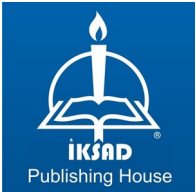


NOHUT

Cicer arietinum L.

EDİTÖRLER
Prof. Dr. Tolga KARAKÖY
Arş. Gör. İLKER YÜCE



NOHUT

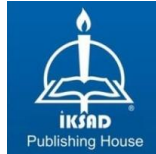
Cicer arietinum L.

EDİTÖRLER

Prof. Dr. Tolga KARAKÖY
Arş. Gör. İlker YÜCE

YAZARLAR

Prof. Dr. Fatih DADAŞOĞLU
Prof. Dr. Göksel TOZLU
Prof. Dr. Kağan KÖKTEN
Prof. Dr. Tolga KARAKÖY
Dr. Öğr. Üyesi Yeter ÇİLESİZ
Arş. Gör. İlker YÜCE
Arş. Gör. Meliha Feryal SARIKAYA
Arş. Gör. Muhammed TATAR
Gökhan OVALIOĞLU



Copyright © 2023 by iksad publishing house
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or
transmitted in any form or by
any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical
methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of
brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses
permitted by copyright law. Institution of Economic Development and Social
Researches Publications®

(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)

TÜRKİYE TR: +90 342 606 06 75

USA: +1 631 685 0 853

E mail: iksadyayinevi@gmail.com

www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

Iksad Publications – 2023©

ISBN: 978-625-367-575-2

Cover Design: Tolga KARAKÖY

December / 2023

Ankara / Türkiye

Size = 16x24 cm

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....1

BÖLÜM 1

NOHUT (*Cicer arietinum* L.)'UN TARİHÇESİNE VE GENOMİĞİNE GENEL BİR BAKIŞ

Dr. Öğr. Üyesi Yeter ÇİLESİZ

Gökhan OVALIOĞLU.....3

BÖLÜM 2

NOHUT (*Cicer arietinum* L.) BİTKİSİNİN BOTANİK ÖZELLİKLERİ

Gökhan OVALIOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi Yeter ÇİLESİZ.....27

BÖLÜM 3

NOHUT YETİŞTİRİCİLİĞİNDE GÜBRELEME

Arş. Gör. Meliha Feryal SARIKAYA.....43

BÖLÜM 4

NOHUT YETİŞTİRİCİLİĞİNDE SULAMA

Arş. Gör. Meliha Feryal SARIKAYA

Prof. Dr. Kağan KÖKTEN.....67

BÖLÜM 5

NOHUT YETİŞTİRİCİLİĞİNDE BAKIM VE HASAT

Arş. Gör. Meliha Feryal SARIKAYA

Prof. Dr. Tolga KARAKÖY.....81

BÖLÜM 6

NOHUT HASTALIKLARI

Arş. Gör. Muhammed TATAR

Prof. Dr. Fatih DADAŞOĞLU.....97

BÖLÜM 7

NOHUT ZARARLILARI İLE ENTEGRE MÜCADELE

Arş. Gör. Muhammed TATAR

Prof. Dr. Göksel TOZLU.....135

BÖLÜM 8

NOHUT YABANCI OT VE MÜCADELESİ

Arş. Gör. Muhammed TATAR.....171

BÖLÜM 9

NOHUTTA ISLAH YÖNTEMLERİ

Arş. Gör. İlker YÜCE.....205

BÖLÜM 10

NOHUT GENETİK KAYNAKLARI

Arş. Gör. İlker YÜCE

Prof. Dr. Tolga KARAKÖY.....227

BÖLÜM 11

MOLEKÜLER MARKÖR TEKNOLOJİLERİNİN NOHUTTA KULLANIMI

Arş. Gör. İlker YÜCE

Prof. Dr. Kağan KÖKTEN.....251

ÖNSÖZ

Baklagiller ucuz ve yüksek kaliteli bitkisel protein kaynağı oldukları için beslenmede önemli yer tutmaktadırlar. Baklagillerin tahıl tanelerinden yaklaşık iki kat daha fazla protein içerdiği bilinmektedir. Baklagillerden olan nohudun taneleri yemeklik ve çerezlik olarak tüketilirken, tane işleme artıkları ile hasattan sonra kalan sap ve samanı ise hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Nohut (*Cicer arietinum* L.), binlerce yıldan bu yana tarımı yapılan ender bitkilerden biridir. Anavatanı olarak Türkiye'nin Güney Doğu bölgesi gösterilmektedir. Pek çok kaynağa göre, bu bölgede yaklaşık 7000-7500 yıl önce nohut yetiştirilmekteydi. Bugün artık Türkiye de dâhil Dünyanın pek çok ülkesinde nohut tarımı yapılmaktadır. Nohut birçok mutfakta binlerce yıldır tüketilen hem lezzetli hem de besleyici bir baklagil bitkisidir. Son yıllarda yıldızı giderek daha da parlayan nohut, özellikle sağlıklı beslenmek isteyenlerin en çok tercih ettiği ürünlerden biri haline gelmiştir. İnsan beslenmesi için yeterli miktarda güvenli gıda sağlanması, geleceğin en önemli konularından biridir. Bu bakımdan, ürün miktarı kadar besleyiciliği de oldukça önemlidir. Bu kitapta nohut yetiştiriciliği ve nohudun genetik kaynakları ele alınmıştır. Kitabın hazırlanma aşamasında yardımlarını ve desteğini esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU'na, yayınlanma aşamasında desteği ve emeği geçen İKSAD yayınevi çalışanlarına teşekkürlerimizi sunarız.

Editörler

Arş. Gör. İlker YÜCE

Prof. Dr. Tolga KARAKÖY

BÖLÜM 1

Nohut (*Cicer arietinum* L.)'un Tarihçesine ve Genomiğine Genel Bir Bakış

Dr. Öğr. Üyesi Yeter ÇİLESİZ¹

Gökhan OVALIOĞLU²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10449571>

¹Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, E-mail: ycilesiz@sivas.edu.tr, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4313-352X>

²Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Anabilim Dalı, Sivas, E-mail: gokhanovalioglu@gmail.com, Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-6235-8435>

1. Nohut (*Cicer arietinum* L.) Bitkisinin Tarihçesi

Yemelik tane baklagiller dünyada 2 milyardan fazla insan için önemli bir protein kaynağıdır. Yağ oranı düşük, karbonhidrat oranı ise yüksek ve oldukça besleyicidir. Dünya genelinde, bitkisel proteinlerin insan beslenmesindeki miktarının yaklaşık %22'si, karbonhidratların ise %7'si, hayvan beslenmesinde proteinlerin %38'i ve karbonhidratların %5'i yemelik tane baklagillerden elde edilmektedir (Anonim, 2021; Eker ve ark., 2022).

Nohut (*Cicer arietinum* L.), dünyada kültüre alınan ilk baklagillerden bir tanesidir. Geçmişte insanların nohudu kullanımına dair arkeolojik kanıtlar sınırlıdır ancak tarihi hakkında makul bir çerçeve oluşturulabilmektedir (Maesen, 1987). Nohut, yüksek olasılıkla Türkiye'nin Güneydoğusu ve sınır komşusu olan Suriye'nin bulunduğu bir bölgede ortaya çıkmıştır. Nohuda yakından ilişkili üç yabancı tek yıllık *Cicer* türü bu bölgede bulunmuştur. *C. Bijigum* K.H. Rech., ve *C. Echinosperrum* P.H. Davis yeni tanımlanmış olup, *C. Reticulatum* Lad. ilk kez Ladizinsky (1975) tarafından tanımlanmıştır. Ayrıca *C. Reticulatum*, *C. arietinum*'un bir yabancı çeşidi veya alt türü olarak sınıflandırılabilir (Rechinger, 1952, Davis, 1970). *Cicer reticulatum*, nohudun atalarından biri olarak düşünülmektedir. Botanikçiler nohudun yakın akrabalarını tanımadıkları için nohuda ait çeşitli farklı kökenler öne sürmüşlerdir (Maesen, 1987). De Candolle (1883) nohudun kökenini Kafkasya'nın Güneyinden Kuzey İran'a kadar olan bir bölgeye kadar izlemiştir. Vavilov (1926, 1949-1950) ise

nohudun ana köken merkezlerini Güneybatı Asya ve Akdeniz olarak belirlemiş ve ikincil bir merkezi olarak da Etiyopya'yı işaret etmiştir. Diğer tahıl baklagilleri gibi büyük tohumlu çeşitlerin Akdeniz havzası çevresinde bol miktarda bulunduğu, küçük tohumlu çeşitlerin ise doğuya doğru hâkim olduğu gözlemlenmiştir (Maesen, 1987). Nohut, Homeros'un İlyada eserinde (MÖ 1.000-800) ve Roma, Hint ve Ortaçağ Avrupa edebiyatında nohudun hem gıda hem de tıbbi/bitkisel kullanımlarından bahsedilmiştir (Maesen, 1972). Nohut bitkisi, M.Ö. 5.500 civarında Fertile Crescent'ten Avrupa'ya ve Batı-Orta Asya'ya yayılmıştır (Harlan, 1992; Damania, 1997; Harris, 1997). Kültüre alınan ilk nohut bitkisi arasında meyve açılması daha az, tohum boyutu büyük, bitki boyu büyük ve daha dik bir yapıya sahip olan ve antosiyanin pigmentasyonu azalmış çeşitler bulunmaktadır (Smartt, 1984; Ladizinsky, 1987). Ancak bu süreçteki anahtar nokta, yerli *aschochyta* patojen kompleksi tarafından olası ölümcül enfeksiyon tehdidi önlemek veya azaltmak için sonbahar ekiminden ilkbahar ekimine geçilmesidir (Abbo ve ark., 2003). Nohudun en yaygın olarak yetiştirildiği bölgeler, Orta Doğu ve Kuzey Amerika'nın yazlık tarım alanları ile Hindistan'ın kuru kışlık bölgeleridir. Avustralya 'da kışlık ekim, *Aschochyta* hastalığının ortaya çıkmasıyla çöküş yaşamış ancak hastalığa dayanıklı çeşitlerin piyasaya sürülmesiyle şu anda yeniden ortaya çıkmaktadır (Pande ve ark., 2005).

2. Nohut Tarımının Önemi ve Ekonomiye Katkıları

Cicer arietinum L. olarak bilinen nohut bitkisi, dünyanın artan nüfusu için besleyici bir gıda kaynağı olması bakımından önemli bir bitkidir. Kuraklık ve yüksek sıcaklığa dayanıklılığından dolayı iklim değişikliğinin günümüzde etkisini daha fazla göstermesiyle birlikte nohut tarımının her geçen gün önemi artmaktadır. Yağmura bağımlı koşullarda yetiştirilen ve dünyanın kurak ve yarı kurak bölgelerinde yaygın olan en önemli serin iklim baklagillerinden bir tanesidir (Eker ve ark., 2022).

Nohut bitkisi, tarımsal talep yarışında öncü bir konumda bulunmaktadır. Enerji, protein, mineral, vitamin ve lif bakımından zengin olan nohut, sağlık yararlarına sahip fitokimyasallar içermektedir (Wood ve Grusak, 2007). Nohut, Hint ve Afrika Sahra Altı bölgelerinde günlük protein ihtiyacını karşılayarak, dünya genelinde gıda güvenliğinde önemli bir rol oynamaktadır. Geliştirilen nohut bazlı bebek mamaları, WHO/FAO gerekliliklerini ve AB yönetmeliklerini, minimum yağ, mineral ve vitamin ilavesiyle karşılayarak tamamlayıcı gıdalara uygun hale getirilmiştir. Nohut, karbonhidrat ve protein kaynağı olarak kullanılarak, gelişmekte olan ülkeler için beslenme kalitesinden ödün vermeden daha ekonomik ve uygun fiyatlı bir alternatif sunmaktadır (Malunga ve ark., 2014). Nohut, baklagil ürünleri arasında alan bakımından ikinci (%15,3) ve üretim bakımından üçüncü sırada (%15,42) yer almaktadır (Redden ve Berger, 2007; Merga ve Haji, 2019).

Dünyada tarla bitkileri üretimi yapılan alanlarda ilk sırayı tahıllar oluşturmaktadır. İkinci sırada ise yemeklik dane bitkileri yer almaktadır. Dünyada yaklaşık olarak 1,5 milyar hektar tarım alanlarının 78 milyon hektarlık kısmında yemeklik dane baklagillerin üretimi yapılmaktadır. Dünya üzerinde en çok üretimi yapılan baklagil türü kuru fasulye olup bunu, nohut bitkisi takip etmektedir (Anonim, 2019). Çoğunlukla Asya, Afrika ve Amerika kıtalarında nohut üretimi yapılmaktadır.

Baklagil üretimi, tarım arazilerine yaptığı önemli katkı ve ilgili endüstrilere sağladığı girdiler nedeniyle Türkiye için son derece önemlidir. Ayrıca baklagiller, sağlıklı ve dengeli beslenmenin desteklenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca, ürün rotasyonunda baklagillerin kullanılabilmesi nadas alanlarının azaltmasına olanak sağlamaktadır (Yılar ve ark., 2021). Türkiye’de nohut, 2021 yılında yaklaşık 4,9 milyon hektarlık ekim alanıyla en yaygın yetiştirilen baklagil ürünlerinden biridir. Bu, toplam baklagil ekim alanının %53’ünü oluşturmaktadır. Son beş yılda nohut ekim alanlarında %23,4’lük artış olmuştur. Türkiye’deki nohut ekim alanlarına coğrafi bölgeler bazında baktığımızda, 2021 yılında İç Anadolu Bölgesinin (3,3 milyon hektar) toplam ekim alanının %68,2’sini oluşturmuştur. Güneydoğu Anadolu Bölgesi (464.000 hektar) %9,5’ini, Akdeniz Bölgesi (381.000 hektar) %7,8’ini, Karadeniz Bölgesi (295.000 hektar) %6’sını, Ege Bölgesi (250.000 hektar) %5,1’ini, Doğu Anadolu Bölgesi (105.000 hektar) %2,2’sini ve Marmara Bölgesi (56.000 hektar) %1,1’ini oluşturmaktadır. 2021

yılıının verilerine göre 767.000 hektar nohut ekim alanı ile Ankara %15,7 ile en büyük nohut üretimine sahip olmuştur (Tablo 1). Yozgat 657.000 hektar ile ikinci sırada, Kırşehir ise 414.000 hektar ile üçüncü sırada yer almaktadır (Anonim, 2023). Tablo 1'e bakıldığında Türkiye'nin birçok ilinde 2017 yılından 2021 yılına kadar geçen süreçte nohut ekim alanları çoğunlukla artış göstermiştir. TÜİK (2023) verilerine göre 2021 yılında işlenmekte olan tarım alanlarının yaklaşık %4,5'lik bölümünde baklagiller yetiştirilmektedir. Nohut, toplam baklagil üretimin yaklaşık %45'ini oluşturmaktadır.

Tablo 1. Türkiye'de 2017-2021 yılları arasında illere göre nohut ekim alanları (bin da)

İller	2017	2018	2019	2020	2021
Ankara	308	485	539	717	767
Yozgat	268	419	601	713	657
Kırşehir	343	533	607	535	414
Kırıkkale	153	348	414	395	403
Konya	246	352	336	367	334
Karaman	227	233	208	191	223
Çorum	64	128	189	209	221
Adıyaman	107	274	326	254	154
Uşak	286	290	220	158	139
Kayseri	62	75	94	95	119
Diğer	1.889	2.007	1.672	1.482	1.448
Türkiye	3.953	5.144	5.206	5.116	4.879

Kaynak: Tarım Orman Bakanlığı (2022)

Tablo 2. Türkiye’de 2017-2021 yılları arasında illere göre nohut üretimi (bin ton)

İller	2017	2018	2019	2020	2021
Ankara	35	58	68	93	80
Yozgat	28	53	69	86	68
Kırşehir	46	66	71	78	44
Kırıkkale	20	47	45	29	18
Konya	35	49	47	50	34
Karaman	31	28	26	23	25
Çorum	8	19	29	29	24
Adıyaman	17	46	48	38	20
Kayseri	6	8	10	10	15
Antalya	23	16	13	12	12
Diğer	221	240	204	182	135
Türkiye	470	630	630	630	475

Kaynak: Tarım Orman Bakanlığı (2022)

Türkiye’de 2017 yılından 2021 yılına kadar nohut üretimi Tablo 2’de verilen şehirlerde büyük oranda artış göstermiştir. Tüm yemeklik tane baklagiller arasında en yüksek üretim 475.000 ton ile nohutta gerçekleşmiştir (Tablo 2). Türkiye’de 2021 yılı nohut üretimine coğrafi bölgeler bazında baktığımızda, İç Anadolu Bölgesi toplam üretiminin %67,1’ini (319.000 ton) gerçekleştirmiş ve bunu % 10,3 (49.000 ton) ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nin takip etmiştir. Akdeniz Bölgesi %6,6 (41.000 ton), Karadeniz Bölgesi %6,9 (33.000 ton), Ege Bölgesi %3,6 (17.000 ton), Doğu Anadolu Bölgesi %2 (9.000 ton) ve Marmara Bölgesi %1,6 (7.000 ton) oranında nohut üretimine katkı sağlamıştır. Nohut üretimi son beş yıla göre %1,1 oranında artarken, ekim alanları ve verimdeki düşüş nedeniyle bir önceki yıla göre %24,6 oranında azalmıştır. İllere göre nohut üretiminde 80.000 ton ile Ankara ilk sırada

yer alırken, bu ili 68.000 ton ile Yozgat ve 44.000 ton ile Kırşehir takip etmiştir (Tablo 2) (Anonim, 2023).



