri.



Şekil 4.2. Buğdayın yabancı ot koşullarında gelişme sıcaklığı A: 2020 yılı, B: 2021 yılı

Buğdayın yabancı ot koşullarında gelişme sıcaklığı Şekil 4.2’de incelendiğinde 2020 ve 2021 yıllarına ait denemelerde buğdayın gelişme sıcaklığı arttıkça yabancı ot koşullarında buğdayın oransal veriminin düştüğü, yabancı otsuz koşullarda ise artan gelişme sıcaklığına bağlı olarak verimin arttığı görülmektedir. Şekil 4.2’ye göre 2020 yılında buğdayın oransal veriminde yabancı otlu koşullarda eğimin kırılma seyri daha dar bir GGD (Gün Gelişme Sıcaklığı) alanında gerçekleşirken; Şekil 4.2’nin B görselinde 2021 yılında bu eğim, buğdayın çıkışından kısa bir GGD değerinden sonra istikrarlı bir şekilde aşağı yönlü ve geniş bir GGD aralığında hareket etmektedir. Şekil 4.2’nin A ve B görselleri arasında buğdayın kritik periyodunun GGD yönüyle farklı bulunmuştur. Bu farklılığın 2020 ve 2021 yılı buğday üretim sezonlarında bölgeye düşen yağış miktarı ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Buğdayın %2.5, %5 ve %10 verim kaybına göre kritik periyodu Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Buğdayda yabancı ot kontrolü için kritik periyot dönemleri

Yıllar	Ürün kaybı (%)	Kritik periyot için yabancı ot kontrolü (CPWC)		GGD değerlerinin görüldüğü tarih
		GGD*	DAE**	
Kritik periyodun başlangıcı				
2020	2.5	240	33	17.01.2020
	5	246	35	19.01.2020
	10	253	36	20.01.2020
2021	2.5	40	7	14.12.2020
	5	74	11	18.12.2020
	10	139	26	02.01.2021
Kritik periyodun bitişi				
2020	2.5	524	83	07.03.2020
	5	439	75	28.02.2020
	10	365	67	20.02.2020
2021	2.5	784	107	24.03.2021
	5	636	93	10.03.2021
	10	512	79	24.02.2021

* GGD : Gelişme gün derece

** DAE : Çıkış sonrası gün

Buğdayın 2020 ve 2021 yılı üretim sezonunda yabancı otlara karşı kritik periyodu Çizelge 4.10’da incelendiğinde; 2020 yılı için %2.5 verim kaybında buğdayın yabancı otlara karşı kritik periyodu çimlenmeden sonraki 33. günde (DAE) başlayıp 524 GDD (Gelişme Gün Derece)’ye tekabül eden 83. güne kadar devam ettiği, %5 verim kaybında 35 DAE’de başlayıp 75’DAE’ye kadar devam ettiği; %10 verim kaybında ise buğdayın çıkışından itibaren 36 DAE’de kritik periyodun başladığı ve 67 DAE’de kritik periyodun bittiği görülmektedir. Buğdayın yabancı otlara karşı kritik periyodu 2021 yılında ise %2.5 verim kaybı göz önünde bulundurulduğunda 7-107 DAE; %5 verim kaybında 11 - 93 DAE; %10 verim kaybında ise 26 - 79 DAE arasında olduğu belirlenmiştir. Buğdayın 2020 ve 2021 yıllarında, yabancı otlara karşı kritik periyot dönemleri arasında önemli fark olduğu görülmektedir. Bu farklılık her iki yıl için sıcaklık ve nem durumu ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Denemelerin yürütüldüğü ilçede 2020 yılında toplam 624.8 mm yağış düşerken 2021 yılında ise toplam 182.4 mm yağış düştüğü kaydedilmiştir (Anonim, 2022f). Buğday deneme alanında her iki yıla ait iklim verileri göz önünde bulundurulduğunda Çizelge 4.10’da buğdayın yağışlı geçen sezonda suyun varlığında yabancı otlarla rekabetinin kurak koşullara göre daha az olduğu dolayısıyla kritik periyodunun geç başladığı (%5 verim kaybında 246 GGD) ve daha kısa bir sürede (%5 verim kaybında 439 GGD) bu periyodun tamamladığı düşünülmektedir.

Buğdayın kritik periyodunun belirlenmesinde Diyarbakır ilinde 2 tekrarlı yürütülen denemeler arasında fark bulunmuştur. Yağışlı seyreden iklim koşullarında (2020) buğdayın kritik periyodunun başlangıcı 33 - 36. günlerde ve kritik periyodun bitiş süresinin 67-83. günlerde olduğu; ancak kurak seyreden iklim koşullarında (2021) kritik periyodun başlangıcı 7-26. günlerde başlayıp 79 - 107. günlere kadar uzadığı belirlenmiştir. Ülkemizde buğdayın kritik periyodunun belirlenmesiyle ilgili tamamlanmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yurt

dışında Nisha vd., (1999) Hindistan'da; Balaguer vd., (2003) ise Küba'da yaptıkları çalışmada buğday ekiminden itibaren ilk 30 gün için yabancı otların verim üzerinde önemli bir etkisinin bulunmadığını 30 - 45 gün ve daha uzun süreler için buğday da önemli verim kayıplarının yaşandığını; Manuel vd., (2004) Meksika'da yaptıkları çalışmada buğdayın kritik periyodunun başlangıcı çıkıştan itibaren 15. gün ile başladığını ve 60. günlerde bittiğini bildirmiştir. Diyarbakır ilinde 2020 yılında kritik periyodun başlangıcı yönüyle Nisha vd., (1999) ve Balaguer vd., (2003) ile uyumlu olduğu 2021 yılı çalışmalarının ise Manuel vd., (2004) Meksika'da yürüttükleri çalışmayla uyumlu olduğu görülmektedir. Ancak kritik periyodun bitiş süresinde tüm çalışmalar arasında fark olduğu gibi Diyarbakır ilinde ardışık iki yıl yürütülen denemeler arasında da fark bulunmaktadır.

Bangladeş'te yapılan bir çalışmada buğdayın yabancı otlara karşı kritik periyodunun 32 - 40 gün olduğu bildirilmiştir (Rahman vd., 1990). Bangladeş'te yürütülen bir başka çalışma da ise buğdayın kritik periyodunun 28 ile 42. günler arasında olduğu rapor edilmiştir (Alam vd., 1994). Benzer şekil de Pakistan'da farklı zamanlarda yapılan iki ayrı çalışmada Chaudhary vd., (2008)'ne göre buğdayın kritik periyodu 30 - 50 gün iken; Ali vd., (2014)'nin çalışmasında buğdayın kritik periyodu 20- 40 gün olduğu bildirilmiştir. Bu durum benzer lokasyonlarda dahi iklimin seyrine göre buğdayın kritik periyodunun süresi arasında fark olabileceğini göstermektedir. Çalışmaların yürütüldüğü lokasyonların coğrafik konumları ve sahip oldukları iklim özellikleri farklı olması, buğdayın çeşidi, ekim zamanı, vejetasyon süresi, gibi birçok faktör üzerinde etkili olduğu gibi yabancı ot türü ve yoğunluğunun farklı olduğu dolayısıyla buğdayın kritik periyodu da farklı olabilmektedir.

4.2. *Sinapis arvensis*'in Alt Türlerinin Belirlenmesi

4.2.1. *Sinapis arvensis*'in morfolojik özelliklerine göre alt türlerinin belirlenmesi

Türkiye'nin 7 coğrafi bölgesini temsil eden 28 ile bağlı toplam 84 ilçeden toplanılan ve sera koşullarında saksı ortamında yetiştirilen *S. arvensis* biyotiplerin morfolojik farklılıklarının belirlenmesinde bitki organ ve aksamaları incelenmiştir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11'de bildirilen bitki organlarına ait karakterlerde birçok özelliğin koşullara göre değişebildiği, söz konusu karakterlerin morfolojik markör (işaretleyici) olma potansiyeli taşımadığı gözlemlenmiştir. Bazı karakterlerin ise koşullara göre değişmeksizin stabil olduğu görülmüştür. Tüm biyotiplerde çiçek organlarında filament (erkek anter) sayısı sabit ve 6 adet olduğu; tozlaşma döneminde filamentler stigmadan uzun ve neredeyse hepsi aynı boyda, pedisel ve stigma tüysüz olduğu ve bu yönüyle çiçek organlarından morfolojik markör elde edilememiştir. Koşullara göre değişen özellikler incelendiğinde en fazla değişkenlik gösteren özellik bitki boyudur. Toprağın bünyesi, topraktaki azot ve organik madde miktarı, toprak derinliği ve en önemlisi bitkinin tutunduğu ortamdaki nem miktarı bitki boyu ve bitkinin gelişimini doğrudan etkilemektedir. Özellikle stres koşullarında bitki

4-6 yapraklı dönemde bile kısa bir sürgün üzerinde çiçek açarak hızlı bir şekilde kapsül oluşturup biyolojik gelişimini tamamlayabilmektedir.

Çizelge 4.11. *S. arvensis*'e ait bitki organlarının karakterleri ve markör potansiyeli

Organ	Karakter	Özellği	Markör Potansiyeli
Yaprak	Yaprak tipi	Loblu, tersmızrak, subulat, lirat, pinatrat, semipinatrat	Spesifik
	Yaprak tüyü	Tüysüz, tüylü, yoğun tüylü, seyrek tüylü	Ayırt edici değil
	Yaprak renk tonu	Koyu yeşil, karakteristik yeşil, açık yeşil, parlak, mat	Ayırt edici değil
	Damar	Belirgin/zayıf-silik izler taşır	Spesifik
	Yaprak damar rengi	Koşullara göre değişken	Ayırt edici değil
	Yaprak sap uzunluğu	Koşullara göre değişken	Ayırt edici değil
	Yaprak sayısı	Koşullara göre değişken	Ayırt edici değil
	Yaprak tipi, dizilimi	Tür içi varyasyonuna spesifik	Spesifik
Sürgün	Sürgünde tüy	Tüylü, tüysüz, üst aksam tüylü, alt aksam tüylü	Ayırt edici değil
	Sürgün rengi	Yeşil, mor, buz mavisi, açık yeşil, parlak, mat	Ayırt edici değil
	Boğum yaprak tipi	Dişli, loblu, linear, subulat	Spesifik
	Boğum rengi	Kızıl-mor	Ayırt edici değil
Gövde	Gövde tüyü	Tüylü/tüysüz	Ayırt edici değil
	Gövde tüy yönü	Geriye doğru/ dikey/ dağınık	Ayırt edici değil
	Gövde renk tonu	Açık yeşil/koyu yeşil/ kızıl-mor	Ayırt edici değil
	Büyüme şekli	Tam rozetli, dağınık rozet, rozetsiz	Spesifik
	İlk sürgün yüksekliği	10 cm - 50 cm	Ayırt edici değil
Çiçek	Çiçek kokusu	Değişken	Ayırt edici değil
	Renk tonu	Karakterisitik	Ayırt edici değil
	Taç yaprak şekli	Karakterisitik	Ayırt edici değil
	Çiçeklenme süresi	Biyotiplere göre değişken	Ayırt edici değil
Kapsül (meyve)	Erkek anter sayısı	6 adet	Ayırt edici değil
	Kapsül tüy varlığı	Tüylü/tüysüz	Ayırt edici değil
	Kapsül tüy yönü	İçe dönük, dışa dönük, dağınık	Ayırt edici değil
	Kapsül sertliği	Çok sert, sert, yumuşak	Spesifik
	Şapka tipi	Bölmesiz, 2 veya 4 bölmeli	Ayırt edici değil
	Gaga tohumlu/sayısı	Gaga tohumlu/1 adet tohum	Ayırt edici değil
	Gaga uzunluğu	Değişken ancak, bazı varyasyonlarda daha uzun	Spesifik
	Kapsülün açısı	10°-80° değişken	Ayırt edici değil
	kapsül yoğunluğu	Koşullara göre değişken	Ayırt edici değil
	Kapsül uzunluğu	0.5 cm - 7 cm koşullara göre değişken	Ayırt edici değil
	Valf sınırları belirgin	Alt türe spesifik	Spesifik
	Pedisel-kapsül sınırı	Belirgin, zayıf iz,	Ayırt edici değil
	Pedisel tüylü	Tüysüz	Ayırt edici değil
Tohum	Tohum rengi	Kırmızı, kahverengi, mor, siyah	Ayırt edici değil
	Tohum büyüklüğü	0.9- 2 mm koşullara göre değişken	Ayırt edici değil
	Tohumda kanat izi	Zayıf/ yok	Ayırt edici değil
Bitki boyu 20 cm - 220 cm		Koşullara göre değişken	Ayırt edici değil

Optimum koşullarda ise bitki generatif dönemde olmasına rağmen yaşlı olgun sürgünlerden yeni zayıf sürgünler geliştirdiği gözlemlenmiştir. Sera ortamında optimum koşullar altında *S. arvensis*'in maksimum boy ölçümü kök boğazından itibaren 225 cm olarak ölçülmüştür. Bu nedenle *S. arvensis*'in tür içi varyasyonlarında boy uzunluğu, morfolojik bir markör olarak değerlendirilemeyeceği kanaatine varılmıştır. *S. arvensis*'in tür içi varyasyonlarında morfolojik markörlerin belirlenmesinde, optimum koşullarda vejetatif ve generatif gelişme dönemini tamamlama sürecinde tür içi varyasyonların daha iyi ayırt edilebileceği gözlemlenmiştir.

Bitkinin kök, gövde, yaprak, çiçek, meyve ve tohum gibi organlarında yapılan gözlemlerde bitkinin yaprak tipi, yaprak üzerinde damar izlerinin belirgin olma durumu, yaprakların sürgün üzerinde dizilimi ve gösterdiği varyasyonlar, sürgün boğumunda çıkan yaprak tipi, çiçeklenme süresi ve bitki meyvesi olarak bilinen kapsül tipi yönüyle varyasyonlar arasında fark bulunmuştur. Ancak incelenen diğer özellikler yönüyle *S. arvensis*'in alt türlerinin teşhisine yönelik markör olma potansiyeli içermedikleri, değişen koşullar altında fenotipik özellikler gösterdiği belirlenmiştir.

Sinapis arvensis'in 84 biyotipi üzerinde yapılan incelemeler sonucunda diğer biyotiplerden bazı özellikleri yönüyle ayrılan varyasyonlar 3 grupta dağılım göstermektedir: *Sinapis arvensis* subsp. *arvensis*, *Sinapis arvensis* subsp. *allionii* ve *Sinapis arvensis* subsp. *schkuhriana* alt türleridir.

4.2.1.1. *Sinapis arvensis* subsp. *arvensis*

Sinapis arvensis subsp. *arvensis* (otonom isim) bitkinin genel görünümü, davranışı, gövde tipi, yaprak tipi, yaprak dokusu, yaprağın şekli ve kapsül formu açısından diğer biyotiplerden farklı bulunmuştur (Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5).



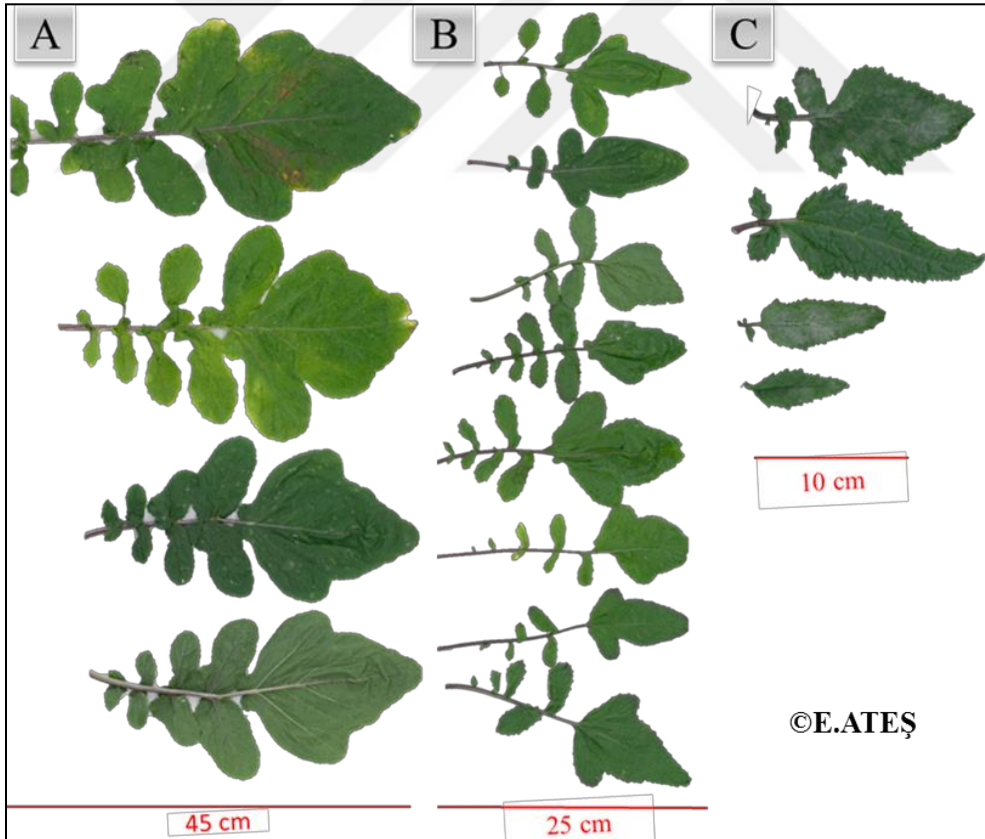
Şekil 4. 3. *S. arvensis* subsp. *arvensis*'in genel görünümü

Sera koşullarında yapılan incelemeler sonunda bu alt türün yaprakları retikulat damarlı yapıda, bitkinin vegetatif döneminin sonunda üst sürgünlerin koltuk yaprağında kısa saplı oval veya dişli yapraklar ortaya çıkmaktadır. Bu varyasyona ait bitki kapsülleri diğer varyasyonlardan farklı olarak genelde 1 adet kapsül kapakçığına (valf) sahiptir ve siliquaya (kapsül bileşenlerinin bağlı olduğu bölme) sıkıca bağlı olup genelde valf izi dışarıdan görülmez veya çok zayıf izler taşır. Kapsül dokusu sert ve çok katmanlıdır bu nedenle tohum izi ve siliqua üzerinde çizgiler dışarıdan genelde görülmez. Gaga tek tohumlu ve siliquadan

zayıf izlerle ayrılır, belirleyici olmamakla birlikte gaga genelde diğer tür içi varyasyonlarına göre kısadır. Tüm varyasyonlarda olduğu gibi gaga konik görünümlüdür ancak diğer varyasyonlardan farklı olarak gaga üzerindeki çizgiler genelde zayıf izlere sahiptir.



Şekil 4.4. *S. arvensis* subsp. *arvensis*'in kök, gövde, sürgün, yaprak ve çiçek aksamaları



Şekil 4.5. *S. arvensis* subsp. *arvensis*'in alt yaprakları(A), sürgün yaprakları(B), üst yaprakları(C)

Kapsülün en belirgin özelliği sert dokuda ve kapsülü bir araya getiren bileşenlerin ayrıldığı noktaların zayıf, silik izler taşıması ve kapsül üzerinde 1 adet valf bulunmasıdır

(Şekil 4.6).



Şekil 4.6. *S. arvensis* subsp. *arvensis*'in kapsül ve bileşenleri; a:gaga ve şapka; b:valf ve gaga c-d: meyve kabuğu e: pedisel f: tohum g: tüylü kapsül

Bu varyasyonda tamamen olgunlaşmış kapsüller saman sarısı, kırmızı, mor renkli olabilir, bu durum farklı bitkiler üzerinde veya aynı bitki üzerinde görülebilir. Kapsüller mekanik müdahalelere rağmen valfler siliquadan kolayca ayrılmaz, kapsül genelde fiziksel müdahale ile tek taraflı valften açılır (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. *S. arvensis* subsp. *arvensis*'in kapsül ve tohumları

Bitki meyveleri tüylü veya tüysüz olabilmektedir ancak, sapçık üzerinde tüye rastlanmamıştır. Meyvenin oldukça sert bir dokuya sahip olması ve valf meyvenin geri kalan kısmıyla kaynaştığından bitki kapsülleri generatif dönemin sonunda tamamen kurumasına rağmen meyvelerde çatlama çok nadir olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle bitki üzerinde fiziki müdahalelerde bile bitki kapsülleri kırılırken tohumların bir kısmı kapsülün sağlam kısımlarında kalmaya devam edebilmektedir. Bitkiye müdahale edilmediği takdirde tamamen olgunlaşmış bitki gövdesi kırılarak sürgünler rüzgarla savrulurak çarpma, sürtünmenin etkisiyle tohumlarını çevreye saçtığı gözlemlenmiştir. Bu alt türe ait popülasyonlar ülkemiz iklim koşullarında sonbahar ve ilkbaharda çimleniyor olsa da elverişli iklim ve çevre

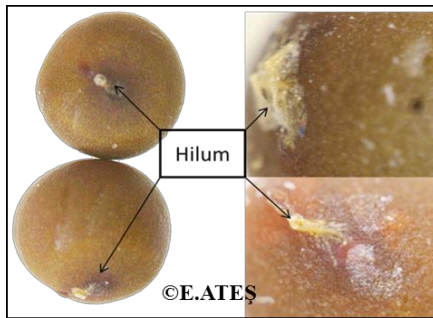
koşullarında yaz mevsiminin sonunda hatta kış mevsiminde bile tohumlarını dökmeden gelişimine devam eden bitkiler doğada görülmüştür (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. *S. arvensis* subsp. *arvensis*'in kış mevsimi koşullarındaki durumu (Ocak 2022)

Bu varyasyonun davranışı diğer alt türlerden farklıdır. Sera koşullarında yapılan gözlemlerde özellikle optimum koşullarda bitki alt yaprakları tam rozet veya dağınık rozet şeklini alır. Büyüme bu dönemde daha çok alt yaprakların uzayıp genişlemesi, sürgün üzerinde güçlü koltuk yapraklarının çıkışı şeklindedir. Yatay yönde gelişimini tamamladıktan sonra bitkinin alt yaprakları gövdeden gerçekleşen uzama ile yapraklar toprak yüzeyinden gövdeyle birlikte yükselerek şemsiye şeklinde dikey olarak büyür. Daha sonra bitkinin orta kısmından hızlı büyüyen ana sürgün görülmeye başlar. Bitki bu aşamada ilk çiçek salkımlarını oluşturur. Daha sonra yan sürgünler gelişmeye başlar. Bitkinin taban yaprakları ise yükseldiği seviyede kalır bu yapraklar bitki büyüdükçe kuruyarak dökülür. Bu nedenle bu bitkinin en üst yaprakları ile taban yapraklarını survey çalışmalarında bir arada çok nadir görülmüştür.

Tohumların büyüklüğü bitkinin gelişme durumuna göre değişmekle birlikte genelde 1-1.5 mm çaplarında olup diğer tür içi varyasyonlarına göre tohum çapının daha küçük olduğu gözlemlenmiştir. Binoküler altında yapılan incelemede tohum dokusu ağsı yapıda olup diğer tür içi varyasyonlarından ayırt edici özellik göstermemektedir. Ayrıca bu varyasyonda tohumun hilum (tohum kabuğunun sapından ayrıldığı noktada oluşan yara izi) noktasında küçük çıkıntılar ve açık kahverenkli bir zar tabaka ile kaplı olsa da bir biyotipe ait tüm tohumlarda bu izler görülmediğinden ayırt edici bir özellik olarak değerlendirilmemiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. *S. arvensis* subsp. *arvensis*'in tohum çıkıntısı (hilum)



Şekil 4.10. *S. arvensis* subsp. *arvensis* tohumları

Bitkinin oluşturduğu tohum miktarı bitkinin bulunduğu koşullara göre değişmekle birlikte optimum koşullarda bir bitki yaklaşık 100-150 ml hacminde tohum verebildiği ölçülmüştür. Tohum rengi belirleyici bir özellik olmamakla birlikte genelde kiremit renginden koyu kahverengine, mor-siyah tonlarına kadar renk varyasyonlarını aynı bitki üzerinde gösterebilmektedir. Tohumların byklğu şekli ve renk durumunun bitki kapsüllerinin olgunlaşma koşullarıyla ilişkili olduğu gözlemlenmiştir. Ayırt edici bir özellik olmamakla birlikte bitkinin optimum koşullarda olgunlaştığında genelde tohum rengi mor, siyah tonlarda görülürken iyi gelişmemiş kapsüllerde veya güçlü ek yapısına sahip olmayan bitkilerde kapsül içerisinde tohum renginin gri, açık kahverengi, kırmızı gibi birçok renk varyasyonu gösterebilmektedir (şekil 4.10)

Sinapis arvensis subsp. *arvensis* olarak belirlenen ana grupta bazı biyotipler arasında kapsül byklğu, kapsül üzerinde tüy varlığı ve tyn yoğunluğu, kapsülün bitki üzerindeki pozisyonu gibi morfolojik bazı karakterler yönüyle ayrılan varyasyonlar, bulunmuştur. Kapsül büyüklüğüne göre optimum koşullarda bu varyasyona ait kapsüller 2 mm çapında ve 5-7 cm uzunluğunda olduğu gözlemlenmiştir. Ancak bu grupta değerlendirilen bazı biyotiplerde kapsüller 1 mm çapında ve 1-3 cm uzunluğunda olduğu, tohumları diğer varyasyonlara göre daha küçük ve kırmızı renkli tohum oranının daha fazla olduğu görülmüştür (şekil 4.11). Bu zellikleri gösteren ve kapsülleri tüysüz olan varyasyonlar: *S. arvensis* subsp *arvensis* f. *mesopotamica* (Sprengel) Boiss. [= *Sinapis mezopotamica* Sprengel, = *Brassica mezopotamica* Bernh. ex Steudel, = *Sinapis kaber* DC.)] olarak tanımlanmıştır (Hegi, 1912).

Kapsülün sürgün üzerindeki pozisyonuna göre:

➤ *Brassica nigra*'da olduğu gibi kapsüller dik, 5-30°'lik açı ile sürgüne yakın pozisyon alan varyasyonlar: *S. arvensis* f. *stricta* Celak. 1875, (= *S. arvensis* var. *adpressa* Hausskn.) olarak tanımlanmıştır (şekil 4.12).

➤ Kapsüller sürgüne 45° - 70° aı ile pozisyon aldığı ve en yaygın görülen varyasyondur: *Sinapis arvensis* f. *normlis* Thellung (şekil 4.13)

➤ Kapsül sürgüne geniş bir açıyla pozisyon alıp kapsüllerin büküldüğü varyasyondur: *Sinapis arvensis* subsp *arvensis* f. *divaricata* Schulz (şekil 4.14).

Bitki Kapslnn tüylülüğüne göre:

➤ Kapsül tüysüz: *Sinapis arvensis* subsp *arvensis* var. *arvensis* (tela-botanica), *S. arvensis* f. *leiocarpa* Gaudin (1836), Neilr. (1859) (= var. a *typica* f. *leiocarpa* Beck, = *B. sinapistrum* a. *leiocarpa* Fiori [1907], Erdner [1911] = var. *typica* f. *leiocarpa* Briq., = *S. arvensis* A. *genuina* a *vulgaris* Godron [1843] = var. a *vulgaris* Lange [1864], Grecescu [1898], = a *genuina* Ducommun [1869], Battand et Trabut [1888], Acloque [1904], = *typica* Halacsy [1901], = *B. Sinapistrum* a. *vulgaris* Coutinho [1913] (şekil 4.15).

➤ Seyrek tüylü kapsül: *S. arvensis* f. *medla* Acloque. (şekil 4.16).



Şekil 4.11. *S. a. subsp arvensis f. mesopotamica*



Şekil 4.12. *S. arvensis f. stricta*



Şekil 4.13. *S. arvensis f. normalis*



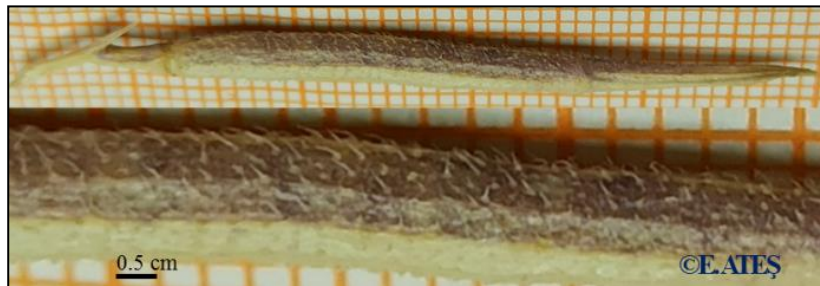
Şekil 4.14. *S. a. subsp arvensis f. divaricata*



Şekil 4.15. *S. arvensis subsp. arvensis*



Şekil 4.16. *S. arvensis f. medla* Acloque



Şekil 4.17. *S. arvensis var. orientalis*

➤ Yoğun tüylü ve sert kapsül: *Sinapis arvensis* subsp *arvensis* var. *orientalis* (Şekil 4.17) [= *S. arvensis* f. *orientalis* (L.) Godron (= *S. orientalis* L., Murray = *Raphanus orientalis* Crantz, = *Rhamphospermum orientale* Andrz. = *S. arvensis* var. *orientalis* Koch et Ziz = *S. arvensis*

var. *typica* f. *orientalis* Pospichal = *B. sinapistrum* var. *orientalis* = var. *vulgaris* f. *orientalis* = *S. arvensis* Pallas = *B. ambigua* = *S. hispida* Balbis = *S. arvensis* var. *hispida* Lej. et Court. = *S. villosa* Merat = *S. incana* (Thuill.), Lej. = *S. nigra* var. *villosa* DC., = *B. nigra* var. *villosa* Alef., = *S. arvensis* f. *villosa* = *B. sinapistrum* f. *villosa* Fiori = *B. sinapistrum* subsp. *typica* var. *villosa* Fiori ex Beguinot = *S. retrohirsuta* Besser. = *S. arvensis* var. *retrohirsuta* Trevis. = *B. hispidula* Peterm. = *S. retrohispida* Bor. = *S. arvensis* var. *retrohispida* Koch, Durand et Pitt. = *B. dasycarpa* Neİr. = *S. arvensis* var. *typica* f. *dasycarpa* Beck, = *B. sinapistrum* var. *typica* f. *dasycarpa* Briq. = *B. arvensis* var. *typica* f. *dasycarpa* Schinz et Keller = *S. arvensis* f. *schkuhriana* Prah) olarak bildirilmiştir.