Şekil 2. Türkiye’de en yoğun nohut ekimi yapan iller (2021, %) (Anonim, 2023)

Şekil 2’ye bakıldığında Türkiye genelinde en yoğun nohut ekimi yapan iller sırasıyla Ankara (%15,7), Yozgat (%13,5), Kırşehir (%8,5), Kırıkkale (%8,3), Konya (%6,9), Karaman (%4,6), Çorum (%4,5), Adıyaman (%3,2), Uşak (%2,8) ve Kayseri (%2,4) şeklindedir.

Tablo 3. Türkiye’de 2016-2020 yılları arasında genel ve kişi başına düşen nohut tüketim miktarı

	2016	2017	2018	2019	2020
Tüketim (bin ton)	432	469	465	408	429
Kişi Başına Tüketim	5,4	5,8	5,7	4,9	5,1

Kaynak: TÜİK, 2023

TÜİK (2023) verilerine göre, ülkemizde, nohut tüketimi %35,5’lik bir oranla en fazla tüketilen yemeklik tane baklagil olmuştur. Son beş yıllık süreçte nohut tüketiminde dalgalanmalar olsa da 2020 yılında tüketilen

miktar 2019 yılına göre %5,1'lik oranla artış göstermiş ve kişi başına düşen tüketim ise 5,1-5,4 kg arasında olmuştur.

3. Besin İçeriği ve Sağlık Açısından Faydaları

Nohut, yüksek besin değerine sahip bir baklagil bitkisidir. Çoğunlukla kuru tohumları tüketilmektedir. Özellikle protein içeriği başta olmak üzere zengin besin bileşimi içermektedir. Karbonhidrat, diyet lifi, mineraller ve çeşitli biyoaktif bileşenlerde içerdiğinden antioksidan özelliği taşır ve sağlık açısından önemli bir yere sahiptir (Ghandge ve ark., 2003). Nohut, toplam kuru tohum ağırlığının yaklaşık %80'ini oluşturan karbonhidratlar ve proteinler için çok iyi bir kaynaktır. Nohut tohumunun ham protein içeriği %12,6 ile %30,5 arasında değişebilmektedir (Amirshahi ve Tavakoli, 1970; Hardallon ve Salih, 1981). Nohudun nişasta içeriği çeşitlerine göre %41 ile %50 arasında değişmektedir (Jambunathan ve Singh, 1980). Diğer baklagillere kıyasla daha yüksek düzeyde kullanılmayan karbonhidrat içeriğine sahiptir ve sindirilebilirliği daha düşüktür (Rao, 1969; Kamath ve Belavady, 1980). Nohut, kaynakları yetersiz olan vejetaryenler için önemli olan yaklaşık %6 oranında yağ içermektedir. Kabulü ve desi çeşitleri lif bileşenleri açısından nicel ve nitel olarak farklılık göstermektedir (Singh, 1985). Nohut, sülfür içeren amino asitler dışında tüm temel amino asitleri önemli miktarlarda bulundurmaktadır. Nişasta, depolanan başlıca karbonhidrat olup, bunu diyet lifi, olisakkaritler, glukoz ve sakkaroz gibi basit şekerler izlemektedir. Yağlar düşük miktarlarda bulunsa da, nohut besleyicilik açısından

önemli doymamış yağ asitleri olan linoleik ve oleik asitler bakımından zengindir. Nohut yağında önemli steroller olan β -sitosterol, kampesterol ve stigmasterol bulunmaktadır. Ayrıca kalsiyum, magnezyum, fosfor ve potasyum mineralleri nohut tohumlarında bulunmaktadır. Nohut, riboflavin, niyasin, tiamin, folat ve A vitamini öncüsü β -karoten gibi önemli vitaminlerin iyi bir kaynağıdır. Diğer baklagillerde olduğu gibi, nohut tohumları anti-besinsel faktörleri içerir ve farklı pişirme teknikleri ile azaltılabilir veya ortadan kaldırılabilir (Jukanti ve ark., 2012). Nohut, kalsiyum ve demir olmak üzere besleyicilik açısından önemli mineraller içermektedir ve demirin kullanılabilirliği iyi miktardadır (Murty ve ark., 2010). Olgunlaşmamış yeşil nohut tohumlarınının 100 gramında 2.2 mg tiamin ve 0.7 riboflavin bulunduğu yapılan çalışmalar sonucunda ortaya çıkmıştır (Geervani ve Uma Devi, 1989).

Nohudun insanlar tarafından uzun yıllardır tüketilmesinin nedeni, iyi besinsel özelliklere sahip olmasıdır. Nohut potansiyel olarak insan sağlığı üzerinde olumlu etkilere sahip bir fonksiyonel gıda olarak ilgi çekmektedir. Nohut, diğer baklagiller ve tahıllarla kombinasyon halinde bazı önemli insan hastalıkları üzerinde olumlu etkilere sahiptir CVD, Tip 2 diyabet, sindirim hastalıkları ve bazı kanserler gibi potansiyel sağlık faydalarına sahiptir (Jukanti ve ark., 2012).

4.Nohut Genom Haritalamasının Mevcut Durumuna Genel Bir Bakış

Nohut, son derece yüksek besin değerine ve çok yönlü gıda kullanım alanına sahip bir bitkidir. Dünya çapında kurak ve yarı kurak bölgelerde çoğunlukla yağmurla beslenen koşullar altında yetiştirilmektedir. Artan nohut talebini karşılayabilmek adına yüksek verim potansiyeline sahip; abiyotik ve biyotik stresleri tolere edebilen yeni çeşitlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Son yıllarda kuraklık stresinden kaçan erkenci çeşitlerin yaygınlaşması nohut veriminin önemli oranda artmasını sağlamıştır. Akdeniz bölgesinde ekim tarihinin ilkbahardan kışa kaydırılmasıyla verim artırılabilir. Ancak bu, ürünün düşük sıcaklıklara ve mantar patojeni *Ascochyta rabiei*'ye karşı duyarlılığı nedeniyle sekteye uğramaktadır. Kuraklık, bakla kurdu (*Helicoverpa* spp.) ve *Fusarium oxysporum* mantarı dünyanın birçok yerinde hasat miktarını azaltmaktadır. Artan tuzluluğa tolerans, birçok bölgede gelecekte bir avantaj olacaktır. Bu nedenle nohut ıslahı; mantarlara, bakla kurduna, tuzluluğa, soğuğa ve kuraklığa karşı direnç/tolerans genlerini germplazmaya aktararak verimi arttırmaya odaklanmaktadır. Bu bağlamda Marker Destekli Seleksiyon (MAS - Marker assisted selection), istenen genlerin daha iyi hedeflenmesine olanak tanıyacaktır. MAS, incelenen özelliğin kendisine değil, ona bağlı bir markera dayalı olarak seçildiği, fenotipik bilginin genomik bilgiye eklendiği, çok sayıda QTL'in tespiti ile seleksiyonda başarı oranını artıran bir yöntemdir. Özelliklerin genetik haritalanmasına yönelik uygulamalar, laboratuvarlar arası karşılaştırılabilir haritaların

oluşturulmasına imkân tanımıştır. Tarımsal özelliklerin kalıtım bilgisi, genlerin bağlantı haritalarına tanımlamak, entegre etmek ve yeni çeşitlerin gelişimini hızlandırmak için temel bir gerekliliktir ve moleküler ıslah için önemli bir ön koşuldur (Winter ve ark., 2003). Nohut genetikçilerinin çoğu hem ekonomik hem de bilimsel öneme sahip lokusları içeren gen kaynaklarının, genom düzeyinde haritasının çıkarılmasını hedef edinmişlerdir. Yakın zamana kadar nohut genomundaki düşük polimorfizm seviyesi ve eş-baskın DNA bazlı markörlerin azlığı bu hedefe ulaşmada ciddi kısıtlamalara neden olmuştur. Ancak dizi etiketli mikrosatellit bölgelerinin (STMS - Sequence-Tagged Microsatellite Sites) ortaya çıkışı, mevcut farklı haritaların entegre edilmesine imkan sağlamıştır. Son yıllarda, *C. arietinum* ve *C. reticulatum* arasındaki melezlemelerden ve tür içi popülasyonlardan elde edilen genotiplerin tüm genetik haritalarının oluşturulması için STMS belirteçleri kullanılmıştır. Genetik haritalama çoğunlukla ascochyta ve fusarium direnç genleri gibi tarımsal açıdan önemli olan morfolojik özellikleri ve verimi etkileyen karakterlerin araştırılmasına odaklanmıştır (Drenkard ve ark., 2000; Abbo ve ark., 2003; Barve ve ark., 2003; Collard ve ark., 2003).

5.Genomdan Fiziksel Haritalamaya Adım

Genetik haritalamanın yan ürünlerinden biri olan bir genomun tam bir fiziksel haritasının oluşturulması, nohut genomıği için hala bir zorluk teşkil etmektedir. Ancak fiziksel bir harita, genomun yapısının, bileşiminin ve fonksiyonunun daha eksiksiz anlaşılmasına yönelik her

türlü ilerleme için temel oluşturmaktadır. Çünkü bu sadece rekombinasyon haritalaması ile elde edilebilecek bir şey değildir. Dahası, tarımsal öneme sahip genlerin izolasyonu (örneğin, reseptör kinazları kodlayan genler, sinyal iletimi proteinleri, transkripsiyon faktörleri, düzenleyici proteinler veya küçük düzenleyici RNA'lar veya savunma yolaklarının enzimleri) fiziksel bir harita gerektirmektedir. Aslında nohutta fiziksel haritalama dönemi artık başlamış durumda ve bu hedefe yönelik ilk adımlar atılmıştır. En az dört bakteriyel yapay kromozom (BAC) kütüphanesi mevcuttur. BAC kütüphanelerinden biri ayrıntılı olarak açıklanmıştır (Rajesh ve ark., 2004). *Fusarium*'a dirençli nohut çeşidinden (ICC 4958) türetilen gen, genomun 5 katı kapsama alanıyla ikili vektör V41'de oluşturulmuştur. Kütüphanedeki veriler, yüksek yoğunluklu filtreleme (filtre başına 14.000'e yakın klon) yerleştirilmiş ve hibridizasyon deneyleri için kullanılmıştır (Benko-Iseppon ve ark., 2003). Ayrıca, 141 direnç gen analogundan (RGA) oluşan bir dizi BAC kütüphanesinde tanımlanmıştır (Hüttel ve ark., 2002). Son zamanlarda Lichtenzveig ve ark. (2005) nohut için bir BAC ve BIBAC kütüphanesi oluşturmuşlardır; iki kütüphane toplam 38.016 klon içermektedir. Böylece, mevcut BAC kütüphaneleri, fiziksel bir haritanın oluşturulması için ve nohut genomu içinde geleceğe yönelik bir perspektif olması gereken tüm genom dizilimi için potansiyel kaynaklar olarak kullanılabilir. Nohut ıslahının temel amacı girdileri en aza indirirken tohum verimini arttırmak ve stabilize etmektir. Bu hedefe, farklı stres koşullarına daha iyi adapte olan çeşitler ile ulaşılabilir. Bu büyük zorluğun yanı sıra tüketicilerin tercihlerinin ve sağlık hususlarının dikkate alınması gerekmektedir.

Kuraklık ve soğuk şu anda nohut verimliliğini kısıtlayan temel abiyotik kısıtlamalardandır. Belirli ortamlarda bazı metabolik süreçler, ya tek özellik olarak (örneğin, soğuk stresi altında polen verimliliği) ya da özelliklerin bir kombinasyonu olarak (örneğin, kuraklık için küçük yaprak alanı ile birlikte büyük kök özelliği) üreme yoluyla değiştirilebilir. Özelliğe dayalı ıslahın, istikrarsız ve düşük tohum veriminin en önemli nedenlerinden biri olan biyotik stresle mücadelede başarılı olup olmadığı, her bir patojen ve zararlı böcek için ayrı ayrı belirlenmelidir. Nohut yetiştiricilerinin, moleküler biyologların, genetikçilerin ve fizyologların nohut ıslahı için klasik ıslah yöntemlerine moleküler teknikleri entegre etmeleri gerekmektedir (Drenkard ve ark., 2000; Hayashi ve ark., 2004).

6. Nohut Genomündeki Güncel Gelişmeler, Uygulamalar Ve Gelecek Perspektifleri

Yeni nesil dizileme (NGS- Next Generation Sequencing) teknolojilerindeki benzeri görülmemiş gelişmeler, birden fazla nohut genom dizisinin kodunun çözülmesine ve nohutta hem işlevsel hem de yapısal düzeyde büyük genomik kaynakların üretilmesine olanak sağlamıştır.

Nohut dünya çapında 14,80 mha alanda yetiştirilmekte ve küresel gıda sektörüne yıllık 14,24 milyon ton katkıda bulunmaktadır (FAOSTAT, 2014). Baklagiller familyasının önemli bir üyesi olan nohut, atmosferik nitrojeni simbiyotik olarak sabitleme yeteneğine sahiptir ve böylece

toprak verimliliğinin arttırmaktadır (Graham ve Vance, 2003). Aynı zamanda bitki bazlı diyet proteini, mikro besinler ve temel mineral elementlerin ucuz bir kaynağı olarak hizmet etmektedir (Gaur ve ark., 2012). Böylece özellikle dünya çapında gelişmekte olan ülkelerde yetersiz beslenen insan nüfusuna besin güvenliği sağlamaktadır. Kültüre alma sürecinde meydana gelen bir dizi 'genetik darboğaz' olayı, kültür nohutunun genetik tabanının daralmasına neden olmuştur (Abbo ve ark., 2003). Bugüne kadar geleneksel yetiştirme çabaları ve moleküler yetiştirme yaklaşımlarına müdahale, nohut veriminin “1960'larda 0,60 t ha⁻¹'den 2014'te 0,96 t ha⁻¹'e” çıkarılmasını mümkün kılmıştır (FAOSTAT, 2014; Roorkiwal ve ark., 2016). Ancak bu ilerleme, küresel insan nüfusunun artması talebini desteklemek açısından yeterince tatmin edici değildir. Eş zamanlı olarak fusarium solgunluğu, aschochyta yanıklığı ve kuru kök çürüklüğü gibi hastalıkların görülme sıklığı artarken (Bohra ve ark., 2013) kuraklık, yüksek sıcaklık stresi ve tuzluluk stresi gibi artan abiyotik stres olayları (Jha ve ark., 2014) optimum koşullar altında istenilen verim potansiyeline ulaşmasını engellemektedir (FAOSTAT, 2009). Bu anlamda verim artışı sağlanabilmesi için tarımsal özelliklerin moleküler düzeyde genetik temelini keşfedebilmek; hem temel hem de uygulamalı araştırmalar için büyük önem taşımaktadır. Yeni nesil dizileme (NGS) teknolojilerindeki benzeri görülmemiş gelişmeler, birden fazla nohut genom dizisinin kodunun çözülmesine ve nohutta hem işlevsel hem de yapısal düzeyde büyük genomik kaynakların üretilmesine olanak sağlamıştır (Jain ve ark., 2013). Ardından genetik haritanın geliştirilmesinde sekanslama (GBS) ve WGRS (whole genome re-

sequencing) yaklaşımıyla genotiplemeyi işe alarak büyük ölçekli yeni SNP'lerin üretilmesi, transkriptom kaynakları, aday genomik bölgelerin NGS tabanlı toplu segregasyon analizi (BSA), genom çapında ilişkilendirme çalışmaları (GWAS-genome-wide association studies) ve epigenomik kaynaklar aracılığıyla yaşanan hızlı ilerlemeler, nohutun genomik haritalanmasını sağlamıştır. Böylece, bu genomik kaynakların sonuçları, nohuttaki önemli özelliklerin genomik destekli seçim ve harita tabanlı klonlanmasının uygulanması için yeni yollar açacaktır. Dünya çapında tarihsel olarak keşfedilen çeşitlerde var olan küresel genetik çeşitliliği yakalamak ve daha önce tanımlanmış ıslah önemine sahip aday gen(ler)in çözünürlüğünü artırmak için küresel nohut germplazmasının tüm genom yeniden dizileme (WGRS) yaklaşımı tartışılmıştır. Dolayısıyla, bu genomik kaynakların sonuçları, genomik destekli seçime yardımcı olacak ve sürdürülebilir tarım için iklime dayanıklı nohut çeşitlerinin yetiştirilmesini kolaylaştıracaktır (Kale ve ark., 2015; Das ve ark., 2016; Garg ve ark., 2016)