4.2.1.2. *Sinapis arvensis* subsp. *schkuhriana*

Sinapis arvensis subsp. *schkuhriana* (Rehb.) Bég.varyasyonuna ait incelenen örneklerde gövde seyrek sürgünlüdür. Gövde ve sürgün tüylü veya tüysüz olabilir. Tüylü varyasyonlarda tüy yönü içe dönük, dışa dönük veya dağınık yönde olabilir veya her üç formda aynı bitki üzerinde görülebilir. Bazı biyotiplerde bitkinin alt kısmı tüylü iken üst kısımlar tüysüz olabilir. Gövde üzerinde ilk sürgünler toprak boğazından 30-50 cm yükseklikte görülür (Şekil 4.18, Şekil 4.19).



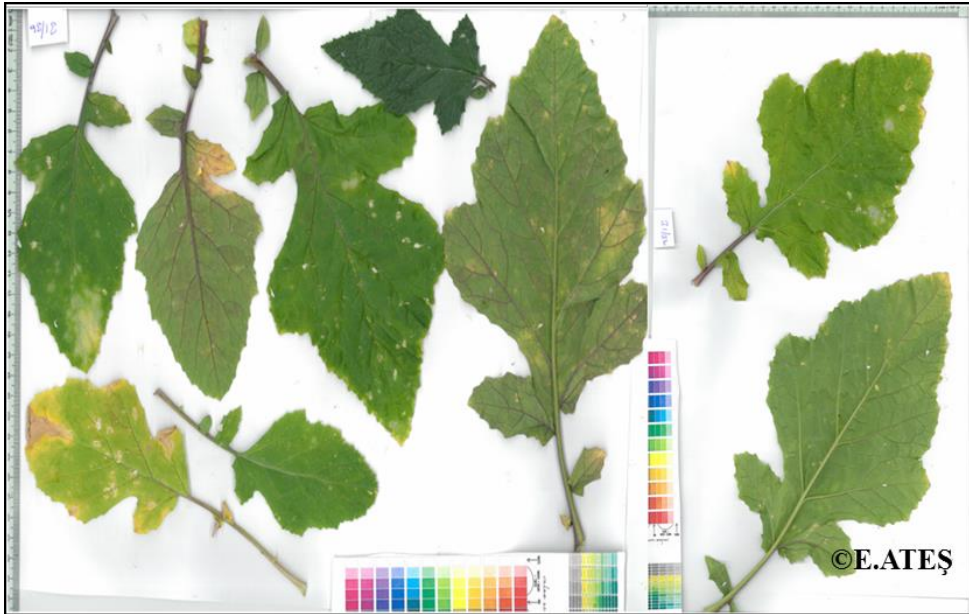
Şekil 4.18. *S. arvensis* subsp. *schkuhriana* varyasyonun genel görünümü

Alt yapraklar genelde kısa saplı basit, dişli, mızraksı semi-pinnat damarlı, üst yapraklar genelde sivri uçlu, üçgen şeklini alabilir, dişli ve sapsızdır. Bu varyasyonda bitki

üzerindeki yaprak formları daha az varyasyon göstermektedir (Şekil 4.20). Kapsüller bitkinin bulunduğu koşullara göre 2-12 tohumlu, kapsül çizgili ve zayıf bir dokuya sahip olduğundan tohumlar ve tohum izleri kapsül dışında belirgindir. Siliqua üzerinde tohumlar sıra ile dizilmiş ve kapsülün dış dokusu çentik şeklinde tohum izlerini bulundurur. Valfler keskin sınırlarla kapsüle bağlıdır ve her bir kapsül 2 adet valften oluşmaktadır. Tamamen olgunlaşan kapsüller fiziki müdahale olmadan bile valfler açılarak tohumlarını dökülebilmektedir. Gaga: uzun, konik ve çizgilidir; bir adet tohum içerir. Şapka diğer varyasyonlarla benzer özellikler gösterir (Şekil 4.21). Bu varyasyonun kapsülleri tüylü veya tüysüz olabilir. Tüylü kapsüllerin yönü genelde içe dönük olmakla birlikte aynı bitki kapsüllerinde tüy yönü farklılık gösterebilir. Kapsüller çoğunlukla ince, zayıf dokuya sahip, yaklaşık 3 ila 5.5 cm uzunluğunda ve yaklaşık 2-2.5 mm çapında, çok inişli çıkışlı, çentikli görünümlüdür (Şekil 4.21).



Şekil 4.19. *S. arvensis* subsp. *schkuhriana*'nın kök, gövde, sürgün, yaprak ve çiçekleri



Şekil 4.20. *S. arvensis* subsp. *schkuhriana*'nın yaprak formları

Tohumlar *S. arvensis* subsp. *arvensis*'in tohumlarına göre daha iri (1 - 2 mm)'dir. Tohum rengi koyu kırmızı, kahverengi tonlarından, mor ve siyah renklere kadar varyasyon

gösterir ancak tohum rengi bu varyasyonda da belirleyici bir özellik değildir. Bu varyasyonun ayırt edici özelliği alt ve üst yaprak formu ile kapsül formu bir arada değerlendirildiğinde anlaşılır.



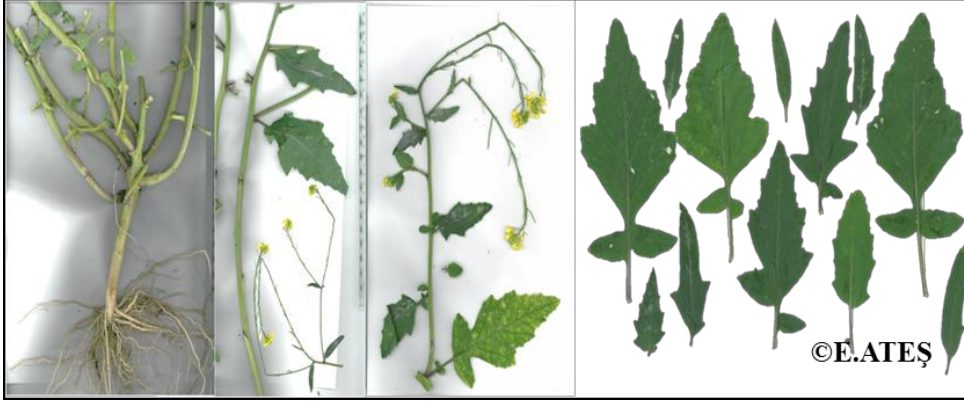
Şekil 4.21. *S. arvensis* subsp. *schkuhriana*'nın kapsül ve tohumları

4.2.1.3. *Sinapis arvensis* subsp. *allionii*

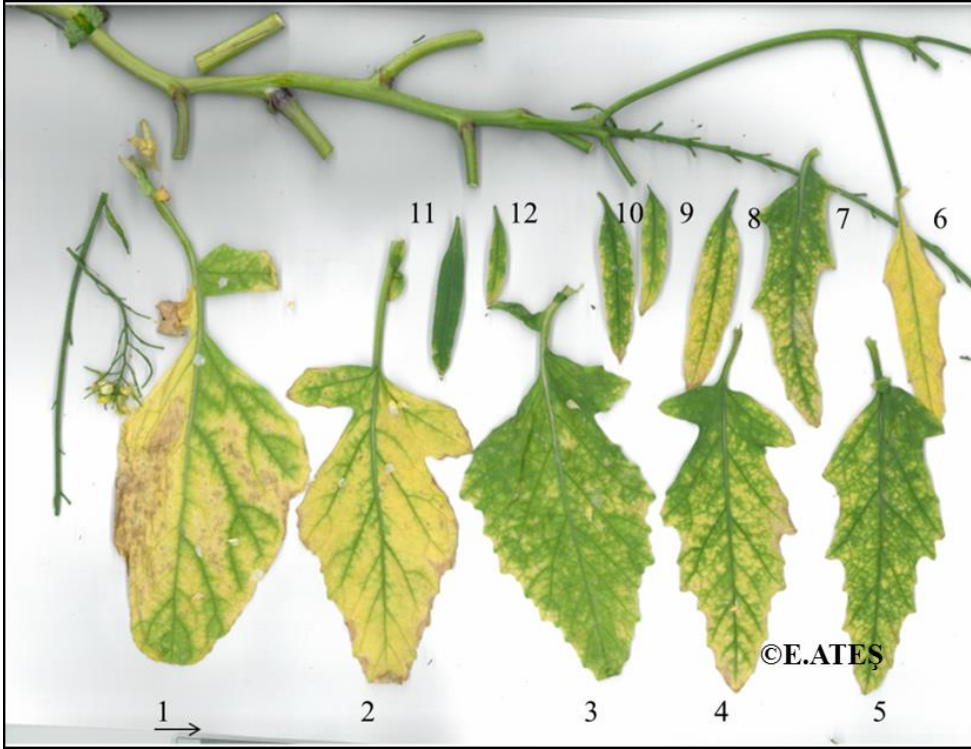
S. arvensis subsp. *allionii*'nin genel görünümü Şekil 4.22 ve 4.23'de verilmiştir. Bu alt tür, *S. arvensis* subsp. *schkuhriana*'nın genel görünümü ve kapsül formu açısından çok az farklılık göstermekle birlikte bu varyasyonun en karakteristik özelliği subulat, linear, pinatifid, dişli, loblu birçok yaprak tipinin aynı sürgün üzerinde sıralandığı görülmektedir. Bu alt türün bir biyotipinde gövdenin kök boğazından itibaren 5. sürgünü üzerinde görülen yaprak formları Şekil 4.24'te incelendiğinde alt yaprak (1.)'tan itibaren yaprak formlarının değişmeye başladığı ve en üst yaprak (12.) formunun subulat yaprak formunu aldığı görülmektedir.



Şekil 4.22. *S. arvensis* subsp. *allionii*'nin genel görünümü



Şekil 4.23. *S. arvensis* subsp. *allionii*'nin kök, gövde, sürgün yaprak formları



Şekil 4.24. *S. arvensis* subsp. *allionii* yaprak formları

Bu yaprak formu diğer tür içi varyasyonlarından ayırt edici en önemli teşhis anahtarı olarak değerlendirilebilir. Ancak sera koşullarında yapılan tekrarlı gözlemlerde bitkinin su ve besin maddeleri optimum koşulları sağlamadığında özellikle Şekil 4.24' üzerinde 5. yapraktan sonraki yapraklar görülmeden bitki hızlı bir şekilde tohum oluşturup gelişimini tamamlayabilmektedir. Dolayısıyla üst yapraklar ortaya çıkmadan bitki generatif döneme geçerek biyolojik ömrünü tamamlayabilmektedir. Bu durum *S. arvensis*'in tür içi varyasyonlarının özellikle yapraktan teşhisini zorlaştıran sebepler arasında olduğu düşünülmektedir. *S. arvensis* subsp. *allionii*'ye ait meyve (kapsül) kesitleri Şekil 4.24'te incelendiğinde *S. arvensis*'in diğer tür içi varyasyonlarında olduğu gibi genelde gaga bölmeli ve çizgilidir. Şapka kubbe şeklinde ve genellikle bölmelidir. Gaga tohumlu (1 adet), siliqua üzerinde 2 adet valf bulunmaktadır. Gaga ile valflerin kesiştiği nokta belirgin izlere sahip ve kırılgandır. Valfler 2 parçadan oluşmakta ve sınırları keskin bir şekilde ayrıldığı

görülmektedir. Meyve yüzeyi paralel çizgilerden oluşmakta olup tohum izleri dışarıdan görülmektedir. Meyve kapak sınırları belirgin ve sapçık (pedisel) ile birleşmiştir. *S. arvensis*'in incelenen diğer varyasyonlarında olduğu gibi meyve saplı (pedisel) ve tüysüzdür. Tüylü kapsüle sahip biyotiplerde kapsül tüyü içe dönük veya dağınık olabilmektedir. Bitkinin vejetatif gelişimine bağlı olarak meyve uzunluğu, içerdiği tohum sayısı ve tohum büyüklüğü değişebilmektedir. Tohumlar genel olarak daha iri (2-2.5 mm) ve tohum rengi genel olarak koyu kahverenginden mor ve siyahın tonlarına kadar renk varyasyonları gösterebilmektedir



Şekil 4.25. *S. arvensis* subsp. *allionii*'ye ait kapsül ve bileşenleri; a: gaga ve şapka kesiti; b: valf ve gaga kesidi, c: valf kesidi, d: pedisel ve valf kesidi, e: tohum f: tüylü varyasyon

Optimum koşullarda gelişmiş bir bitki meyvesi 5 - 15 adet tohum içerebilmektedir. Kapsüller tamamen olgunlaşıp kuruduğunda meyve kapakları ve gaga çatlamaya başlamaktadır. Hava akımında, fiziki darbelerde veya tamamen kuruyan bitkinin gerilerek büzülmesi sonucunda bitki tohumlarını kendiliğinden dökülebilmektedir. Ancak gaganın siliquaya bağlandığı noktadan sonraki kısım özellikle 1 adet tohumun yer aldığı bölge oldukça sert bir dokudan oluştuğu için buradaki tohum serbest kalmaz ve gagayla birlikte toprağa düşer. Diğer varyasyonlarda olduğu gibi bu varyasyonda da tüylü ve tüysüz kapsüllere sahip formlar bulunmaktadır. Ancak her iki form arasında diğer varyasyonlarda olduğu gibi tüylü ve tüysüz kapsüllere sahip biyotipler arasında morfolojik yönden fark bulunmamıştır. Kapsül ve tohumların morfolojik özellikleri yönüyle *S. arvensis* subsp. *schkuhriana* ile aralarında çok az farklılık bulunmakla birlikte özellikle *S. arvensis* subsp. *allionii* kapsüllerinin gaga uzunluğu açısından önemli fark bulunmaktadır.

4.2.1.4. *Sinapis arvensis* var. *orientalis*

Sinapis arvensis var. *orientalis* alt türünün teşhis anahtarında birçok çalışma da kapsüllerin tüylü ve tüylerin içe dönük olduğu bildirilmiştir (Boissier, 1867; Bubani, 1897; Davis, 1965-1989; Al-Shehbaz, 1988; Abdel, 2005). Ancak bu alt tür de bitkinin diğer organları için morfolojik karakterlere değinilmemiştir. Hegi, (1912)'ye göre "yoğun tüylü ve sert kapsüllü" varyasyonlardan *S. arvensis* f. *orientalis* (L.) Godron = *S. arvensis* var. *orientalis* Koch et Ziz (= *S. arvensis* subsp *arvensis* var. *orientalis*)'in sinonimi olarak değerlendirmiştir. Sera koşullarında yapılan morfolojik incelemelerde alt tür potansiyeli taşıyan tüm varyasyonların kapsülleri tüylü ve tüysüz formları içermektedir. Buna karşın tüylü kapsüle sahip bazı biyotiplerin yeni nesil biyotiplerinde kapsülde tüy görülmemiştir. Aynı bitkiden elde edilen tohumlar 3 adet aynı saksıya ekildiğinde biyotiplerden birinin kapsülleri tüylülük özelliği gösterirken diğer iki biyotipin kapsüllerinde tüy özelliği görülmemiştir (Şekil 4.26).



Şekil 4.26. *S. arvensis*'in kapsüllerinde tüy varlığı

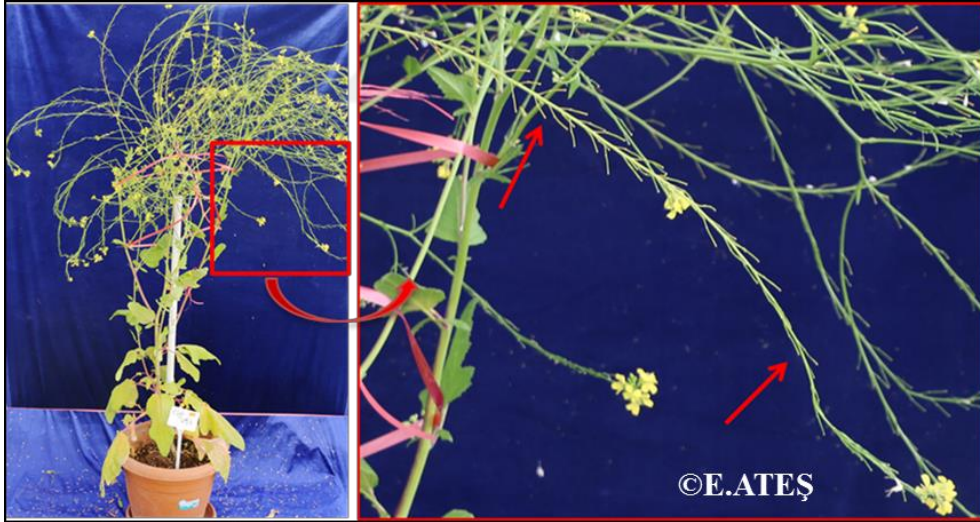
S. arvensis var. *orientalis*'in alt tür olarak değerlendirilmesinde esas kriter olan kapsül üzerinde tüy bulunması ve bazı taksonomistlerce bu tüylerin içe dönük olması durumu *S. arvensis*'in alt tür olma potansiyeli taşıyan varyasyonlardan kapsülü tüylü ve tüysüz biyotiplerinden birer adet alınmıştır. Kapsül içerisinde çıkan tohumlardan her biri bir saksıya ekilmiştir. Bitkiler tohum olgunluğuna geldiğinde kapsül tüylülüğü gözlemlenmiştir. Ayrıca kapsül açısından morfolojik olarak farklı bulunan bitkilerin her birinden 1'er adet kapsül alınarak içerisinden çıkan tohumların her biri aynı büyüklükteki saksılara ekimi yapılarak kapsüllerin morfolojik gözlemleri yapılmıştır (Şekil 4.27). Çalışma sonucunda 1 adet tüylü kapsülden 7 adet tohum çıkmıştır. Bu tohumlar saksılara ekilerek 7 adet bitki üretilmiştir. Bu bitkilerden 5'inin kapsülleri tüylü iken 2'sinin tüysüz olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.28). Ayrıca 2. tohumundan elde edilen biyotipte ise Şekil 4.29'de işaretli alanlarda gösterildiği gibi aynı sürgün üzerinde kapsüllerin pozisyonu geniş açıdan dar açığa doğru ilerlediği ve kapsüllerin tüysüz olduğu görülmektedir.



Şekil 4.27. Kapsülünden çıkan tohumlardan elde edilen bitkilerin morfolojik gözlemi



Şekil 4.28. Bir kapsülünden çıkan tohumların kapsülde tüy varlığının gözlemlenmesi



Şekil 4.29. Aynı sürgün üzerinde bulunan kapsüllerin pozisyonu

Şekil 4.30'da verilen biyotipin aynı sürgün üzerinde bulunan kapsüllerden bazıları seyrek tüylü(A) iken bir diğeri yoğun tüylü (B) olduğu ve tüy yönlerinin birinde dışa dönük (C) iken bir diğerinde içe dönük (D) yönde olduğu görülmüştür. Sera koşullarında saksı denemeleri sonucunda aynı kapsülden çıkan tohumlardan elde edilen bitkilerin kapsüllerinin tüysüz olması, yoğun tüylü, seyrek tüylü, tüylerin içe veya dışa dönük olması, kapsülün kısa veya uzun olması, kapsülün sürgüne yapmış olduğu açıya göre bildirilmiş varyasyonların tamamında bir sonraki nesile ait biyotiplerde bu özelliklerin değişkenlik gösterdiği veya bazı özelliklerin görülmediği belirlenmiştir. Bu durumun nedeni anlaşılamamış olmakla birlikte

anılan karakterlerin fenotipik özellikler olabileceği; sonraki nesillere aktarılan bir özellik olmadığı, bu nedenle kapsüllerin açısı, tüylülük durumu, tüyün yönü *S. arvensis*'in alt türlerinin belirlenmesinde ayırt edici birer özellik olamayacağı kanaatine varılmıştır. Bu nedenle *S. arvensis* subsp. *arvensis*'in varyasyonlarına ait bildirilen başta *S. arvensis* var. *orientalis* alt türü olmak üzere: *S. arvensis* subsp. *arvensis* f. *mesopotamica*, *S. arvensis* f. *stricta* Celak, *S. arvensis* f. *normālis* TheIlung, *S. arvensis* f. *divaricata* Schulz, *S. arvensis* subsp. *arvensis* var. *arvensis*, *S. arvensis* f. *medla* Acloque alt türlerinin *S. arvensis* subsp. *arvensis* grubunda sinonim olarak değerlendirilmesi gerektiği kanaatine varılmıştır.



Şekil 4.30. *S. arvensis*'in tüylülük durumu: A: kapsül seyrek tüylü, B: kapsül yoğun tüylü, C: tüy yönü dışa dönük, D: tüy yönü içe dönük

Sera koşullarında 50X50 ebatlarında saksılarda yetiştirilen 28 ili temsil eden 84 ilçeeye ait *S. arvensis* biyotipleri morfolojik özelliklerine göre değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda *S. arvensis*'in morfolojik olarak 3 ana grupta tür içi varyasyonu belirlenmiştir: *S. arvensis* subsp. *arvensis*, *S. arvensis* subsp. *allionii* ve *S. arvensis* subsp. *schkuhriana*'dır. Bu alt türlerin il ve ilçelere göre dağılımları Çizelge 4.12 ve Şekil 4.31'de verilmiştir. *S. arvensis* tür içi varyasyonları Çizelge 4.12'de incelendiğinde 35 lokasyonda *S. arvensis* subsp. *allionii*; 30 lokasyonda *S. arvensis* subsp. *arvensis*; 19 lokasyonda ise *S. arvensis* subsp. *schkuhriana* alt türleri belirlenmiştir. *S. arvensis* subsp. *schkuhriana* Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu bölgeleri dışında tüm bölgelerde görülmüştür. Diğer iki alt tür ise tüm bölgelerde yaygın olduğu görülmektedir. *S. arvensis* subsp. *schkuhriana* alt türünün bu çalışmada Güneydoğu ve Doğu Anadolu bölgelerinde rastlanılmamış olması bu alt türün bu

bölgelerde yaygın bulunmaması nedeniyle çalışmada paçal popülasyondan şansa bağlı seçilen tohumların *S. arvensis* subsp. *schkuhriana* gelme olasılığını düşürmüş olabileceği tahmin edilmektedir.

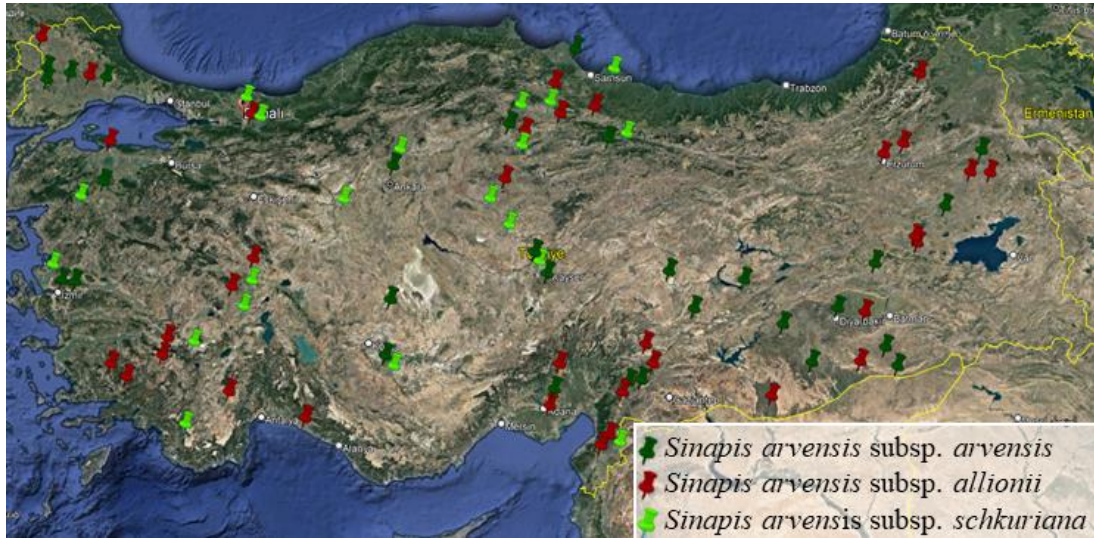
Çizelge 4.12. *S. arvensis*'in morfolojik olarak belirlenen alt türlerin illere göre dağılımı

Lokasyon		Belirlenen Alt Türler
Akdeniz Bölgesi		
Adana	Yüreğir	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
	Sarıçam	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
	Zerdali	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
Maraş	Narlı	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
	Emiroğlu	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
	Dulkadiroğlu	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
Antalya	Manavgat	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
	Döşemealtı	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
	Korkuteli	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
Hatay	Kumlu	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
	Serinyol	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
	Kırıkhan	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>schkuhriana</i>
Doğu Anadolu Bölgesi		
Ağrı	Merkez	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
	Hamur	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
	Tutak	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
Erzurum	Olur	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
	Palandöken	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
	Pasinler	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
Malatya	Darende	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
	Doğanşehir	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
	Kale	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
Muş	Merkez	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
	Hasköy	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
	Bulanık	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
Ege Bölgesi		
Afyonkarahisar	Adilli	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
	Ergenli	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>schkuhriana</i>
	Şuhut	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>schkuhriana</i>
Denizli	Tavas	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
	Kale	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
	Bozkurt	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>schkuhriana</i>
İzmir	Bornova	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
	Kemalpaşa	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
	Menemen	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
Muğla	Seydikemer	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>schkuhriana</i>
	Yatağan	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
	Menteşe	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
Güneydoğu Anadolu Bölgesi		
Diyarbakır	Bismil	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
	Kulp	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
	Sur	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
Gaziantep	İslahiye,	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
	Nurdağı,	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
	Sakçagözü	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
Mardin	Kızıltepe	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
	Nusaybin	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
	Ömerli	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
Urfa	Siverek	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
	Viranşehir	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
	Harran	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>

Çizelge 4.12.'nin devamı...

Lokasyon		Belirlenen Alt Türler
İç Anadolu Bölgesi		
Ankara	Pursaklar	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
	Çubuk	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>schkuhriana</i>
	Polatlı	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>schkuhriana</i>
Konya	Çumra	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
	Altınekin	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
	Kazımkarabekir	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>schkuhriana</i>
Kayseri	Erciyes	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
	Melikgazi	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>schkuhriana</i>
	Yemlina	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
Yozgat	Merkez	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
	Yerköy	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>schkuhriana</i>
	Kozaklı	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>schkuhriana</i>
Karadeniz Bölgesi		
Amasya	Merkez,	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
	Suluova	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>schkuhriana</i>
	Hamamözü	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>schkuhriana</i>
Çorum	Merkez	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
	Mecitözü	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
	Ortaköy	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>schkuhriana</i>
Tokat	Merkez	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
	Almus	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>schkuhriana</i>
	Taşova	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
Samsun	Ondokuzmayıs	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
	Havza	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
	Çarşamba	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>schkuhriana</i>
Marmara Bölgesi		
Balıkesir	Bandırma	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
	İvrindi	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>schkuhriana</i>
	Karesi	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
Edirne	Uzunköprü	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
	Maksutlu	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
	Merkez	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
Sakarya	Kamışlı	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>
	Ömercikler	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>schkuhriana</i>
	Elmalı	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>schkuhriana</i>
Tekirdağ	Hayrabolu	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
	Çorlu	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>
	Muratlı	<i>Sinapis arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>

Tohum toplama döneminde bölge halkı ile yapılan görüşmelerde yabani hardal olarak bilinen *S. arvensis*'in yapraklarını sebze olarak tükettiklerini, ancak işaret ettikleri alt türün (*S. arvensis* subsp. *arvensis*) yaprak dokusunun sert olması nedeniyle tercih etmediklerini, bu varyasyonu daha çok tarıma elverişsiz kıraç alanlarda, tarla kenarlarında rastladıklarını ve yöresel olarak “taşlık hardalı” olarak isimlendirdiklerini; buna karşın diğer alt türleri işaret ederek (*S. arvensis* subsp. *allionii* veya *S. arvensis* subsp. *schkuhriana* veya her iki alt tür) bu varyasyonların yaprak dokusu daha yumuşak, kırılğan, su içeriği yüksek, kendine has aroması olduğunu ve bu varyasyonların sulak alanlarda, tarla içinde daha yaygın bulunduğunu; bu nedenle “Tarla hardalı” olarak isimlendirdiklerini belirtmişlerdir. Bu durum ülkemizde *S. arvensis* varyasyonlarının halk arasında kısmen ayırt edildiğini, tanındığını yansıtmaktadır.