KAYNAKÇA

- Abbo, S., Berger, J., Turner, N.C. (2003). Evolution of cultivated chickpea: four bottlenecks limit diversity and constrain adaptation. *Functional Plant Biology*, 30(10), 1081-1087.
- Amirshahi, M.C., Tavakoli, M. (1970). Protein content of different varieties of five species of pulse crops. In Improving plant protein by nuclear techniques. Proceedings of a symposium, Vienna, 8-12 June 1970. Jointly organized by the IAEA and FAO.
- Anonim, (2019). (<https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/sektorraporlari/bakliyat2019.pdf>), (Erişim tarihi: 10.12.2023).
- Anonim, (2021). TMO, 2021. Bakliyat Sektör Raporu, 2020. (<https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/sektorraporlari/bakliyat2020.pdf>), (Erişim Tarihi:07.12.2023).
- Anonim, (2023). Tarım ve Orman Bakanlığı. (<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Ürün%20Raporları/2022%20Ürün%20Raporları/Nohut%20Ürün%20Raporu%202022-367%20TEPGE.pdf>), (Erişim tarihi: 10.12.2023).
- Barve, M.P., Arie, T., Salimath, S.S., Muehlbauer F.J., Peever, T.L. (2003). Cloning and characterization of the mating type (MAT) locus from *Ascochyta rabiei* (teleomorph: *Didymella rabiei*) and a MAT phylogeny of legume-associated *Ascochyta* spp. *Fungal Genet Biol* 39: 151–167
- Benko-Iseppon, A.M., Winter, P., Huettel, B., Staginnus, C., Muehlbauer, F.J., Kahl, G. (2003). Molecular markers closely linked to fusarium resistance genes in chickpea show significant alignments to pathogenesis-related genes located on *Arabidopsis* chromosomes 1 and 5. *Theor Appl Genet* 107: 379–386
- Bohra, A., Jha, U.C., Singh, B., Soren, K.R., Singh, I.P., Chaturvedi, S.K., Nadarajan, N., Barh, D. (2013) Omics approaches in pulses. In: Barh D (ed) OMICS applications in crop science. Taylor & Francis LLC, London, pp 102–138

- Collard, B.C.Y., Pang, E.C.K., Ades, P.K., Taylor, P.W.J. (2003). Preliminary investigation of QTLs associated with seedling resistance to ascochyta blight from *Cicer echinospermum*, a wild relative of chickpea, *Theor Appl Genet* 107: 719–729.
- Çakan, V.A., Turhan, Ş. (2023). Türkiye'nin Nohut Dış Ticaretinde Karşılaştırmalı Üstünlüğünün Analizi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 26(2), 377-384.
- Damania, A.B., Valkoun, J., Qualset, C.O. (1998). Diversity of major cultivated plants domesticated in the Near East.
- Das, S., Singh, M., Srivastava, R., Bajaj, D., Saxena, M.S., Rana, J.C., Bansal, K.C., Tyagi, A.K., Parida, S.K. (2016) mQTL-seq delineates functionally relevant candidate gene harbouring a major QTL regulating pod number in chickpea. *DNA Res* 23:53–65
- Davis, P.H. (1970). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 3. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 3.*
- Drenkard, E., Richter, B.G., Rozen, S., Stutius, L.M., Angell, N.A., Mindrinos, M., Cho, R.J., Oefner, P.J., Davis, R.W., Ausubel, F.M. (2000). A simple procedure for the analysis of single nucleotide polymorphisms facilitates map-based cloning in Arabidopsis. *Plant Physiol* 124: 1483–1492.
- Dürdane, M. (2022). Chickpea (*Cicer arietinum* L.): A current review. *MAS Journal of Applied Sciences*, 7(2), 372-379.
- Eker, T., Sari, D., Sari, H., Tosun, H.S., Toker, C. (2022). A kabuli chickpea ideotype. *Scientific reports*, 12(1), 1611.
- El Hardallou, S.B., Salih, F.A. (1981). Chemical characteristics of twenty four cultivars of Kabuli type of chickpea grown in the Sudan. *Legume research*.
- FAOSTAT, (2009). [faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID = 567 anchor](http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567anchor)
- FAOSTAT, (2014). <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Accessed 25 Aug 2016
- Garg, R., Shankar, R., Thakkar, B., Kudapa, H., Krishnamurthy, L., Mantri, N., Varshney, R.K., Bhatia, S., Jain, M. (2016). Transcriptome analyses reveal

- genotype- and developmental stage-specific molecular responses to drought and salinity stresses in chickpea. *Sci Rep* 6:19228
- Gaur, P.M., Jukanti, A.K., Varshney, R.K. (2012). Impact of genomic technologies on chickpea breeding strategies. *Agron* 2:199–222
- Geervani, P., Devi, U. (1989). Effect of maturation on nutrient composition of selected vegetable legumes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 46(2), 243-248.
- Ghadge, P.N., Vairagar, P.R., Prasad, K. (2008). Some physical properties of chick pea split (*Cicer arietinum* L.). *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*.
- Graham, P.H., Vance, C.P. (2003). Legumes: importance and constraints to greater use. *Plant Physiol* 131:872–877
- Harlan, J.R. (1992). Crops and Man. American Society of Agronomy. *Crop Science Society of America, Madison, Wisconsin*, 16(2), 63-262.
- Harris, D.R., Damania, A.B., Valkoun, J., Willcox, G., Qualset, C.O. (1998). The spread of Neolithic agriculture from the Levant to western Central Asia.
- Hayashi, K., Hashimoto, N., Daigen, M., Ashikawa, I. (2004). Development of PCR-based SNP markers for rice blast resistance genes at the Piz locus. *Theor Appl Genet* 108: 1212–1220.
- Hirdyani, H. (2014). Nutritional composition of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) and value added products-a review. *Indian Journal of Community Health*, 26(Supp 2), 102-106.
- Hüttel, B., Santra, J., Muehlbauer, F.J., Kahl, G. (2002). Resistance gene analogues of chickpea (*Cicer arietinum* L.): Isolation, genetic mapping and association with a Fusarium resistance gene cluster. *Theor Appl Genet* 105: 479–490.
- Jain, M., Misra, G., Patel, R.K., Priya, P., Jhanwar, S., Khan, A.W., Shah, N., Singh, V.K., Garg, R., Jeena, G., Yadav, M., Kant, C., Sharma, P., Yadav, G., Bhatia, S., Tyagi, A.K., Chattopadhyay, D. (2013). A draft genome sequence of the pulse crop chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Plant J* 74:715–729
- Jambunathan, R., Singh, U. (1979). Studies on Desi and Kabuli chickpea (*Cicer arietinum*) cultivars. 1. Chemical composition. In *Proceedings of the*

- international workshop on chickpea improvement* (Vol. 285, pp. 61-66). Hyderabad, India.
- Jha, U.C., Chaturvedi, S.K., Bohra, A., Basu, P.S., Khan, M.S., Debmalaya, B. (2014). Abiotic stresses, constraints and improvement strategies in chickpea. *Plant Breed* 133:163–178
- Jukanti, A.K., Gaur, P.M., Gowda, C.L.L., Chibbar, R.N. (2012). Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. *British Journal of Nutrition*, 108(S1), S11-S26.
- Kale, S.M., Jaganathan, D., Ruperao, P., Chen, C., Punna, R., Kudapa, H., Thudi, M., Roorkiwal, M., Katta, M.A., Doddamani, D., Garg, V., Kishor, P.B., Gaur, P.M., Nguyen, H.T., Batley, J., Edwards, D., Sutton, T., Varshney, R.K. (2015). Prioritization of candidate genes in “QTL-hotspot” region for drought tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Sci Rep* 5:15296
- Kamath, M.V., Belavady, B. (1980). Unavailable carbohydrates of commonly consumed Indian foods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 31(2), 194-202.
- Kaur, R., Prasad, K. (2021). Technological, processing and nutritional aspects of chickpea (*Cicer arietinum*)-A review. *Trends in Food Science & Technology*, 109, 448-463.
- Ladizinsky, G. (1987). Pulse domestication before cultivation. *Economic Botany*, 41, 60-65.
- Lichtenzweig, J., Scheuring, C., Dodge, J., Abbo, S., Zhang, H.B. (2005). Construction of BAC and BIBAC libraries and their applications for generation of SSR markers for genome analysis of chickpea, *Cicer arietinum* L. *Theor Appl Genet* 110: 492– 510.
- Malunga, L.N., Bar-El, S.D., Zinal, E., Berkovich, Z., Abbo, S., Reifen, R. (2014). The potential use of chickpeas in development of infant follow-on formula. *Nutrition Journal*, 13(1), 1-6.
- Merga, B., Haji, J. (2019). Economic importance of chickpea: Production, value, and world trade. *Cogent Food & Agriculture*, 5(1), 1615718.

- Murty, C.M., Pittaway, J.K., Ball, M.J. (2010). Chickpea supplementation in an Australian diet affects food choice, satiety and bowel health. *Appetite*, 54(2), 282-288.
- Pande, S., Siddique, K.H.M., Kishore, G.K., Bayaa, B., Gaur, P.M., Gowda, C.L.L., ... & Crouch, J.H. (2005). Ascochyta blight of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review of biology, pathogenicity, and disease management. *Australian Journal of Agricultural Research*, 56(4), 317-332.
- Rajesh, P.N., Coyne, C., Meksem, K., Sharma, D.K., Gupta, V., Muehlbauer, F.J. (2004). Construction of a HindIII bacterial artificial chromosome library and its use in identification of clones associated with disease resistance in chickpea. *Theor Appl Genet* 108: 663–669
- Rao, P.S. (1969). Studies on the digestibility of carbohydrates in pulses. *Indian Journal of Medical Research*, 57, 2151-2157.
- Rechinger, K.H. (1952). Arkiv for Botanik. *Stockholm, Andra serie, 1*, 510.
- Redden, R.J., Berger, J.D. (2007). History and origin of chickpea. In *Chickpea breeding and management* (pp. 1-13). Wallingford UK: CABI.
- Roorkiwal, M., Rathore, A., Das, R.R., Singh, M.K., Jain, A., Srinivasan, S., Gaur, P.M., Chellapilla, B., Tripathi, S., Li, Y., Hickey, J.M., Lorenz, A., Sutton, T., Crossa, J., Jannink, J.L., Varshney, R.K. (2016) Genomeenabled prediction models for yield related traits in chickpea. *Front Plant Sci* 7:1666
- Singh, U. (1985). Nutritional quality of chickpea (*Cicer arietinum* L.): current status and future research needs. *Plant Foods for Human Nutrition*, 35, 339-351.
- Smartt, J. (1984). Evolution of grain legumes. I. Mediterranean pulses. *Experimental Agriculture*, 20(4), 275-296.
- Topal, N., Bal, Y.C. (2021). Nohut (*Cicer arietinum* L.) Polen Morfolojisi ve Etkileyen Faktörler. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 4(2), 1-8.
- TÜİK, (2023). (<https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>), (Erişim tarihi: 11.12.2023)
- Van der Maesen, L.J.G. (1987). Origin, history and taxonomy of chickpea. In *The chickpea* (pp. 11-34).

- Van der Maessen, L.J.G. (1972). *Cicer L., a monograph of the genus, with special reference to the chickpea (Cicer arietinum L.), its ecology and cultivation*. Wageningen University and Research.
- Winter, P., Staginnus, C., Sharma, P.C., Kahl, G. (2003). Organisation and genetic mapping of the chickpea genome. In: P.K. Jaiwal & R.P. Singh (Eds.), *Improvement Strategies of Leguminosae Biotechnology*, pp. 303–351. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Wood, J.A., Grusak, M.A. (2007). Nutritional value of chickpea. In *Chickpea breeding and management* (pp. 101-142). Wallingford UK: CABI.
- Yılar, M., Bayar, Y., Kadir, A. (2021). Kırşehir İli Nohut Üretim Alanlarında Görülen Yabancı Otların Yaygınlık ve Yoğunluklarının Belirlenmesi. *Turkish Journal of Weed Science*, 24(2), 83-90.

BÖLÜM 2

Nohut (*Cicer arietinum* L.) Bitkisinin Botanik Özellikleri

Gökhan OVALIOĞLU¹

Dr. Öğr. Üyesi Yeter ÇİLESİZ²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10449575>

¹Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Anabilim Dalı, Sivas, E-mail: gokhanovalioglu@gmail.com, Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-6235-8435>

²Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, E-mail: ycilesiz@sivas.edu.tr, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4313-352X>

1. Nohut (*Cicer arietinum* L.)

Nohut (*Cicer arietinum* L.), *Leguminosae* (baklagiller) familyasının *Papilionaceae* (kelebek çiçekliler) alt familyasına ve *Cicer* cinsine ait bir bitkidir (Akçin, 1988). Nohut tarımının anavatanı olarak Türkiye'nin Güneydoğu Bölgesi gösterilmektedir. Birçok kaynağın verilerine göre 7000-7500 yıl önce nohudun bu bölgede tarımı yapılmıştır (Anonim, 2003). *Cicer* cinsine ait, 35'i çok yıllık, 8'i tek yıllık olarak kullanılan *Cicer arietinum* L. dahil olmak üzere toplamda 44 farklı tür bulunmaktadır. *Cicer arietinum* L., $2n=2x=16$ kromozom sayısına sahip, kendi kendine tozlaşabilen, tek yıllık bir baklagil bitkisidir (Yorgancılar ve ark., 2008). Tek yıllık nohut türleri yaşam döngüleri ve morfolojik özelliklerine göre *Monocicer* ve *Chamacicer* olmak üzere iki ana gruba ayrılmıştır. *Monocicer* grubunda bulunan nohut türleri, 8 tanedir ve isimleri: *Cicer arietinum* L., *C. reticulatum* L., *C. echinospermum* L., *C. bijugum* L., *C. judaicum* L., *C. pinnatifidum* L., *C. yamashitae* L. ve *C. cuneatum* L. şeklindedir. *Chamacicer* grubunda ise sadece bir tür bulunmaktadır: *C. chorassanicum* L. *Polycicer* ve *Acanthocicer* gruplarında ise tek yıllık türler mevcut değildir. *Polycicer* grubunda 25 adet çok yıllık nohut türü bulunurken, *Acanthocicer* grubunda 7 tane bulunmaktadır. Bu gruplar arasında ekonomik olarak önemli olan tek tür, *Cicer arietinum* L.'dir (Frediani ve Caputo, 2005). Düşük ve yüksek sıcaklıklara toleranslı olup nadasın yoğun uygulandığı kıraç alanlarda -12 °C'ye kadar dayanabilen bir bitkidir (Üstün ve Gülümser, 2003). Geniş ölçüde tohumları için yetiştirilen nohudun toplam kuru ağırlığının %80'ini

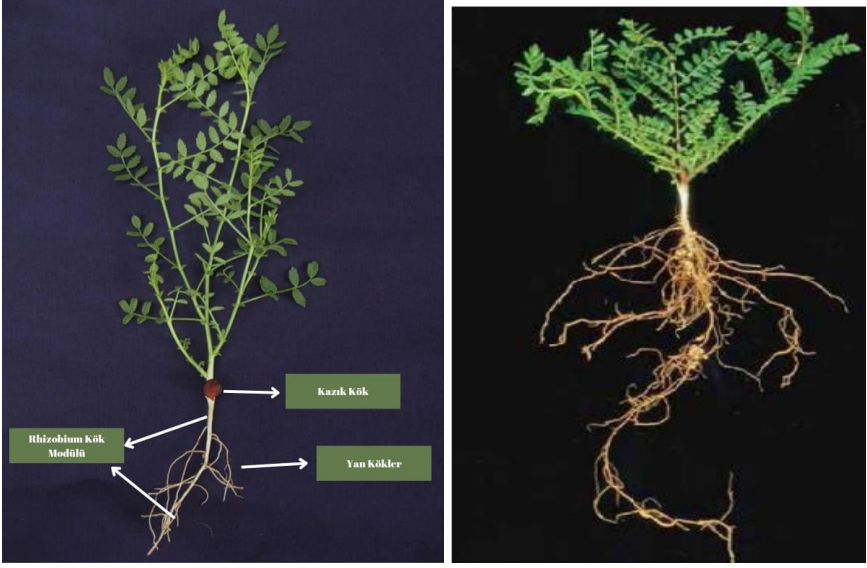
karbonhidrat ve proteinler oluşturmaktadır. Nohut tanelerindeki yüksek protein içeriği, insan ve hayvan beslenmesinde önemli bir kaynak olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, nohut taneleri mineraller (kalsiyum, potasyum, fosfor, magnezyum, demir ve çinko), lif, doymamış yağ asitleri ve β -karoten bakımından zengindir (Jukanti ve ark., 2012). *Cicer arietinum* L.'nin iki alt tipi bulunmaktadır. Bunlar: 'Desi' olarak bilinen küçük tohumlu tip (köşeli şekil ve yüksek lif yüzdesine sahip renkli tohumlar) ve 'Kabuli' olarak adlandırılan büyük tohumlu (koç kafası şeklinde, düşük lif yüzdesine sahip bej renkli tohumlar) tiptir (Yorgancılar ve ark., 2008). Desi tipleri genellikle Güney Asya'da yetiştirilirken, Kabuli tipleri çoğunlukla Akdeniz bölgesinde yetiştirilmektedir (Upadhyaya ve ark., 2008).