Şekil 4.31. *S. arvensis*'in alt türlerinin örnekleme yapılan alanlara göre dağılımı

Bilimsel çalışmalarda ise ülkemizde 1915, 1925, 1959 ve 1966 yıllarına ait Batman, Elazığ, Siirt, Diyarbakır illerinden toplanmış ve varyete notu düşülmüş herbaryum örneğinin yurtdışına gönderildiği ancak hala teşhis edilmeyi beklediği görülmektedir (KEW dijital Herbarium, 2022: Anonymous, 2022d), Diyarbakır'ın Çınar ilçesinde 1996 yılında Ahmet ULUDAĞ tarafından toplanan ve Ayşe YILDIRIM tarafından *S. arvensis* var. *orientalis* olarak teşhis edilen herbaryum örnekleri bulunmaktadır (DZMAE herbaryumu, Demir baş no: 440). Trakya bölgesinde *S. arvensis* var. *orientalis* alt türü (Gıdık vd., 2016), Bingöl'de ise *S. arvensis* subsp. *arvensis* alt türü (Kılıç vd., 2017)'nin varlığı bildirilmiştir. Ancak ülkemiz florasında *S. arvensis* subsp. *allionii* ve *S. arvensis* subsp. *schkuriana* alt türleriyle ilgili herhangi bir kayıt bulunamamıştır. Farklı bölgelerde yapılmış çalışmalar incelendiğinde *Sinapis* cinsini içeren türlerin incelendiği Icones Florae Germanicae (Reichenbach, 1855)'de türlerin tanımlanması ve görsel çizimleri yer almaktadır. Buna göre *S. arvensis* (= *S. arvensis* subsp. *arvensis* (otonom isim)), *S. schkuriana* RCHB, *S. allionii* (= *S. arvensis* subsp. *allionii*), *S. orientalis* türleri daha sonraki taksonomistler tarafından alt tür olarak yeniden revize edilmiştir (Dobignard vd, 2010). Bubani,(1897) *S. orientalis* (= *S. arvensis* var. *orientalis* (1897)).İspanya'nın Torla bölgesinde 1850 yılında yaptığı gözlemlerde *S. orientalis* (= *S. arvensis* var. *orientalis*)'e ait bir bitkinin alt sürgün kapsüllerin seyrek tüylü üst sürgün kapsüllerinin ise tüysüz olduğunu; buna karşın yaprak ve sürgünlerin yoğun tüylü olduğu, oysa tüy yoğunluğu bitkinin diğer organları için de benzer şekil de olması gerektiğini, bu nedenle bu alt türün sadece kapsül tüyü ile açıklamanın, tanımlamanın kabul edilemez olduğunu, bu alt türün en az çiçek veya yapraklarına ait bazı farklılıklarının bulunmasının gerekli olduğunu bildirmiştir. Sera koşullarında yürütülen bu çalışmada Bubani, (1897)'nin tarif ettiği şekil de seyrek tüylü ve tüysüz kapsüller aynı bitki üzerinde kaydedilmiştir. Ayrıca bazı bitkilerde tüy yönü de içe doğru, dışa doğru veya dik yönde olduğu görülmüştür. Tüylü ve tüysüz kapsülden çıkan tohumlar saksı ortamında yeni nesil bitkiler üretildiğinde

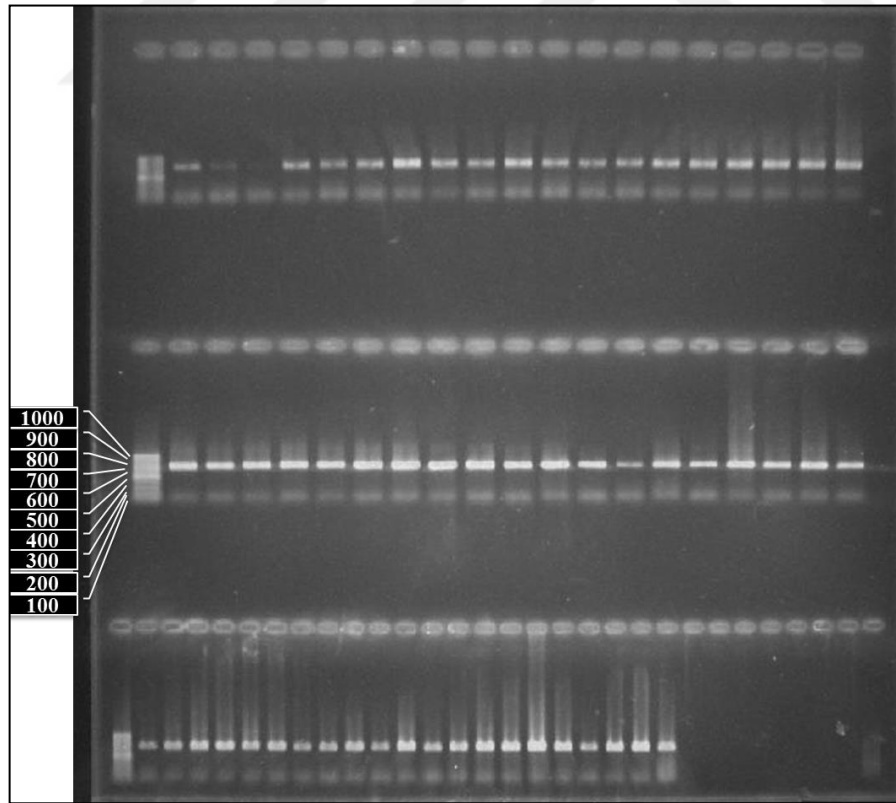
yeni bireylerin ebeveynlerinin tüylülük durumunu bire bir yansıtmadığı, tüysüz kapsülden çıkan tohumlardan hem tüylü hem tüysüz kapsül özeliğine sahip yeni bitkilerin geliştiği görülmüştür. Benzer durum tüylü kapsülden çıkan tohumlardan üretilen bitkilerde de görülmüştür. Bu nedenle kapsül üzerindeki tüylülük durumu *S. arvensis*'in alt türlerini belirten bir markör olamayacağı belirlenmiştir. Bu yönüyle yürütmüş olduğumuz çalışma Bubani, (1897)'nin bildirimi ile uyumlu sonuçlar elde edilmiştir. Al-Shehbaz, (1988) *S. arvensis* var. *orientalis* alt türüne ait teşhis anahtarlarında bu alt türün kapsülleri tüylü ve tüylerin içe dönük olduğunu bildirmiştir. Ancak sonraki yıllarda *S. arvensis*'in yüksek düzeyde polimorfizm gösteren bir tür olduğunu; ancak birçok sistematikçi tarafından kapsül tüylülüğüne dayanan *S. arvensis* var. *orientalis* alt türünün de sinonim bir isim olarak değerlendirilmesi gerektiği bildirilmiştir (Al-Shehbaz, 2021). Diyarbakır ilinde yaptığımız çalışmalarda da *S. arvensis* var. *orientalis* alt türünün kapsüllerinde tüy varlığı sonraki nesillerin bazı biyotiplerinde görülmediği dolayısıyla bu alt türün *S. arvensis* subsp. *arvensis* adı altında sinonim isim olarak değerlendirilmesi gerektiği kanaatine varılmıştır. *S. arvensis* var. *orientalis* alt türünün taksonomik durumu Al-Shehbaz, (2021) ile desteklenmektedir. *S. arvensis* subsp. *schkuhriana* (= *S. schkuhriana* Rechb.)'nın kapsülleri yönüyle diğer varyasyonlardan ayrıldığı, özellikle tohumların ardışık olarak inci dizisi gibi dizildiği ve valfler üzerinde tohumların belirgin olduğunu ancak sadece kapsüllerdeki bu özelliğin araştırmacılar tarafından fark edilmesinin çok zor olduğu; bu nedenle bu alt türe ait farklı özelliklerin de belirlenmesi gerektiği; dolayısıyla bu alt türün yeniden değerlendirilmesinin gerekli olduğu farklı araştırmacılar tarafından önerilmiştir (Koch, (1838); Hegi, (1912); Kloos, (1927)). Ancak bu alt türün sonraki taksonomistler tarafından *S. arvensis* subsp. *arvensis*'in sinonimi olarak kabul edilmiştir. Sera koşullarında yapılan morfolojik gözlemlerde bu alt türün kapsüllerinde bildirilen teşhis anahtarlarıyla birlikte yaprak özelliklerinin morfolojik olarak *S. arvensis* subsp. *arvensis* ve *S. arvensis* subsp. *allionii* alt türlerinden farklı olduğu belirlenmiştir. Bu yönüyle Koch, (1838); Hegi, (1912); Kloos, (1927)'un önerdiği şekilde *S. arvensis* subsp. *schkuhriana*'nın alt tür olarak yeniden değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. *S. arvensis* subsp. *allionii* (Jacq.) Baillarg alt türünün kabul gören teşhis anahtarına göre: bitki tek yıllık, üst yapraklar pinati-partite ve lateral lobları pinnatis etmek için daralan, kaba dişli yapraklara sahiptir. Silique 1.5-4 cm uzunluğunda, belirgin 3-6 adet sinirlere(çizgili) sahip, tohumlar yaklaşık 2 mm, küresel görünümlü, koyu kahve renklidir (Boulos, 1999). Diyarbakır ilinde yapılan teşhis çalışmalarında sunulan görseller ve elde edilen teşhis markörleri yönüyle Boulos, 1999'un çalışması tarafından desteklenmektedir. Bu alt türün Avrupa'da Almanya'nın en kuzey kesimlerini içeren Schleswig-Holstein eyaleti ile güney bölgesinde Adelberg bölgesinde *S. arvensis* subsp. *allionii*'nin varlığı ilk kez rapor edilmiştir (Hegi, 1912).

Avrupa, Asya, Kuzey Afrika ile güney çöl kuşağına kadar uzanan ve Büyük Sahra,

Arabistan ve İran çöllerleriyle birlikte Çin'i de içine alan Palearktik bölge olarak adlandırılan alanlarda farklı zamanlarda *S. arvensis* subsp. *allionii* alt türünün varlığı bildirilmiştir: İngiltere, Fransa, İtalya, İspanya, Hollanda, Yunanistan, Mısır, Libya, Tunus, Cezayir, Fas, Kenya, Madagaskar, Demokratik Kongo Cumhuriyeti (Area, (2005); Boulous, (2009); Dobignard vd., (2010); Hosni et al. (2013); Abdelaal et al. (2018). Sadek, (2020)). Mevcut çalışmalar Palearktik bölgenin kapsadığı 2 alt bölgede (Avrupa ve Akdeniz) de yer alan Türkiye'de bu türün varlığını güçlendirmekle birlikte, Marmara Bölgesi ve Ege Bölgesi üzerinden kara, deniz ve akarsu sınırları bulunan Yunanistan'da *S. arvensis* subsp. *allionii* alt türünün varlığı bildirilmiş olması, Diyarbakır ilinde yürütmüş olduğumuz çalışmayı destekler niteliktedir.

4.2.2. *Sinapis arvensis*'in alt türlerinin moleküler yöntemlerle belirlenmesi

Sinapis arvensis'in tür içi varyasyonlarının moleküler yöntemlerle belirlenmesi çalışmalarında ülkemizin her bir bölgesini temsilen 4 il ve her bir ili temsil eden 3 ilçe olmak üzere 7 coğrafi bölgede 28 il de toplam 84 lokasyonu temsilen 84 biyotipten DNA izolasyonu yapılmıştır. DNA izolasyonu yapılan örneklerin ribozomal DNA (rDNA) bölgesi evrensel primerler (ITS4 ve ITS5) aracılığıyla PCR ortamında çoğaltılarak jel de görüntülenmiştir (Şekil 4.32)



Şekil 4. 32 *S. arvensis* genomlarının ITS bölgesinden elde edilen PCR ürününün jel görüntüsü (100 bp Vivantis ladder)

Sekans sonuçları UGENE-38.1 programı aracılığıyla çift yönlü olarak hizalanarak 650- 750 bp uzunluğunda consensus diziler elde edilmiştir. *S. arvensis*'in genotiplerine ait rDNA dizileri ile NCBI üzerinden erişilen *S. arvensis* genotipi (DQ249828.1) ve Brassicaceae familyasına ait bazı tür ve alt türlerin ITS gen bölgesine göre karşılaştırmaları yapılmıştır (Şekil 4.33).

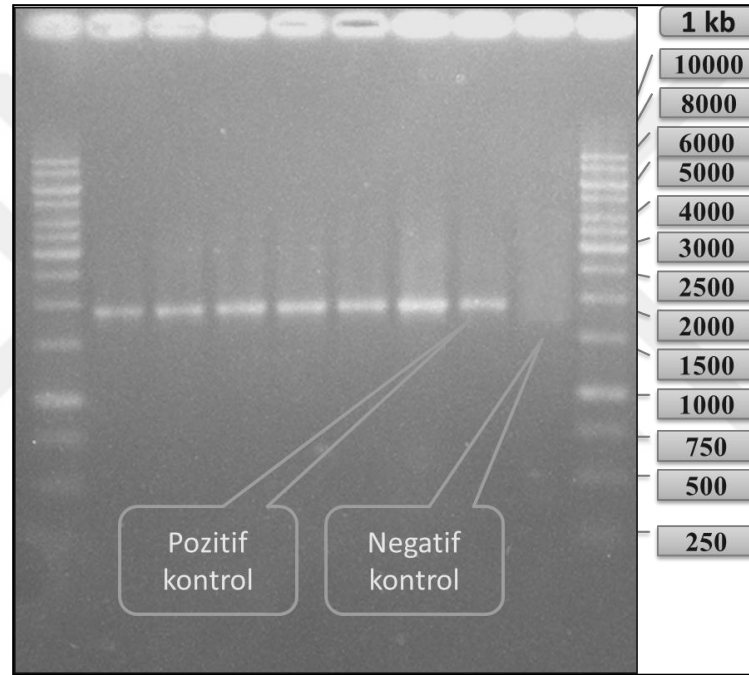
	68	70	72	74	76	78	80	82	84										
GQ891873.1 <i>B. rapa</i> subsp. <i>oleifera</i>	T	C	C	T	T	T	G	C	C	A	A	G	A	C	T	T	C	A	
JN564039.1 <i>B. rapa</i> subsp. <i>pekinensis</i>	T	C	C	T	T	T	G	G	C	C	A	A	G	A	C	T	T	C	A
MG923989.1 <i>Brassica rapa</i>	T	C	C	T	T	T	G	G	C	C	A	A	G	A	C	T	T	C	A
JQ042820.1 <i>B. repanda</i> subsp. <i>blancoana</i>	T	C	C	C	C	G	T	C	C	A	A	G	A	T	T	T	T	C	A
JQ433546.1 <i>B. repanda</i> subsp. <i>repanda</i>	T	C	C	C	C	G	T	C	C	A	A	G	A	T	T	T	T	C	A
MF192768.1 <i>Eruca vesicaria</i>	T	C	C	C	C	G	G	C	C	A	A	G	A	T	T	T	T	T	T
AF128103.1 <i>Brassica nigra</i>	G	G	T	T	C	A	A	G	A	C	T	T	A	C	T	T	A	G	A
DQ003698.1 <i>Brassica carinata</i>	G	G	T	T	C	A	A	G	A	C	T	T	A	C	T	T	A	G	A
AY746462.1 <i>Raphanus sativus</i>	T	C	C	T	C	G	G	T	C	A	A	G	A	C	T	T	C	T	T
DQ003683.1 <i>Brassica juncea</i> var. <i>tumida</i>	G	G	T	T	C	A	A	G	A	C	T	T	A	C	T	T	A	G	A
FJ609733.1 <i>Sinapis alba</i>	T	T	T	T	C	C	A	G	C	C	A	G	T	A	C	T	T	C	A
DQ249828.1 <i>Sinapis arvensis</i>	G	-	T	T	C	A	A	G	A	C	T	T	-	-	-	-	-	C	T
27gaz3	G	G	T	T	C	A	A	G	A	C	T	T	-	-	-	-	-	C	T
42kon1	G	G	T	T	C	A	A	G	A	C	T	T	-	-	-	-	-	C	T
46mar2	G	G	T	T	C	A	A	G	A	C	T	T	-	-	-	-	-	C	T
66yoz2	G	G	T	T	C	A	A	G	A	C	T	T	-	-	-	-	-	C	T
66yoz1	G	G	T	T	C	A	A	G	A	C	T	T	-	-	-	-	-	C	T
25erz1	G	G	T	T	C	A	A	G	A	C	T	T	-	-	-	-	-	C	T
46mar3	G	G	T	T	C	A	A	G	A	C	T	T	-	-	-	-	-	C	T
7ant2	G	G	T	T	C	A	A	G	A	C	T	T	-	-	-	-	-	C	T
20den3	G	G	T	T	C	A	A	G	A	C	T	T	-	-	-	-	-	C	T
63urf1	G	G	T	T	C	A	A	G	A	C	T	T	-	-	-	-	-	C	T

Şekil 4.33. *S. arvensis*'in ve Brassicaceae familyasına ait bazı üyelerin ITS gen bölgesine göre dizilerinin karşılaştırılması

Sinapis arvensis biyotiplerine ait rDNA'nın ITS4 ve ITS5 bölgelerine göre yapılan dizi analizleri sonucundayapılan karşılaştırmalar Şekil 4.33'te tüm diziler % 100 benzer ve aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir. NCBI üzerinden erişilen Almanya orijinli DQ249828.1 nolu *S. arvensis* genomu ile ülkemize ait genomlar arasında dizi üzerinde boşluk şeklinde 1 nükleotit fark bulunduğu, bunun dışında herhangi bir farklılık bulunmamıştır. Dolayısıyla *S. arvensis*'in tür içi varyasyonlarının belirlenmesinde aranan genetik farklılık rDNA'nın ITS4 ve ITS5 bölgeleri içerisinde kalan yaklaşık 750 bp uzunluğundaki dizilerden elde edilemeyeceği belirlenmiştir. Gen bankası üzerinden erişilen Şekil 4.33'te verilen rDNA'nın ITS4 ve ITS5 bölgesinin dizi analizine göre Brassicaceae familyasındaki birçok türün iyi derece ayırt edildiği, alt türlerin karşılaştırılmasında ise *Brassica rapa*'nın *B. rapa* subsp. *pekinensis* alt türü ile aralarında fark bulunmadığı ve aynı grupta yer aldığı buna karşın *B. rapa* subsp. *oleifera* ile farklı bulunduğu görülmektedir. *Brassica repanda*'nın alt türlerinden

B. repanda subsp. *repanda* ve *B. repanda* subsp. *blancoana* alt türlerinin dizileri arasında fark bulunduğu görülmektedir. Dolayısıyla Brassicaceae familyasına ait türler arasında rDNA'nın ITS4 ve ITS5 bölgelerine göre genetik farklılığın bulunduğu ve bu bölgenin türleri belirlemede oldukça elverişli bir bölge olduğu; ancak, alt türlerin belirlenmesinde türlere göre farklılık gösterebileceği belirlenmiştir.

Sinapis arvensis'in morfolojik çalışmaları sonucunda farklı bulunan ve buna göre gruplandırılan biyotiplerden kapsülü tüylü ve kapsülü tüysüz olan her bir grubu temsilen 2'şer biyotipin kloroplast DNA (cpDNA) bölgesinde rps12 üzerinde yer alan maturaz kinaz (matK) proteinin trnK-710F ve trnK-2R bölgeleri PCR ortamında çoğaltılarak jel de görüntülenmiştir (Şekil 4.34)



Şekil 4. 34 *Sinapis arvensis* genomlarının kloroplast DNA'da matK üzerinde trnK bölgesinden elde edilen PCR ürününün jel görüntüsü (1 kb Thermo ladder)

Sekans sonuçları UGENE-38.1 programı aracılığıyla çift yönlü olarak hizalanarak consensus diziler elde edilmiştir. CLC RNA Main Workbench.21 programı ile dizilerin analizi yapılmıştır (Şekil 4.35.)

Sinapis arvensis'in matK bölgesinin dizi analizi Şekil 4.35'e göre tüm diziler 1800 bp uzunluğunda hizalanmıştır. Şekil üzerinde dizinin 1 - 1020 bp uzunluğundaki nükleotitler %100 örtüştüğü için bu bölge şekil üzerinde yansıtılmamıştır (EK1). Dizi üzerindeki 1020 - 1800 bp aralığındaki nükleotit dizilimine göre *S. arvensis* subsp. *arvensis*, *S. arvensis* subsp. *schkuhriana* ve *S. arvensis* subsp. *allionii* alt türleri arasında fark bulunduğu; Kanada orijinli *S. arvensis* (KU739544.1)'in 37 nükleotit de okumanın bulunmadığı; dizi üzerindeki boşluklar gözardı edildiğinde *S. arvensis* subsp. *allionii* alt türü ile % 100 benzer olduğu görülmektedir.

		1,040		1,060		1,080
S. a. subsp. arvensis_1	TTATCTAAAG	ATAATTTTCGA	ATTTCTGGGT	TATCTCTCAA	GTTTGCGACT	AAATCC - TTT
S. a. subsp. arvensis_2	TTATCTAAAG	ATAATTTTCGA	ATTTCTGGGT	TATCTCTCAA	GTTTGCGACT	AAATCC - TTT
S. a. subsp. allioni_1	TTATCTAAAG	ATAATTTTCGA	ATTTCTGGGT	TATCTCTCAA	GTTTGCGACT	AAATCC - TTT
S. a. subsp. allioni_2	TTATCTAAAG	ATAATTTTCGA	ATTTCTGGGT	TATCTCTCAA	GTTTGCGACT	AAATCC - TTT
S. a. subsp. schkuhriana_1	TTATCTAAAG	ATAATTTTCGA	ATTTCTGGGT	TATCTCTCAA	GTTTGCGACT	AAATCC - TTT
S. a. subsp. schkuhriana_2	TTATCTAAAG	ATAATTTTCGA	ATTTCTGGGT	TATCTCTCAA	GTTTGCGACT	AAATCC - TTT
KU739544.1 S. arvensis	TTATCTAAAG	ATAATTTTCGA	ATTTCTGGGT	TATCTCTCAA	GTTTGCGACT	AAATCC - TTT
		1,100		1,120		1,140
S. a. subsp. arvensis_1	AGTGGTACGT	AGTCAAATGC	TAGAAAACCTC	ATTTCTAATA	GATAATGTT	AGAATAAAAT
S. a. subsp. arvensis_2	AGTGGTACGT	AGTCAAATGC	TAGAAAACCTC	ATTTCTAATA	GATAATGTT	AGAATAAAAT
S. a. subsp. allioni_1	AGTGGTACGT	AGTCAAATGC	TAGAAAACCTC	ATTTCTAATA	GATAATG - TT	AGAATAAAAT
S. a. subsp. allioni_2	AGTGGTACGT	AGTCAAATGC	TAGAAAACCTC	ATTTCTAATA	GATAATG - TT	AGAATAAAAT
S. a. subsp. schkuhriana_1	AGTGGTACGT	AGTCAAATGC	TAGAAAACCTC	ATTTCTAATA	GATAATG - TT	AGAATAAAAT
S. a. subsp. schkuhriana_2	AGTGGTACGT	AGTCAAATGC	TAGAAAACCTC	ATTTCTAATA	GATAATG - TT	AGAATAAAAT
KU739544.1 S. arvensis	AGTGGTACGT	AGTCAAATGC	TAGAAAACCTC	ATTTCTAATA	GATAATG - TT	AGAATAAAAT
		1,340		1,360		1,380
S. a. subsp. arvensis_1	AAAAGAATTT	GTATCGAATA	AAATATATAC	TTCGTCCTTG	TTGTGTTAAA	ACTTTGGCTC
S. a. subsp. arvensis_2	AAAAGAATTT	GTATCGAATA	AAATATATAC	TTCGTCCTTG	TTGTGTTAAA	ACTTTGGCTC
S. a. subsp. allioni_1	AAAAGAATTT	GTATCGAATA	AAATATATAC	TTCGTCCTTG	TTGTGTTAAA	ACTTTGGCTC
S. a. subsp. allioni_2	AAAAGAATTT	GTATCGAATA	AAATATATAC	TTCGTCCTTG	TTGTGTTAAA	ACTTTGGCTC
S. a. subsp. schkuhriana_1	AAAAGAATTT	GTATCGAATA	AAATATATAC	TTCGTCCTTG	TTGTGTTAAA	ACTTTGGCTC
S. a. subsp. schkuhriana_2	AAAAGAATTT	GTATCGAATA	AAATATATAC	TTCGTCCTTG	TTGTGTTAAA	ACTTTGGCTC
KU739544.1 S. arvensis	AAAAGAATTT	GTATCGAATA	AAATATATAC	TTCGTCCTTG	TTGTGTTAAA	ACTTTGGCTC
		1,580		1,600		1,620
S. a. subsp. arvensis_1	TCAATCATGA	ATAATGGGGT	TCTGAGGCTC	CATAAATTAA	ATCAAAATTT	ATCATAACTT
S. a. subsp. arvensis_2	TCAATCATGA	ATAATGGGGT	TCTGAGGCTC	CATAAATTAA	ATCAAAATTT	ATCATAACTT
S. a. subsp. allioni_1	TCAATCATGA	ATAATGGGGT	TCTGAGGCTC	CATAAATTAA	ATCAAAATTT	ATCATAACTT
S. a. subsp. allioni_2	TCAATCATGA	ATAATGGGGT	TCTGAGGCTC	CATAAATTAA	ATCAAAATTT	ATCATAACTT
S. a. subsp. schkuhriana_1	TCAATCATGA	ATAATGGGGT	TCTGAGGCTC	CATAAATTAA	ATCAAAATTT	ATCATAACTT
S. a. subsp. schkuhriana_2	TCAATCATGA	ATAATGGGGT	TCTGAGGCTC	CATAAATTAA	ATCAAAATTT	ATCATAACTT
KU739544.1 S. arvensis	TCAATCATGA	ATAATGGGGT	TCTGAGGCTC	CATAAATTAA	ATCAAAATTT	ATCATAACTT
		1,640		1,660		1,680
S. a. subsp. arvensis_1	CAACTTAATG	CGGAGATAAC	AAAAAAATAA	ATTATTTTGT	ATTATCAAAA	GCCATTTATT
S. a. subsp. arvensis_2	CAACTTAATG	CGGAGATAAC	AAAAAAATAA	ATTATTTTGT	ATTATCAAAA	GCCATTTATT
S. a. subsp. allioni_1	CAACTTAATG	CGGAGATAAC	AAAAAAATAA	ATTATTTTGT	ATTATCAAAA	GCCATTTATT
S. a. subsp. allioni_2	CAACTTAATG	CGGAGATAAC	AAAAAAATAA	ATTATTTTGT	ATTATCAAAA	GCCATTTATT
S. a. subsp. schkuhriana_1	CAACTTAATG	CGGAGATAAC	AAAAAAATAA	ATTATTTTGT	ATTATCAAAA	GCCATTTATT
S. a. subsp. schkuhriana_2	CAACTTAATG	CGGAGATAAC	AAAAAAATAA	ATTATTTTGT	ATTATCAAAA	GCCATTTATT
KU739544.1 S. arvensis	CAACTTAATG	CGGAGATAAC	AAAAAAATAA	ATTATTTTGT	ATTATCAAAA	GCCATTTATT
		1,700		1,720		1,740
S. a. subsp. arvensis_1	TCTATTATTA	AATGTTTCATA	TAGTAAGCAG	TAAGACTAAG	ATAAAAATTA	CTGAGTATTG
S. a. subsp. arvensis_2	TCTATTATTA	AATGTTTCATA	TAGTAAGCAG	TAAGACTAAG	ATAAAAATTA	CTGAGTATTG
S. a. subsp. allioni_1	TCTATTATTA	AATGTTTCATA	TAGTAAGCAG	TAAGACTAAG	ATAAAAATTA	CTGAGTATTG
S. a. subsp. allioni_2	TCTATTATTA	AATGTTTCATA	TAGTAAGCAG	TAAGACTAAG	ATAAAAATTA	CTGAGTATTG
S. a. subsp. schkuhriana_1	TCTATTATTA	AATGTTTCATA	TAGTAAGCAG	TAAGACTAAG	ATAAAAATTA	CTGAGTATTG
S. a. subsp. schkuhriana_2	TCTATTATTA	AATGTTTCATA	TAGTAAGCAG	TAAGACTAAG	ATAAAAATTA	CTGAGTATTG
KU739544.1 S. arvensis	TCTATTATTA	AATGTTTCATA	TAGTAAGCAG	TAAGACTAAG	ATAAAAATTA	CTGAGTATTG
		1,760		1,780		1,800
S. a. subsp. arvensis_1	AATTTGTAGT	CCTATTTATT	TTATAAGTAA	CCAAAGAAAC	TGAGTTTTCT	ATGTATACAT
S. a. subsp. arvensis_2	AATTTGTAGT	CCTATTTATT	TTATAAGTAA	CCAAAGAAAC	TGAGTTTTCT	ATGTATACAT
S. a. subsp. allioni_1	AATTTGTAGT	CCTATTTATT	TTATAAGTAA	CCAAAGAAAC	TGAGTTTTCT	ATGTATACAT
S. a. subsp. allioni_2	AATTTGTAGT	CCTATTTATT	TTATAAGTAA	CCAAAGAAAC	TGAGTTTTCT	ATGTATACAT
S. a. subsp. schkuhriana_1	AATTTGTAGT	CCTATTTATT	TTATAAGTAA	CCAAAGAAAC	TGAGTTTTCT	ATGTATACAT
S. a. subsp. schkuhriana_2	AATTTGTAGT	CCTATTTATT	TTATAAGTAA	CCAAAGAAAC	TGAGTTTTCT	ATGTATACAT
KU739544.1 S. arvensis	AATTTGTAGT	CCTATTTATT	TTATAAGTAA	CCAAAGAAAC	TGAGTTTTCT	ATGTATACAT

Şekil 4.35. *S. arvensis* alt türlerinin matK bölgesine göre dizi analizi

Morfolojik özelliklerine göre farklılık gösteren *S. arvensis*'in 3 alt türünün CpDNA'nın matK bölgesine göre yapılan dizi analizi sonuçlarına göre *S. arvensis* subsp. *arvensis*, *S. arvensis* subsp. *schkuhriana* ve *S. arvensis* subsp. *allionii* alt türlerinin moleküler olarak da farklı olduğu belirlenmiştir.

Gen bankası üzerinden erişilen Brassicaceae familyasına ait bazı üyelerin DNA (cpDNA) bölgesinde rps12 üzerinde yer alan maturaz kinaz (matK) proteinin trnK-710 ve trnK-2 bölgelerine ait dizilerin UGENE-38.1 programı üzerinden hizalanarak yapılan çoklu karşılaştırmalarında, birçok türün ve *S. arvensis*'in alt türlerinin birbirinden başarılı bir şekilde ayırt edildiği belirlenmiştir (Şekil 4.36).

<i>JN584951.1 Brassica nigra</i>	C	A	C	C	T	C	-	T	-	T	C	A	T	C	T	G	T	G	G	T
<i>JN584966.1 Crambe orientalis</i>	C	G	A	C	T	C	-	G	-	T	C	G	T	C	T	A	C	T	C	T
<i>AB354275.1 Brassica carinata</i>	C	A	C	C	T	C	-	T	-	T	C	A	T	C	T	G	T	G	G	T
<i>AB354277.1 Sinapis alba</i>	A	A	T	T	T	T	-	T	-	G	A	G	T	C	T	G	C	G	G	T
<i>KU739544.1 Sinapis arvensis</i>	C	A	C	C	T	C	-	T	-	T	C	G	G	G	T	G	C	G	G	T
<i>S.a. subsp. schkuhriana_1</i>	C	A	C	C	T	C	C	T	-	T	C	G	G	G	C	G	C	G	G	A
<i>S.a. subsp. arvensis_1</i>	C	A	C	C	T	C	-	T	G	T	C	G	G	G	T	G	C	G	G	A
<i>S.a. subsp. allioni_1</i>	C	A	C	C	T	C	-	T	-	T	C	G	G	G	T	G	C	G	G	T
<i>S.a. subsp. schkuhriana_2</i>	C	A	C	C	T	C	C	T	-	T	C	G	G	G	C	G	C	G	G	A
<i>S.a. subsp. arvensis_2</i>	C	A	C	C	T	C	-	T	G	T	C	G	G	G	T	G	C	G	G	A
<i>S.a. subsp. allioni_2</i>	C	A	C	C	T	C	-	T	-	T	C	G	G	G	T	G	C	G	G	T

Şekil 4. 36 Brassicaceae familyasına ait bazı türlerin cpDNA'nın matK bölgesine göre dizilerin karşılaştırılması

Yapılan analizler sonucunda elde edilen diziler, web tabanlı gen bankası (NCBI)'na kayıtları yaptırılarak açık erişime sunulmuş ve referans erişim kodları üretilmiştir. Moleküler olarak analizi yapılan biyotiplerden üretilen yeni nesil tohumların ve çalışılan bitki örnekleri herbaryum olarak kayıt altına alınmıştır (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. *S. arvensis*'in alt türlerine ait gen bankası üzerinden erişim kodu

Örnek Kodu	Alt türler	Gen Bankası erişim kodu	Tohum bankası Kodu (DZMAE)	Herbaryum kodu
Akdeniz Bölgesi				
1Ada1	subsp. <i>allionii</i>	ON427894	DZM-T440011	DZM-H440011
1Ada2	subsp. <i>arvensis</i>	ON427895	DZM-T440012	DZM-H440012
1Ada3	subsp. <i>allionii</i>	ON427896	DZM-T440013	DZM-H440013
7Ant1	subsp. <i>allionii</i>	ON427858	DZM-T440071	DZM-H440071
7Ant2	subsp. <i>arvensis</i>	ON427859	DZM-T440072	DZM-H440072
7Ant3	subsp. <i>allionii</i>	ON427860	DZM-T440073	DZM-H440073
31Hat1	subsp. <i>allionii</i>	ON427867	DZM-T440311	DZM-H440311
31Hat2	subsp. <i>arvensis</i>	ON427868	DZM-T440312	DZM-H440312
31Hat3	subsp. <i>schkuhriana</i>	ON427869	DZM-T440313	MKUBK-H-0265
46Kah1	subsp. <i>allionii</i>	ON427855	DZM-T440461	DZM-H440461
46Kah2	subsp. <i>allionii</i>	ON427856	DZM-T440462	DZM-H440462
46Kah3	subsp. <i>schkuhriana</i>	ON427857	DZM-T440463	DZM-H440463
Doğu Anadolu Bölgesi				
4Ağr1	subsp. <i>arvensis</i>	ON427861	DZM-T440041	DZM-H440041
4Ağr2	subsp. <i>allionii</i>	ON427862	DZM-T440042	DZM-H440042
4Ağr3	subsp. <i>allionii</i>	ON427863	DZM-T440043	DZM-H440043
25Erz1	subsp. <i>allionii</i>	ON427849	DZM-T440251	İÖ-16025
25Erz2	subsp. <i>allionii</i>	ON427850	DZM-T440252	DZM-H440252
25Erz3	subsp. <i>allionii</i>	ON427851	DZM-T440253	DZM-H440253
44Mal1	subsp. <i>arvensis</i>	ON427906	DZM-T440441	DZM-H440441
44Mal2	subsp. <i>arvensis</i>	ON427907	DZM-T440442	DZM-H440442
44Mal3	subsp. <i>arvensis</i>	ON427908	DZM-T440443	DZM-H440443
49Muş1	subsp. <i>allionii</i>	ON427909	DZM-T440491	DZM-H440491
49Muş2	subsp. <i>allionii</i>	ON427910	DZM-T440492	DZM-H440492
49Muş3	subsp. <i>arvensis</i>	ON427911	DZM-T440493	DZM-H440493
Güneydoğu Anadolu Bölgesi				
21Diy1	subsp. <i>allionii</i>	ON427912	DZM-T440211	MKUBK-H-0264
21Diy2	subsp. <i>arvensis</i>	ON427913	DZM-T440212	DZM-H440212
21Diy3	subsp. <i>arvensis</i>	ON427914	DZM-T440213	DZM-H440213

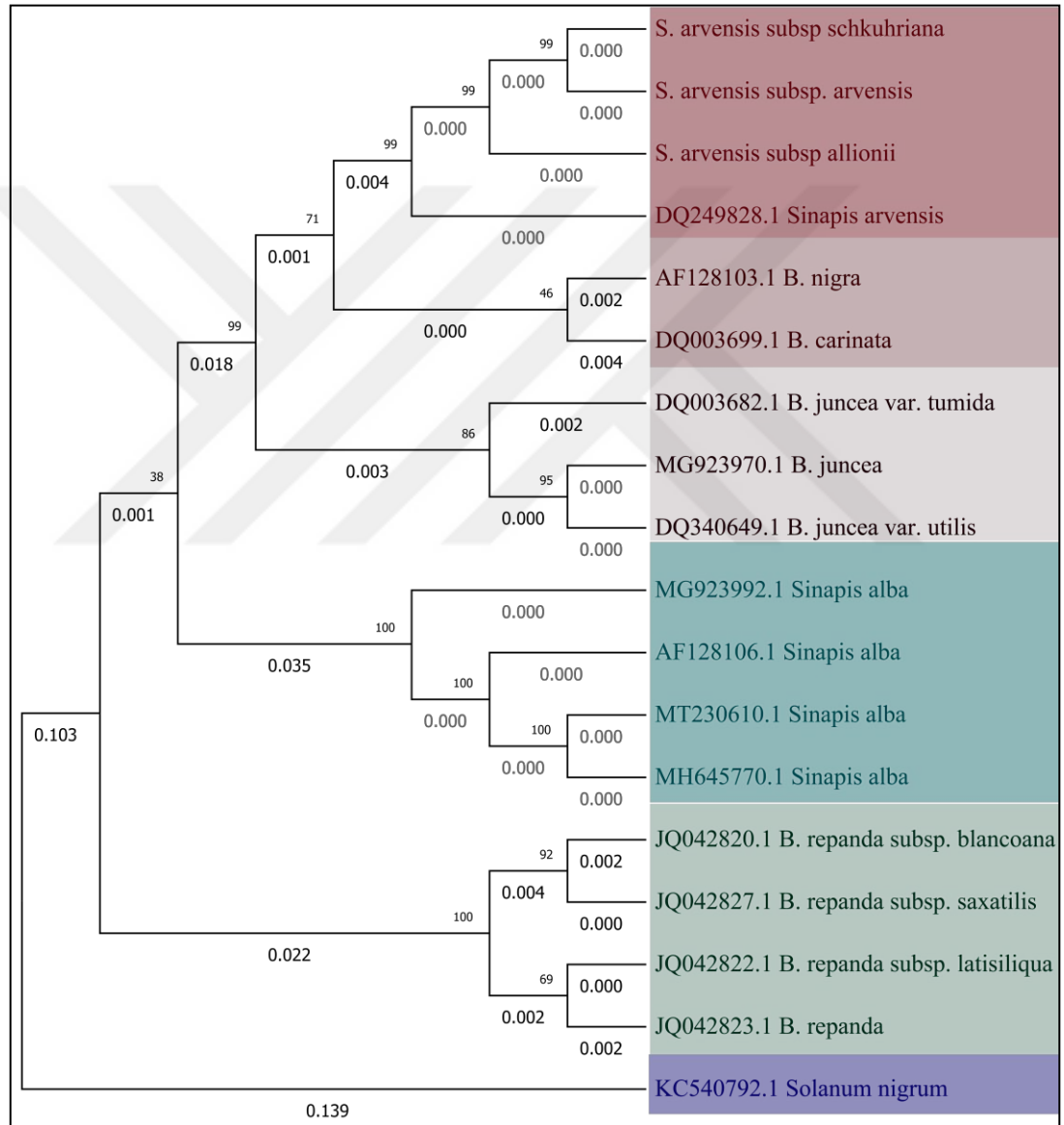
Çizelge 4.13'ün devamı...

Örnek Kodu	Alt türler	Gen Bankası erişim kodu	Tohum bankası Kodu (DZMAE)	Herbaryum kodu
27Ant1	subsp. <i>allionii</i>	ON427888	DZM-T440271	DZM-H440271
27Ant2	subsp. <i>arvensis</i>	ON427889	DZM-T440272	DZM-H440272
27Ant3	subsp. <i>arvensis</i>	ON427890	DZM-T440273	DZM-H440273
47Mar1	subsp. <i>allionii</i>	ON427897	DZM-T440471	DZM-H440471
47Mar2	subsp. <i>arvensis</i>	ON427898	DZM-T440472	DZM-H440472
47Mar3	subsp. <i>arvensis</i>	ON427899	DZM-T440473	DZM-H440473
63Şan1	subsp. <i>arvensis</i>	ON427915	DZM-T440631	DZM-H440631
63Şan2	subsp. <i>arvensis</i>	ON427916	DZM-T440632	DZM-H440632
63Şan3	subsp. <i>allionii</i>	ON427917	DZM-T440633	DZM-H440633
İç Anadolu Bölgesi				
6Ank1	subsp. <i>arvensis</i>	ON427846	DZM-T440061	DZM-H440061
6Ank2	subsp. <i>schkuhriana</i>	ON427847	DZM-T440062	DZM-H440062
6Ank3	subsp. <i>schkuhriana</i>	ON427848	DZM-T440063	DZM-H440063
38Kay1	subsp. <i>arvensis</i>	ON427843	DZM-T440381	DZM-H440381
38Kay2	subsp. <i>schkuhriana</i>	ON427844	DZM-T440382	DZM-H440382
38Kay3	subsp. <i>allionii</i>	ON427845	DZM-T440383	DZM-H440383
42Kon1	subsp. <i>arvensis</i>	ON427837	DZM-T440421	DZM-H440421
42Kon2	subsp. <i>arvensis</i>	ON427838	DZM-T440422	DZM-H440422
42Kon3	subsp. <i>schkuhriana</i>	ON427839	DZM-T440423	DZM-H440423
66Yoz1	subsp. <i>allionii</i>	ON427840	DZM-T440661	DZM-H440661
66Yoz2	subsp. <i>schkuhriana</i>	ON427841	DZM-T440662	DZM-H440662
66Yoz3	subsp. <i>schkuhriana</i>	ON427842	DZM-T440663	DZM-H440663
Ege Bölgesi				
3Afy1	subsp. <i>allionii</i>	ON427864	DZM-T440031	DZM-H440031
3Afy2	subsp. <i>schkuhriana</i>	ON427865	DZM-T440032	DZM-H440032
3Afy3	subsp. <i>schkuhriana</i>	ON427866	DZM-T440033	DZM-H440033
20Den1	subsp. <i>allionii</i>	ON427870	DZM-T440201	DZM-H440201
20Den2	subsp. <i>allionii</i>	ON427871	DZM-T440202	DZM-H440202
20Den3	subsp. <i>schkuhriana</i>	ON427872	DZM-T440203	DZM-H440203
35İzm1	subsp. <i>arvensis</i>	ON427876	DZM-T440351	DZM-H440351
35İzm2	subsp. <i>arvensis</i>	ON427877	DZM-T440352	DZM-H440352
35İzm3	subsp. <i>allionii</i>	ON427878	DZM-T440353	DZM-H440353
48Muğ1	subsp. <i>schkuhriana</i>	ON427873	DZM-T440481	DZM-H440481
48Muğ2	subsp. <i>allionii</i>	ON427874	DZM-T440482	DZM-H440482
48Muğ3	subsp. <i>allionii</i>	ON427875	DZM-T440483	DZM-H440483
Marmara Bölgesi				
10Bal1	subsp. <i>allionii</i>	ON427882	DZM-T440101	MKUBK-H-0263
10Bal2	subsp. <i>schkuhriana</i>	ON427883	DZM-T440102	İÖ-16012
10Bal3	subsp. <i>arvensis</i>	ON427884	DZM-T440103	İÖ-16013
22Edi1	subsp. <i>arvensis</i>	ON427891	DZM-T440221	DZM-H440221
22Edi2	subsp. <i>arvensis</i>	ON427892	DZM-T440222	DZM-H440222
22Edi3	subsp. <i>allionii</i>	ON427893	DZM-T440223	DZM-H440223
54Sak1	subsp. <i>allionii</i>	ON427852	DZM-T440541	DZM-H440541
54Sak2	subsp. <i>schkuhriana</i>	ON427853	DZM-T440542	DZM-H440542
54Sak3	subsp. <i>schkuhriana</i>	ON427854	DZM-T440543	DZM-H440543
59Tek1	subsp. <i>arvensis</i>	ON427918	DZM-T440591	DZM-H440591
59Tek2	subsp. <i>arvensis</i>	ON427919	DZM-T440592	DZM-H440592
59Tek3	subsp. <i>allionii</i>	ON427920	DZM-T440593	DZM-H440593
Karadeniz Bölgesi				
5Ama1	subsp. <i>allionii</i>	ON427879	DZM-T44051	DZM-H440051
5Ama2	subsp. <i>schkuhriana</i>	ON427880	DZM-T44052	DZM-H440052
5Ama3	subsp. <i>schkuhriana</i>	ON427881	DZM-T44053	DZM-H440053
19Çor1	subsp. <i>arvensis</i>	ON427885	DZM-T440191	DZM-H440191
19Çor2	subsp. <i>allionii</i>	ON427886	DZM-T440192	DZM-H440192
19Çor3	subsp. <i>schkuhriana</i>	ON427887	DZM-T440193	DZM-H440193
55Sam1	subsp. <i>arvensis</i>	ON427900	DZM-T440551	DZM-H440551
55Sam2	subsp. <i>schkuhriana</i>	ON427901	DZM-T440552	DZM-H440552

Çizelge 4.13'ün devamı...

Örnek Kodu	Alt türler	Gen Bankası erişim kodu	Tohum bankası Kodu (DZMAE)	Herbaryum kodu
55Sam3	subsp. <i>allionii</i>	ON427902	DZM-T440553	DZM-H440553
60Tok1	subsp. <i>arvensis</i>	ON427903	DZM-T440601	DZM-H440601
60Tok2	subsp. <i>allionii</i>	ON427904	DZM-T440602	DZM-H440602
60Tok3	subsp. <i>schkuhriana</i>	ON427905	DZM-T440603	DZM-H440603
69Bay1	subsp. <i>arvensis</i>	ON427921	DZM-T440691	DZM-H440691

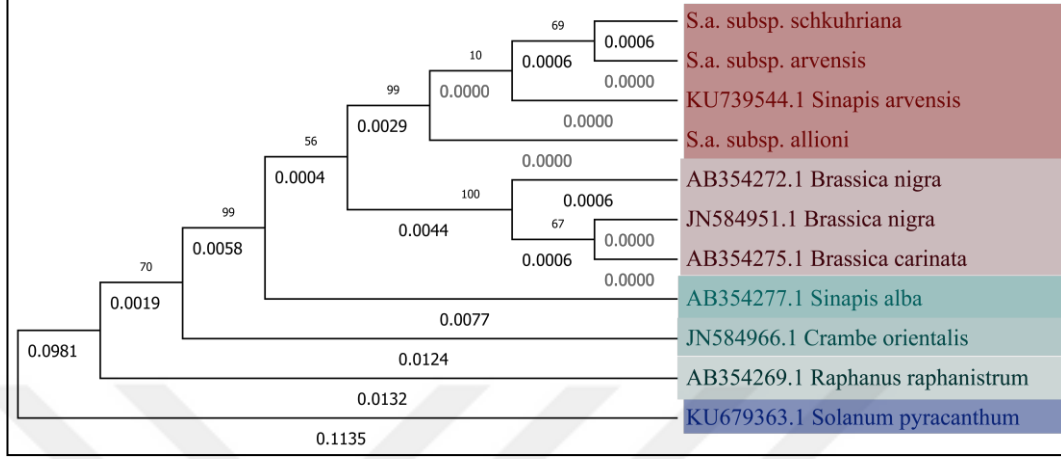
Sinapis arvensis'in rDNA ve cpDNA bölgelerinden elde edilen alt türlerin dizileri Brassicaceae familyasına ait bazı türlerle MEGA11 programı üzerinde yapılan filogenetik analizler Şekil 4.37 ve Şekil 4.38'de verilmiştir.



Şekil 4.37. Brassicaceae familyasının rDNA gen bölgesine göre filogenetik ilişkileri

Şekil 4.37’de *Sinapis arvensis*’in alt türlerine ait rDNA’nın ITS4 ve ITS5 bölgelerine göre elde edilen diziler ile gen bankası üzerinden erişilen Brassicaceae familyasına ait üyelerin filogenetik ilişkisi incelendiğinde *S. arvensis*’in 3 alt türünün ve Almanya orijinli *S. arvensis* (DQ249828.1) biyotipinin 99 bootstrap değeri ile aynı klad

üzerinde ve aynı grupta yer aldığı; bunlara en yakın türlerin *Brassica nigra* (L.) WDJKoch (0.002), *Brassica carinata* A.Braun (0.003) olduğu; dış klad olarak değerlendirilen *Solanum nigrum* L. dışında kalan türler arasında en uzak türün *Sinapis alba* (0.035) olduğu; *S. arvensis* türünün *Brassica* türleri ile daha yakın ilişki içerisinde olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4. 38. *S. arvensis*'in cpDNA bölgesine göre filogenetik ilişkileri

Şekil 4.38'de cpDNA'nın matK bölgesine göre *S. arvensis*'in 3 alt türü ile gen bankası (NCBI) üzerinden erişilen Brassicaceae familyasından 7 biyotip ve dış klad olarak değerlendirmeye alınan Solanaceae familyasından *Solanum pyracanthum* Lam. türüne ait dizilerin filogenetik analizinde *S. arvensis* subsp. *arvensis* ile *S. arvensis* subsp. *schkuhriana* alt türlerinin 0.0006 klad uzunluk farkı ile benzer kladlarda yer aldığı görülmektedir. Buna karşın *S. arvensis* subsp. *allioni* ile Kanada orijinli *S. arvensis* 0.0000 uzunluğunda benzer klad üzerinde bulunduğu ve *S. arvensis*'in tüm biyotipleri aynı grupta yer almıştır. *Sinapis alba* türü ise 99 bootstrap değeri ve 0.0077 klad uzunluğu ile *S. arvensis* ve *Brassica* cinslerinden uzaklaştığı görülmektedir.

Brassicaceae familyasına ait türlerin cpDNA ve rDNA bölgelerine göre türlerin filogenetik ilişkilerini yansıtan Şekil 4.37 ve Şekil 4.38'de *Sinapis* cinsinde yer alan *S. arvensis* ve *S. alba* türlerinin filogenetik açıdan daha uzak ilişki içerisinde olduğu; *S. arvensis*'in taksonomik olarak *Brassica* cinsi içerisinde değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

IPNI (Uluslararası Bitki İsim Dizini)'de *Brassica arvensis* adı altında: *Brassica arvensis* (L.) Rabenh., (1839), (= *S. arvensis*), ismi bildirilmiş ancak farklı tarihlerde *S. arvensis* dışında farklı türlere de *Brassica arvensis* ismi verildiği: *Brassica arvensis* Hablitz (= *Brassica rapa* L.), *Brassica arvensis* L., Mant. (1767) (= *Moricandia arvensis* (L.) DC.), *Brassica arvensis* Kuntze (1887) (= *Brassica oleracea*) görülmektedir (Anonymous, 2022e).

Bitki sistematğinde türlerinin teşhisinde ve filogenetik ilişkilerinin araştırılmasında rDNA ve cpDNA nükleotit dizi analizine dayanan yöntemler yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Gielly ve Taberlet (1994); Johnson ve Soltis (1995); Moodie vd., (1997);

Aoki ve Ito (2000); Koch vd., (2001); Bremer vd., (2002); Muller vd., (2006); Lü vd., (2008); Tezcan, (2009); Güzel, (2012); Ertaş, (2013); Topdemir, (2017); Delipoyraz (2018); Leventer, (2018); Mengüç, (2019); Du vd., (2020)). Ancak *S. arvensis*'in alt türlerinin moleküler yöntemlerle belirlenmesine yönelik bildirilmiş bir çalışmaya rastlanmamış olmakla birlikte Tsutsui vd., (2011) Japonya'da yürütmüş oldukları çalışmada cpDNA'nın matK bölgesine dayalı (trnL-trnF, trnH-psbA, tRNA-Lys) *S. arvensis* subsp. *allionii* alt türüne ait nükleotid dizilerini elde etmişlerdir; ancak çalışma yayınlanmadığından araştırmanın içeriği bilinmemektedir (Anonymous, 2022f).

Erden, (2018) rDNA'nın ITS1 veITS2 bölgesine göre Brassicaceae familyasına ait 40 tür ile yapmış olduğu filogenetik analizlerinde 95-100 bootstrap değerine sahip *S. arvensis*'le aynı grupta yer alan *Brassica nigra*, *Hirschfeldia incana*'ya göre 54 bootstrap değeriyle *Sinapis alba*'nın daha uzak bir klad üzerinde yer aldığını belirlemiştir. Inaba ve Nishio, (2002) Brassicaceae familyasından 20 tür ile amino asidin SLR1 metoduna göre yapmış oldukları çalışmada *S. arvensis*, *Brassica nigra*, *Diplotaxis silifolia*'nın aynı grupta yer aldığı filogenetik analizde *S. alba*'nın 75 bootstrap değeriyle *S. arvensis*'in bulunduğu gruptan farklı bir klad üzerinde yer aldığını bildirmiştir. Yürütülen bu çalışmada rDNA'nın ITS4 ve ITS5 bölgesine göre *S. arvensis* alt türlerinin *Brassica* türleriyle yakın ilişki içinde olduğunu; buna karşın *Sinapis alba* ile farklı grupta yer aldığı bu nedenle *S. arvensis*'in *Brassica* cinsinde değerlendirilmesi gerektiği belirlenmiştir. *S. arvensis* ve *S. alba*'nın filogenetik açıdan uzak bir ilişki içinde olması yönüyle Erden, (2018) ve Inaba ve Nishio, (2002) ile benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Du vd., (2020) tarafından *Sinapis alba* ve diğer Brassicaceae türleri arasındaki filogenetik ilişkinin incelendiği çalışmada *S. alba*'nın *Raphanus* cinsi ile yakın bir ilişkisi olduğunu ancak, *S. arvensis* ile karşılaştırıldığında ise bu gruptan ayrıldığını, her iki türün muhtemelen ayrı bir evrimsel yoldan kaynaklanmış olabileceği sonucuna varmışlardır. Bu çalışmada elde edilen bulgular Du vd., (2020) tarafından yapılan çalışmayla benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Gıdık, (2016) *Sinapis arvensis* popülasyonlarının polimorfizm oranlarının belirlenmesinde yaptıkları çalışmada 10 ISSR primeriyle yapılan denemelerde *S. arvensis* popülasyonun polimorfizm (çeşitlilik) oranının %58.33 ile %14.58 değerleri arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu veriler ülkemizde *S. arvensis*'in popülasyon içerisinde türleşmenin var olabileceğini, alt türlerin, varyete ve formlarının bulunabileceğini yansıtmaktadır. Moodie vd., (1997) İngiltere de 12 *S. arvensis* popülasyonundan üretilen 63 biyotip ile Rastgele Amplifiye Polimorfik DNA (RAPD) yöntemiyle 60 işaretçinin (markör) kullanıldığı çalışmada popülasyon içerisinde yüksek düzeyde genetik çeşitliğin bulunduğunu bildirmişlerdir. Yürütülen bu çalışmada morfolojik ve moleküler yöntemlerle *S. arvensis*'in 3 alt türü belirlenmiştir. Bu yönüyle Gıdık, (2016) ve Moodie vd., (1997) elde ettiği bulgular

çbu çalışmayı desteklemektedir.

4.2.3. *Sinapis arvensis* Tohumlarının Çimlenme Sıcaklıklarının Belirlenmesi

Türkiye'nin 7 coğrafi bölgesini temsil eden toplam 28 ile ait *Sinapis arvensis* tohumlarının 10 farklı sıcaklıkta çimlenme oranları Çizelge 4.14'te verilmiştir. Buna göre 0 °C ve 40 °C'de tüm iller de tohumlarda çimlenme görülmemiştir. İllere göre 2 °C sıcaklıkta %18.8 çimlenme oranıyla Kahramanmaraş ve Çorum illeri yer alırken 12 ilde (Adana, Antalya, Hatay, Gaziantep, Yozgat, Afyonkarahisar, Muğla, Balıkesir, Edirne, Amasya, Samsun, Tokat) ise 2 °C sıcaklıkta tohumlarda çimlenme görülmemiştir. Tohumların 2 °C sıcaklıkta çimlenmelerin görüldüğü Kahramanmaraş ve Çorum illeri dışında kalan diğer illerde ise çimlenmenin görülmediği 0 °C sıcaklık ile aralarında istatistiki olarak farkın bulunmadığı görülmektedir. Tohumların 5 °C sıcaklıkta en yüksek çimlenme oranı Gaziantep ilinde %94.6 görülürken en düşük çimlenme oranı Tokat ilinde %8.9 bulunmuştur. İllere göre 5 °C sıcaklıkta 16 istatistiki grup oluştuğu ve bu yönüyle iller arasında çimlenme oranları açısından en fazla farkın görüldüğü çimlenme sıcaklığıdır. Çimlenme oranları açısından 7 istatistiki grubun oluştuğu 10 °C sıcaklıkta Amasya (%40) ve Çorum (33.8) aynı grupta ve diğer illerden farklı bulunurken Kahramanmaraş ilinde en yüksek çimlenme oranı %100 olarak kaydedilmiştir. Tohumların çimlenme oranında 15 °C sıcaklıkta 5 il (Çorum, Amasya, Tokat, Samsun, Yozgat) dışında kalan illerin tamamında çimlenme oranı %80'in üzerinde bulunmuştur. *S. arvensis* tohumlarının illere göre 20 °C sıcaklıkta 14 ilde %100 oranında çimlenirken en düşük çimlenme oranı Çorum ilinde %36 olarak kaydedilmiştir. Çorum iline ait çimlenme oranları Çizelge 4.14'te incelendiğinde tohumların farklı sıcaklıklara karşı dalgalı çimlenme oranları gösterdiği ve istatistiki olarak standart hatanın da diğer illere göre Çorum iline ait verilerde daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum muhtemelen popülasyon içerisinde olgunlaşmamış tohumların denemelerde bulunma oranlarıyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Çimlenme oranlarına göre 25 °C sıcaklıkta iller arasında 6 istatistiki grup oluştuğu; 23 ilde çimlenme oranlarının %90'ın üzerinde bulunduğu ve en yüksek çimlenme oranı Adana ilinde %100 olduğu görülmektedir. Tohumların 30 °C sıcaklıkta 7 ilde (Tokat %17.5; Diyarbakır %29.4; Tekirdağ %39.6; Kahramanmaraş %42.9; Samsun %45.0; Adana %45.4; Şanlıurfa %48.1) çimlenme oranları %50'nin altında olduğu; Sakarya ve Ağrı ilinde ise %90'ın üzerinde çimlenme oranları kaydedilmiştir. Çizelge 4.14'e göre tohum çimlenmelerinin görüldüğü en yüksek sıcaklık değeri olan 35 °C'de istatistiki olarak 9 grup oluştuğu; Ağrı, Sakarya, İzmir ve Erzurum %50'nin üzerinde çimlenme oranları görülürken Tokat, Adana, Samsun, Tekirdağ, Şanlıurfa ve Çorum %10'un altında çimlenme oranları görülmektedir.