2. Nohut (*Cicer arietinum* L.) Morfolojisi

2.1. Kök

Nohut bitkisinde danelerin oluşumuna kadar gelişmesi devam eden kök sistemi son derece sağlamdır. Kök gelişiminin uzun süre devam etmesi, bitkinin topraktaki besin maddelerinden büyük oranda faydalanmasına olanak sağlamaktadır (Şehirli, 1988). Derinlere ulaşabilen (1-2 m), gelişmiş bir ana kazık kök ve bununla birlikte birçok yan kökleri mevcuttur (Şekil 1). Yan kökler, kazık kökün toprak yüzeyine yakın olan bölgelerinde daha yoğundur ve yatay bir şekilde yayılım göstermektedir (Anonim, 2016). Kök yapısı gereği, besin maddeleri bakımından zengin, geçirgenliği iyi, 6-8 (nötre yakın) pH'da ve drenaj

problemi olmayan topraklarda rahatça yetiştirilebilirken, çok tuzlu topraklarda yetiştirilmesi uygun olmamaktadır.



Şekil 1. Nohut kök yapısına ait görünümler (Sajja ve ark., 2017; Anonim, 2023)

Nohut bitkisinin kök sisteminde, köklerin dış kısmı tüylü bir yapıya sahiptir ve dış tabaka olarak ekzodermis bulunmamaktadır. Ayrıca, köklerin iç kısmındaki endodermis tabakası oldukça incedir. Köklerdeki nodüller, nohut bitkisi ile *Rhizobium* bakterisi (*Mesorhizobium ciceri*) arasındaki simbiyotik ilişkiyi gösterir ve bu ilişki sayesinde biyolojik azot bağlanması gerçekleşmektedir. Ana kök sistemi oldukça güçlüdür ve toprak içinde 3 metreden daha derinlere ulaşabilir, bu durum bitkinin nem stresi gibi zorlu koşullarda hayatta kalmasını sağlamaktadır (Sajja ve ark., 2017).



Şekil 2. İyi nodüllü nohut kök sistemi (Anonim, 2023)

Nohut bitkisi, kök yapısı sayesinde kuraklığa dayanıklılığı, azot fiksasyon metabolizması ve köklerinin bol organik madde bırakması sayesinde münavebede yaygın olarak kullanılabilen, toprağı ıslah edici ve sürdürülebilirlik için yeri doldurulamaz nadir bitkilerden biridir (Karayel ve ark., 2020). *Rhizobium* bakterilerinin nohut kök yapısında oluşturduğu nodüller, bitkinin ihtiyaç duyduğu azotun büyük bir kısmını karşılamaktadır. Toprakta yeterince *Rhizobium* bakterisi varsa bitkinin azotlu gübre ihtiyacı azdır fakat toprakta bakteri yeterince mevcut değilse aşılama yapılarak sorun çözülebilmektedir (Rupela and Saxena, 1987; Güler, 2011).

2.2. Gövde

Nohut bitkisinin gövde yapısı, hipodermal kolenkima tabakası sayesinde sert ve köşeli bir yapıya sahiptir. Kaburga şeklindeki çıkıntılarıyla belirgin bir görünüm sergilemektedir. Düz ya da kıvrık olabildiği gibi yüzeyi de tüylü bir yapıya sahiptir. Bitki, birincil, ikincil ve üçüncül olmak üzere üç farklı türde dal üretebilmektedir. Bitkinin en alt düğümleri genellikle 1 ile 8 arasında birincil dal üretir. Bununla birlikte, birincil dallar bazen tohum sürgününden de ortaya çıkabilir. Birincil dallar genellikle kalın, odunsu bir yapıya sahiptir ve kalın bir kütikül ile kaplıdır. Bu nedenle ana gövde ile karışabilmektedir. İkincil dallar, birincil dallardaki tomurcuklardan çıkar ve bunlara kıyasla daha ince bir yapıdadırlar. Bu dallar genellikle yaprakları ve çiçekleri taşımaktadır. Üçüncül dalların varlığı, bitkinin genotipine ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişebilir veya bitkide hiç olmayabilir. Genellikle bitki, yetiştirme koşullarına bağlı olarak 100 cm'ye kadar büyüme eğilimindedir ve nadiren 150 cm'yi aştığı görülmüştür (Sajja ve ark., 2017).

2.3. Yaprak

Nohut yaprakları, bir yaprak eksenini üzerine sıralı ve asimmetrik olarak dizilmiş uzun oval veya elips şeklinde yaprakçıklardan oluşmaktadır. Yaprak sapının ucunda genellikle terminal bir yaprakçık bulunmaktadır. Yaprakçıkların üst kısmının yaklaşık 2/3'ü dişlidir ve kısa saplara sahiptir (Anonim, 2012). Nohut bitkisinin yaprakları 11-18

yaprakçıktan oluşmuş bir bileşik yaprak şeklindedir. Yaprakçıklar yaprak ekseninin etrafında karışık biçimde dizilmektedir (Gençkan, 1958; Şehirali, 1988).

Yapraklar genellikle orta koyulukta yeşil, zeytin yeşili, sarımsı yeşil veya nadiren mor tonlarında olabilmektedir. Yaprak sapının dal ile birleştiği noktada, iki dane bulunur ve bunlar yaklaşık olarak 3 ile 11 mm uzunluğunda, 1 ile 6 mm genişliğinde, kenarları dişli yumurta şeklinde kulakçıklara sahiptir. İlk gerçek yaprakta, genellikle altıncı düğüm aşamasından sonra 5 ile 8 çiftçikli yapraklar şeklinde gelişebilir. Yaprakçıklar, kurak koşullarda transpirasyonu azaltmak için hafifçe kıvrılabilir. Diğer baklagil bitkilerine kıyasla, nohut bitkileri daha fazla yaprak ve dal geliştirse de, örtü oluşumu özellikle serin kış aylarında gelişimini yavaşlatabilmektedir (Anonim, 2012; Sajja ve ark., 2017).



Şekil 3. Nohut bitkisinin yaprak yapısına ait bir görünüm (Anonim, 2022)

2.4. Çiçek

Nohut kendi kendine tozlanan bir bitkidir. Nohutta çiçeklenme genellikle ekiminden sonraki 24-80 gün arasında başlar ve devam eder (Kumar ve Rao, 1996; Gaur ve ark., 2012). Nohut bitkisinin büyümesi nem tükenene kadar sürmektedir. Nem seviyesi önemli ölçüde azaldığında, baklalar ve yaprakları taşıyan bitkiler olgunluğa ulaşarak yaşlanmaya başlar (Sajja ve ark., 2017). Tipik bir kelebek çiçeği düzenlemesinde beş adet yaprak bulunmaktadır. Bu yapraklar pembe, beyaz, mor veya mavi renkte olabilir. Büyük standart yaprak, iki kanat yaprak ve tekne şeklini oluşturan iki tüylü çanak yapraktan meydana gelir. Diadelf üzerinde on adet stamen (erkek organ) bulunur; bunlardan dokuzu birleşikken onuncu stamen serbesttir ve turuncu renkli polen taneciklerine sahiptir. Kabuli nohutlarında antosiyanin bulunmadığından çiçekleri beyazdır (Cubero, 1987; Topal ve Bal, 2021).



Şekil 4. Desi nohut mor çiçeği (solda) ve Kabuli nohut çiçeği (sağda) (Anonim, 2023)

2.5. Tohum ve Bakla

Tohum gelişiminin erken aşamaları, nohut embriyosunun çok küçük olduğu ve hücre bölünmesinin devam ettiği dönemde, baklanın hızla genişlemesiyle karakterizedir ve bitki maksimum kuru ağırlığa ulaşmaktadır. Tohum büyümesi özellikle nişasta ve depo proteinleri gibi kuru madde bileşenlerinin hızlı ve doğrusal bir şekilde biriktiği yüksek metabolik aktiviteyle karakterize edilir. Bu aşama sonunda, kuruma ve olgunlaşma dönemi başlar, bu zamana kadar az miktarda endosperm kalmıştır ve embriyo tohum kabuğunu doldurmaktadır (Davies ve ark., 1999).



Şekil 5. Nohut bitkisinin bakla yapısı (Anonim, 2023)

Baklalar, döllenmeden yaklaşık olarak 6 gün sonra ortaya çıkar ve tohum gelişimini tamamlaması dört hafta kadar sürebilir. Bakla büyüklüğü genellikle 15 ile 20 mm arasında değişir ve özellikle Kabuli tiplerinde, genotipe bağlı olarak 30 mm'ye kadar çıkabilir. Her bir

baklada genellikle bir ile iki tohum bulunmaktadır, nadiren üç tohumda bulunabilir (Sajja ve ark., 2017).



Şekil 6. Olgunlaşmamış nohut kabuğu (Sajja ve ark., 2017)

Tohumlar genellikle gagalı, bazen köşeli, kabartmalı veya düz tohum kabuğuna sahiptir. Tohum rengi çeşitlerine göre kireç beyazından bordoya ve kahverengiden siyaha kadar değişebilir. Tohum kabuğu rengi ve kalınlığı içerideki kotiledonların rengine bağlıdır (Anonim, 2018). Hasat edilen ürünün normal şartlarda depolanabilmesi için, tanenin nem oranının %13-14 seviyesini geçmemesi gerekmektedir. Bunun üzerindeki nem oranları depolamada sorun yaratırken, bu değer altındaki nem oranları ise, depolama süresini artırmaktadır.

Nohut içerdiği protein, karbonhidrat, lif, mineral maddeler ve vitaminler yönünden çok zengin olmasından kaynaklı uzun yıllardır insan beslenmesinde önemli bir role sahip olmuştur. Türkiye'de yemeklik baklagiller arasında fasulye ve mercimekten sonra ekim ve

üretimi en fazla yapılan nohuttur. Yukarıda bahsedilen nohut bitkisinin gövde, kök, çiçek yapısı gibi botanik özellikleri; iklim koşullarına, çeşitlere, abiyotik ve biyotik stres faktörlerine bağlı olarak değişim gösterebilmektedir (Kurtarıcı ve Yücel, 2023).

KAYNAKLAR

- Akçin, A. (1988). Yemeklik Dane Baklagiller. Selçuk Üniversitesi Yayınları: 43. *Zir: Fak. Yay, 8*.
- Anonim, (2003). (<http://hayrabolutb.org.tr/media/ziraat/Nohut-ve-Tarimi.pdf>), (Erişim tarihi: 11.11.2023).
- Anonim, (2012). (<https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/hasan.akay/96960/Yemeklik%20Dane%20Baklagiller%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi%20%28Nohut%20Ve%20Mercimek%29.pdf>), (Erişim tarihi: 26.04.2023).
- Anonim, (2016). (https://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller/Yemeklik%20Tane%20Baklagil%20Bitkileri.pdf) (Erişim tarihi: 23.09.2023).
- Anonim, (2018). (https://grdc.com.au/__data/assets/pdf_file/0031/369427/GrowNote-Chickpea-South-4-Physiology.pdf), (Erişim tarihi: 01.10.2023).
- Anonim, (2022). (<https://gobotany.nativeplanttrust.org/species/cicer/arietinum/>), (Erişim tarihi: 11.11.2023).
- Anonim, (2023). (https://grdc.com.au/__data/assets/pdf_file/0031/369427/GrowNote-Chickpea-South-4-Physiology.pdf), (Erişim tarihi: 20.10.2023).
- Arslan, U., Özçelik, H., Yılmaz, S. (2012). Seçilmiş bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) hatlarının agronomik ve kalite özellikleri bakımından değerlendirilmesi. *Akademik Ziraat Dergisi, 1*(1), 29-36.
- Davies, S.L., Turner, N.C., Siddique, K.H.M., Leport, L., Plummer, J. A. (1999). Seed growth of desi and kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) in a short-season Mediterranean-type environment. *Animal Production Science, 39*(2), 181-188.

- Frediani, M., Caputo, P. (2005). Phylogenetic relationships among annual and perennial species of the genus *Cicer* as inferred from ITS sequences of nuclear ribosomal DNA. *Biologia plantarum*, 49, 47-52.
- Gaur, P.M., Jukanti, A.K., Srinivasan, S., Gowda, C.L.L. (2012). Chickpea (*Cicer arietinum* L.). In D.N. Bharadwaj (Ed.), *Breeding of field crops* (pp. 165–194). Agrobios (India): Jodhpur.
- Gençkan, S. (1958). Researches on Major Characteristics of Turkey's Important Chickpea Varieties. Ege University Publications, 1: 107 p, (PhD Thesis), İzmir.
- Güler, İ.E. (2011). Erzurum Yöresinde Nohut Tarımının Mekanizasyon Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 1(4), 91-98.
- Jukanti, A.K., Gaur, P.M., Gowda, C.L.L., Chibbar, R.N. (2012). Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. *British Journal of Nutrition*, 108(S1), S11-S26.
- Karayel, R., Arslan, U., & Bozoğlu, H. (2020). Nohut (*Cicer arietinum* L.)'un verim ve kalitesine ahır gübre dozlarının etkisi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(100. Yıl Özel Sayı), 279-288.
- Kumar, J., Rao, B.V. (1996). Super-early chickpea developed at ICRISAT Asia Center. *International Chickpea Newsletter*, 3, 17-18.
- Kurtarıcı, H., Yücel, D. (2023). Mardin İlinden Toplanan Yerel Nohut Genotiplerinin Karakterizasyonu. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 7(1), 60-71.
- Rupela, O.P., Saxena, M.C. (1987). Nodulation and nitrogen fixation in chickpea. *The chickpea*, 191-206.
- Sajja, S.B., Samineni, S., Gaur, P.M. (2017). Botany of chickpea. *The chickpea genome*, 13-24.
- Şehirali, S. (1988). Legumes. Ankara university faculty of agriculture publications, 314, Ankara.
- Topal, N., Bal, Y.C. (2021). Nohut (*Cicer arietinum* L.) Polen Morfolojisi ve Etkileyen Faktörler. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 4(2), 1-8.

- Upadhyaya, H.D., Dwivedi, S.L., Baum, M., Varshney, R.K., Udupa, S.M., Gowda, C.L., ... & Singh, S. (2008). Genetic structure, diversity, and allelic richness in composite collection and reference set in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *BMC plant biology*, 8(1), 1-12.
- Üstün, A., Gülümser, A. (2003). Orta Karadeniz Bölgesinde nohut için uygun ekim zamanının belirlenmesi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 2003(2).
- Yorgancılar, M., Atalay, E., Bayrak, H., Hakkı, EE., Önder, M., Babaoğlu, M. (2008). Issr Markörleri Kullanarak Konya Bölgesinden Toplanan Nohut (*Cicer Arietinum* L.) Popülasyonları Arasında Genetik Çeşitliliğin Belirlenmesi. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 22(46), 1-5.

BÖLÜM 3

NOHUT YETİŞTİRİCİLİĞİNDE GÜBRELEME

Arş. Gör. Meliha Feryal SARIKAYA¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10449579>

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye E-mail: fsarikaya@sivas.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-7277-1128

Giriş

Besinler yoluyla dengeli ve düzenli beslenme, insan yaşamının önemli bir parçasıdır. Temel makro ve mikro besin elementleri büyüme, gelişme, metabolizma ve fizyolojik fonksiyonların düzenlenmesi için gereklidir. Temel besin elementlerinin yanı sıra, bitkisel gıdalar, insan sağlığını desteklemekte ve bileşimlerindeki fitokimyasallar ile hastalık insidansını azaltmaktadır.

Baklagiller insan beslenmesinde önemli bir protein kaynağı olarak bilinmektedir. Özellikle tahıllar ile birleştirildiğinde enerji ve amino asit içeriği yönünden dengeli bir beslenme düzeni sağlamaktadır. Baklagiller familyası arasında yer alan nohut (*Cicer arietinum* L.) dünyanın en önemli yemeklik dane baklagillerinden biri olarak kabul edilmektedir (Amany, 2007; Togay ve ark., 2008). Nohut (Şekil 1) protein, mineral, vitamin, lif ve insan sağlığı için oldukça önemli olan fitokimyasalları içerisinde bulunduran önemli bir bitkidir (Ahlawat ve ark., 2007). Nohut taneleri yaklaşık %20.6 protein, %61.2 karbonhidrat ve %2.2 yağ içermektedir (Saini ve ark., 2004; Werner ve Newton, 2005). Ayrıca kalsiyum, fosfor, magnezyum ve potasyum bakımından zengin bir bitkidir. Diğer yemeklik tane baklagil bitkilerine göre daha yüksek oranda demir ve kalsiyum içeriğine sahiptir (Ceran ve Önder, 2016).