Çizelge 4.14. *S. arvensis*'in illere göre farklı sıcaklıklardaki çimlenme oranları (% ±SE)

İller/sıcaklıklar	0 °C	2 °C	5 °C	10 °C	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C
Adana	0±0 ^A a	0±0 ^A a	85.4±2.9 ^{M-P} c	98.8±0.7 ^{FG} e	92.5±1.4 ^{E-J} d	97.9±2.1 ^{FG} e	100±0 ^F e	45.4±0.8 ^C b	3.8±1.3 ^A a	0±0 ^A a
Antalya	0±0 ^A a	0±0 ^A a	67.1±4.1 ^{G-J} d	94.4±2.4 ^{D-F} e	92.5±1.4 ^{E-J} e	95.8±1.1 ^{EF} e	96.3±0.7 ^{B-F} e	50.4±5.5 ^{C-F} c	16.9±3.3 ^{A-D} b	0±0 ^A a
Hatay	0±0 ^A a	0±0 ^A a	71.3±3.9 ^{G-L} c	91.3±2.2 ^{CD} e	100±0 ^L f	99.4±0.6 ^G f	94.4±1.6 ^{B-D} e	85.6±1.3 ^{J-M} d	18.8±5.2 ^{A-D} b	0±0 ^A a
Kahramanmaraş	0±0 ^A a	18.8±3.8 ^F b	88.7±2.1 ^{N-R} d	100±0 ^G f	100±0 ^L f	100±0 ^G f	96.9±1.9 ^{C-F} e	42.9±4.6 ^{BC} c	21.9±5.6 ^{A-D} b	0±0 ^A a
Ağrı	0±0 ^A a	7.5±0.6 ^{A-D} a	87.4±0.6 ^{M-R} c	98.8±1.3 ^{FG} de	97.5±1.4 ^{J-L} d	100±0 ^G e	98.8±1.3 ^{D-F} de	90±0 ^{LM} c	70.6±2.1 ^J b	0±0 ^A a
Erzurum	0±0 ^A a	15±3.5 ^{EF} ab	20±4.6 ^{AB} b	97.5±1.4 ^{E-G} ef	91.3±1.3 ^{E-H} d	100±0 ^G f	95±2.9 ^{B-F} e	83.8±3.8 ^{J-M} d	57.5±6 ^{G-J} c	0±0 ^A a
Malatya	0±0 ^A a	1.3±1.3 ^A a	88.8±2.4 ^{N-R} cd	96.7±1.4 ^{D-G} e	96.3±1.3 ^{G-L} e	100±0 ^G f	92.5±3.2 ^{B-D} de	80±4.6 ^{H-K} c	23.8±5.5 ^{A-D} b	0±0 ^A a
Muş	0±0 ^A a	5±2 ^{B-D} a	82.4±2.1 ^{K-N} c	92.9±1 ^{C-F} de	82.5±3.2 ^{DE} c	97.1±1.3 ^{E-G} f	94.4±1.2 ^{B-D} ef	88.3±2.4 ^{K-M} cd	49.4±7.1 ^{F-H} b	0±0 ^A a
Diyarbakır	0±0 ^A a	3.8±0.7 ^{A-C} a	35.6±2.6 ^{B-D} b	94.4±1.5 ^{D-F} c	98±1.3 ^{J-L} d	99.6±0.2 ^G de	99.9±0.1 ^{EF} e	29.4±3.7 ^{AB} b	10±2.3 ^{AB} a	0±0 ^A a
Antep	0±0 ^A a	0±0 ^A a	94.6±0.9 ^R d	98.1±1.9 ^{FG} e	88.8±1.3 ^{E-G} d	98.3±1.2 ^{FG} e	99.4±0.6 ^{D-F} e	52.5±2.2 ^{CD} c	22.5±7.6 ^{A-D} b	0±0 ^A a
Mardin	0±0 ^A a	8.8±3.1 ^{B-E} a	70.4±3.4 ^{G-K} c	95±0.7 ^{DEF} d	100±0 ^L e	97.9±1.6 ^{FG} de	97.5±1.8 ^{C-F} de	79.6±6.5 ^{H-L} c	47.5±10.1 ^{E-H} b	0±0 ^A a
Şanlıurfa	0±0 ^A a	5±1 ^{A-C} a	58.8±4.3 ^{E-G} c	97.6±1.1 ^{D-G} e	97.4±0.9 ^{H-L} e	97.5±0.3 ^{EF} ge	87.1±3 ^B d	48.1±4.5 ^C b	8.1±1.2 ^{AB} a	0±0 ^A a
Ankara	0±0 ^A a	2.5±2.5 ^{AB} a	93.8±0.8 ^{PR} d	97.5±1.4 ^{E-G} e	98.8±1.3 ^{KL} e	100±0 ^G e	98.8±1.3 ^{D-F} e	77.5±8.3 ^{H-K} c	40±4.4 ^{C-F} b	0±0 ^A a
Kayseri	0±0 ^A a	10±3.5 ^{C-E} ab	83.8±0.7 ^{L-O} c	96.3±2.4 ^{D-G} e	92.5±1.4 ^{E-J} d	100±0 ^G f	98.8±1.3 ^{D-F} ef	81.3±4.3 ^{H-K} c	25±4.2 ^{A-E} b	0±0 ^A a
Konya	0±0 ^A a	1.3±1.3 ^A a	76.3±5.5 ^{H-M} c	97.5±1.4 ^{E-G} d	98.8±1.3 ^{KL} d	100±0 ^G d	98.8±1.3 ^{D-F} d	78.8±2.4 ^{H-K} c	48.1±6 ^{E-H} b	0±0 ^A a
Yozgat	0±0 ^A a	0±0 ^A a	78.8±4.6 ^{J-N} c	65.6±3.3 ^B c	73.8±6 ^{CD} c	68.1±6.1 ^B c	93.8±2.4 ^{B-E} d	65.6±4.8 ^{EF} c	24.7±4.7 ^{A-E} b	0±0 ^A a
Afyon	0±0 ^A a	0±0 ^A a	72.5±4.3 ^{G-L} c	98.8±0.7 ^{FG} de	96.3±1.3 ^{G-L} de	100±0 ^G e	98.8±1.3 ^{D-F} e	81.7±1.8 ^{H-L} c	27.5±2.9 ^{A-F} b	0±0 ^A a
Denizli	0±0 ^A a	3.8±2.4 ^{A-C} a	64.4±4.1 ^{FGH} c	91.9±1.2 ^{C-E} ef	81.9±7.6 ^{D-F} de	83.8±6.6 ^{CD} de	95.2±1.2 ^{B-E} f	80.4±1.9 ^{H-K} d	40±6 ^{D-G} b	0±0 ^A a
İzmir	0±0 ^A a	3.8±2.4 ^{A-C} a	90±3.5 ^{O-R} cd	98.8±1.3 ^{FG} ef	93.8±3.8 ^{G-L} d-f	100±0 ^G f	95±2 ^{B-F} de	80±3.5 ^{H-K} c	61.9±8.4 ^{HJ} b	0±0 ^A a
Muğla	0±0 ^A a	0±0 ^A a	50±5.8 ^{D-F} b	93.8±3.1 ^{D-F} c	94.4±1.2 ^{F-K} c	100±0 ^G d	93.8±2.4 ^{B-E} c	63.8±6.3 ^{D-F} b	14.4±1.2 ^{A-C} a	0±0 ^A a
Balıkesir	0±0 ^A a	0±0 ^A a	43.8±3.8 ^{C-E} b	95.8±1.1 ^{D-F} e	92.5±1.4 ^{E-J} d	100±0 ^G f	91.3±0.7 ^{BC} d	71.3±2.3 ^{F-H} c	39.2±3.4 ^{C-F} g	0±0 ^A a
Edirne	0±0 ^A a	0±0 ^A a	65±2 ^{F-H} c	94.4±2.4 ^{D-F} d	92.5±3.2 ^{F-K} d	100±0 ^G e	97.5±1.4 ^{C-F} de	67.1±3.6 ^{FG} c	30±13.7 ^{B-F} b	0±0 ^A a
Sakarya	0±0 ^A a	12.5±4.3 ^{D-F} a	81.3±3.8 ^{K-N} bc	95±3.4 ^{D-G} de	96.3±2.4 ^{H-L} de	100±0 ^G e	92.5±3.2 ^{B-D} cd	91.9±0.8 ^M cd	65±17 ^I b	0±0 ^A a
Tekirdağ	0±0 ^A a	3.8±2.4 ^{A-C} a	43.8±4.7 ^{C-E} b	83.3±1.8 ^C d	83.8±3.8 ^{D-F} d	81.3±2.4 ^{BC} d	58.1±5.3 ^A c	39.6±0.8 ^{BC} b	6.9±1.2 ^{AB} a	0±0 ^A a
Amasya	0±0 ^A a	0±0 ^A a	41.3±11.4 ^{CD} bc	40±9.1 ^A bc	57.5±4.3 ^{BC} c	100±0 ^G f	93.8±3.8 ^{B-F} e	77.5±3.2 ^{G-J} d	30.6±8.7 ^{B-F} b	0±0 ^A a
Çorum	0±0 ^A a	18.8±4.3 ^F a-c	63.8±8 ^{F-H} e	33.8±6.3 ^A b-d	48.8±10.9 ^B de	36.3±12.1 ^A cd	88.8±5.2 ^{BC} f	53.8±3.1 ^{C-E} de	9.4±5.4 ^{AB} ab	0±0 ^A a
Samsun	0±0 ^A a	0±0 ^A a	26.3±4.3 ^{A-C} b	65±5 ^A d	61.3±4.3 ^{BC} d	70±4.6 ^B d	61.3±3.8 ^A d	45±2 ^{BC} c	6.9±2.1 ^{AB} a	0±0 ^A a
Tokat	0±0 ^A a	0±0 ^A a	8.9±0.2 ^A a	66.3±6.3 ^B b	57.5±6 ^{BC} b	86.3±8.5 ^{DE} c	67.5±4.3 ^A b	17.5±3.2 ^A a	2.5±1.8 ^A a	0±0 ^A a

İstatistiki grupları gösteren ikiden fazla ardışık harfler “-” işareti ile kısaltılmıştır.

Büyük harfler iller arasındaki grupları, küçük harfler sıcaklıklar arasındaki grupları temsil etmektedir.

Aynı satırda aynı harfi içeren verilerin uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli olmadığını göstermektedir (Duncan p> 0.05).

Aynı sütunda aynı harfi içeren verilerin uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli olmadığını göstermektedir (Duncan p> 0.05).

Sinapis arvensis'in illere göre farklı sıcaklıklarda çimlenme oranlarına göre minimum, optimum ve maksimum çimlenme sıcaklıkları Çizelge 4.15'de verilmiştir.

Çizelge 4.15. *S. arvensis*'in minimum, optimum ve maksimum çimlenme sıcaklıkları

İller/Sıcaklıklar	Minimum (°C)	Optimum (°C)	Maksimum (°C)
Adana	5	10-25	35
Antalya	5	10-25	35
Hatay	5	15-20	35
Kahramanmaraş	2	10-20	35
Ağrı	2	10-25	35
Erzurum	2	10-25	35
Malatya	2	10-25	35
Muş	2	10-30	35
Diyarbakır	2	15-25	35
Gaziantep	5	10-25	35
Mardin	2	10-25	35
Şanlıurfa	2	10-20	35
Ankara	2	10-25	35
Kayseri	2	10-25	35
Konya	2	10-25	35
Yozgat	5	25	35
Afyonkarahisar	5	10-25	35
Denizli	2	10-25	35
İzmir	2	10-20	35
Muğla	5	20	35
Balıkesir	5	20	35
Edirne	5	20-25	35
Sakarya	2	20-20	35
Tekirdağ	2	10-20	35
Amasya	5	20	35
Çorum	2	25	35
Samsun	5	10-25	35
Tokat	5	20	35

Çizelge 4.15'e göre *S. arvensis* populasyonlarının minimum çimlenme sıcaklığı Ağrı, Ankara, Çorum, Denizli, Diyarbakır, Erzurum, İzmir, Kahramanmaraş, Kayseri, Konya, Malatya, Mardin, Muş, Sakarya, Şanlıurfa, Tekirdağ illerinde 2 °C iken; Adana, Afyonkarahisar, Amasya, Antalya, Gaziantep, Balıkesir, Edirne, Hatay, Muğla, Samsun, Tokat, Yozgat illerinde 5 °C sıcaklıkta çimlenmeler görülmüştür. Optimum çimlenme sıcaklıkları açısından İzmir, Kahramanmaraş, Şanlıurfa, Tekirdağ illerinde 10 - 20 °C; Adana, Afyonkarahisar, Ağrı, Ankara, Antalya, Denizli, Erzurum, Gaziantep, Kayseri, Konya, Malatya, Mardin, Samsun illerinde 10-25 °C; Muğla, Balıkesir, Amasya, Tokat, Sakarya 20 °C; Çorum ve Yozgat 25 °C; Muş 10-30 °C; Hatay 15 - 20 °C; Diyarbakır 15 - 25 °C; Edirne 20 - 25 °C bulunmuştur. Maksimum çimlenme sıcaklıklarında ise tüm lokasyonlarda 35 °C sıcaklığında çimlenmeler görülmüştür.

Sinapis arvensis'in alt türlerinin farklı sıcaklıklarda çimlenme oranlarının belirlenmesinde Diyarbakır ve Şanlıurfa illerinden alınan *S. arvensis* subsp. *arvensis* ve *S.*

arvensis subsp. *allionii* alt türlerinin farklı sıcaklıklarda çimlenme oranları Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.16. *S. arvensis*’in alt türlerinin farklı sıcaklıklarda çimlenme oranları (%±SE)

2 °C	5 °C	10 °C	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C
Diyarbakır							
<i>S. arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>							
7.5±0.3 ^{ab}	48.8±1.3 ^{cd}	89.8±3.4 ^{ae}	99.8±0.3 ^{af}	99.5±0.5 ^{bf}	99.8±0.3 ^{af}	38.8±0.8 ^c	15±0.4 ^{cb}
<i>S. arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>							
0±0 ^a	22.5±1.4 ^{ab}	99.0±1 ^{cd}	96.3±2.4 ^{ac}	99.8±0.3 ^{bd}	100±0 ^d	20±0.8 ^{bb}	5±0.3 ^{aa}
Şanlıurfa							
<i>S. arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>							
10±0.8 ^{ca}	85±0.8 ^{db}	99.0±0.6 ^{bd}	96.3±2.4 ^{acd}	95.9±0.5 ^{ac}	86.6±4.3 ^{bb}	86.3±2.4 ^{db}	11.3±0.5 ^{ba}
<i>S. arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>							
0±0 ^a	32.5±4.3 ^{bb}	96.3±2.4 ^{abd}	98.5±1 ^{ad}	99.3±0.5 ^{bd}	87.5±1 ^{bc}	10±3.5 ^{aa}	5±0.4 ^{aa}

Büyük harfler iller arasındaki grupları, küçük harfler sıcaklıklar arasındaki grupları temsil etmektedir.

Aynı satırda aynı harfi içeren verilerin arasında istatistiki olarak önemli olmadığını göstermektedir (Duncan p> 0.05).

Aynı sütunda aynı harfi içeren verilerin arasında istatistiki olarak önemli olmadığını göstermektedir (Duncan p> 0.05).

S. arvensis subsp. *arvensis* ve *S. arvensis* subsp. *allionii* her iki alt türün 0 °C ve 40 °C’de tohumların çimlenmediği belirlenmiştir. Alt türlere göre 2 °C ve 35 °C’de çimlenme oranları Çizelge 4.16’de incelendiğinde *S. arvensis* subsp. *arvensis* 2 °C sıcaklıkta Diyarbakır ilinde %7.5 ve Şanlıurfa ilinde %10 oranında çimlenme görülürken *S. arvensis* subsp. *allionii* alt türünde ise her iki ilde de çimlenme görülmemektedir. Şanlıurfa ilinde *S. arvensis* subsp. *allionii* alt türünün 2 °C sıcaklık ile 0, 30, 35 ve 40 °C arasında tohumların çimlenme oranlarına göre istatistiki fark görülmezken Diyarbakır ilinde 0, 2, 35 ve 40 °C sıcaklıkta istatistiki fark bulunmamıştır. *S. arvensis* subsp. *arvensis* alt türü ise 0, 2 ve 40 °C sıcaklık ile ortak grup oluştururken aynı alt türün Şanlıurfa ilinde 0, 2, 35 ve 40 °C’de tohumların çimlenme oranları arasında istatistiki farkın bulunmadığı görülmektedir. Çizelge 4.16’da *S. arvensis* subsp. *allionii*’nin her iki ilde de farklı sıcaklıktaki çimlenme oranları incelendiğinde tohumların 5 °C’de çimlendiği daha sonra 5 - 10 °C sıcaklıklar arasında çok hızlı bir şekilde optimum çimlenme oranlarına ulaştığı 25 - 30 °C sıcaklık aralığında ise benzer şekil de çimlenme oranlarının düştüğü görülmektedir. Çizelge 4.16’ya göre *S. arvensis* subsp. *arvensis*’in Diyarbakır ilinde minimum çimlenme sıcaklığı 2 °C, optimum çimlenme sıcaklığı 15-25 °C; maksimum çimlenme sıcaklığı 35 °C; Şanlıurfa ilinde ise minimum çimlenme sıcaklığı 2 °C, optimum çimlenme sıcaklığı 10-20 °C; maksimum çimlenme sıcaklığı 35 °C’dir. *S. arvensis* subsp. *allionii* alt türünde ise Diyarbakır ilinde minimum çimlenme sıcaklığı 5 °C, optimum çimlenme sıcaklığı 10-25 °C; maksimum çimlenme sıcaklığı 35 °C; Şanlıurfa ilinde ise minimum çimlenme sıcaklığı 5 °C, optimum çimlenme sıcaklığı 10-20 °C; maksimum çimlenme sıcaklığı 35 °C’dir. Bu veriler doğrultusunda *S. arvensis*’in alt türleri arasında ve farklı ekolojik koşullarda çimlenme sıcaklıkları arasında farklılıklar olduğu görülmektedir.

Sinapis arvensis’in biyolojisine yönelik bitki tohumlarının çimlenme sıcaklıklarının belirlenmesiyle ilgili çalışmalar incelendiğinde, Adana’da: minimum 5 °C optimum 10 °C

maksimum 25 °C (Boz, 1997, Üremiş ve Uygur, 1999); iken farklı bir çalışmada ise Adana ilinde çimlenme sıcaklığı minimum 5 °C (%4.13), optimum 10 °C (%16.38), maksimum 35 °C (%1) olduğu bildirilmiştir (Tünk, 2018). Batman, Diyarbakır ve Şanlıurfa'da minimum 5 °C optimum 15-25 °C ve maksimum 35 °C; (Ateş vd., 2017; Ateş ve Üremiş, 2018); Erzurum ve Sivas'ta minimum 2 - 3 °C, optimum 5 - 35 °C maksimum 40 °C iken Samsun'da minimum 5 °C, optimum 15 - 30 °C maksimum 40 °C ve Tokat'ta minimum 5 °C optimum 15 - 35 °C maksimum 40 °C olduğu bildirilmiştir (Özer, 1995). Tokat ilinde yapılan farklı bir çalışmada ise tohumların çimlenme sıcaklığı minimum 10 °C (%2) optimum 15 °C (%5) ve maksimum 25 °C (%2) olduğu bildirilmiştir (Şin ve Kadioğlu, 2021). Yürütülen bu çalışmada ise *S. arvensis*'in çimlenme sıcaklığı Adana ilinde minimum 5 °C, optimum 10-25 °C ve maksimum 35 °C olarak belirlenmiştir. Tohumların optimum ve maksimum çimlenme sıcaklığı Boz, 1997; Üremiş ve Uygur, 1999'dan farklı bulunurken Tünk, (2018)'ün bildirdiği sonuçlarla paralel olmakla birlikte optimum çimlenme sıcaklığının bulunduğu sıcaklık aralığı açısından fark bulunmaktadır. Bu durum, Tünk, 2018, Boz, (1997) ve Üremiş ve Uygur, 1999'un çalışmalarında optimum çimlenme sıcaklıklarında tohumların çimlenme oranı %20'nin altında bulunurken bizim çalışmamızda dormansi kırma uygulamasının etkisiyle optimum sıcaklıklarda tohumların çimlenme oranları %100 oranında bulunmuştur. Bu durum farklı sıcaklıklarda tohumların çimleneme oranlarına göre istatistiki grupların oluşması üzerinde etkili olduğundan kaynaklanmış olabileceği tahmin edilmektedir. *S. arvensis* tohumlarının optimum koşullarda %100 çimlenme oranlarının elde edildiği Özer, (1995)'in çalışmasında. minimum çimlenme sıcaklığı açısından Erzurum (3 °C), Samsun (5 °C), Tokat (5 °C) illeri ile paralel sonuçlar elde edilirken optimum ve maksimum çimlenme sıcaklığı açısından Özer, (1995)'in çalışmasıyla farklı bulunmuştur. Lotfifar vd., (2014) İran'ın Kermanshah eyaletine ait *S. arvensis* tohumları ile yapmış oldukları çimlenme denemelerinde minimum 5 °C, optimum 10-20 °C, maksimum 35 °C olduğunu belirlemişlerdir. İran'ın Huzistan eyaletinde yapılan farklı bir çalışmada *S. arvensis* tohumlarının minimum 4-5 °C, optimum 25-30 °C, maksimum 40 °C olduğu bildirilirken (Asilan, 2018); aynı eyalette yapılan farklı bir çalışmada ise *S. arvensis*'in çimlenme sıcaklığı minimum 5 °C optimum 10-30 ve maksimum 35 °C olduğunu 40 °C sıcaklıkta ise çimlenmenin bulunmadığını bildirmişlerdir (Zare vd., 2021). Çimlenme sıcaklığı 40 °C'ta bizim çalışmamızda tohum kabuğunun çatladığı ancak çimlenmenin 14. günün sonuna kadar gerçekleşmediği bu nedenle tüm lokasyonlarda maksimum çimlenme sıcaklığı 35 °C olarak gerçekleşmiştir. Ayrıca, tohum örneklemede her bir ili temsil eden 3 ilçede yapılan popülasyon örnekleme her birinden alınan birer adet tohum Erzurum ilinde 3 örneğin de *S. arvensis* subsp. *allionii* olduğu belirlenirken; Samsun ve Tokat ilinde ise her bir lokasyona ait örnek farklı alt tür olduğu belirlenmiştir: *S. arvensis* subsp. *arvensis*, *S. arvensis* subsp. *allionii* ve *S. arvensis*

subsp. *schkuhriana*. *S. arvensis* subsp. *arvensis* ve *S. arvensis* subsp. *allionii* alt türlerinin çimlenme sıcaklığı Diyarbakır ve Şanlıurfa ilinden alınan biyotiplere göre her iki alt tür arasında fark bulunmuştur (Çizelge 4.16). *S. arvensis* subsp. *schkuhriana* alt türüne ait biyotip tohumlarına erişilemediğinden çimlenme sıcaklıkları bilinmemektedir. Bu nedenle Özer, 1995 ve diğer araştırmacıların çalışmalarında hangi alt türün popülasyon içerisinde hangi oranda yer aldığı bilinmediğinden çalışmalar arasındaki farklılığın nedeni denemelerde kullanılan tohum popülasyonunda yer alan alt türlerin popülasyona katılma oranıyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

4.2.4. *Sinapis arvensis*'in Alt Türlerinin Herbisitlere Karşı Tepkisinin Belirlenmesi

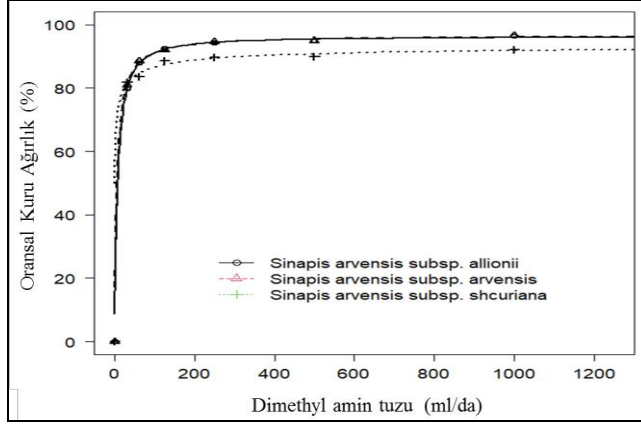
Sinapis arvensis'in morfolojik ve moleküler olarak yapılan teşhisler sonucunda üç alt tür belirlenmiştir. Bu alt türler *S. arvensis* subsp. *arvensis*, *S. arvensis* subsp. *allionii* ve *S. arvensis* subsp. *schkuhriana*'dır. Belirlenen alt türler buğday alanlarında ruhsatlı kullanılan ALS grubundan florasulam, PSII ve sentetik oksinler grubundan oluşan Bromoxynil + MCPA ve bir diğer herbisit olarak Sentetik oksinler grubunu temsil eden 2,4-D asite eşdeğer dimethyl amin tuzundan oluşun 3 farklı herbisit ile doz tepki denemeleri sera koşullarında yürütülmüştür. Elde edilen bulgular Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. *S. arvensis* alt türlerinin etki mekanizmalarına göre doz-etki değerleri

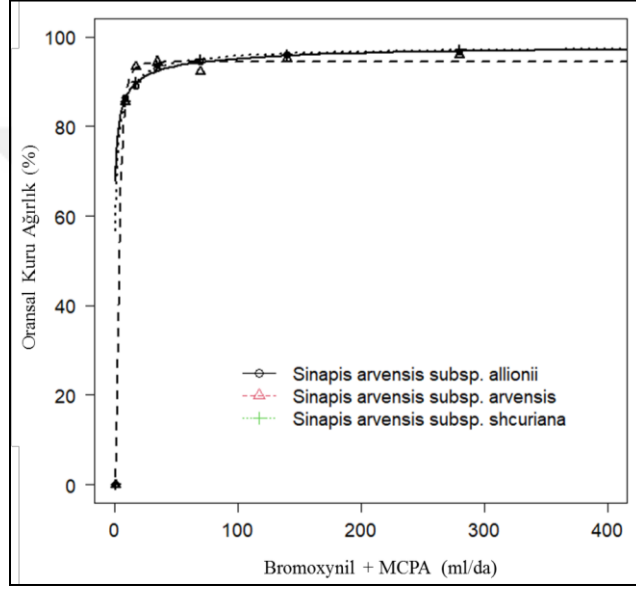
Herbisitler	<i>Sinapis arvensis</i> alt türleri	Regresyon parametreleri (±SE)			ED ₅₀ (±SE)
		B	C	D	
Dimethyl amin tuzu	<i>S. arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>	-1.13 (0.2)	-0.07 (1.1)	96.3 (1.1)	7.7 (2.2)
	<i>S. arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>	-1.0 (0.3)	-0.1 (1.3)	96.7 (1.5)	6.0 (2.7)
	<i>S. arvensis</i> subsp. <i>schkuhriana</i>	-0.5 (0.2)	-0.1 (1.5)	94.4 (3.3)	0.8 (0.9)
Florasulam	<i>S. arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>	-0.7 (0.11)	-0.01 (0.8)	99.3 (1.7)	3.0 (0.9)
	<i>S. arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>	-1.5 (0.6)	-0.04 (1.6)	95.0 (1.2)	5.7 (3.5)
	<i>S. arvensis</i> subsp. <i>schkuhriana</i>	-1.6 (0.4)	-0.05 (1.3)	96.2 (0.9)	7.7 (2.3)
Bromoxynil + MCPA	<i>S. arvensis</i> subsp. <i>allionii</i>	-0.5 (0.2)	-0.03 (0.8)	99.3 (2.3)	0.2 (0.2)
	<i>S. arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>	-2.8 (1.4)	-0.01 (1.2)	94.5 (0.6)	4.0 (1.6)
	<i>S. arvensis</i> subsp. <i>schkuhriana</i>	-0.7 (0.2)	-0.03 (0.8)	98.1 (1.3)	0.7 (0.4)

Sinapis arvensis'in 3 alt türünün farklı etki mekanizmalarına sahip 3 herbisit ile sera koşullarında yapılan doz etki denemeleri sonucunda oransal biyomas kuru ağırlıklarının ED₅₀ değerlerine göre Dimethyl amin tuzuna karşı *S. arvensis* subsp. *schkuhriana* alt türü uygulamada 0.8 değeriyle en fazla etkilenen alt tür iken (Şekil 4.39); Bromoxynil + MCPA'ya karşı ise *S. arvensis* subsp. *allionii* alt türü 0.2 ED₅₀ değeriyle en fazla duyarlı bulunan alt tür olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.40). Florasulama karşı ED₅₀ 3.0 değeri ile *S. arvensis* subsp. *allionii*'de en düşük doz bulunmuştur (Şekil 4.41).

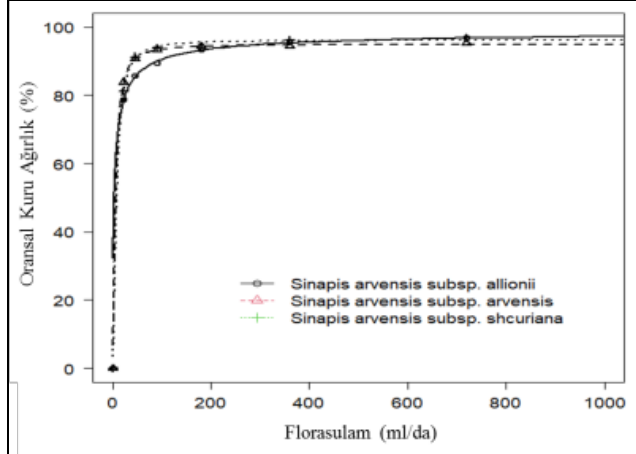
Doz tepki denemelerinde tüm alt türler farklı etki mekanizmalara sahip herbisitlerin tamamına karşı farklı düzeyde duyarlı olduğu ve aktiflerin bu alt türleri başarılı bir şekilde kontrol ettiği belirlenmiştir.



Şekil 4. 39. Dimethyl amin tuzuna karşı alt türlerin doza tepkisi

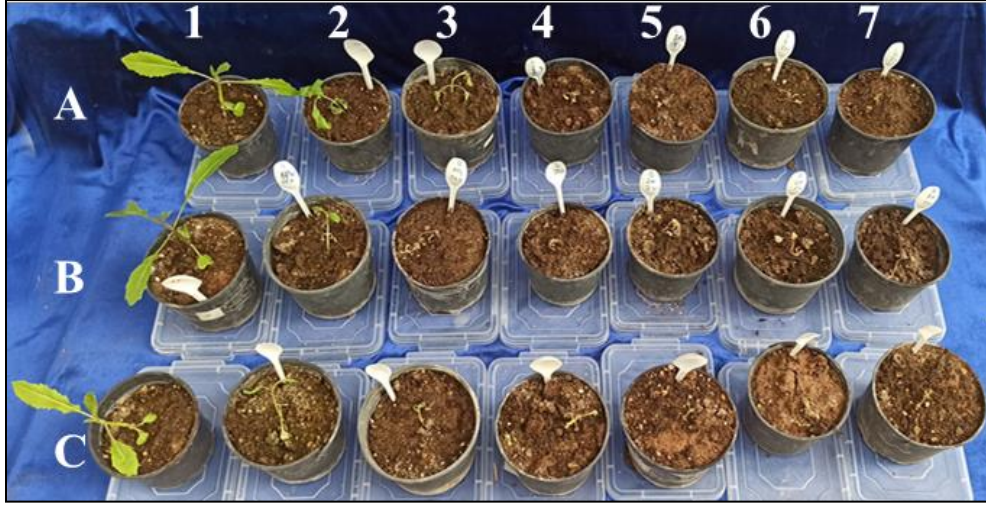


Şekil 4. 40. Bromoxynil + MCPA'ya karşı alt türlerin doza tepkisi



Şekil 4. 41. Florasulama karşı alt türlerin doza tepkisi

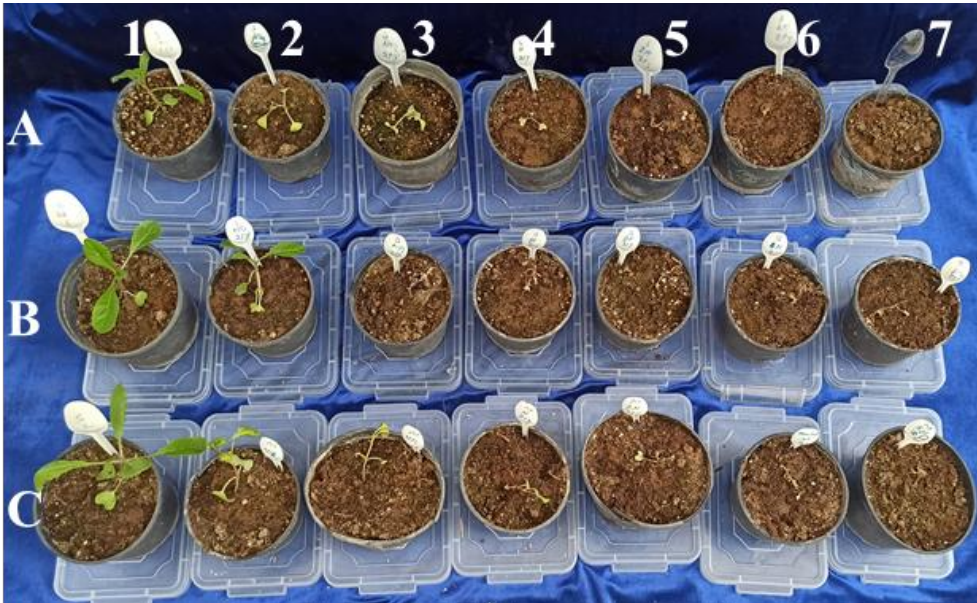
Dimethyl amin tuzu, florasulam ve bromoxynil + MCPA ile yapılan doz tepki denemelerinin 14. günde etkisi Şekil 4.42, Şekil 4.43 ve Şekil 4.44'te verilmiştir.



Şekil 4. 42. *S. arvensis* subsp. *allionii* A: florasulam, B: bromoxynil + MCPA, C: dimethyl amin tuzu 1:kontrol, 2: n/4, 3: n/2, 4:n, 5: 2n, 6: 4n, 7: 8n



Şekil 4.43. *S. arvensis* subsp *schkuhriana* A: florasulam, B: bromoxynil + MCPA, C: dimethyl amin tuzu 1:kontrol, 2: n/4, 3: n/2, 4:n, 5: 2n, 6: 4n, 7: 8n



Şekil 4.44. *S. arvensis* subsp. *arvensis* A: florasulam, B: bromoxynil + MCPA, C: dimethyl amin tuzu 1:kontrol, 2: n/4, 3: n/2, 4:n, 5: 2n, 6: 4n, 7: 8n

Dimethyl amin tuzu, florasulam, bromoxynil + MCPA ile yapılan doz tepki denemelerinin 14. günde etkisi Şekil 4.42, Şekil 4.43 ve Şekil 4.44'te görüldüğü gibi kontrole göre tüm alt türler uygulamadan etkilenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre tüm alt türler farklı seviye de aktiflere karşı duyarlı olduğu ve sera koşullarında kontrol edilebilir olduğu görülmektedir. Ancak tohum toplama döneminde üreticilerle yapılan görüşmelerde üreticinin tabiriyle “tüylü hardal” olarak işaret ettikleri *S. arvensis* subsp. *arvensis* alt türünün mücadelesinde sorun yaşadıklarını bazı herbisitlerin bu alt türü kontrol edemediğini bildirmişlerdir. Yürütülen bu çalışmada, sera koşullarında denemeye katılan alt türlerin doz tepki denemelerinde herbisitlerin düşük dozunda dahi etkili olması, yürütülen çalışmanın kontrollü sera koşullarında yürütülmüş olması, denemelerde kullanılan bitkiler biyotiplere ait tohumlardan oluşması, tohumlar petride tamamı çimlendirilerek saksılara şaşırtılması, herbisit uygulamaları öncesinde saksıda seyreltme işlemi yapılarak bir birine yakın 2-4 yapraklı dönemdeki bitkilerin seçilmiş olması nedeniyle deneme uniform gelişme gösteren bitkilerden oluşturulmuştur. Tarla koşullarında ise *S. arvensis* popülasyonlardan oluşmakla birlikte bitkilerin bazıları yalancı kotiledon dönemindeyken bazıları 4-6, 6-8 yapraklı döneme kadar gelişme gösterebilmektedir. Bu nedenle tarla koşullarında bitkiler uniform dağılım gösteremediğinden sera koşullarında alt türlerin doza tepkisi ile tarla koşullarında doza tepkileri arasında farklılık olabileceği düşünülmektedir. Ancak İngiltere’de yoğun herbisit uygulaması yapılan alanlardan alınan *S. arvensis* popülasyonları ile herbisit uygulamalarının yapılmadığı alanlardan alınan *S. arvensis* popülasyonlarının SSR yöntemiyle moleküler yönden popülasyonların incelenmesi sonucunda her iki alanda bulunan popülasyonlarda genetik çeşitliliğinin benzer seviyede yüksek olduğu ve genetik çeşitliliğin herbisit uygulamalarıyla kaybolmadığı bildirilmiştir (Moodie vd., 1997). Bu durum *S. arvensis*’in alt türlerinin sera koşullarında yürüttüğümüz çalışmada olduğu gibi tür içi varyasyonlarının herbisitlere karşı doz tepkisinin benzer seviyede olabileceği düşüncesini oluştursa da; tarla koşullarında oluşabilecek stres faktörleri sera ortamında oluşmadığından bitkilerin herbisitlerin alımını, taşınımını optimum koşullarda gerçekleştirebilmektedir. Bu nedenle *S. arvensis*’in alt türlerinin tarla uygulamaları ile doz-tepki denemelerinin yapılmasında fayda görülmektedir. *S. arvensis*’in alt türlerinin herbisitlere karşı tepkilerinin araştırıldığı bir çalışma bulunmamakla birlikte farklı yabancı otların alt türlerine karşı doz-tepki denemeleri yapılmıştır. Matallana, (2012) İspanya’nın Katalonya bölgesinde çeltik alanlarında sorun olan *Leptochloa fusca*’nın iki alt türü olan *Leptochloa fusca* ssp. *fascicularis* ve *Leptochloa fusca* ssp. *uninervia* alt türlerinin klomazona karşı doz-tepkisinin ölçüldüğü çalışmada kontrollü koşullarda her iki alt türün doz-tepkileri benzer seviyede olduğunu ancak saha çalışmalarında sonuçların heterojen olduğunu bildirmiştir. Çin’de yapılan bir çalışmada *Brassica oleracea* (*B. oleracea* ssp. *capitata*, *B. oleracea* ssp. *acephala*) ve *Brassica rapa* (*B. rapa* ssp. *pekinensis*, *B. rapa* ssp. *chinensis*)’nin alt türlerinin

yanı sıra *S. arvensis*'in de yer aldığı 23 Brassicaceae familyasına ait tür ve alt türün tribenuron-methylin düşük dozları (0.2 veya 0.4 mg/L)'na karşı tür ve alt türlerin doza tepkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda denemeye katılan her bir türün tribenuron-methyle farklı seviyede tepki gösterdiği bildirilmiştir (Yu vd., 2017). Eelen vd., (1999) Belçika'da *Poa annua* L.'nin farklı varyasyonları (*P. annua* ssp. *reptans* (Hauskn.) Timm, *P. annua* ssp. *Annua*)'nın paraquata karşı doz tepkileri denemelerinde her iki varyasyon arasında fark bulunmadığı ancak çıkış sonrası uygulanan haloxyfop-r-methyl'e karşı *P. annua* ssp. *reptans*'ın diğer varyasyona göre düşük düzeyde duyarlı olduğunu bildirmişlerdir. Zand vd., (2002) Kanada'da yaygın görülen *Cirsium arvense* (L.) Scop.'nin *Cirsium arvense* var. *horridum* Wimm. & Grab ve *Cirsium arvense* var. *integrifolium* Wimm. & Grab üzerinde 13 farklı herbisite karşı doz tepkileri ölçülmüştür. Çalışma sonucunda farklı gruptaki 12 herbisite karşı *Cirsium arvense* varyasyonların doz tepkilerinde fark bulunmazken, *Cirsium arvense* var. *integrifolium*'un, *Cirsium arvense* var. *horridum*'a göre Hexazinone karşı %40 daha az duyarlı olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmalar ışığında yabancı otların alt türlerinin kontrollü koşullar ile tarla denemeleri arasında fark olabileceği, bazı alt türlerin herbisitlere tepkisi arasında fark bulunmadığı gibi bazı alt türlerin doz tepkisi arasında fark bulunabileceği, ayrıca alt türlerin herbisitlere göre de farklı tepkiler verebildiği anlaşılmaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Diyarbakır ilinde Dinç ekmeklik buğday çeşidi ile yapılan kritik periyot çalışmalarında deneme alanlarının kontrol parsellerinde *S. arvensis*, *Convolvulus arvensis*, *Lens culinaris*, *Avena sterilis*, *Papaver* spp., *Consolida orientalis*, *Galium tricornutum* yabancı ot türleri belirlenmiştir.

Buğdayın yabancı otlara karşı kritik periyodu 2020 yılı için %2.5 verim kaybında 33. günde DAE (çıkış sonrası gün)'de başlayıp 524 GDD (Gelişme Gün Derece)'ye tekabül eden 83. güne kadar devam ettiği, %5 verim kaybında 35-75 DAE; %10 verim kaybında 36 DAE-67 DAE olarak belirlenmiştir. İklimin kurak seyrettiği 2021 yılında ise %2.5 verim kaybında 7-107 DAE; %5 verim kaybında 11-93 DAE; %10 verim kaybında ise 26-79 DAE arasında olduğu belirlenmiştir.

Diyarbakır il koşullarında Dinç ekmeklik buğday çeşidinin 2020 ve 2021 buğday üretim sezonunda Zadoks gelişim skalası çıkarılmıştır. Buna göre 2020 yılında: çimlenme, fide oluşumu ve fide dönemi (Zadoks 0-19)'nin tamamlanması 05.01.2020 tarihinde; kardeşlenme dönemi Zadoks 20-29 skalasına göre 20.01.2020-28.02.2020; herbisit uygulamaları için en uygun dönem olarak bildirilen Zadoks-30 skalası 01.03.2020-06.03.2020 tarihleri arasında; sapa kalkma başlangıcı Zadoks-31 ise 07. 03.2020 tarihinde kaydedilmiştir. Buğdayın 2021 yılı üretim sezonunda ise çimlenme ve fide dönemi (Zadoks 0- 19)'nin tamamlanması 18.01.2021 tarihinde; kardeşlenme dönemi Zadoks 20-29 skalasına göre 30.01.2021-13.03.2021 tarihinde; Zadoks-30 skalası 16.03.2021- 19.03.2021 – tarihleri arasında; Zadoks-31 ise 19.03.2021 tarihinde gerçekleştiği belirlenmiştir.

Türkiye'nin 7 coğrafi bölgesini temsil eden 28 il ve 84 ilçeden toplanan *S. arvensis* tohumlarının sera ve laboratuvar koşullarında morfolojik ve moleküler yöntemlerle yapılan çalışmalar sonucunda *S. arvensis* subsp. *arvensis*, *S. arvensis* subsp. *allionii* ve *S. arvensis* subsp. *schkuhriana* alt türleri belirlenmiştir. Ayrıca *S. arvensis* var. *orientalis* alt türünün ise taksonomik olarak *S. arvensis* subsp. *arvensis*'in bir sinonimi olarak değerlendirilmesi gerektiği belirlenmiştir.

Sinapis arvensis'in tür içi varyasyonlarının rDNA ve cpDNA gen bölgelerine göre yapılan analizlerde rDNA gen bölgesinin ITS4 ve ITS5 bölgelerinde alt türlerin belirlenemediği ancak türlerin teşhisinde ve türlerin akrabalık ilişkilerini belirlemede oldukça elverişli bir bölge olduğu; cpDNA'nın matK bölgesi (trnK-710F ve trnK-2R)'ne dayalı yapılan analizlerde *S. arvensis*'in alt türlerini ayırt etmede oldukça başarılı bir yöntem olduğu belirlenmiştir. Ayrıca *S. arvensis*'in rDNA ve cpDNA bölgelerine göre yapılan filogenetik analiz sonuçlarına göre *S. arvensis*'in taksonomik olarak *Sinapis* cinsi yerine *Brassica* cinsi içerisinde değerlendirilmesi gerektiği belirlenmiştir.

Sinapis arvensis'in 28 ile ait tohum populasyonlarının çimlenme sıcaklıklarının belirlenmesinde minimum çimlenme sıcaklığı: Ağrı, Ankara, Çorum, Denizli, Diyarbakır, Erzurum, İzmir, Kahramanmaraş, Kayseri, Konya, Malatya, Mardin, Muş, Sakarya, Şanlıurfa, Tekirdağ illerinde 2 °C iken; Adana, Afyonkarahisar, Amasya, Antalya, Gaziantep, Balıkesir, Edirne, Hatay, Muğla, Samsun, Tokat, Yozgat illerinde 5 °C sıcaklıkta; optimum çimlenme sıcaklığı: İzmir, Kahramanmaraş, Şanlıurfa, Tekirdağ illerinde 10 - 20 °C; Adana, Afyonkarahisar, Ağrı, Ankara, Antalya, Denizli, Erzurum, Gaziantep, Kayseri, Konya, Malatya, Mardin, Samsun illerinde 10-25 °C; Muğla, Balıkesir, Amasya, Tokat, Sakarya 20 °C; Çorum ve Yozgat 25 °C; Muş 10-30 °C; Hatay 15 - 20 °C; Diyarbakır 15 - 25 °C; Edirne 20 - 25 °C olduğu; maksimum çimlenme sıcaklıklarında ise tüm lokasyonlarda 35 °C sıcaklığında çimlenmeler görülmüştür.

Sinapis arvensis'in iki alt türünün farklı sıcaklıklarda çimlenme sıcaklığı incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre Diyarbakır ilinde *S. arvensis* subsp. *arvensis* minimum çimlenme sıcaklığı 2 °C, optimum 15 - 25 °C ve maksimum 35 °C iken; *S. arvensis* subsp. *allionii*'nin minimum çimlenme sıcaklığı 5 °C, optimum 10 - 25 °C ve maksimum 35 °C olduğu belirlenmiştir. Şanlıurfa ilinde ise *S. arvensis* subsp. *arvensis*'in minimum çimlenme sıcaklığı 2 °C, optimum 10 - 20 °C ve maksimum 35 °C iken; *S. arvensis* subsp. *allionii*'nin minimum 5 °C, optimum 10 - 20 °C ve maksimum 35 °C olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla *S. arvensis*'in alttürleri arasında ve farklı ekolojilerde çimlenme sıcaklıkları arasında farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

Sinapis arvensis'in belirlenen alt türlerinin sera koşullarında ALS grubundan florasulam, PSII ve sentetik oksinler grubundan oluşan bromoxynil + MCPA ve sentetik oksinler grubunu temsil eden 2,4-D asite eşdeğer dimethyl amin tuzundan oluşun 3 farklı herbisit ile doz tepki denemeleri sonucunda alt türlerin farklı seviyelerde uygulamalardan etkilendiği belirlenmiştir. Dimethyl amin tuzuna karşı en fazla duyarlılık gösteren alt tür *S. arvensis* subsp. *schkuhrana* bulunurken; florasulama ve bir diğer herbisit olan bromoxynil + MCPA'ya karşı *S. arvensis* subsp. *allionii* en hassas bulunan alt tür olmuştur. *S. arvensis* subsp. *arvensis* alt türünün Bromoxynil + MCPA'ya en düşük seviyede duyarlılık gösteren alt tür olup denemeye katılan 2 aktife karşı da diğer alt türlere göre orta seviyede duyarlılık gösterdiği belirlenmiştir.

Buğdayın kritik periyodunun belirlenmesi ve *S. arvensis*'in alt türleri, biyolojik özellikleri, herbisitlere karşı tepkilerinin belirlenmesi çalışmalarında yapılan gözlemler ve elde edilen sonuçlara göre:

- İklimin kurak geçtiği üretim sezonunda buğday ile yabancı ot rekabetinin yağışlı geçen sezona göre daha fazla ve bu rekabetin daha uzun sürdüğü, bu nedenle meteorolojinin hava

olaylarına ilişkin erken uyarı ve tahmin verileri takip edilerek kurak geçmesi muhtemel üretim sezonlarında buğday alanlarında yabancı ot mücadelesinin ekim öncesi herbisit uygulamalarıyla desteklenmesi;

- Buğday alanlarında görülen *Convolvulus arvensis*'in buğdayın sapa kalkma döneminden sonra yoğun çıkışlar yaparak buğday başaklarına kadar bitkiye sarılarak buğday hasadını güçleştirdiği gibi hasat sonrası ürüne karışan bitki parçacıkları, buğdayın nemi üzerinde etkili olmaktadır. Bu durum buğdayın depolanması aşamasında sorun oluşturmakla birlikte ürünün pazar değerini düşürebilmektedir. Bu nedenle buğday alanlarında *C. arvensis*'in mücadelesiyle ilgili yeni stratejilerin geliştirilmesine katkı sunacak çalışmaların yapılması;

- *S. arvensis*'in belirlenen alt türlerinin yanısıra örnekleme yapılan alanlardaki popülasyon içerisinde daha fazla varyasyonların olabileceği tahmin edilmektedir. Bu nedenle *S. arvensis*'in alt türlerinin belirlenmesine yönelik çalışmaların devam ettirilmesi;

- *S. arvensis*'in yaprak ve gövdelerinin tüylülük durumu bitkinin fenolojik özelliklerinden kaynaklandığı belirlenmiş olmakla birlikte bitkilerdeki tüy varlığının herbisit uygulamalarının başarısını etkileyebileceği düşünülmektedir. Bu nedenle bitkinin yoğun, seyrek veya tamamen tüsüz olmasıyla ilgili mekanizmaların araştırılması;

- *Sinapis arvensis*'in alt türlerinin rDNA'nın ITS4 ve ITS5 bölgelerine göre belirlenemediği ancak rDNA üzerinde bulunana ITS'in diğer bölgelerine göre *S. arvensis*'in alt türlerinin araştırılması;

- *Sinapis arvensis*'in alt türleri arasında ve iller arasında çimlenme özellikleri yönüyle fark bulunmuştur. İller bazında alt türlere göre çimlenme sıcaklıklarının araştırılması önerilmektedir.

- Erken uyarı ve tahmin sistemlerinin veri tabanlarında *S. arvensis*'in çimlenme sıcaklıklarıyla ilgili sonuçların daha yaygın bir şekilde kullanılabilmesi için illere göre topraktaki tohum bankası çalışmalarının yapılması;

- *Sinapis arvensis*'in alt türlerinin herbisitlere karşı tepkileri arasında fark bulunduğu; dolayısıyla alt türlerin bazı aktiflere karşı toleranslı olabileceği veya daha hızlı dayanıklılık geliştirebileceği; bu nedenle *S. arvensis*'in alt türlerinin herbisitlere karşı dayanıklılık durumunun araştırılması önerilmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Abacı, O., Üremiş, İ. (2016). Determination of critical period for weed control in peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Ziraat Fakültesi Dergisi, Mustafa Kemal Üniversitesi*, 21(1), 40-47.
- Abdel, K.K. (2005). Morphological Studies on Trichomes of Brassicaceae in Egypt and taxonomic significance. *Acta Botanica Croatica*, 64(1), 57-73.
- Abdelaal, M., Fois, M., Fenu, G., Bacchetta, G. (2018). Critical Checklist of The Endemic Vascular Plants of Egypt. *Phytotaxa*, 360(1), 19-34.
- Abdelaziz, N. (2017). Optimization of DNA Technology for Polymorphism Estimation of Microsatellite Loci of Cattle DNA. In *Modern Paradigm of the Scientific Knowledge: Actuality and Prospects* (pp. 12-15).
- Ahrens, W. (1994). *Herbicide Handbook, Seventh Edition*. Weed Science Society of America, Champaign, IL.
- Akın, B. (2004). Dormansi Kırıcı Yöntemlerin Yabancı Ot Tohumları Üzerinde Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, 98p.
- Aktaş, H., Karaman, M., Erol, O. R. A. L., Kendal, E., Tekdal, S. (2017). Bazı Ekmeklik Buğday Genotiplerinin (*Triticum aestivum* L.) Doğal Yağış Koşullarındaki Verim Ve Kalite Parametrelerinin Değerlendirilmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26(1), 86-95.
- Alam, M.T., Gaffer, M.A. ve Kashem, M.A. (1994). Critical Period of weed Competition in Wheat (*Triticum aestivum* L.) as Influenced by Different Seed Rates, *Banglades Journal of Scendific and Industrial Reasearh*, 29(2): 63-70.
- Ali, H., Tahir, M., Nadeem M.A. (2014). Determining Critical Period of Weed Competition in Wheat under Different Tillage Systems. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences* (2014), 12(2): 100-79
- Ali, M.J. (2017). Investigation of Yield, Yield Components and Primary Quality Characteristics of Some Bread Wheat (*Triticum Aestivum* L.) Genotypes. Master Thesis, Bingöl University, Bingöl, 111p.
- Al-Shehbaz I.A. (1988). The Genera of Arabideae (Cruciferae: Brassicaceae) in the Southeastern United States. *J. Arnold Arbor*. 69. (2): 85-166.
- Al-Shehbaz, I.A. (2012). A Generic and Tribal Synopsis of the BRASSICACEAE (CRUCIFERAE). *Taxon*, 61(5), 931-954.
- Al-Shehbaz, I.A. (2021). Nomenclatural Adjustments in *Eutrema*, *Ceratocnemum*, *Rhamphospermum*, and *Sinapis* (Brassicaceae, Cruciferae). *Harvard Papers in Botany*, 26(1), 1-4.
- Anderson, W.P. (1996). *Weed Science - Principles and Applications*, Third Edition. West Publishing, NY.
- Anonim, (2013). GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi, Dinç Ekmeklik Buğday Çeşidi (*Triticum aestivum* L.). <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/gaputaem/Belgeler/%C3%A7e%C5%9Fit%20belgeleri/t%C3%BCrk%C3%A7e/ekmeklik%20bu%C4%9Fday/din%C3%A7.pdf>. (Erişim Tarihi: 07.07.2022.)
- Anonim, (2018). Diyarbakır İlinde Pestisit Kullanımında Üreticilerin Bilgi Düzeyinin Belirlenmesi. Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Bitki Hastalıkları Araştırmaları 2018, Antalya <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/pdgt/bsad/2018%20BSAD%20%20%C3%96zetleri%2019.01.2018.pdf> (Erişim Tarihi: 19/09/2019).