Tohumların besin elementi içeriği çevreye, iklime, toprak biyolojisine, agronomik uygulamalara ve stres faktörlerine (biyotik ve abiyotik)

bağlı olarak değişebilmektedir. Genel olarak, nohut tanesinin kotiledon ve embriyo kısmı, besleme açısından en faydalı kısmı oluşturmaktadır. Tohum kabuğu ise daha çok antinutrisyonel faktörler (ANF'ler) ile ilgilidir. Desi nohut tipleri, kabuli tiplere göre daha kalın bir tohum kabuğuna sahip olmakla birlikte lif içerikleri daha yüksektir (Knights ve Mailer, 1989). Bahsedilen desi ve kabuli nohut tipleri, nohudun tane büyüklüğüne ve şekline göre yapılan bir sınıflandırma ile ilgilidir (Şekil 2). Desi tip nohutlar küçük ve koyu renkli bir şekle sahip iken, kabuli tip nohutlar büyük, pürüzsüz ve açık renklidir (Purushothaman ve ark., 2014). Dünya nohut üretiminin yaklaşık %80'i desi tip nohutlardan oluşmaktadır (Karakullukçu ve Adak, 2008).



Şekil 1. *Cicer arietinum* L.

Nohut toprak tekstürü ve verimliliği bakımından geniş bir adaptasyona sahiptir. Toprak pH'sı 6 ile 9 arasında değişen topraklarda başarılı bir şekilde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Düşük toprak pH'sı (<4.6) bazı mikro besin elementlerinin alımını sınırlamakta ve nodülasyon

oluşumunu olumsuz etkilemektedir. Ayrıca asidik topraklarda *Fusarium* hastalığının daha fazla görüldüğü bilinmektedir. Diğer taraftan pH değeri yüksek olan ($\text{pH} > 10$) topraklarda tuzluluk ve alkalilik nedeni ile fide gelişimi olumsuz etkilenmekte, dolayısıyla verim azalmaları meydana gelmektedir. Bu durum, özellikle yarı kurak bölgelerde nohut yetiştiriciliğini sınırlayan en önemli faktörlerden biri olmaktadır. Ayrıca alkali topraklar Fe, Cu ve Zn eksikliğine sebep olarak verim kayıplarına neden olmaktadır (Ahlawat ve ark., 2007). Toprakta bulunan bitki besin elementleri, bitkisel üretimde verim ve kaliteyi etkileyen en önemli etkenlerden biridir. Dolayısıyla bitkiye uygun ve yeterli besin elementi yönetimi, üzerinde durulması gereken bir konudur.



Şekil 2. Kabuli (sol taraf) ve desi (sağ taraf) nohut tipleri

Nohut düşük girdili bir ürün olduğundan tarımında genellikle çok fazla gübrelemeye ihtiyaç duyulmamaktadır. Ancak son yıllarda tüm

dünyada verimi artırmak amacıyla gübrelemeye oldukça ilgi gösterilmektedir. Nitekim gerek organik gerekse inorganik besin kaynakları diğer bitkilerde olduğu gibi nohut yetiştiriciliğinde de kullanılmaktadır (Gawai ve Pawar, 2006; Karande ve ark., 2006).

2. Mineral Beslenme

Büyüme ve gelişme çevresel faktörlerin (sıcaklık, ışık vb.), genotip ve üretim uygulamalarının yanı sıra mineral beslenmenin bir fonksiyonudur (Alam ve Haider, 2006).

Bitki hücreleri su, mineral maddeler ve organik bileşiklerden meydana gelmiştir. Bitkinin kimyasal bileşiminden su uzaklaştırıldığı zaman geriye organik ve inorganik maddelerden oluşan kuru madde (biyokütle, biyomas) kalmaktadır. Bu kuru ağırlığın yaklaşık %90'ını organik maddeler, kalan kısmını ise inorganik maddeler oluşturmaktadır. Suyun oksijen ve hidrojeninden oluşmasından dolayı ve kuru ağırlığın esas olarak hücre çeperi maddelerinden (selüloz ve ilgili karbonhidratlar) meydana gelmesinden dolayı, bitkilerde en çok bulunan elementler karbon, hidrojen ve oksijendir (Kadioğlu, 2016).

Toprakta bulunan birçok elemente karşın, bitkiler büyüme ve gelişmeleri için bu elementlerden bazılarını ihtiyaç duymaktadır. Makro besin elementleri nispeten bitkilerde daha yüksek miktarda bulunan, bitkinin kuru ağırlığının %0.15'den daha fazlasını ihtiva eden besin elementleridir. Bu elementlere bitkiler yüksek miktarda ihtiyaç duymaktadır. Mikro besin elementleri ise bitki tarafından daha az

oranda ihtiyaç duyulan besin elementleridir. Bu bölümde nohut açısından önemli olan makro besin elementleri arasında yer alan Azot (N), Fosfor (P), Potasyum (K), Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg) ve Kükürt (S), mikro besin elementlerinden ise Çinko (Zn), Demir (Fe), Bor (B), Molibden (Mo), Manganez (Mn) ve Bakır (Cu) elementleri konu alınmıştır. Makro ve Mikro besin elementlerinin absorbe edildiği formlar Tablo 1 ve Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1. Nohut yetiştiriciliğinde kullanılan makro besin elementleri

Element	Absorbe Edildiği Form
Azot (N)	NO_3 veya NH_4
Fosfor (P)	H_2PO_4 veya HPO_4
Potasyum (K)	K^+
Kalsiyum (Ca)	Ca^{2+}
Magnezyum (Mg)	Mg^{2+}
Kükürt (S)	SO_4^{2-}

Tablo 2. Nohut yetiştiriciliğinde kullanılan mikro besin elementleri

Element	Absorbe Edildiği Form
Çinko (Zn)	Cu^{2+}
Demir (Fe)	Fe^{2+} veya Fe^{3+}
Bor (B)	Bo^{3-} veya $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$
Molibden (Mo)	MoO_4^{2-}
Mangan (Mn)	Mn^{2+}
Bakır (Cu)	Cu^{2+}

Makro Besin Elementleri

1. Azot

Toprak verimliliğinin sürdürülmesi ve bitki besin maddelerinin yeterli ve dengeli miktarlarda kullanılması, ürün verimini artırmanın temel bileşenlerinden biridir (Caliskan ve ark., 2008). Bitkisel üretimde besin

gereksinimleri arasında, azotun bitki büyümesi ve gelişmesi için temel bir element olduğu bilinmektedir. Azot amino asit, protein, RNA, DNA gibi bileşiklerin yapısında bulunmaktadır. Ayrıca N, bitkinin fotosentez için güneş ışığından enerji transfer etmesini sağlayan klorofilde de bulunmaktadır. Dolayısıyla hücre boyutunu, yaprak alanını ve fotosentez aktivitesini etkilemektedir (Kibe ve ark., 2006; Walley ve ark., 2005; Alam ve Haider, 2006; Caliskan ve ark., 2008; Salvagiotti ve ark., 2008). Azot eksikliği hücre bölünmesini, kloroplast gelişimini ve enzim aktivitesini sınırlayarak kuru madde verimini azaltmaktadır (Werner ve Newton, 2005; Salvagiotti ve ark., 2008). Azot elementi hareketli bir element olduğundan ilk semptomları bitkinin yaşlı yapraklarında görülür. Aşırı azot eksikliğinde yaşlı yapraklarda kloroz (sararma) ve gövdelerde kırmızımsı renkler görülmektedir. Ayrıca bitkiler cılızlaşarak odunsu gövdeler meydana gelmektedir.



Şekil 3. Azot eksikliği görülen nohut bitkisi

Bir baklagil bitkisi olan nohut *Rhizobium* bakterisi ile simbiyotik yaşam göstererek atmosferik azotu (N_2 , dinitrojen) sabitleme özelliğine sahiptir. Bitki kökleri ile *Rhizobium* bakterilerinin simbiyotik ilişkisi nodül olarak isimlendirilen çok hücreli yapılarda meydana gelmektedir. Rizosferde kökler tarafından üretilen bir takım kimyasal maddeler (özellikle flavonoidler), bakterilerin bu alana doğru hareket etmesini sağlamaktadır. Nohut, etkili ve uyumlu *Rhizobium* suşları ile birlikte yetiştirildiğinde, N ihtiyacının önemli bir kısmını (%4-85) elde edebilmektedir (Walley ve ark., 2005). *Rhizobium leguminosarum* bakterileri ile aşılanmış nohut bitkisi çeşit, bakteri türü ve çevresel faktörlere bağlı olarak yılda 176 kg N/ha üretmektedir (Ogutcu ve ark., 2008). Simbiyotik bakteri popülasyonunun zayıf olduğu alanlarda, tohum veya toprağın bakteri ile (*Mesorhizobium ciceri*, *Mesorhizobium Mediterreneum*, *Rhizobium ciceri*, vb.) aşılanması tavsiye edilmektedir. Nohut, nitrojen fiksasyonu yeteneğinden dolayı tarımsal sürdürülebilirliğe önemli bir katkı sağlamakta ve bu nedenle iyi bir ekim nöbeti bitkisi olarak kabul edilmektedir.

Nohut atmosferdeki azotu fikse etmesine rağmen, azotlu gübrelemenin tohum verimini, tohum proteinini ve amino asitlerini artırdığı bilinmektedir. Bununla birlikte, yüksek verim ve kaliteli tane üretimi için diğer bitkisel ürünlere göre azot ihtiyacı daha düşüktür.

Biyolojik azot fiksasyonunun başarısızlığı ve toprak yapısı göz önüne alındığında ekim esnasında 2 kg/da N azotlu gübre uygulaması önerilmektedir. Toprak sıcaklığı ve nemi bazı durumlarda nodül

oluşumunu olumsuz etkilemektedir. Kumlu ve tınlı topraklarda ise azot eksikliği nohudu daha çok etkilemektedir. Bahsedilen durumlar için başlangıçta yapılan gübreleme nohudun fide dönemine kadar başarılı bir şekilde yetiştirilmesini sağlamakta, diğer dönemlerde ise biyolojik azot fiksasyonu bitkinin ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Ayrıca Akdeniz ikliminin hâkim olduğu alanlarda yetiştirilen nohut bitkilerinde, çiçeklenme sonrasında nodüller etkisiz hale gelebilmektedir. Bu durumlarda çiçeklenme başlangıcından %50 çiçeklenme dönemine kadar yapraktan üre gübresinin uygulanması tavsiye edilmektedir.

2. Fosfor

Fosfor nükleik asitlerin, şeker-fosfatların, fosfolipitlerin, NAD ve NADP'nin ve en önemlisi ATP'nin yapı taşıdır. Fosfor eksikliğinde genç bitkilerde büyüme durmakta ve yapraklarda nekrozisler görülmektedir. Azot eksikliğine benzer olarak fosfor eksikliğinde de antosiyanin sentezinin artışından kaynaklı kırmızı-mor renkli yapraklar oluşmaktadır. Azot eksikliğinden farklı olarak ise gövdeleri odunlaşmamakta ve yapraklar koyu yeşile dönüşmektedir.



Şekil 4. Nohutta fosfor eksikliği belirtileri

Toprak neminin yetersiz olması, fosfor alımını olumsuz etkilemekte ve biyokütle üretiminin zayıf olmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle su kapasitesi düşük olan topraklarda, nohudun P gübrelmesine tepkisi daha düşük olmaktadır. Ayrıca nohut, asidik topraklardan ziyade alkali topraklardaki fosfordan daha fazla faydalanmaktadır.

Ülkemiz tarım alanlarında eksikliği en fazla tespit edilen besin elementlerinden biri fosfordur. Bunun en önemli sebepleri, erozyon ve bitkiler tarafından topraktan uzaklaşan fosfor oranının doğal yollar ile toprağa geri dönen fosfor (bitki artıkları, organik ve inorganik gübreler) oranından daha az olmasıdır. Topraklarda fosforun büyük kısmı (%20-80 oranında) organik formda depolanmakta ve bu fosforun çözünerek bitki tarafından kullanılabilmesi mikrobiyal aktivite ile gerçekleşmektedir. Bazı bakteri türleri önemli düzeylerde asit fosfataz

aktivitesine sahip olup organik fosfatın çözülmesine katkı sunmaktadır. Fosforu çözebilen mikroorganizmalarla bitkilerin aşılması ile çözünen fosforun bitki tarafından alımı hızlandırılmakta ve bitki gelişimi olumlu yönde etkilenmektedir. Doğru suşların seçilmesi durumunda fosfat çözücü mikroorganizmalar kullanılarak bitki tarafından fosfor alımı artırılabilir (Kadioğlu, 2011). Nohut bitkisinin yetiştiriciliğinde bahsedilen özelliklerinden dolayı fosfat çözücü bakterilere yer verilebilmektedir. Bazı çalışmalarda ise inorganik gübreler ile kombine kullanımının uygun olduğu belirtilmektedir (Soysal ve Erman, 2020).

Nohut yetiştiriciliğinde fosforlu gübreleme kısmında, fosforu çözebilen mikroorganizmalar gibi biyogübre başlığı altında yer alan ve incelenmesi gereken diğer bir konu mikorizalardır. Bitkilerin bitki besin elementlerinden daha fazla faydalanmasını sağlarlar. Mikorizalar ortak yaşam sürdürdükleri bitkilerden ihtiyaçları olan organik maddeyi alırken, bitki köklerinin su ve besin elementi alımını olumlu yönde etkilemektedirler. Kök etki alanını artırarak başta fosfor olmak üzere çinko ve bakır gibi çeşitli elementlerin alımını artırmaktadırlar. Özellikle asidik topraklarda yetiştirilen bitkiler için Arbusküler mikorizalar etkili ve ekolojik olarak sağlıklı bulunmaktadır (Alloush ve ark., 2000).

Fosfor eksikliği görülen topraklarda, P gübrelemesi yapılmadığı durumlarda, N gübrelemesi nohudun verim ve kalitesi bakımından zayıf tepki göstermektedir. Fosforun toprakta yeterli olarak ve alınabilir

formda bulunması, enerji dönüşümü ve kök büyümesindeki rolü sebebi ile nodülasyonu ve azot fiksasyonunu olumlu etkilemektedir (Ahlawat ve ark., 2007). Nohut yetiştiriciliğinde fosforlu gübre bakımından bir değerlendirme yapıldığında, kabulî nohutlar için (dekar başına 4 kg P) desi nohut tiplerine göre (da başına 2 kg P) genellikle daha fazla P uygulaması gerektiği belirtilmektedir.

3. Potasyum

Potasyum baklagil bitkilerinde yüksek verim ve protein oranı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Ayrıca stomaların açılıp-kapanması, bitki hareketleri, enzimlerin aktivatörü ve karbonhidrat metabolizması gibi bitki fizyolojisinde rolleri vardır. Potasyum eksikliğinde, taşınabilir bir element olmasından dolayı semptomlar öncelikle yaşlı yapraklarda görülmekte, yaprak kenarlarında ve uçlarında önce klorozis daha sonra kırmızımsı lekeler meydana gelmektedir. Nihayetinde ise tüm yaprakçığı kaplayarak kahverengine dönüşen nekrozlar görülmektedir (Ahlawat ve ark., 2007).



Şekil 5. Nohut bitkisinde potasyum eksikliği

Genel olarak baklagil bitkilerinin potasyuma olan ihtiyacı diğer kültür bitkilerine göre daha yüksektir. Nohut bitkisinde verim ve kaliteye olumlu etkilerinin yanında, nodül oluşumu dolayısıyla azot fiksasyonu üzerine olumlu etkileri vardır. Ayrıca bazı araştırmacılar potasyumun toprakta yeterli düzeyde bulunmadığında, bitkinin ihtiyacına uygun miktar ve formda rizosferde bulunan fosforun azot fiksasyonunu teşvik edemediğini belirtmiştir (Erman ve ark., 2012). Nohut yetiştiriciliğinde 2 kg/da K potasyumlu gübre uygulaması verimi önemli ölçüde artırmaktadır.

4. Kalsiyum ve Magnezyum

Kalsiyum ve magnezyum eksikliği genellikle asidik topraklarda (bol yağış alan ekolojiler) ve kumlu topraklarda meydana gelmektedir (Aydın ve Kılıç, 2010). Kalsiyum eksikliğinde bitkinin kök ve gövde uçlarında bulunan meristematik dokular canlılığını kaybettiğinden, bu organlarda büyüme durmaktadır. Yaprakların uç kısmındaki yaprakçıklar, alttaki yaprakçıklardan çok daha küçük gelişmektedir. Bu yaprakçıklarda ayrıca kahverengi nekrotik lekeler bulunmaktadır. Bitkilerin yaşlı organları, antosiyanin pigmentasyonuna dair bir belirti olmaksızın koyu yeşil bir renk almaktadır. Magnezyum eksikliğinde ise başlangıçta yaşlı yapraklarda hafif sararmalar ilerleyen dönemlerde ise yaprakçık uçlarında nekrozlar meydana gelmektedir. Ayrıca yaprakçıkların damarları arasında renk açılmaları meydana gelmektedir.

Kalsiyum eksikliğinde mitoz bölünme normal olarak devam edememektedir. Magnezyum fotosentezde en etkili faktörlerden birisi olan klorofilin yapısını oluşturan porfirin halkasının merkezinde bulunmaktadır. Kalsiyum ve magnezyumun bitki fizyolojisi bakımından rolleri göz önüne alındığında nohut yetiştiriciliğindeki bu besin elementleri bakımından gübrelemenin önemi ortaya çıkmaktadır.

5. Kükürt

Baklagil bitkilerinin kükürt içeren amino asitler (metiyonin, sistin ve sistein) açısından zengin olması ve azot fiksasyonuna yardımcı olan nitrojenaz enziminin yapısında bulunması, S elementini nohut yetiştiriciliğinde azot, fosfor ve potasyumdan sonra dördüncü önemli bitki besin elementi haline getirmektedir (Ahlawat ve ark., 2007).

Organik madde bakımından zayıf ve kaba bünyeli topraklar S bakımından fakirdir. Kükürt noksanlığı genellikle pH değerinin 8'den büyük olduğu kireçli topraklarda yetiştirilen nohut bitkilerinde görülmektedir. Kükürt eksikliği olan nohut bitkilerinde genç yaprakların erken kuruma, bitkilerin gövdelerinde ve yapraklarında kırmızımsı kahverengi pigmentasyon görülmektedir. İlerleyen dönemlerde bitkinin tüm yaprakları klorotik bir hal almakta, nodülasyon önemli derecede azalmakta ve bakla bağlama oranı azalmaktadır. Nohut için ortalama 2-3 kg/da S olacak şekilde kükürtlü gübreleme önerilmektedir. Ancak kumlu ve organik madde yönünden zayıf olan topraklarda bu miktar dekara 6 kg S olacak şekilde artırılmaktadır. Bahsedilen miktarların üzerinde kükürtlü gübre

kullanımı fosfor elementinin bitki tarafından alımını olumsuz etkilemektedir (Ahlawat ve ark., 2007).

Mikro Besin Elementleri

Nohut ülkemizde genellikle Orta Anadolu bölgesinde yetiştirilmektedir. Bölge topraklarının killi, kireçli ve alkali özellikleri ile mikro besin elementleri bakımından fakir olduğu belirtilmektedir (Meyveci ve ark., 2002).

Nohut yetiştiriciliğinde mikro besin elementlerinin eksikliği genellikle zararlıların bitkide bıraktığı hasar ile karıştırılarak yanlış teşhis edilmektedir. Bu sebeple nohut yetiştiriciliğinde mikro besin element eksikliğinin doğru olarak belirlenmesi önemlidir.

1. Çinko

Çinko (Zn) noksanlığı dünyanın nohut yetiştirilen bölgelerinde yaygın olduğu gibi ülkemizde de eksikliği en fazla görülen mikro besin elementlerinden biridir. Çinkolu gübreler nohut bitkisinin su kullanım etkinliğini ve amino asit (lizin, histidin ve arginin) içeriğini (Khan ve ark., 2003) ve ham protein içeriğini (Karayel ve ark., 2020) artırmaktadır.

Toprağın asitlik derecesi çinko mikro besin elementinin bitki için yararlılığını etkilemektedir. Toprak asitliği arttıkça çinkonun yararlılığı artmaktadır (Aydın ve Kılıç, 2010). Özellikle alkali

topraklarda Ca ve Zn içerikli gübrelere birlikte kullanımı nohut yetiştiriciliğinde daha uygun olmaktadır.

Zn noksanlığında RNA sentezi durduğundan bitki organları, özellikle yapraklar küçük kalmaktadır. Yaprak damarları arasında sararmalar oluşmakta ve kloroplast gelişimi engellenmektedir. Ayrıca uçtaki tomurcuklar bozulmakta ve ölmektedir. Alkali topraklarda Zn eksikliği görüldüğünde tane oluşumu gerçekleşmemektedir. Rizosferde yeterli Zn bulunduğunda ise kök gelişimi ve nodülasyon oluşumu artmaktadır (Misra ve ark., 2002). Ortalama bir değer olarak 2.5 kg/da Zn olacak şekilde çinkolu gübre uygulaması, nohutta verimi önemli ölçüde artırmaktadır. Ancak 1 kg/da Zn, nohut yetiştirilen alanlar için optimum bir değer oluşturmaktadır (Ahlawat ve ark., 2007).

2. Demir

Demir, bitkiler tarafından ferrik (Fe^{3+}) veya ferrous (Fe^{2+}) formlarında alınmaktadır. Ancak bitkiler klorofil sentezinde önemli olan ve daha çok çözünebilir olan Fe^{2+} formunu tercih etmektedirler (Kadioğlu, 2011). Demir eksikliği genel olarak kireçli topraklarda görülmektedir. Demir eksikliğinin en önemli belirtisi bitkinin en genç yapraklarında görülen klorozdur.

Demir eksikliği yazlık ekilen nohut bitkisine kıyasla kışlık olarak ekilen bitkilerde, erken olgunlaşan çeşitlere göre geç olgunlaşan çeşitlerde daha fazla görülmektedir.

Nohut yetiştiriciliğinde, demirli gübrelemelerde yaprak gübrelemeleri tercih edilmektedir. Bunun en önemli sebebi topraktan yapılan uygulamalarda demirin bitkinin kullanamayacağı forma dönüşmesidir. Bu durum üretici açısından ekonomik olmamaktadır.



Şekil 6. Demir eksikliği görülmeyen (sol taraf) ve görülen nohut (sağ taraf) bitkisi (Toker ve ark., 2012)

3. Bor

Bor (B) noksanlığı özellikle kurak ve yarı kurak alanlarda görülmektedir. En belirgin semptomları genç yapraklarda görülen şiddetli klorozdur. İlerleyen dönemlerde nekrozlar ve yaprak kıvrılmaları meydana gelmektedir. Ayrıca nohutta önemli ölçüde çiçek sayısında azalma meydana gelmektedir. Ortama bir değer olarak nohut yetiştiriciliğinde dekara 0.2-0.3 kg B olacak şekilde gübre kullanımı önerilmektedir (Ahlawat ve ark., 2007).

4. Molibden

Molibden havanın serbest azotunun bağlanmasında ve nitrat asimilasyonunda önemli rol oynamaktadır. Molibden, azotun

fiksasyonunu sağlayan nitrogenaz ve nitrati nitrite indirgeyen nitrat redüktaz enzimlerinin kofaktörüdür.

Killi topraklarda molibden kullanılabilirliği daha düşük iken, tuzlu ve alkali topraklarda daha yüksektir. Mo noksanlığı olan nohut bitkilerinde çiçek sayısı daha az ve çiçek boyutu daha küçük olmaktadır. Çiçek boyutu daha küçük olduğu için, birçok çiçek açılmamakta ve olgunlaşmamaktadır. Bu da tohum veriminin düşmesine sebep olmaktadır. Nohut yetiştiriciliğinde dekar 0.1 kg Mo olacak şekilde molibden içrikli gübrelerin kullanılması uygun olmaktadır.

5. Mangan

Mangan (Mn), solunum ve azot metabolizmasını düzenleyen enzimlerin aktive edilmesi için gerekli olan önemli bir mikro besin elementidir. Mn eksikliğinde, genç ve genişlemiş yapraklarda daha açık yeşil renk değişikliği meydana gelmektedir. İlerleyen dönemlerde yaprakçıkların yüzeyinde ve stipüllerinde çok küçük açık kahverengi lekeler oluşmaktadır. Mn eksikliği olan bitkiler genellikle yaprakçıklarının çoğunu kaybetmektedir. Ayrıca genç sürgünlerin ölümünün bir sonucu olarak, Mn eksikliği olan bitkilerde koltuk altı tomurcuk gelişimi artmaktadır.

Dekar başına 2 kg Mn toprak uygulaması veya dekar başına 0.1-0.25 kg Mn yapraktan uygulanan gübreler bitkinin büyüme ve gelişmesi için yeterlidir. Toprak uygulamalarında daha fazla miktarda gübre

uygulaması yapılması ve elementin bitkinin kullanamayacağı formlara dönüşmesi yapraktan gübre uygulamalarını ön plana çıkarmaktadır.

6. Bakır

Cu eksikliği belirtileri genç yapraklarda görülmektedir. Bitki yeşil rengini korur ancak, her bir gövdenin üst yapraklarındaki yaprakçıklar, normal bitkilerden daha küçük gelişir. Bu yapraklar genellikle kurur ve kahverengine dönüşür. Ayrıca bitkinin sürgün uzaması yavaşlar.

Nohut bitkisinde Cu noksanlığını gidermek için gerekli olan CuSO_4 uygulamalarının topraktan uygulamada 0.5-1 kg/da, yapraktan uygulamada ise 0.1 kg/da olduğu bildirilmiştir (Ahlawat ve ark., 2007).

KAYNAKLAR

- Ahlawat, I.P.S., Gangaiah, B., Zahid, M.A. (2007). Nutrient management in chickpea. In *Chickpea Breeding and Management* (pp. 213-232). Wallingford UK: CABI.
- Alam, M.Z., Haider, S.A. (2006). Growth attributes of barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars in relation to different doses of nitrogen fertilizer. *Journal of Life and Earth Sciences*, 1(2): 77-82.
- Alloush, G.A., Zeto, S.K., Clark, R.B. (2000). Phosphorus source, organic matter, and arbuscular mycorrhiza effects on growth and mineral acquisition of chickpea grown in acidic soil. *Journal of Plant Nutrition*, 23(9): 1351-1369.
- Amany, A.B. (2007). Effect of plant density and urea foliar application on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3(4): 220-223.
- Aydın, M., Kılıç, Ş. (2010). Toprak Bilimi. Nobel Yayıncılık.
- Caliskan, S., Ozkaya, I., Caliskan, M.E., Arslan, M. (2008). The effects of nitrogen and iron fertilization on growth, yield and fertilizer use efficiency of soybean in a Mediterranean-type soil. *Field Crops Research*, 108(2):126-132.
- Ceran, F., Önder, M. (2016). Farklı dönemlerde ekilen nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde bazı tarımsal özelliklerin belirlenmesi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 3 (1): 25-29.
- Erman, M., Çığ, F., Çelik, M. (2012). Potasyum uygulamasının farklı nohut çeşitlerinde verim, verim öğeleri ve nodülasyona etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, (1): 124-127.
- Gawai, P.P., Pawar, V.S. (2006). Integrated nutrient management in sorghum (*Sorghum bicolor*) chickpea (*Cicer arietinum*) cropping sequence under irrigated conditions. *Indian Journal of Agronomy*, 51(1): 17-20.
- Kadioğlu, A. (2016). Bitki Fizyolojisi (6.Baskı), Gündüz Ofset Matbaacılık ve Yayıncılık, Trabzon.
- Kadioğlu, S. (2011). Fosforlu Gübre ve Bakteri uygulamalarının farklı yem bezelyesi çeşitlerinin tarımsal ve morfolojik özelliklerine etkileri, Atatürk Üniversitesi,

- Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Erzurum, 172 s.
- Karakullukçu, E., Adak, M.S. (2008). Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin tuza toleranslarının belirlenmesi. *Journal of Agricultural Sciences*, 14 (4): 313-319.
- Karande, S.V., Khot, R.B., Hankare, R.H. (2006). Effect of layout and nutrient integration on yield and nutrient uptake of chickpea. *Journal-Maharashtra Agricultural Universities*, 31(3): 370.
- Karayel, R., Uzun, A., Bozoğlu, H. (2020). Nohut (*Cicer arietinum* L.)'un verim ve kalitesine ahır gübre dozlarının etkisi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(100. Yıl Özel Sayı): 279-288.
- Khan, H.R., McDonald, G.K., Rengel, Z. (2003). Zn fertilization improves water use efficiency, grain yield and seed Zn content in chickpea. *Plant and Soil*, 249: 389-400.
- Kibe, A.M., Singh, S., Kalra, N. (2006). Water-nitrogen relationships for wheat growth and productivity in late sown conditions. *Agricultural Water Management*, 84(3): 221-228.
- Knights, E.J., Mailer, R.J. (1989). Association of seed type and colour with establishment, yield and seed quality in chickpea (*Cicer arietinum*). *The Journal of Agricultural Science*, 113 (3): 325-330.
- Meyveci, K., Avcı, M., Sürek, D., Karabay, S., Karaçam, M. (2002). Yemelik tane baklagillerde mikroelement projesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 11(1-2): 56-98.
- Misra, S.K., Upadhyay, R.M., Tiwari, V.N. (2002). Effect of salt and zinc on nodulation, leghaemoglobin and nitrogen content in rabi legumes. *Indian Journal of Pulses Research*, 15 (2): 145-148.
- Ogutcu, H., Algur, Ö., Elkoca, E., Kantar, F. (2008). The determination of symbiotic effectiveness of *Rhizobium strains* isolated from wild chickpeas collected from high altitudes in Erzurum. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32(4): 241-248.

- Purushothaman, R., Upadhyaya, H.D., Gaur, P.M., Gowda, C.L.L., Krishnamurthy, L. (2014). Kabuli and desi chickpeas differ in their requirement for reproductive duration. *Field Crops Research*, 163: 24-31.
- Saini, V.K., Bhandari, S.C., Tarafdar, J.C. (2004). Comparison of crop yield, soil microbial C, N and P, N-fixation, nodulation and mycorrhizal infection in inoculated and non-inoculated sorghum and chickpea crops. *Field Crops Research*, 89(1): 39-47.
- Salvagiotti, F., Cassman, K.G., Specht, J.E., Walters, D.T., Weiss, A., Dobermann, A. (2008). Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: A review. *Field Crops Research*, 108(1): 1-13.
- Soysal, S., Erman, M. (2020). Siirt ekolojik koşullarında mikrobiyolojik ve inorganik gübrelemenin Nohut (*Cicer arietinum* L.)'un verim, verim öğeleri ve nodülasyonu üzerine etkilerinin araştırılması. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4(3): 649-670.
- Togay, N., Togay, Y., Cimrin, K.M., Turan, M. (2008). Effect of *Rhizobium* inoculation, sulfur, and phosphorus application on yield, yield components, and nutrient uptake in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *African Journal of Biotechnology*, 7(6): 776-782.
- Toker, C., Cancı, H., İnci, N.E., Ceylan, F.Ö., Uzun B., Sönmez, S., Sönmez, S., Cıtak, S., İkten, C. (2012). Pyramiding of the Resistance to Fe-deficiency Chlorosis and Leaf Miner (*Liriomyza cicerina* Rond.) in Chickpea (*Cicer arietinum* L.) by Utation Breedin. *Turkish Journal of Field Crops*, 17(1): 41-45.
- Walley, F.L., Kyei-Boahen, S., Hnatowich, G., Stevenson, C. (2005). Nitrogen and phosphorus fertility management for desi and kabuli chickpea. *Canadian Journal of Plant Science*, 85(1): 73-79.
- Werner, D., Newton, W. E. (Eds.). (2005). Nitrogen fixation in agriculture, forestry, ecology, and the environment (Vol. 4). Springer Science & Business Media.

BÖLÜM 4

NOHUT YETİŞTİRİCİLİĞİNDE SULAMA

Arş. Gör. Meliha Feryal SARIKAYA¹

Prof. Dr. Kağan KÖKTEN

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10449581>

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye E-mail: fsarikaya@sivas.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-7277-1128

² Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye E-mail: kkokten@sivas.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-5403-5629

Giriş

Nohut (*Cicer arietinum* L.) dünya genelinde protein kaynağı kullanılan önemli bir baklagil bitkisidir. Genellikle farklı gelişme dönemlerinde kuraklık ile karşı karşıya kaldığı marjinal alanlarda yetiştirilmektedir. Ülkemizde ise nohut bitkisi genellikle korunan toprak nemi ile sulama yapılmadan sadece yağmur suyu ile yetiştirilen bir üründür. Ancak çiçeklenme ve bakla bağlama dönemlerinde yüksek sıcaklığa ve kuraklığa maruz kalan nohut bitkisinde bakla ve tane oluşturma bakımından verim düşüşleri meydana gelmektedir (Behboudian ve ark., 2001; Fang ve ark., 2010; Turner, 2003). Bazı araştırmacılar yağışın yanı sıra ek olarak yapılan sulamanın nohutta tane verimini artırdığını belirtmiştir (Abraham ve ark., 2010; Munirathnam ve Sangita, 2009; Mansur ve ark., 2010). Bununla birlikte tane veriminin sulama sayısı, alınan yağış miktarı ve mevsimlere dağılışı, yağışın dışındaki diğer iklim elemanları, toprak yapısı ve vejetasyon süresi gibi birçok faktöre bağlı olduğu bilinmektedir (Singh ve ark., 2016).

Su, bitkide gerçekleşen fizyolojik süreçlerin birincil bileşeni olduğundan, bitkisel üretimde önemli bir yere sahiptir. Bitkinin farklı kısımlarına göre değişmekle birlikte bitki dokuları %80-90 düzeyinde su içermektedir. Bitkilerin fizyolojik süreçlerini doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir. Bu sebeple sulama, tarımsal üretimde verim ve kaliteyi belirlemede en önemli agronomik uygulamalar ve tarımsal girdiler arasında yer almaktadır.

Bitki Su İhtiyacı

Su ihtiyacı, bitkinin vejetasyon süresi boyunca büyüme ve gelişmesi için ihtiyaç duyduğu su miktarıdır. Bitkinin su ihtiyacı yağış, sulama veya her ikisi ile sağlanabilmektedir. Bitki su ihtiyacı, doğrudan evapotranspirasyon ile ilgilidir. Evapotranspirasyon, toprak yüzeyinden buharlaşarak kaybedilen su ve bitki yüzeyinde gerçekleşen terleme ile kaybedilen suyun toplamıdır.

Bitkinin su ihtiyacı, genotip, gelişme dönemi, vejetasyon süresi, büyüme mevsimi, toprak faktörleri (yapı, derinlik ve topografya) ve iklim faktörleri (yağış, sıcaklık, bağıl nem ve rüzgâr) gibi çeşitli faktörlere ve toprak işleme, yabancı ot temizliği gibi bir takım agronomik uygulamalara bağlıdır.

Nohut bitkisinin su ihtiyacı yetiştiriciliğinin yapıldığı ekoloji ve sulama yöntemine bağlı olarak değişmektedir. Tarımsal Araştırma Merkezi'nde (ICARDA) yürütülen araştırmalar, nohudun 0.5 kg tane üretmek için 1 m³ suya gereksinim duyduğunu göstermiştir (ICARDA, 2004).

Kuraklık Stresinin Nohut Üzerindeki Etkileri

Kuraklık, meteorolojik bir kavram olup, toprağın su içeriği ve bitkinin gelişiminde önemli ölçüde azalmaya neden olacak kadar uzun süren yağışsız dönem için kullanılan bir terimdir. Kuraklık stresinin öngörülemezliği, yağış miktarına ve bunun büyüme mevsimi boyunca dağılım şekline, buharlaşma kayıplarına, su tutma kapasitesine, kuraklığın şiddetine, kuraklık süresine ve kuraklık stresinin

zamanlamasına bağlanır. Büyüme döneminde su eksikliği yaşayan bitkilerde gelişim ve özellikle de verim anlamında ciddi kayıplar meydana gelmektedir (Tuberosa, 2012; Turner ve ark., 2014).

1. Morfolojik etkiler

Ekim aşamasında topraktaki düşük nem içeriği çimlenme, fide gelişimi ve büyümeyi olumsuz etkilemektedir. Kuraklık stresi etkisinde olan nohut bitkisinin epikotil uzaması kök büyümesinden daha fazla olumsuz etkilenmektedir. Dolayısıyla sürgün-kök oranı azalmaktadır. Toprakta tarla kapasitesinin altında bulunan su ile birlikte, kök ile toprak arasında oluşan hava boşlukları artmaktadır. Bu durum nohut bitkisinin kök sisteminin normal gelişimini engelleyerek kısıtlı su almasına yol açmaktadır. Bitkilerin kuru ağırlığının ortalama %95'i fotosentez ile sağlanmaktadır. Suyun fotosentezin temel bileşenlerinden biri olması sebebiyle fotosentez oranındaki azalma, bitkinin biyokütle üretimini azaltmaktadır.

2. Fizyolojik etkiler

Nohut bitkisinde, kuraklık stresi ile birlikte stoma iletkenliği %93'e kadar azalmaktadır (Pouresmael ve ark., 2013). Buna bağlı olarak CO₂ asimilasyon hızı ve transpirasyon oranı azalmaktadır (Rahbarian ve ark., 2011). Yapılan bazı çalışmalarda kuraklık stresi ile su kullanım etkinliğinin arttığı, ancak bu artışın kuraklığa duyarlı genotiplere göre toleranslı çeşitlerde daha fazla olduğu belirtilmiştir (Maqbool ve ark., 2017).

3. Biyokimyasal etkiler

Kuraklık stresi nohutta biyokimyasal olayları önemli ölçüde etkiler ve nihayetinde biyosentez engellenir. Vejetatif büyüme döneminde bitkinin maruz kaldığı stres, klorofil a ve b'nin azalmasına dolayısıyla nohut veriminin azalmasına sebep olur (Mafakheri ve ark., 2010). Bitkinin ihtiyacı olan suyu topraktan temin edememesi turgorunu kaybetmesine sebep olmakta, böylece hücre büyümesi olumsuz etkilenmektedir.

4. Besin alımı ve nodülasyon oluşumu üzerindeki etkiler

Optimum bir büyüme için bitkinin makro ve mikro besin elementlerini topraktan düzenli bir şekilde alması gerekmektedir. Kuraklık stresi altında besin elementi hareketliliği azalmaktadır. Bu da kök gelişiminin bozulmasına sebep olarak besin elementi alımının azalmasına neden olmaktadır. Besin elementi noksanlığı nohutta önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Azot eksikliği %10, demir eksikliği %22-50, kükürt eksikliği %16-20, fosfor eksikliği %29-45 ve bor eksikliği %100'e varan verim kayıplarına neden olmaktadır (Ali ve ark., 2002).

Nohut *Rhizobium* bakterileri ile simbiyotik bir ilişki kurarak, toplam azot ihtiyacının %85'ini karşılayabilen baklagil bitkileri içerisinde yer almaktadır. Nodül oluşumu ve azot fiksasyonu için su temel bir elemandır (Gan ve ark., 2005). Çiçeklenme dönemi ve geç vejetatif dönemde bitki kuraklık stresine maruz kaldığında azot fiksasyonunun etkinliği azalmaktadır (Beck ve ark., 1991).

5. Fenoloji ve verim üzerindeki etkiler

Yemelik tane baklagillerde kuraklık stresi meydana geldiğinde genellikle toplam biyokütle, vejetatif biyokütle, tane sayısı ve tane ağırlığı olumsuz etkilenmektedir. Yemelik tane baklagillerde yaşam döngüsü 5 farklı aşamaya ayrılmaktadır;

- Bitkilerin çıkış döneminden çiçeklenmenin başlangıcına kadar olan dönem
- Çiçeklenme döneminden tozlanma ve döllemenin gerçekleşmesine kadar olan dönem
- Tane oluşumunun başlangıcından sonuna kadar olan dönem
- Tane oluşumunun sonundan fizyolojik olgunluğa kadar olan dönem
- Fizyolojik olgunluktan hasada kadar olan dönem

Nohut açısından değerlendirme yapıldığında, bitkinin çiçeklenme ve bakla bağlama döneminde kuraklığa maruz kalması ile bakla başına tane sayısının ve 1000 tane ağırlığının azaldığı belirtilmektedir. Fizyolojik olgunluktan hasada kadar geçen sürede ise kuraklık stresinin, tane kalitesini olumsuz etkilediği tespit edilmiştir. Bahsedilen stres faktörü bitkide gerçekleşen bitki fonksiyonlarını farklı derecelerde etkilemektedir. Nitekim hücre büyümesi ve azot fiksasyonunu, fotosentez ve transpirasyona göre daha fazla etkilenmektedir (Sekhon ve Singh, 2007).

Kuraklık Stresinin Mekanizması

Dünya üzerinde kullanılabilir alanlar stres faktörlerine göre sınıflandırıldığında, kuraklık stresi %26'lık payı ile en büyük dilimi oluşturmaktadır. Kuraklık stresini %20 ile bitki besin elementi stresi ve %15 ile soğuk ve don stresi takip etmektedir (Kadıoğlu, 2016). Kuraklık stresi bitkilerde birçok fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler süreçleri etkileyerek büyüme ve verimi etkilemektedir.

Bitkilerde kuraklığa dayanıklılık mekanizması sakınma ve tolerans olmak üzere iki ana başlık altında incelenmektedir. Sakınma, bitkiye dıştan uygulanan olumsuz bir faktörün etkisini stres oluşmadan önce önleme yeteneğidir. Tolerans ise dıştan uygulanan bir strese bitkinin dayanabilme yeteneğidir. Nohutta 3 farklı kuraklık mekanizması vardır (Turner, 1986);

- Kuraklıktan sakınma; Aşırı kurak bir ortam oluşmadan bitkinin yaşam döngüsünü tamamlamasıdır. Erken çiçeklenen ve bakla bağlayan bitkileri kapsamaktadır. Bu bitkilerin olgunlaşma gün sayısı daha azdır. Ayrıca kuraklıktan kaçınma, yakalanan fotosentetik olmayan radyasyonun yansıtılması ile de sağlanabilmektedir. Yaprak yansımasındaki bu artış nohut bitkisinde bulunan glandüler tüyler ile elde edilebilmektedir (Khanna-Chopra ve Sinha, 1987).
- Dehidrasyonu erteleme; Transpirasyonu azaltan ve su absorpsiyonunu artıran mekanizmalar ile sağlanmaktadır. Bu

mekanizmada bitkiler stoma kontrolü, derin kök sistemi yoluyla su kullanımını artırarak veya turgorunu korumak için bünyesinde çözünen maddeleri biriktirmesi yani osmotik basıncın kontrolü ile kuraklık ile mücadele etmektedirler.

- Dehidrasyon toleransı; Hücreler su hasarına ve düşük su potansiyeline maruz kaldıktan sonra bitkinin canlılığını devam ettiren veya büyümesini sağlayan mekanizmaları içerir. Nohut yaprakları, düşük su içeriği ile metabolizmalarını devam ettirmektedirler.

Sulamanın Planlanması

Nohut sulama yapılmadan yetiştirilebilse de optimum büyüme ve gelişme için bitkinin ihtiyaç duyduğu dönem ve miktarda sulama yapılması yüksek tane veriminin elde edilmesini sağlamaktadır. Sürdürülebilirlik ve üretim maliyetleri bakımından sulamanın doğru bir şekilde planlanması gerekmektedir. Ayrıca mevcut koşullar altında su kullanım etkinliğinin artırılması hedeflenmelidir.

Nohut yetiştiriciliğinde, bitki farklı dönemlerinde farklı toprak nem seviyelerine ihtiyaç duymaktadır. Toprak tarla kapasitesinde olduğunda bitki toprak suyunu ve bitki besin elementlerini verimli bir şekilde kullanabilmektedir.

Sulamayı planlamak için farklı yaklaşımlar mevcuttur;

- Sulama suyu/Buharlaşma (IW/E)
- Sulama suyu/Kümülatif Pan Buharlaşma (IW/CPE)
- Sulama Derinliği/Kümülatif Pan Buharlaşma (ID/CPE)

Ahlawat ve Rana (2002), nohut için optimum IW/CPE oranını Tablo 1’de görüldüğü üzere bildirmişlerdir.

Tablo 1. Nohutta optimum sulama ihtiyacı (Ahlawat ve Rana, 2002)

Optimum IW/CPE oranı	0.4-0.8
Mevcut toprak neminin tükenme yüzdesi	%50-75
Sulama derinliği	6-8 cm
Sulama sayısı	1-4
Sulama gereksinimi	8-24 cm
Kritik dönemler	Vejetatif ve bakla oluşumu dönemi

Nohutta sulama üzerine yapılan bir çalışmada; vejetatif ve bakla doldurma aşamalarında yapılan sulama uygulamasında dekara 2280 kg, sulama yapılmayan koşullarda dekara 1250 kg tane verimi elde edilmiştir. Bakla doldurma döneminde yapılan sulama ise çok etkili olmamıştır. Bunun en önemli sebebi, bakla doldurma döneminde nohut bitkisinin büyümesinin diğer dönemlere göre daha az olmasıdır. Vejetatif ve çiçeklenme döneminde yapılan sulama ile elde edilen tane verimi ise vejetatif ve bakla doldurma aşamalarında elde edilen tane veriminden daha düşük olmuştur. Bunun sebebi ise bakla gelişiminin gecikmiş olmasıdır (Johansen ve ark., 2002). Farklı araştırmacılar, yüksek birim alan tane veriminin alınabilmesi için çiçeklenme ve bakla dolun

dönemlerinde olmak üzere iki sulama yapılması gerektiğini belirtmişlerdir (Toğay ve ark., 2005). Nohudun kuru tarım bitkisi olmasına rağmen, sulamanın verimi olumlu etkilediği bilinmektedir. Özellikle Orta Anadolu'da kış aylarındaki düşük evapotranspirasyon, ilkbahar aylarındaki yetersiz toprak nemini telafi etmektedir. Ancak generatif döneme gelindiğinde sıcaklığın artması ve yeterince yağış olmaması sonucu nohutta kuraklık stresi yaşanmaktadır. Bu durumun sonucunda, toprak üstü kütle artış hızı azalmakta dolayısıyla fotosentezin azalması ve asimilatların köklere taşınması meydana gelmektedir. Kökler toprakta bulunan neme ulaşmak için daha derinlere inmektedir. Kurak alanların bitkisi olan nohutta, generatif dönemde ortaya çıkan kuraklık stresi yaprak kayıplarına bağlı olarak yaprak alanının azalmasına, dolayısıyla fotosentetik kazancın düşmesine neden olarak toprak üstü kütlede ve proteinde düşüşe neden olmaktadır. Bundan dolayı, sulama olanağı varsa generatif döneme yakın bir zamanda yapılacak sulama bitki gelişimini olumlu etkileyecek ve bu da verim artışı sağlayabilecektir (Kayan ve ark., 2014). Yapılan farklı bir çalışmada, nohut bitkisinde %50 çiçeklenme ve %50 bakla dolum döneminde yapılan toplam iki sulamanın uygulandığı, sulamaların ham protein, ham yağ içeriği sonucuna göre incelenen tüm özelliklerde %50 çiçeklenme ve %50 bakla dolum döneminde yapılan toplam iki sulamanın ham protein, ham yağ ve ham kül içeriği üzerine olumlu etkileri olduğu belirtilmiştir (Kırnak ve ark., 2017).

KAYNAKLAR

- Abraham, T., Sharma, U.C., Thenua, O.V.S. and Shivakumar, B.G. (2010). Effect of levels of irrigation and fertility on yield and economics of chickpea (*Cicer arietinum*) and Indian mustard (*Brassica juncea*) under sole and intercropping systems. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 80: 372-376.
- Ahlawat, I.P.S., Rana, D.S. (2002). Agronomic practices and crop productivity. *Recent Advances in Agronomy. Indian Society of Agronomy, New Delhi, India.*
- Ali, Y., Krishnamurthy, L., Saxena, N.P., Rupela, O.P., Kumar, J., Johansen, C. (2002). Scope for genetic manipulation of mineral acquisition in chickpea. *Food security in nutrient-stressed environments: exploiting plants' genetic capabilities*, 165-176.
- Beck, D.P., Wery, J., Saxena, M.C., Ayadi, A. (1991). Dinitrogen fixation and nitrogen balance in cool-season food legumes. *Agronomy Journal*, 83(2): 334-341.
- Behboudian, M.H., Ma, Q., Turner, N.C., Palta, J.A. (2001). Reactions of chickpea to water stress: yield and seed composition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(13): 1288-1291.
- Fang, X., Turner, N.C., Yan, G., Li, F., Siddique, K.H. (2010). Flower numbers, pod production, pollen viability, and pistil function are reduced and flower and pod abortion increased in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under terminal drought. *Journal of Experimental Botany*, 61(2): 335-345.
- Gan, Y., Selles, F., Hanson, K.G., Zentner, R.P., McConkey, B.G., McDonald, C.L. (2005). Effect of formulation and placement of Mesorhizobium inoculants for chickpea in the semiarid Canadian prairies. *Canadian Journal of Plant Science*, 85(3): 555-560.
- ICARDA. (2004) National Resource Management. Annual Report. ICARDA, Aleppo, Syria, pp. 42-44.
- Johansen, C., Singh, D.N., Krishnamurthy, L., Saxena, N.P., Chauhan, Y.S. and Kumar Rao, J.V.D.K. (2002) Options for alleviating moisture stress in pulses

- crops. In: *Recent Advances in Pulses Research*. Indian Society of Pulses Research and Development, IIPR, Kanpur, India, pp. 425-442.
- Kadioğlu, A. (2016). Bitki Fizyolojisi (6.Baskı), Gündüz Ofset Matbaacılık ve Yayıncılık, Trabzon.
- Kayan, N., Olgun, M., Kutlu, İ., Ayter, N., Gülmezoğlu, N. (2014). Sulanan ve sulanmayan koşullarda yetiştirilen nohut (*Cicer arietinum* L.)'un gelişme seyriinin belirlenmesi. *Journal of Agricultural Sciences*, 20(4): 387-398.
- Khanna-Chopra, R., Sinha, S.K. (1987). Chickpea: physiological aspects of growth and yield. *The chickpea*, 163-187.
- Kırnak, H., Varol, İ.S., İrik, H.A., Özaktan, H. (2017). Nohut Bitkisinde Farklı Gelişim Dönemlerinde Uygulanan Ek Sulamanın Ham Protein, Ham Yağ ve Ham Kül İçeriğine Etkisi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 6(Özel Sayı (BSM 2017)): 168-176.
- Mafakheri, A., Siosemardeh, A.F., Bahramnejad, B., Struik, P.C., Sohrabi, Y. (2010). Effect of drought stress on yield, proline and chlorophyll contents in three chickpea cultivars. *Australian Journal of Crop Science*, 4(8): 580-585.
- Mansur, C.P., Palled, Y.B., Halikatti, S.I., Chetti, M.B., Salimath, P.M. (2010). Effect of dates of sowing and irrigation levels on biometric growth parameters of kabuli chickpea. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 23(4): 566-569.
- Maqbool, M.A., Aslam, M., Ali, H. (2017). Breeding for improved drought tolerance in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Plant Breeding*, 136(3): 300-318.
- Munirathnam, P., Sangita, M.S. (2009). Influence of sowing dates and irrigations on growth and yield of chickpea. *Legume Research*, 32: 209-211.
- Pouresmael, M., Khavari-Nejad, R.A., Mozafari, J., Najafi, F., Moradi, F. (2013). Efficiency of screening criteria for drought tolerance in chickpea. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 59(12): 1675-1693.
- Rahbarian, R., Khavari-Nejad, R., Ganjeali, A., Bagheri, A., Najafi, F. (2011). Drought stress effects on photosynthesis, chlorophyll fluorescence and water relations in tolerant and susceptible chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. *Acta Biologica Cracoviensia. Series Botanica*, 53(1): 47-56.