- Anonim, (2021). Diyarbakır ilinin Türkiye haritasındaki yeri ve konumu, Laf sözlük. <https://www.lafsozluk.com>. (Erişim Tarihi: 15/02/2021)
- Anonim, (2022a). T.C. İçişleri Bakanlığı- Bilgi Teknolojileri Genel Müdürlüğü, Türkiye'nin Bölgeleri. <https://www.e-icisleri.gov.tr/Anasayfa/MulkiIdariBolumleri.aspx> (Erişim Tarihi: 20/03/2022)
- Anonim, (2022b). Vikipedi, özgür ansiklopedi. Türkiye coğrafyası, https://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrkiye_co%C4%9Frafyas%C4%B1 (Erişim Tarihi: 25/02/2022)
- Anonim, (2022c). Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel üretim istatistikleri, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 25/02/2022)
- Anonim, (2022d). Diyarbakır Valiliği, Resmi web sitesi. <http://www.diyarbakir.gov.tr/diyarbakir-tarihi> (Erişim Tarihi: 21/05/2022)
- Anonim, (2022e). T.C. Sanayi ve Kalkınma Teknoloji Bakanlığı, GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, <http://www.gap.gov.tr/diyarbakir-sayfa-6.html>. (Erişim Tarihi: 25/02/2022)
- Anonim, (2022f). T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Diyarbakır İl ve İlçeleri İklim Verileri. (Cd-Room üzerinden erişilen dijital veri)
- Anonim, (2022g). Erciyes Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Buğday Kalite Analizleri. <https://gida.erciyes.edu.tr/upload/3HR0TMS5tahillarda-koku,-renk,-yab-madde,-tane-Ir.,hektolitire,-bintane.pdf>. (Erişim Tarihi: 25/02/2022)
- Anonim, (2022h). Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel üretim istatistikleri, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 25/02/2022)
- Anonymous, (2013a). A working list of all known plant species, The plant List. <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/search?q=sinapis> (Erişim Tarihi: 30.07.2019)
- Anonymous, (2013b). Agricultural Research Service U.S. Department of Agriculture. <https://www.ars.usda.gov/research/software/download/?softwareid=112> (Erişim Tarihi: 15.09.2019)
- Anonymous, (2017a). World Checklist of Selected Plant Familie. <http://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:288960-1> (Erişim Tarihi: 30/07/2019)
- Anonymous, (2017b). Plants of the world online. Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. <http://www.plantsoftheworldonline.org/> (Erişim Tarihi: 30/07/2019)
- Anonymous, (2019). National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland. <https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/taxonomydetail.aspx?id=33965>. (Erişim Tarihi: 19/09/2019)
- Anonymous, (2020a). Royal Botanic Gardens, Kew, Dijital veri Tabanı, Erişim kodu: K000230295 11-04-1874 <http://apps.kew.org/> (Erişim Tarihi: 10/11/2020).
- Anonymous, (2020b). Flora Royal Kew Dijital Herbarium Database, sample code: K000653871. <http://apps.kew.org/> (Erişim Tarihi: 10/11/2020)
- Anonymous, (2021a). *Sinapis arvensis* L. in GBIF Secretariat GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed via GBIF.org on 2022-04-13. (Erişim Tarihi: 30/06/2021)
- Anonymous, (2021b). The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. <http://www.weedscience.org/Summary/HRACPoster.aspx> (Erişim Tarihi:20.09.2021)
- Anonymous, (2021c). The LSU AgCenter and the LSU College of Agriculture <https://www2.lsuagcenter.com/weedscience/pdf/AGRO4070/Handout17.pdf> (Erişim Tarihi: 03/07/2021)

- Anonymous, (2022a). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim Tarihi: 21/03/2022) (Erişim Tarihi: 06/03/2022)
- Anonymous, (2022b). *Sinapis arvensis* L. Published on the Internet; <http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000432651>. Accessed on: 15 Apr 2022. (Erişim Tarihi: 23/02/2022)
- Anonymous, (2022c). The International Plant Names Index and World Checklist of Selected Plant Families 2022. Published on the Internet at <http://www.ipni.org> and <http://apps.kew.org/wcsp/> (Erişim Tarihi: 23/02/2022)
- Anonymous, (2022d). KEW Dijital Herbarium. http://apps.kew.org/herbcat/getHomePageResults.do?homePageSearchText=sinapis+arvensis&x=0&y=0&homePageSearchOption=scientific_name&nameOfSearchPage=home_page (Erişim Tarihi: 25/04/2022)
- Anonymous, (2022e). International Plant Names Index (IPNI). Published on the Internet <http://www.ipni.org>, The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria, Libraries and Australian National Botanic Gardens. (Erişim Tarihi: 18/04/2022)
- Anonymous, (2022f). National Center for Biotechnology Information (NCBI). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/?term=sinapis%20allionii> (Erişim Tarihi: 18/04/2022)
- Aoki S, Ito, M. (2000) Molecular Phylogeny of *Nicotiana* (SOLANACEAE) Based on the Nucleotide Sequence of the matK Gene. *Plant Biology* 2(3): 316-324.
- Area, M. (2005). *Tecnologías de La Información Y Comunicación En El Sistema Escolar. Una Revisión de Las Líneas de Investigación.*
- Arif, I. A., Bakir, M. A., Khan, H. A., Al Farhan, A. H., Al Homaidan, A. A., Bahkali, A. H. (2010). A Brief Review of Molecular Techniques to Assess Plant Diversity. *Int. J. Mol. Sci.* 11 2079-2096
- Arslan, M., Uremis, I., Uludag. A., (2006). "The critical period of weed control in double-cropped soybean" *Phytoparasitica*, 34 (2) 159-166
- Arslan, Z.F., Bilgili, A., Aksu, Altun A., İpekçioğlu, Ş. (2017). Şanlıurfa İli Buğday, Mısır, Pamuk ve Mercimek Üretim Alanlarındaki İstilacı Bitkilerin Belirlenmesi ve Mücadelesi. Proje Sonuç Raporu. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, TAGEM, 84s. (Cd room)
- Asilan, K. S. (2018). Some Aspects of Seed Germination in Two Mustard Species Influenced by Temperature, Planting Depth and Flooding Period. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 49(3).
- Ateş (2017). Batman ve Şanlıurfa Buğday Alanlarında Bulunan Yabancı Otlar ile Yabani hardal (*Sinapis arvensis* L.) ve Kısır Yabani Yulaf (*Avena sterilis* L.)'ın Bazı Biyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay, 163p.
- Ateş, E., Süer, İ.E., Ateş, E., Demir, R., Üremiş, İ. (2017). Studying The Effects of Liquid Nitrogen on Germination of *Sinapis arvensis* seeds. *International Advanced Researches, Engineering Congress*, 16- 18 November 2017, Osmaniye.
- Ateş, E., Süer İ.E., Üremiş, İ. (2017). Yabani Hardal (*Sinapis arvensis* L.)'ın Çimlenme Biyolojisi. *3RD ASM International Congress of Agriculture and Enviroment*. 16-18 November 2017, Antalya.
- Ateş, E., Üremiş, İ. (2018). *Sinapis arvensis* L. (yabani hardal) ve *Avena sterilis* L. (Kısır Yabani Yulaf) Tohumlarının Çimlenme Sıcaklıklarının Belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Doğa*

- Ateş, E., Üremiş, İ. (2020). Şanlıurfa İli Buğday Ekim Alanlarında Bulunan Yabancı Ot Türlerinin, Yaygınlık ve Yoğunluklarının Belirlenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24 (1), 33-43.
- Ateş, E. (2021). Herbisitlerin Etki Mekanizması. Yabancı Ot Biliminde Güncel Konular. Iksad Publishing House, Bölüm 11, 387-438s ISBN: 978-625-8061-67-3
- Ateş, E., Üremiş İ. (2021). Bazı Fiziksel ve Kimyasal Dormansi Kırma Yöntemlerinin *Sinapis arvensis* L.(Yabani hardal) Tohumlarına Karşı Etkinliğinin Belirlenmesi. Turk J Weed Sci, 24(2):1-6.
- Ateş, E., Üremiş, İ. (2022). Batman İli Buğday Ekim Alanlarında Bulunan Yabancı Otların Yaygınlık ve Yoğunluklarının Belirlenmesi. Turkish Journal of Weed Science, 25 (1), 9-19.
- Balaguer, V.R., Delgado, R.A.B., Talavera, P.S., Ravelo, R.D. Alonso, F.J.; Perez, S.P. (2003). Studies of the Critical Period of Weed Competition in Wheat Crop in Cuba. Alimentaria 40(343): 93-96, Mayo.
- Baldwin, B. G., Sanderson, M. J., Porter J. M., Wolciechowski, M. F., Campell, C.S. Donoghue, M. J. (1995). The its Region of Nuclear Ribosomal DNA: A Valuable Source of Evidence on Angiosperm Phylogeny. Annals of the Missouri Botanical Gardenol. 82, No. 2 (1995), pp. 247-277
- Başaran, B, Kadioğlu, İ. (2016). Determination of the Economic Threshold Level of Wild Mustard (*Sinapis arvensis* L.) in Wheat Fields of Tokat Province. Turkish Journal of Weed Science (19 (1), 1-5.
- Bayhan, M., Özkan, R., Yorulmaz, L., Yıldırım, M., Akıncı, C. (2022). Sıcaklık Stresine Bağlı Olarak Gelişim Hızı ve Klorofil Miktarı Bakımından Ekmeklik Buğday Genotiplerindeki Farklılıkların Belirlenmesi. *Anadolu Kongreleri 9. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi*, 12 Haziran 2022, Diyarbakır
- Bilge, U. (2022). Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Farklı Dönemlerde Uygulanan Üst Gübre Formlarının Verim ve Kaliteye Etkisi. Doktora Tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay, 125p.
- Bilgili, A. (2003). Tokat ve Yöresinde Patates (*Solanum tuberosum* L.) Yetiştirilen Alanlarda Sorun Olan Yabancı Otlar Ve Farklı Dönemlerde Yabancı Otların Yok Edilmesi İle Kritik Periyodun Belirlenmesi. Yüksek Lisans tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, 96p.
- Bilgiri, S., 1965. Ege bölgesi hububat tarlalarında görülen önemli yabancı otlar ve savaş imkanları üzerinde bazı incelemeler. Tarım Bakanlığı Yayınları, Teknik Bülten, No: 14, 63s., İzmir
- Boissier, E. P. (1867). Flora Orientalis: Sive, Enumerato Plantarum in Oriente a Graecia et Aegypto ad Indiae Fines Hucusque Observatarum. Thalamiflorae. Volumen Primum. Apud H. Georg, Bibliopolam.
- Bonnet, E., Barratte, G. (1896). Catalogue Raisonné Des Plantes Vasculaires De La Tunisie. Inprimerie Nationale, 1986.
- Boulos, L. (1999). Flora of Egypt. Vol. 1 (azollaceae-oxalidaceae).
- Boz, Ö. (1997). Buğday Ekim Alanlarındaki Yabani Hardal (*Sinapis arvensis* L.) ve Yabani Fiğ (*Vicia sativa* L.) Bazı Biyolojik Özellikleri ve Ekonomik Zarar Eşiklerinin Belirlenmesi ile İlgili Araştırmalar. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 116p.
- Boz, Ö. (2000). Aydın İli Buğday Ekim Alanlarında Bulunan Yabancı Otlar ile Rastlanma Sıklıkları Ve Yoğunluklarının Saptanması. Türk. Herb. Derg., 3 (2) 1-11.

- Bozdoğan O., Uyar F., Karaman Y., Demirtaş Ç., Uçar K., Tursun N. (2019). *Myagrum perfoliatum* L. (Gönül hardalı) Tohumlarında Dormansi Kırma Üzerine Araştırmalar Turk J Weed Sci, 22(1):45-52.
- Bozdoğan, O., Karaman, Y., Uyar, F., Evli, S., Akkaya, F., Tursun, N. (2018). *Rumex crispus* L. (Kıvrıkcık labada) Tohumlarındaki Dormansinin Kırılmasında Farklı Uygulama Yöntemlerinin Etkileri. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 23 (2), 188-196.
- Bremer B, Bremer K, Heidari N, Erixon P, Anderberg AA, Olmstead RG, Källersjö M, Barkhordarian, E. (2002) Phylogenetics of Asterids Based on Three Coding and Three Non-Coding Chloroplast DNA Markers and The Utility of Noncoding DNA at Higher Taxonomic Levels. Molecular Phylogenetics and Evolution 24(2): 274-301.
- Bubani, P. (1897). Flora Pyrenaea Per Ordines Naturales Gradatim Digesta (Vol. 1). U. Hoepli.
- Budak , S. (2015). Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.)'da Yabancı Ot Kontrolü İçin Kritik Periyodun Belirlenmesinde Sıra Arası Mesafesi Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, 48p.
- Bulduk, S., 2004. Gıda Teknolojisi. Detay yayıncılık. 2.baskı. Ankara, 2004.323s
- Bükün, B., Uygur, F.N., (1997). Harran Ovası Pamuk Ekim Alanlarında Görülen Yabancı Otlarla En Uygun Mücadele Zamanının Saptanması Amacı ile Kritik Periyodun Belirlenmesi. *Türkiye II. Herb. Kong. Bil.*, İzmir-Ayvalık:25-30
- Bükün B. (2001). Harran Ovası Pamuk Ekim Alanlarında Sorun Olan Fener Otu (*Physalis* spp.)'nın Ekonomik Zarar Eşiği ve Kritik Periyodunun Saptanması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, 110p.
- Bukun, B. (2004). The weed flora of winter wheat in Sanliurfa, Turkey. Pakistan Journal of Biological Sciences (Pakistan)
- Cardinal-McTeague, W.M., Sytsma, K.J., Hall, J.C. (2016). Biogeography and Diversification of Brassicales: a 103 Million Year Tale. Molecular Phylogenetics and Evolution, 99 (204-224).
- Ceylan, N.A. (2017). İstanbul İli Buğday Ekim Alanlarında Görülen Önemli Yabancı Ot Türleri, Yoğunlukları ve Rastlanma Sıklıklarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ 53p.
- Chater, A. O. (1993). *Silene* L. Flora Europaea., 1, 191-218.
- Chaudhary, S.U., Hussain, M., Ali, M.A., Ali, M.A., Iqbal, J. (2008). Effect of Weed Competition Period On Yield and Yield Components Of Wheat. J. Agric Res. 2008, 45(1).
- Cornish, G. B., Békés, F., Eagles, H. A., Payne, P. I. (2006). Prediction of Dough Properties for Bread Wheats. Gliadin and Glutenin: The Unique Balance of Wheat Quality, 243-280.
- Cronn, R. C., Small, R. L., Haselkorn, T., Wendel, J. F. (2002). Rapid Diversification of The Cotton Genus (*Gossypium*: MALVACEAE) Revealed by Analysis of Sixteen Nuclear and Chloroplast Genes. American Journal of Botany, 89(4), 707-725.
- Çobanoğlu, M. Y., Ayrancı, R. (2021). Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinde Azot Miktarı ve Uygulama Zamanının Tane ve rimi ve Kalitesine Etkisi. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi, 10(1), 1-12.
- Çoruh, İ., Zengin, H. (2009). Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.)'nde yabancı ot kontrolü için kritik periyodun belirlenmesi. Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi, 15-18 Temmuz 2009, Van

- Davis PH (1965-1989). Flora of Turkey and the East Aegean Islands Edinburgh University Press, Edinburgh. Vol. 1-10.
- Del Amo, M. (1871). Flora Fanerogámica de la Península Ibérica Ó Descripción de Las Plantas Cotyledóneas Que Crecen En España y Portugal. Imprenta de Indalecio ve ntura.
- Delipoyraz, S. (2018). Türkiye’de Yetişen *Artemisia taurica* Willd. (ASTERACEAE) Popülasyonlarının Bazı Moleküler Belirteçler Kullanılarak Filogenetik Yönden Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ, 134p.
- Demesure, B., Sodzi, N., Petit, R. J. (1995). A Set of Universal Primers for Amplification of Polymorphic Non Coding Regions of Mitochondrial and Chloroplast Dna in Plants. Molecular ecology, 4(1), 129-134.
- Devine, M.D., Duke, S.O., Fedtke, C. (1993). Naturally occurring Chemicals as Herbicides. In Physiology of Herbicide Action. Prentice Hall, New Jersey, USA. Pp. 395-424.
- Dişli, Ö., Nemli, Y. (2014). *Sinapis alba* L.' nın (Akhardal) Çimlenme ve Gelişimine, Bazı Kültür Bitkisi Kök Eksudatları ve Yeşil Gübrelerinin Etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 51 (1), 13-22
- Dobignard, A., Chatelain, C., Fischer, M., Orso, J., Jeanmonod, D. (2010). Index Synonymique de la Flore d'Afrique du Nord. Conservatoire et Jardin botaniques.
- Doğan, M. N., Ünay, A., Boz, Ö., Albay, F. (2004). Determination of optimum weed control timing in maize (*Zea mays* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 28(5), 349-354.
- Du, X., Zeng, T., Feng, Q., Hu, L., Luo, X., Weng, Q., Zhu, B. (2020). The Complete Chloroplast Genome Sequence of Yellow Mustard (*Sinapis alba* L.) and Its Phylogenetic Relationship to Other BRASSICACEAE Species. Gene, 731, 144340.
- Eelen, H., Bulcke, R., Debussche, B., Heap, I. (1999). Annual Bluegrass (*Poa annua* L.) A Challenging Weed. in 12th Australian. *Weeds Conference* (12-16p., 1. September, 1999.
- Eker, S., Kolören O., (2017). Yabancı Otların Moleküler Teşhisinde Ribozomal Rna (Rna) Internal Transcribed Spacer (Its) Gen Bölgelerinin Kullanımı. Ordu Üniversitesi, Bil. Tek. Derg., Cilt:7, Sayı:1 (2017, 11-21/Ordu Univ. J. Sci. Tech.), Vol:7, No:1, 2017, 11-21.
- Ekim, T., 1967, Ankara-Konya arası ekin tarlalarındaki arsız otlar üzerine fitososyolojik ön araştırma, Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara 33p.
- Elahifard, E., Derakhshan, A., Pakdaman Sardrood, B. (2021). Does Seed Heteromorphism Affect The Critical Temperature Thresholds For Wild Mustard (*Sinapis arvensis*) Germination, A Modeling Approach. Botany, 99(8), 507-514.
- Erciş, A., Tastan, B., Yıldırım, A. (1993). Yabancı Hardal (*S. arvensis*)’ın Bazı Biyolojik Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. Türkiye I. Herboloji Kongresi, 3-5 Şubat 1993 Adana, 55-61.
- Erden, A. (2018). Kırıkkale’deki Brassicaceae Türlerinin Morfolojik, Anatomik, Palinolojik ve Moleküler Filogenetik Yönden Araştırılması. Doktora Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale. 424p.
- Eroğlu, N. (2006). Karaman’da Nohutlarda Sorun Oluşturan Yabancı Otlar ve Kritik Periyodun Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, 51p.
- Ertaş, Ş. (2013). Kırıkkale İlinde Yetişen APIACEAE Familyasına Ait Bazı Türlerde Moleküler Taksonomik Bir Çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale, 100p.
- Felsenstein J. (1985). Confidence limits on phylogenies: An approach using the bootstrap. Evolution 39:783-791.

- Fiori, A. (1908). Flora analitica d'Italia: ossia descrizione delle piante vascolari indigene inselvatichite e largamente coltivate in Italia disposte per quadri analitici (Vol. 4).
- Frey, L., Mizianty, M., Mirek, Z., (1981). Chromosome Numbers of Polish Vascular Plants. *Frugm. Florist. Geobot.* 27: 581-590.
- Fukuda, T., Yokoyama, J., Ohashi, H. (2001). Phylogeny And Biogeography of The Genus *Lycium* (SOLANACEAE): Inferences From Chloroplast DNA Sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* (19(2), 246-258.
- Gerber, S., Mariette, S., Streiff, R., Bodénès, C., Kremer, A., (2000). Comparison of microsatellites and amplified fragment length polymorphism markers for parentage analysis. *Molecular Ecology*, 9(8), 1037-1048.
- Gıdık, B. (2016). Trakya Bölgesi Florasındaki Yabani Hardal (*Sinapis* sp.) Genotiplerinin Moleküler ve Morfolojik Karakterizasyonu Tarla Koşullarındaki verimi ile Kalite Unsurlarının Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, 230p.
- Gıdık, B., Önemli F., Cabi, E. (2016). Determination of Wild Plant Species of Brassicaceae Family in Turkish Thrace. *Biological Diversity and Conservation*, 9/3 (2016), 100-105
- Gielly, L., Taberlet, P. (1994). The Use of Chloroplast DNA to Resolve Plant Phylogenies: Noncoding ve rsus Rbcl Sequences. *Molecular Biology And Evolution*, 11(5), 769-777.
- González Fernández, J. (2014). Flora silvestre en Hoyo de Manzanares.
- Göçmen, D. (1996). Hamur Hazırlanmasında Şerbetçiotu ve Laktik Starter Kullanımının Hamur ve Ekmeğin Özelliklerine Etkileri, Doktora Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, 97s
- Gökalp, Ö., Üremiş, İ., (2015). Mardin Buğday Ekim Alanlarında Bulunan Yabancı Ot Türlerinin, Yaygınlıklarının ve Yoğunluklarının Belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 20 (1) 13-22.
- Göksel, N., 1956. Türkiye hububatında rastlanan önemli yabancı ot tohumlarının anatomik yapıları üzerinde araştırmalar. Ankara Ziraat Mücadele Enstitüsü Müdürlüğü, Ziraat Vekalet, Yayınları, 143s, Ankara.
- Guinea López, E. (1974). Flora española. Iconografia selecta. V. Brassicaceae.
- Guzel O, Kaya-Altop E, Mennan H, Boylu D, Haghnama K. (2016). Determinations of Genetic Variation in *Sinapis arvensis* L. Populations in Wheat Fields in Turkey Using Simple Sequence Repeat (SSR) markers. *7th International Weed Science Congress*, June 19-25 2016, Prague, Czech Republic.
- Gümüş, İ., 1986. Ağrı-Eleşkirt ovasındaki buğday tarlalarında bulunan yabancı otlar üzerinde fitososyolojik bir araştırma. Yüksek Lisans, Atatürk Üniversitesi, Erzurum 47p.
- Günçan, A., (1982), Erzurum Yöresinde Buğday Ürününe Karışan Bazı Yabancı Ot Tohumlarının Çimlenme Biyolojisi Üzerine Araştırmalar. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 270., 77s. Erzurum.
- Günçan, A., (2006). Yabancı Otlar Ve Mücadele Prensipleri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Konya, 239.
- Günçan, A., (2010), Yabancı ot mücadelesi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Genişletilmiş ve İlaveli 2.baskı, Konya, 278s.
- Günçan, A., (2013). Yabancı Otlar ve Mücadele Prensipleri (Güncelleştirilmiş ve İlaveli Beşinci Baskı). Selçuk Üniversitesi Basımevi, 313 s., Konya.

- Gürbüz, R., Uygur, S., Uygur, F. (2018). Ağrı İli Buğday Ekim Alanlarında Segetal Floranın Belirlenmesi. *Turkish Journal of Weed Science*, 21 (1), 8-18.
- Gürsu, Z.Ş., Kara, A. (2016). Kırklareli İli Buğday Ekim Alanlarında Görülen Önemli Yabancı Ot Türleri, Yoğunluklar ve Rastlama Sıklıklarının Belirlenmesi. *Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi*, 5-8 Eylül 2016, Konya, 847.
- Güzel, M.E. (2012). Kafkasya'da Yayılış Gösteren *Primula* L. (PRIMULACEAE) Taksonlarının MatK Geni Bakımından Karşılaştırılması. Yüksek Lisans, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 49p.
- Hegi, G. (1912). *Illustrierte Flora Von Mittel-Europa*. 3 Band. Dicotyledones, 1912.
- Hilu, K. W., Liang, G. (1997). The matK Gene: Sequence Variation and Application in Plant Systematics. *American Journal of Botany*, 84(6), 830-839.
- Hilu, K. W., Borsch, T., Müller, K., Soltis, D. E., Soltis, P.S., Savolainen, V., Chatrou, L. W., (2003). Angiosperm Phylogeny based on matK Sequence Information. *American Journal of Botany*, 90(12), 1758-1776.
- Hosni, H., Hosny, A., Shamso, E., Hamdy, R. (2013). Endemic and Near-Endemic Taxa in The Flora of Egypt. *Egyptian Journal of Botany* 53: 357-383.
- Ibañez i Cortina, N. (2006). *Estudis sobre cinc herbaris històrics de l'Institut Botànic de Barcelona*.
- Ibérica, F. (1993). *Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares (Cruciferae-Monotropaceae) vol. IV*, Real Jardín Botánico. CSIC. Madrid.
- Ibérica, F. (1993). *Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares (Cruciferae-Monotropaceae) vol. IV*, Real Jardín Botánico. CSIC. Madrid.
- Inaba, R., Nishio, T. (2002). Phylogenetic Analysis of Brassiceae Based on The Nucleotide Sequences of The S-locus Related Gene, SLR1. *Theoretical and Applied Genetics*, 105(8), 1159-1165.
- Işık, D., Kaya, E., Ngouajio, M., Mennan, H. (2009). Weed Suppression in Organic Pepper (*Capsicum annuum* L.) With Winter Cover Crops. *Crop Protection* 28 (2009) 356-363
- Işık, D., Mennan, H., Kapar, H., (2004). Samsun ili mısır ekiliş alanlarında sorun olan yabancı otların farklı dönemlerde yok edilmesi ile kritik periyodun saptanması. *Türkiye I. Bitki Koruma Kongresi*, 8-10 Eylül, Samsun, 240.
- Işık, D., Akca, A., Kaya Altop, E., Tursun, N., Mennan, H. (2015). The critical period for weed control (CPWC) in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 43(2).
- Işık, D., Akça, A., (2018). Assessment of weed competition critical period in sugar beet. *Journal of Agricultural Sciences*, 24(1), 82-89
- Jiayan, R., Nairui, H., Jianhua, G. (1999). Identification of The Putative Cytadhesin Gene of *Mycoplasma Gallisepticum* and Its Use as a DNA probe. *Nong ye Sheng wu ji shu xue bao= Journal of Agricultural Biotechnology*, 7(2), 179-182.
- Johnson, L. A., Soltis, D. E. (1994). matK DNA Sequences and Phylogenetic Reconstruction in Saxifragaceae s. str. *Systematic botany*, 143-156.
- Johnson, L. A., Soltis, D. E. (1995). Phylogenetic inference in Saxifragaceae sensu stricto and Gilia (Polemoniaceae) using matK sequences. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 149-175.

- Shaltout, K. H., Al-Sodany Y. M., (2008). Getation Analysis of Burullus Wetland: a Ramsar Site in Egypt.
- Kara, R., Akkaya, A., (2020). Kahramanmaraş Yöresine Ait Yerel Ekmeklik Buğday Genotiplerinin ve rim ve Fizyolojik Özellikler Yönünden İncelenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 7 (4), 1186-1204.
- Karacan, S.C., (2005). Mersin İlinde Pırasa (*Allium porrum* L.) Yetiştirilen Alanlarda Sorun Olan Yabancı Otlar ve Farklı Dönemlerde Yabancı Otlarla Mücadelede Kritik Periyodun Belirlenmesi. Yüksek Lisans tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş 36s.
- Karaman, M., Aktaş, H., Başaran, M., Erdemci, İ., Kendal, E., Tekdal, S., Ayana, B. (2017). İleri Kademedeki Bazı Ekmeklik Buğday Genotiplerinin verim ve Kalite Parametreleri Yönünden Biplot Analiz Yöntemiyle İncelenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 26, 45-51.
- Karlııl, A. (1988). Bornova Yöresindeki Buğday Tarlalarında Görülen Yabancı Otların Saptanması, Fide ve Tohum Morfolojilerinin Belirlenmesi Üzerinde İncelemeler. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir, 59p.
- Karnas, Z. (2019). Susam (*Sesamum indicum* L.) Üretiminde Yabancı Ot Kontrolü İçin Kritik Periyodun Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, 68s.
- Kaya, İ. (2003). Aydın ve İzmir Pamuk Alanlarında Yabancı Ot Yoğunlukları Kritik Periyodun ve Önemli Türlerin Bazı Biyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora tezi, 109s.
- Kaymak, N. (2007). Marul (*Lactuca sativa* L.)'da Yabancı Ot Kontrolü İçin Kritik Periyodun Belirlenmesi. Yüksek Lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 62s.
- Keskin, F., Kaya, İ., Usta, M., Demir, İ., Sipahioglu H.M., Nemli Y., (2017). Molecular Cloning and Sequence Analysis of the its Region of Nuclear Ribosomal DNA for Species Identification in Dodders (*Cuscuta*; Convolvulaceae). Int. J. Agric. Biol. (19: 1447–1451.
- Kılıç Ö, Yıldırımli Ş, Kıranşan K, (2017). Yüzenadalar (Bingöl-Solhan) Çevresinin Fulorası. Ot Sistematik Botanik Dergisi, 24 (2): 131-172.
- Kılıç, H., Yağbasanlar, T. (2003). Güneydoğu Anadolu Bölgesi Koşullarında Makarnalık Buğday (*Triticum turgidum* ssp durum) Çeşitlerinin Bazı Kalite Özelliklerinin Genotip X Çevre İnteraksiyonları Üzerinde Araştırmalar. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, 13-17 Ekim, 2003, Diyarbakır.
- Kılıçoğlu, M., Özkoç, İ. (2008). FUNGAL SİSTEMATİKTEKİ MOLEKÜLER GELİŞMELER. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 23 (1), 65-72. Retrieved from
- Kitiş Y.E., Boz Ö. (2003). Isparta İli Buğday Ekim Alanlarındaki Yabancı Otların Yaygınlık ve Yoğunluklarının Saptanması, Türkiye Herboloji Dergisi, cilt.6, ss.16-38
- Kloos, A. W. (1927). Aanwinsten van de Nederlandse Flora in 1923 (1924 en 1925. Nederlandsch kruidkundig archief. Serie 3, 36(1), 75-116.
- Knezevic, S.Z., and Ulloa. S.M. (2007). Flaming: Potential New Tool for Weed Kontrol in Organically Grown Agronomic Crops. J. Agric. Sci. 52, 95-104
- Knezevic, SZ, Streibig, JC ve Ritz, C. (2007). Doz-yanıt çalışmaları için R yazılım paketinin kullanılması: kavram ve veri analizi. Ot Teknolojisi, 21(3),840-848.
- Koch, M., Haubold, B., Mitchell- Olds, T. (2001). Molecular Systematics of the BRASSICACEAE: Evidence From Coding Plastidic MatK and Nuclear Chs Sequences. American Journal of Botany, 88(3), 534-544.

- Koch, W. D. J. (1838). Synopsis der Deutschen und Schweizer Flora: Enthaltend die Genauer Bekannten Pflanzen, Welche in Deutschland, der Schweiz, in Preussen und Istrien Wild Wachsen, Wilmans.
- Koch, W. D. J. (1838). Synopsis florae germanicae et helveticae.
- Koperdaková, J. (2004). Príspevok Synantropnej Flóre Mesta Košice Contribution to the Synanthropic Flora of The City of Košice. Bull. Slov. Bot. Spoločn., Bratislava, 26: 53 - 60, 2004
- Kuntay, S., 1944. Türkiye hububat mahsulu içinde tohumları bulunan yabancıotlar üzerinde araştırmalar. T.C., Ziraat Vekaleti, Neşriyat Müdürlüğü, No: 582, 126s., Ankara.
- Lacey, C. A. (1985). A weed education program, and the biology and control of spotted knapweed (*Centaurea maculosa* Lam.) in Montana. Doctoral dissertation, Montana State University-Bozeman,
- Lauer, E. (1953). Über Die Keimtemperatur Von Ackerunkrautern Und Deren Einfluß Auf Die Zusammensetzung Von Unkrautgesellschaften. Flora Allg. Bot. Zeitg. (Jenz) 140 : 551-595.
- Leventer, S. (2018). Trakya Bölgesi'nde Yayılış Gösteren *Sonchus* L. (ASTERACEAE, CICHORIEAE) Türlerinin Morfolojik ve Moleküler Filogenetik Analizi. Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi, Edirne, 130p.
- Lotfifar, O., Allahdadi, I., Zand, E., Akbari, G. A. (2014). Germination Responses of Wild Mustard (*Sinapis arvensis*) to Interaction Effect of Water Potential and Temperature. Int J Biosci, 4, 37-44.
- Lü, N., Yamane, K., Ohnishi, O. (2008). Genetic Diversity of Cultivated and Wild Radish and Phylogenetic Relationships among *Raphanus* and *Brassica* Species Revealed by The Analysis of trnK/matK Sequence. Breeding Science, 58(1), 15-22.
- Manuel, V.C., Gerardo, M.D., Ramon, C.C., Leonel, A.R. (2004). Critical period of weed competition in wheat (*Triticum aestivum* L.). Agricultura Tecnica en Mexico 30(2): 223-234
- Matallana Apolinario, P. (2012). Estudio de la eficacia de la clomazona para el kontrol de *Leptochloa fusca* en el cultivo del arroz.
- McMaster, G.S., Wilhelm, W.W., (1997). Growing degree-days: one equation, two interpretations. Agric. For. Meteorol. 87, 291-300.
- Mengüç, Ç. (2019). Güney Marmara Bölgesi Meyve Bahçeleri ve Bağ Alanlarında Görülen Conyza Türlerinin Glyphosate'e Dayanıklılığının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi Ankara Üniversitesi, Ankara, 182p.
- Mennan, H. (1993). Samsun ili buğday ekim alanlarında görülen yabancıot türlerinin belirlenmesi ve önemli türlerin çimlenme ve gelişme biyolojilerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana 140p.
- Moodie, M., Finch, R. P., Marshall, G. (1997). Analysis of Genetic Variation in Wild Mustard (*Sinapis arvensis*) Using Molecular Markers. Weed Science, 45(1), 102-107.
- Mueller, U. G., Wolfenbarger, L. L., (1999). AFLP genotyping and fingerprinting. Trends in ecology & evolution, 14(10), 389-394.
- Mutlu, B. (2012). *Sinapis arvensis* L.'nin Sistematikteki Yeri, Bizimbitkiler. <http://www.bizimbitkiler.org.tr> (Erişim Tarihi: 14 04 2022).
- Müjdeci, M., Sarıyev, A., Polat, V. (2005). Buğdayın *Triticum aestivum* L. Gelişme Dönemleri ve Yaprak Alan İndeksinin Matematiksel Modellenmesi. Journal of Agricultural Sciences, 11

(03), 278-282.