- Sekhon, H.S., Singh, G. (2007). Irrigation management in chickpea. In *Chickpea breeding and management* (pp. 246-267). Wallingford UK: CABI.
- Singh, G., Ram, H., Aggarwal, N., Turner, N.C. (2016). Irrigation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) increases yield but not water productivity. *Experimental Agriculture*, 52(1): 1-13.
- Toğay, N., Toğay, Y., Erman, M., Doğan, Y., Çiğ, F. (2005). Kuru ve Sulu Koşullarda Farklı Bitki Sıklıklarının Bazı Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşitlerinde Verim ve Verim Öğelerine Etkileri. *Journal of Agricultural Sciences*, 11(04): 417-421.
- Tuberosa, R. (2012). Phenotyping for drought tolerance of crops in the genomics era. *Frontiers in Physiology*, 3, 347.
- Turner, N. (2003). Adaptation to drought: lessons from studies with chickpea. *Indian Journal of Plant Physiology*, 11-17.
- Turner, N.C. (1986). Crop water deficits: a decade of progress. *Advances in Agronomy*, 39, 1-51.
- Turner, N.C., Blum, A., Cakir, M., Steduto, P., Tuberosa, R., Young, N. (2014). Strategies to increase the yield and yield stability of crops under drought-are we making progress?. *Functional Plant Biology*, 41(11): 1199-1206.

BÖLÜM 5

NOHUT YETİŞTİRİCİLİĞİNDE BAKIM VE HASAT

Arş. Gör. Meliha Feryal SARIKAYA¹

Prof. Dr. Tolga KARAKÖY²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10449583>

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye E-mail: fsarikaya@sivas.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-7277-1128

² Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sivas, Türkiye E-mail: tkarakoy@sivas.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-5428-1907

Nohutta Bakım İşlemleri

Dünya nüfusunun hızlı bir şekilde artması, küresel gıda talebini artırmaktadır. Aynı zamanda, gıda arzını etkileyen faktörler de değişmektedir. Herbisitlere dayanıklı yabancı otların giderek artması, günümüz bitkisel üretiminde önemli bir sorun haline gelmiştir. Mevcut koşullarda hem zararlı böcekler hem de patojenler daha fazla küresel ürün kaybına neden olmaktadır (Vila ve ark., 2021). Bunlara ek olarak küresel iklim değişikliği tüm dünyada tarımsal üretimi etkileyen diğer bir konudur. Küresel iklim değişikliği, yağışların azalması, yağışın mevsimsel dağılışının değişmesi, artan sıcaklık ve CO₂ konsantrasyonu, hastalık, zararlı ve yabancı otlardaki değişimler ile bitkilerde büyüme ve gelişmeyi etkileyerek farklı bitki gruplarına göre verimi olumlu veya olumsuz şekilde etkilemektedir (Naumann ve ark., 2018; Zhu ve ark., 2016).

Nohut üretiminde verim ve kaliteyi olumsuz yönde etkileyen birçok biyotik ve abiyotik stres faktörü bulunmaktadır (Chaithra ve ark., 2019; Yılmaz ve Kulaz, 2019). Yabancı otlar biyotik stres faktörleri arasında yer almakta ve mücadelesi yapılmadığında yoğunluğuna ve türlerine göre kültür bitkisinde %75'e varan verim kayıplarına sebep olmaktadır (Chaudhary ve ark., 2005).

Erken gelişme dönemlerinde, gelişme oranı ve yaprak alanının diğer dönemlere göre daha az olması sebebi ile nohut, yabancı otlara karşı hem kurak hem de sulu yetiştirme alanlarında rekabet gücü oldukça zayıf bir bitkidir. Yabancı otlar ile kültür bitkileri arasında alan, ışık, su

ve karbondioksit rekabeti bulunmaktadır. Bu nedenle üretim potansiyelini artırmada, nohutta yabancı ot yönetimi önemli konular arasında yer almaktadır. Yabancı otların nohut kültür bitkisine olumsuz etkileri aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir;

- Yabancı otların ışık ve nemi nohut bitkisine göre daha etkin kullanması sebebi ile verim ve kalite kayıpları (Rao, 2000).
- Yabancı otların belirli hastalık ve zararlılara konukçuluk etmesi (Mennan ve Uygur, 1994).
- Hasat ve harman makinelerinin çalışmasını engellemesi, nohut tanelerinin içerisine karışarak verimi olumsuz etkilemesi (Korkmaz ve Kayan, 2010),
- Allelopatik etkileri ile nohudun büyüme ve gelişmesini olumsuz etkilemeleri (Kong ve ark., 2007; Joshi ve Joshi, 2016).

Nohut yetiştiriciliği yapılan alanlarda görülen yabancı otlar şu şekilde sıralanabilmektedir; *Chenopodium album* (Şekil 1), *Amaranthus retroflexus* (Şekil 2), *Sinapis arvensis* (Şekil 3), *Cynodon dactylon* (Şekil 4), *Elymus repens*, *Convolvulus arvensis*, *Avena fatua*, *Hordeum vulgare*, *Avena fatua*, *Cirsium arvense*, *Salsola kali*, *Polygonum aviculare*, *Chrozophora tinctoria*, *Chondrilla juncea* ve *Boreava orientalis* (Üstüner, 2016; Yılar ve ark., 2021).



Şekil 1. *Chenopodium album*



Şekil 2. *Amaranthus retroflexus*



Şekil 3. *Sinapis arvensis*



Şekil 4. *Cynodon dactylon*

Nohutta yabancı ot kontrolü mekanik olarak, herbisit kullanılarak veya el çapası ile yapılabilmektedir. Ekim sonrası bitki köklerinin gelişmesini teşvik etmek ve kuvvetli bitki gelişimi sağlamak amacıyla ilk çapalama ile beraber boğaz doldurma işlemi de yapılmaktadır. Nohut yetiştiriciliğinde önemli bakım işlemleri arasında yer alan çapalamanın bitkisel üretimdeki faydaları aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

- Yetiştiricilik yapılan alandan yabancı otlar uzaklaştırılmış olur.
- Toprakta kaymak tabakasının kırılması sağlanır.
- Topraktaki kılcal boruları kırarak, toprak tavının uzun süre muhafaza edilmesi sağlanır. Böylece bitkilerin su ihtiyacı geciktirilmiş olur.
- Toprağın havalanması sağlanarak bitki köklerinin gelişmesi olumlu etkilenir.

Elle çapalama yöntemi özellikle büyük alanlarda yapılan yetiştiriciliklerde ekonomik olmamakta ve zaman bakımından önemli bir kayba sebep olmaktadır (Young ve ark., 2000). Bu sebeple nohut yetiştiriciliğinde yabancı ot kontrolü için genellikle mekanik mücadele ve kimyasal mücadele veya her iki yöntemin entegre şekli kullanılmaktadır.

Mekanik mücadele yöntemlerinde, çapa makineleri kullanımının artması zaman ve işgücü bakımından tasarruf sağlamaktadır. El aletleri ile çapalamada insan gücünün yetmediği bazı noktalarda da çapa

makinesi daha avantajlıdır. Örneğin elle yapılan çapalama ile toprağın dip kısımlarına kadar inmek mümkün olmamakta, yabancı otlar hızlıca gelişimini sürdürmekte ve bu durum aynı işin tekrarlanmasına neden olmaktadır. Çıkıştan sonra bitkiler 10-15 cm boylandığında kazayağı ile yapılacak bir toprak işleme hem kök boğazının doldurulması hem de yabancı otların yok edilmesi bakımından faydalı olmaktadır.

Mekanik olarak yabancı otlarla mücadelenin yanında kimyasal mücadele yöntemleri arasında yer alan herbisitlerle yapılan mücadele, etkisini kısa sürede göstermesi, etki süresinin uzun olması, uygulama kolaylığı ve üretim maliyetlerini düşürmesinden dolayı yabancı otlarla mücadelede dünyada en yaygın kullanılan ve üretim artışında da önemli rolü olan bir kontrol yöntemidir (Mengüç, 2018). Nohutta kimyasal mücadele yöntemleri ile yabancı otlar yaklaşık %80-83 oranında kontrol altına alındığı ve %50 oranında tane verimi artışı sağlandığı belirtilmektedir (Dilek ve Yavuz, 2021). Yabancı otlar ile kimyasal mücadele ekimden önce veya ekimden sonra olacak şekilde farklı herbisitlerin kullanılması ile yapılmaktadır. Toprağa karıştırılarak uygulanan ilaçlara rağmen gelişmenin ileri dönemlerinde yabancı ot gelişimi gözlenebilmektedir. Bu durumda, çıkışlardan sonra yabancı otların yeşil aksamlarına uygulanan ilaçların kullanılması gerekir. Çıkış öncesi herbisitlerin kullanımından sonra oluşan yabancı otların çapalama gibi mekanik yöntemler ile birlikte uzaklaştırılması entegre yabancı ot mücadele yönetimleri arasında yer almaktadır.

Nohutta Hasat ve Harman İşlemleri

Nohutta hasat ve harman işlemleri verim ve kaliteyi etkileyen en önemli faktörler arasında yer almaktadır. Taneler fizyolojik olgunluktan sonra ana bitki üzerinde tutulmaya devam ederse, tohumlar sertleşmeye ve bir takım biyokimyasal değişimlerin sonucunda tane rengi koyulaşmaya başlamaktadır (Khatun ve ark., 2010). Hasat edilen ürünün nem içeriği bu noktada önemli konular arasında yer almaktadır. Yüksek nem içeriğine sahip tanelerin hasat edilmesi, tanelerde mikrofloral enfeksiyon riskini artırırken, düşük nem içeriği ile hasat edilen taneler ise mekanik hasarı artırmaktadır (Yadav ve ark., 2005). Erken hasat edilen tohumlar zayıf gelişim göstermekte ve olgunlaşma sürecini tamamlayamamakta ve bu durum tanedeki mineral maddelerin içeriğini etkilemektedir. Mineral maddeler topraktan alınmakta ve transpirasyon sonucu ksilem ile bitkisel dokulara taşınmaktadır. Ancak baklagil tohumları kapsül içerisinde geliştiğinden transpirasyon göstermemekte ve bu nedenle ksilem yolu ile mineral madde temin edememektedirler. Bunun yerine tüm mineral maddeleri (Ca elementi hariç) floem yolu ile almaktadırlar (Marschner, 1995; Grusak ve Pomper, 1999). Yaprakta çeşitli mineral elementlerin azalması ile tane gelişimi gerçekleşmektedir (Hocking ve Pate, 1978). Bu nedenle, optimum hasat zamanı mineral beslenme, mikrofloral enfeksiyon ve tanenin mekanik olarak zarar görmemesi açısından kritik öneme sahip olmaktadır.

Erken veya geç hasat, daha düşük verim ve kalite ile sonuçlandığından, tanelerin doğru olgunluk aşamasında hasat edilmesi çok önemlidir. Nohutta hasat zamanını belirleyen en kritik konu tanelerin nem içeriği,

dal ve baklaların rengidir (Şekil 5). Tanedeki nem oranının ortalama olarak %15-18 civarında olmasına tekabül eden dal ve bakla renginin sarıdan kahverengine döndüğü evre, hasat için en uygun zamandır. Tane neminin %15-18'in altında olduğu durumlarda danelerin zedelenme oranı artmaktadır (Güler, 2011).



Şekil 5. Hasat döneminde olan nohut bitkisi

Baklagillerin geleneksel hasat yöntemleri el ile yolunan veya biçilen bitkilerin yığın şeklinde tarlada bekletilmesi ardından harmanlama alanına taşınması ile başlamaktadır. Harman alanında ise harmanlama, savurma ve temizleme işlemleri gerçekleştirilmektedir (Erskine, 1993). Tamamen kuruyan bitkiler genellikle sap döver harman makineleri (Şekil 6) ile harmanlanmaktadır.

Sapdöver harman makinelerinde, önceden biçilmiş olan bakla ihtiva eden nohut bitkileri makinenin besleme ağzına doğru atılmaktadır. Yüksek bir hızla (900-1200 d/d) dönen batör, bu baklalı sapları makinenin içerisine çekmekte ve üzerinde bulunan parmakların çarpma etkisi ve parmaklarla kontrbatör arasında sıkıştırma ve ovalama etkisi ile parçalayarak harmanlamaktadır. Bakladan ayrılmış danelerin ve parçalanarak saman haline gelen sapların bulunduğu materyal, batör çevresinde bulunan kontrbatör deliklerinden geçerek eğik düzlem üzerine dökülür. Kontrbatörden çıkan materyalin içindeki saman, makinenin temizleme ünitesinde bulunan vantilatörün veya aspiratörün hava etkisiyle emilerek veya üflenerek çıkış bölümünden dışarı atılmaktadır. Harmanlanmış daneler, mekanik olarak eleklerden geçerek toprak, taş ve yabancı ot tohumları gibi yabancı maddelerden ayrılmakta ve dane çıkış bölümünden alınmaktadır. Daneler, dane çıkış bölümüne eklenen bir elevatör ile çuvallama ünitesine gönderilebilmektedir. Sapdöverlerin kullanımında kaliteli bir harmanlama elde etmek için batöre verilen sap miktarına, sapların nem durumuna, dane/saman oranına ve dane kaybının en aza indirilebilmesi için makinenin uygun batör devri ve kontrbatör arağına dikkat edilmesi gerekmektedir.

Makineli hasada uygun olmayan kısa boylu çeşitler yukarıda bahsedildiği üzere genellikle elle hasat edilip harman makinelerinde harmanlanarak hasat işlemleri tamamlanmaktadır. Ancak bitki ıslahı çalışmaları ile geliştirilmiş uzun boylu çeşitler biçerdöver ile hasat edilebilmektedir. Özellikle geniş alanlarda yapılan nohut

yetiştiriciliğinde normal biçer-döverler veya yemeklik tane baklagiller için özel olarak tasarlanmış hava emişli hasat-harman makineleri kullanılmaktadır.



Şekil 6. Sap döver harman makinesi

Hasat edilen ürünün normal şartlarda depolanabilmesi için, danenin nem oranı en fazla %13-14 olmalıdır. Bunun üzerindeki nem oranları depolamada sorun yaratırken, bu değer altındaki nem oranları ise, depolama süresini artırmakta ve tohumun çimlenebilirlik düzeyi azalmaktadır. Ürün neminin düşük, sıcaklığın yüksek olması danenin canlı kalma süresini azaltmaktadır (Güler, 2011).

KAYNAKLAR

- Chaithra, H.R., Manjunatha, H., Saifulla, M., Deepthi, P. (2019). Pathogenic and morphological variability among *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* isolates causing wilt in chickpea. *Legume Research-An International Journal*, 42 (2): 277-281.
- Chaudhary, B.M., Patel, J.J., Delvadia, D.R. (2005). Effect of weed management practices and seed rates on weeds and yield of chickpea. *Indian Journal of Weed Science*, 37 (3 and 4): 271-272.
- Dilek, B., Yavuz, D.