- Müller, K. F., Borsch, T., Hilu, K. W. (2006). Phylogenetic Utility of Rapidly Evolving DNA at High Taxonomical Levels: Contrasting matK, trnT-F, and rbcL in Basal Angiosperms. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 41(1), 99-117.
- Nei M. and Kumar S. (2000). *Molecular Evolution and Phylogenetics*. Oxford University Press, New York.
- Neuhaus, H., Link, G. (1987). The Chloroplast tRNA^{Lys} (UUU) Gene From Mustard (*Sinapis alba*) Contains a Class II Intron Potentially Coding for a Maturase-Related Polypeptide. *Current Genetics*, 11(4), 251-257.
- Nisha, C., Harpal, S., Tripathi H. P. (1999). Critical Period of Weed Crop Competition in Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Indian Journal of Weed Science*, Volume: 31, Issue: 3&4, 151p.
- Olmstead, R. G., Palmer, J. D. (1994). Chloroplast DNA Systematics: a Review of Methods and Data Analysis. *American journal of botany*, 81(9), 1205-1224.
- Öztürk, A., Aydin, F. (2004). Effect of Water Stress at Various Growth Stages on Some Quality Characteristics of Winter Wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science* (190(2), 93-99.
- Özaslan, C. (2011). Diyarbakır İli Buğday ve Pamuk Ekim Alanlarında Sorun Olan Yabancı Otlar İle Üzerindeki Fungal Etmenlerin Tespiti ve Bio-Etkinlik Potansiyellerinin Araştırılması. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya, 229s.
- Özer, Z. (1995). Bazı Yabancı Ot Tohumlarının Çimlenme Sıcaklıkları Üzerine Farklı Ekolojik Ortamların Etkileri Üzerine Araştırmalar. *VII. Türkiye Fitopatoloji Kongresi Bildirileri*, 26-29 Eylül 1995, Adana.
- Özer, Z., Önen, H., Tursun, N. ve Uygur, F.N. (1999). Türkiye'nin Bazı Önemli Yabancı Otları (Tanımları ve Kimyasal Savaşları), Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi yayınları No: 38, Kitap Serisi No: 16.
- Özgil, M., Üremiş, İ. (2019). Tarla sarmaşığı (*Convolvulus arvensis* L.) ve Pembe Çiçekli Akşam Sefası (*Ipomoea triloba* L.)'nın Çimlenme Biyolojisi Üzerinde Araştırmalar. *Plant Protection Bulletin*, 59(4), 3-10.
- Öztürk, A., Aydin, F. (2004). Effect of water stress at various growth stages on some quality characteristics of winter wheat. *Journal of agronomy and crop science*, 190(2), 93-99.
- Öztürk, İ., Korkut, K. Z. (2017). Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L) Genotiplerinde Farklı Bitki Gelişme Dönemlerinde Kuraklık Uygulamalarının Kalite Karakterlerine Etkisi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26 (2), 170-179.
- Pamukoğlu, Z., (2011). Kahramanmaraş Kırmızıbiber Alanlarında Sorun Olan Yabancı Otlar ve Bunlarla Mücadelede Kritik Periyodun Belirlenmesi. Yüksek Lisans tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, 61s.
- Petre, V. M., Vasile, N., Popa, E. M. (2021). Evolution of Rheological Properties and Falling Number of Wheat Stored Over A Longer Period of Time. *Innovative Romanian Food Biotechnology*, (21).
- Pottier-Alapetite, G. (1979). *Flore de la Tunisie. Angiospermes-dicotyledones [...] Apétales-Dialypétales*.
- Rahman, M.A., Abdul Gaffer, M. ve Sultan Uddin Bhuiya, M. 1990. Critical Period of Weed Competition in Wheat, Bangladesh J.Sci., XXV.
- Reddy, K.N. (2001). Effects of Cereal And Legume Cover Crop Residues on Weeds, Yield, And Net Return in Soybean (*Glycine max*). *Weed Technol.* 15, 660-668

- Reichenbach, H. G. L. (1855). *Icones Florae Germanicae et Helveticae* (Vol. 17). Hofmeister.
- Ross, M.A., Lembi, C.A. (1999). *Applied Weed Science*, Second Edition. Prentice Hall, NJ.
- Ruşen, K.M. (2006). Patates (*Solanum tuberosum* L.)’de Yabancı Ot Kontrolü İçin Kritik Periyodun Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, 51s.
- Sadek, M. A. L. (2020). The Endemic Vascular Plant Species of Egypt: Distribution Patterns And Implications For Conservation, Tesi di Dottorato, Università degli Studi di Cagliari, , Italy, 106p
- Saitou N. and Nei M. (1987). The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution* 4:406-425.
- Saltabaş, A. (2001). Erzincan İli Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Ekim Alanlarında Sorun Olan Yabancı Otların Tespiti ve Mücadelede Kritik Periyotun Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, 110p.
- Sang, T., Crawford, D. J., Stuessy, T. F. (1997). Chloroplast DNA Phylogeny, Reticulate Evolution, and Biogeography of *Paeonia* (Paeoniaceae). *American journal of Botany*, 84(8), 1120-1136.
- Seefeldt, S.S., Jensen, J.E., Fuerst, E.P. (1995). Log-logistic Analysis of Herbicide Dose Response Relationships. *Weed Technol.* 9, 218-227
- Severino, L. S., Auld, D. L. (2014). Study on the effect of air temperature on seed development and determination of the base temperature for seed growth in castor (*Ricinus communis* L.). *Australian Journal of Crop Science*, 8(2), 290-295.
- Sırrı, M. (2019). Buğday ekim alanlarında sorun oluşturan yabancı ot türleri: Siirt ili örneği. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(2), 142-152.
- Singh, V. V., Singh, S. K., Pratap, T. (2022). Tank Mix Herbicide Combination Effect on Weed and Yield of Wheat in North-Eastern plain zone.
- Sipkes, C. (1919). Boekbeoordeeling. *Illustrierte Flora von Mittel-Europa/Gustav Hege. De Levende Natuur*, 23(10), 358-358.
- Sönmez, S. (1976). Bolu İli’nde Patateslerde Yabancı ot Rekabeti ve Savaşı Üzerinde Araştırmalar. Dizerkonca Basımevi, İstanbul, 104 s.
- Streibig, J.C., Rudemo, M., Jensen, J.E. (1993). Dose Response Curves And Statistical Models. In: Streibig, J.C., Kudsk, P. (Eds.), *Herbicide Bioassay*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp. 29-55.
- Stryer, L. (1995). Genes for Ribosomal RNAs are Tandemly Repeated Several Hundred Times. *Biochemistry*, 4th ed. WH Freeman and Company, New York, NY, 992-993.
- Sutay, S. (2006). Şekerpancarı (*Beta vulgaris* L.)’nda Yabancı Ot Kontrolü İçin Kritik Periyodun Belirlenmesi. Yüksek Lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, 59s.
- Şin, B., Kadioğlu, İ. (2021). A Study on Germination Biology of Wild Mustard (*Sinapis arvensis* L.), *Turkish Journal of Agriculture- Food Science and Technology*, 9(4): 728-732 (2021).
- Taberlet, P., Gielly, L., Pautou, G., Bouvet, J. (1991). Universal Primers for Amplification of Three Non-Coding Regions of Chloroplast DNA. *Plant molecular biology*, 17(5), 1105-1109.
- Tamura K., Stecher G., and Kumar S. (2021). MEGA 11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 11. *Molecular Biology and Evolution* <https://doi.org/10.1093/molbev/msab120>.

- Tepe, I., (1987). Van ve yöresinde hububat alanlarında sorun oluşturan yabancı otlar ve bunların dağılışı. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, 59p.
- Tepe, I., Erman, M., Yergin, R., Bükün, B. (2011). Critical Period of Weed Kontrol in Chickpea Under Non-Irrigated Conditions. Turk J Agric For 35 (2011) 525-534 © TÜBİTAK
- Tezcan, M. (2009). Kaz Dağı (Çanakkale, Türkiye) Endemik Bitkilerinden Bazılarının DNA Barkodlaması. Yüksek Lisans, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, 86p.
- Thomé, O. W. (1888). Prof. Dr. Thomé's Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz in wort und Bild für Schule und Haus. (Vol. 3).
- Topdemir, S. (2017). Bitlis İlindeki Lamiaceae Familyasına Ait Bazı Taksonların RAPD-PCR Tekniği ile Filogenetik Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Bitlis Eren Üniversitesi, 116p.
- Tozlu, E., Ruşen, M., Zengin, H., Olgun, M. (2005). Erzurum yöresinde patateste yabancı ot mücadelesi için kritik periyodun belirlenmesi. Türkiye Herboloji Dergisi, 8 (1-2), 1-9.
- Töre, Ö. (2014). Tokat İli Buğday Ekim Alanlarında Sorun Olan Yabancı Ot Türleri İle Bunların Yaygınlık ve Yoğunluklarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat, 42p.
- Tsutsui, K., Bang, S.W. and Kaneko, Y. (2011). Research for CMS cytoplasm based on the variations of chloroplast genome in cruciferous plants. Unpublished Kota Tsutsui Utsunomiya University, Laboratory of Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Japan. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/AB670033.1> (Erişim Tarihi: 08/07/2020)
- Tunçel, E. (2013). Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.)'da Yabancı Ot Kontrolü İçin Kritik Periyodun Belirlenmesinde Azotlu Gübrelerin Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, 44p.
- Tursun, A.Ö. (2020). *Salvia verticillata* L. (Dadıracık)'nın Tohum Dormansisinin Kırılmasında Farklı Uygulamaların Etkileri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi 2 (Supl 1), 30-37.
- Tursun, N. (2002). Kahramanmaraş İli ve ilçelerinde Buğday Ekim Alanlarında Sorun Olan Yabancı Otların Belirlenmesi. Türk. Herb. Derg., 5 (1) 1-11.
- Tursun, N., Budak, S., Kantarcı, Z. (2016). Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.)'da Yabancı Ot Kontrolü İçin Kritik Periyodun Belirlenmesinde Sıra Arası Mesafesi Etkilerinin Araştırılması. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25(ÖZEL SAYI-2), 100-105.
- Tursun, N., Bükün, B., Karacan, S.C., Ngouajio, M., Mennan, H. (2007). Critical Period for Weed Kontrol in Leek (*Allium porrum* L.). HortScience, 42(1), 106-109.
- Tursun, N., Sakınmaz, M. S., Kantarcı, Z. (2015). Mısır Varyetelerinde Yabancı Ot Kontrolü için Kritik Periyotların Belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25(ÖZEL SAYI-1), 58-63.
- Tünk, S. (2018). Çukurova Bölgesi Tarla Kültürlerinde Sorun Olan Ana Zararlı Yabancı Ot Türleri ve Çimlenme Biyolojilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Adana, 202p
- Uludağ, A. (1993). Diyarbakır ve Yöresinde Buğday, Mercimek Kültürlerindeki Önemli Yabancı Otların Dağılışı ve Bunların Biyolojik Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Tokat, 58p.
- Uludağ, A. ve Demir, A., (1997). Güneydoğu Anadolu bölgesi'nde hububat mercimek münavebe alanlarında bulunan bazı turpgiller (*Brassicaceae*)'in belirlenmesi. Türkiye II. Herboloji Kongresi 1-4 Eylül 1997, İzmir-Ayvalık, 385-389.

- Uygur, F.N. (1985). Untersuchungen zu Art und Bedeutung der ve runkrautung der ve Runkrautung in der Çukurova unter Besonderer Berücksichtigung von *Cynodon dactylon* (L.) Pers. und *Sorghum halepense* (L.) Pers. PLITS (1985/3 (5), Josef Margraf ve Rlag, Stuttgart, Germany, 109 pp.
- Üremiş, İ., Ülger, A.C., Gönen, O., Çakır, B., Kadioğlu, İ., Uludağ, A., (1997). Çukurova'da İkinci Ürün Mısır Bitkisinde Yabancı Otların Farklı Dönemlerde Yok Edilmesi İle Kritik Periyodun Saptanması. Türk. II. Herb. Kong. Bil., İzmir-Ayvalık, 427- 432
- Üremiş, İ., Uygur, F.N. (1999). Çukurova Bölgesindeki Önemli Bazı Yabancı Ot Tohumlarının Minimum, Optimum ve Maksimum Çimlenme Sıcaklıkları. Türkiye Herb. Dergisi, 2 (2): 1-12.
- Üremiş, I., Uludag, A. Ulger, A.C., Cakır, B., (2009). Determination of critical period for weed control in the second crop corn under mediterranean conditions. African Journal of Biotechnology, 8 (18) 4475-4480
- Üstüner T., Altın B. (2003). Niğde Yöresinde Buğday Tarlalarında Sorun Olan Yabancı Otlar ve Yoğunlukları. Türkiye Herboloji Dergisi 6(2):32-41.
- Warwick SI, Al-Shehbaz, IA., (2006). BRASSICACEAE: Chromosome Number Index and Database. Plant Systematics and Evolution. 2006 Jul 1;259(2-4):237-48.
- Warwick, S. I., Beckie, H. J., Thomas, A. G., McDonald, T. (2000). The biology of Canadian weeds. 8. *Sinapis arvensis*. L.(updated). Canadian Journal of Plant Science, 80(4), 939-961.
- Welsh, J. P., Bulson, H. A. J., Stopes, C. E., Froud Williams, R. J., Murdoch, A. J. (1999). The critical weed- free period in organically grown winter wheat. Annals of applied biology, 134(3), 315-320
- White, T. J., Bruns, T., Lee, S., Taylor. J. (1990). Amplification And Direct Sequencing of Fungal Ribosomal RNA Genes for Phylogenetics. Academic Press, San Diego, pp. 315-322.
- Yalvaç, K., Atlı, A., Çetin, L., Fazıl, D., Tuncer, T., Ozan, A. N., Baran, İ. (1999). Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü'nün Geliştirdiği Ekmeklik ve Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Orta Anadolu'da verim, Kalite ve Hastalıklara Dayanıklılık Durumları. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 11 Haziran 1999, Konya, 95-99s.
- Yazlık, A., Üremiş, İ. (2015). Kanyaş [*Sorghum halepense* (L.) Pers.]'ın Tohum Ve Rizom Biyolojisine Yönelik Çalışmalar. Derim, 32 (1) 11 - 30.
- Yu, C. Y., Dong, J. G., Hu, S. W., Xu, A. X. (2017). Exposure to Trace Amounts of Sulfonylurea Herbicide Tribenuron-Methyl Causes Male Sterility in 17 Species or Subspecies of Cruciferous Plants. BMC Plant Biology, 17(1), 1-11.
- Zadoks J. C., Chang T. T. and Konzak C. F. (1974). A Decimal Code for the Growth Stages of Cereals. Weed Research, 14: 415-421.
- Zand, E., Beckie, H. J., Myhre, C. D., Loepky, H. A. (2002). Response of Two Canada Thistle (*Cirsium arvense*) Varieties to Herbicides. Canadian Journal of Plant Science, 82(3), 625-628.
- Zare, A., Malekpoor, M., Arabizadeh, M. (2021). Determining Cardinal Temperature for Seed Germination of Four Weeds Brassicaceae Family. Journal of Crops Improvement, 23(2), 417-428.
- Zimdahl, R.L., (2018). Fundamentals of Weed Science, 5th Edition, Academic Press, 758p.

EKLER

EK 1

Qiagen DNeasy Plant Mini Kit (kat. no: 69106) firma beyanına göre DNA ekstraksiyonu:

Ependorf tüplerine 0,1 gr'lık numune konuldu. Üzerine 400 µl AP1 solüsyon ve 4 µl RNase A ilave edilerek 65 °C'de kuru blok ısıtıcıda 10 dakika bekletildi. 130 µl AP3 solüsyonu ilave edildi ve tüpler 5 dakika buzda bekletildi. 14.000 rpm'de 5 dakika santrifüj işlemi ile bitki partikülleri tüplerin tabanına çökmesi sağlandı. Tüplerin üst kısmında kalan sıvı QIAshredder spin colona aktarıldı ve 14.000 rpm'de 2 dakika santrifüj yapıldı. Toplama tüpünde kalan sıvının 1.5 katı AW1 solüsyonundan eklendi ve pipetaj yapılarak pellet eritildi ve DNeasy Mini spin colon'a yaklaşık 650 µl sıvı eklendi ve 8.000 rpm'de 1 dakika santrifüj işlemi yapıldı. Yeni bir ependorf tüpüne DNeasy Mini spin yerleştirildi. 500 µl AW2 solüsyonu ilave edildi ve 14.000 rpm'de 1 dakika santrifüj ile sıvı uzaklaştırıldı bu işlem iki kez tekrar edildi. 14.000 rpm'de 1 dakika santrifüj edilerek yeni bir ependorf tüpüne QIAshredder spin colon yerleştirildi. QIAshredder spin colon'a 100 µl AE solüsyonundan ilave edildi ve 10 dakika oda sıcaklığında bekletildi. 8000 rpm'de 1 dakika santrifüj işlemi yapıldı ve QIAshredder spin colon atılarak ependorf içerisinde biriken 100 µl DNA solüsyonu elde edildi

Sinapis arvensis'in alt türlerine göre cpDNA'nın matK üzerinde trnk-710 ve trn 2 bölgesine ait nükleik asit baz dizileri aşağıda verilmiştir.

Sinapis arvensis subsp. *schkuhriana* (trnk-710 ve trn 2)

AATCGAATTTCAATCCAAATGGAGAAATTTCAAGGATATTTAGAGTTCGATGGGGCTCGG
CAACAGAGTTTTCTATATCCACTTTTTTTTCGGGAGTATATTTATGTACTTTCTTATGATCA
CGGTTTAAATAGATTAAATAGAAATCGCTCTATTTTCTTGGAATGCGGATTATGACAA
AAAATATAGTTCATAAATTGTGAAACGCTTAATTTTGCGAATGTACGAACAGAATCGTTT
GATTATTCCCACTAAGGATTTGAACACAAATCTGGGGCATACCAATCTTTTCTATTATCA
AATGATATCTGTTTTATTTGCAGTGATTGTAGAAATTCATTTTCCCTAAGGTTGGGATCC
TCTTTTGAAGGAAAAAATTTGAAAAATCTTACAATTTACAATCAATTCATTCCATATTTT
CCTTTTGTAGAAGACAAATTTCTCACATTTTAATTATGTATTAGATGTACTAATACCTTACCC
CATTCATCTAGAAATCTTGGTTCAAACCCTACGTTACCGGGTAAAAGATGCCTCTTCTTTG
CATTTTTTTTCGGTTCTGTCTATACGAGTATTGCAATTGGAAGAATTTTGATAGTAAAAAA
AATCAATTTTGAATCCAAGATTTTTATTGTTCTTATATAATTCTCATGTATGTGAATACGA
ATCCATCTTTTTTTTCTACGGAAGCAGTCTTCTCATTTACGATCGACATCTTATGAAGTC
TTTTTTGAGCGAATTTTATTCTATGGAAAAATACAACATTTTTTAAAAGTCTTTGTTAATA
ATTTTTCGGCGATCTTAGGGTTGCTCAAGGATCCTTTCCTACATTATGTTAGATATCATGG
AAAATCCATTCTGGCAACAAAGGATACGCCGCTTCTGATGAATAAATGGAAATATTATTT
TGTTAATTTATGGCAATGTTATTTTCCGTATGGTTTCAATCGCAAAAAGATTAATATAAAT
CAATTATCTAAAGATAATTTCTGAATTTCTGGGTTATCTCTCAAGTTTGCGACTAAATCCCT
TTAGTGGTACGTAGTCAAATGCTAGAAAACTCATTTCTAATAGATAATGTTAGAATAAAA
TTGGATAGCAACATTCCAATTTCTTCTATTATTGGGTCGTTGGCTAAAGATAAATTTTGTA
ATGTATTAGGGCATCCCATTAGTAAAGCGACCTGGATGGATTTCATCAGATTTCGGATATTC
TGAACCGATTTGTGCGTATATGCAGAAATATTTCTCATTATTACAGCGGATCTGCAAAAA
AAAAGAATTTGTATCGAATAAAATATATACTTCGTCTCTGTTGTGTTAAAACCTTTGGCTCG
TAAACACAAAAGTACTGTACGCGCTTTTTTAAAAGGTTGGGCTCGGGTTTATTAGAAGA
ATTCCTTACGGGGGAAGACCAAGTTCTTTCTTAAATCTTCCCAAGAAGTGATTATGCTTCT
AAAAGATTATATCGAGTGCGGGTTTGGTATTGGATATTCTTTATCTTAATGATTGGTCA
ATCATGAATAATGGGGTTCTGAGGCTCCATAAATTAATCAAAATTTATCATACTTCAAC
CTTAATGCGGAGATAACAAAAAATAAATTTTGTATTATCAAAAGCCATTTATTTCT
ATTATTAATGTTTCATATAGTAAGCAGTAAGACTAAGATAAAAAATTACTGAGTATTGAAT
TTGTAGTCCTATTTATTTTATAAGTAACCAAGAACTGAGTTTTCTATGTATACATAGAG
AAAGCTGTGTGCAATGAAAAATGCAAGCACGGTTTGGGGAGG

Sinapis arvensis subsp. *arvensis* (trnk-710 ve trn 2)

TTTAGTTCAAATCGAATTTCAATCCAAATGGAGAAATTTCAAGGATATTTAGAGTTCGAT
GGGGCTCGGCAACAGAGTTTTCTATATCCACTTTTTTTTCGGGAGTATATTTATGTACTTT

CTTATGATCACGGTTTAAATAGATTAAATAGAAATCGCTCTATTTTCTTGAAAAATGCGG
ATTATGACAAAAAATATAGTTCACTAATTGTGAAACGCTTAATTTTGCGAATGTACGAAC
AGAATCGTTTGATTATTCCCACTAAGGATTTGAACACAAATCTGGGGCATACCAATCTTT
TCTATTATCAAAATGATATCTGTTTTATTTGCAGTGATTGTAGAAATTCATTTTCCCTAAG
GTTGGGATCCTCTTTTCGAAGGAAAAAATTTGAAAAAATCTTACAATTTACAATCAATTCA
TTCCATATTTCCCTTTTTAGAAAGACAAATTTCTCACATTTTAATTATGTATTAGATGTACTA
ATACCTTACCCCATTCATCTAGAAATCTTGGTTCAAACCCTACGTTACCGGGTAAAAGAT
GCCTCTTCTTTGCATTTTTTTTCGGTTCTGTCTATACGAGTATTGCAATTGGAAGAATTTTG
ATAGTAAAAAAAATCAATTTTGAATCCAAGATTTTATTGTTCTTATATAATTCTCATGT
ATGTGAATACGAATCCATCTTTTTTTTTCTACGGAAGCAGTCTTCTCATTTACGATCGACA
TCTTATGAAGTCTTTTTTGAGCGAATTTTATTCTATGGAAAAATACAACATTTTTTAAAAG
TCTTTGTTAATAATTTTTTCGGCGATCTTAGGGTTGCTCAAGGATCCTTTCCTACATTATGTT
AGATATCATGGAAAAATCCATTCTGGCAACAAAGGATACGCCGCTTCTGATGAATAAATG
GAAATATTATTTTGTTAATTTATGGCAATGTTATTTTTCCGTATGGTTTCAATCGCAAAAG
ATTAATATAAATCAATTATCTAAAGATAATTTTCGAATTTCTGGGTTATCTCTCAAGTTTGC
GACTAAATCCTTTAGTGGTACGTAGTCAAATGCTAGAAAACCTCATTTCTAATAGATAATG
GTTAGAATAAAATTGGATAGCAACATTCCAATTTCTTCTATTATTGGGTCGTTGGCTAAA
GATAAATTTTGAATGTATTAGGGCATCCCATAGTAAAGCGACCTGGATGGATTTCATCA
GATTCGGATATTCTGAACCGATTTGTGCGTATATGCAGAAATATTTCTCATTATTACAGCG
GATCTGCAAAAAAAGAATTTGTATCGAATAAAATATATACTTCGTCTTTGTTGTGTTA
AACTTTGGCTCGTAAACACAAAAGTACTGTACGCGCTTTTTTAAAAAGGTTGGGCTCGG
GTTTATTAGAAGAATTCCTTACGGGGGAAGACCAAGTTCTTTCTTAAATCTTCCCAAGAA
GTGATTATGCTTCTAAAAGATTATATCGAGTGCGGGTTTGGTATTTGGATATTCTTTATCT
TAATGATTTGGTCAATCATGAATAATGGGGTTCTGAGGCTCCATAAATTAATCAAAATT
TATCATAACTTCACTTAATGCGGAGATAACAAAAAATAAATTATTTTGTATTATCAAA
AGCCATTTATTTCTATTATTAAATGTTTCATATAGTAAGCAGTAAGACTAAGATAAAAATT
ACTGAGTATTGAATTTGTAGTCCTATTTATTTTATAAGTAACCAAAGAACTGAGTTTTCT
ATGTATACATAGAGAAAGCTGTGTGCAATGAAAAATGCAAGCAC

***Sinapis arvensis* subsp. *allionii* (trnk-710 ve trn 2)**

TTTAGTTCAAATCGAATTTCAATCCAAATGGAGAAATTTCAAGGATATTTAGAGTTCGAT
GGGGCTCGGCAACAGAGTTTTCTATATCCACTTTTTTTTCGGGAGTATATTTATGTACTTT
CTTATGATCACGGTTTAAATAGATTAAATAGAAATCGCTCTATTTTCTTGAAAAATGCGG
ATTATGACAAAAAATATAGTTCACTAATTGTGAAACGCTTAATTTTGCGAATGTACGAAC
AGAATCGTTTGATTATTCCCACTAAGGATTTGAACACAAATCTGGGGCATACCAATCTTT
TCTATTATCAAAATGATATCTGTTTTATTTGCAGTGATTGTAGAAATTCATTTTCCCTAAG
GTTGGGATCCTCTTTTCGAAGGAAAAAATTTGAAAAAATCTTACAATTTACAATCAATTCA
TTCCATATTTCCCTTTTTAGAAAGACAAATTTCTCACATTTTAATTATGTATTAGATGTACTA
ATACCTTACCCCATTCATCTAGAAATCTTGGTTCAAACCCTACGTTACCGGGTAAAAGAT
GCCTCTTCTTTGCATTTTTTTTCGGTTCTGTCTATACGAGTATTGCAATTGGAAGAATTTTG
ATAGTAAAAAAAATCAATTTTGAATCCAAGATTTTTTATTGTTCTTATATAATTCTCATGT
ATGTGAATACGAATCCATCTTTTTTTTTCTACGGAAGCAGTCTTCTCATTTACGATCGACA
TCTTATGAAGTCTTTTTTGAGCGAATTTTATTCTATGGAAAAATACAACATTTTTTAAAAG
TCTTTGTTAATAATTTTTTCGGCGATCTTAGGGTTGCTCAAGGATCCTTTCCTACATTATGTT
AGATATCATGGAAAAATCCATTCTGGCAACAAAGGATACGCCGCTTCTGATGAATAAATG
GAAATATTATTTTGTTAATTTATGGCAATGTTATTTTTCCGTATGGTTTCAATCGCAAAAG
ATTAATATAAATCAATTATCTAAAGATAATTTTCGAATTTCTGGGTTATCTCTCAAGTTTGC
GACTAAATCCTTTAGTGGTACGTAGTCAAATGCTAGAAAACCTCATTTCTAATAGATAATG
TTAGAATAAAATTGGATAGCAACATTCCAATTTCTTCTATTATTGGGTCGTTGGCTAAAG
ATAAATTTTGTAAATGTATTAGGGCATCCCATAGTAAAGCGACCTGGATGGATTCATCAG
ATTCGGATATTCTGAACCGATTTGTGCGTATATGCAGAAATATTTCTCATTATTACAGCGG
ATCTGCAAAAAAAGAATTTGTATCGAATAAAATATATACTTCGTCTTTGTTGTGTTAA
AACTTTGGCTCGTAAACACAAAAGTACTGTACGCGCTTTTTTAAAAAGGTTGGGCTCGGG
TTTATTAGAAGAATTCCTTACGGGGGAAGACCAAGTTCTTTCTTAAATCTTCCCAAGAAG
TGATTATGCTTCTAAAAGATTATATCGAGTGCGGGTTTGGTATTTGGATATTCTTTATCTT
AATGATTTGGTCAATCATGAATAATGGGGTTCTGAGGCTCCATAAATTAATCAAAATTT
ATCACAACCTTCACTTAATGCGGAGATAACAAAAAATAAATTATTTTGTATTATCAAAA
GCCATTTATTTCTATTATTAAATGTTTCATATAGTAAGCAGTAAGACTAAGATAAAAATTTA
CTGAGTATTGAATTTGTAGTCCTATTTATTTTATAAGGAACCAAAGAACTGAGTTTTCTA
TGTATACATAGAGAAAGCTGTGTGCAATGAAAAATGCAAGCACGGTTTGGGGAGGGGTT
TTTT

ÖZGEÇMİŞ



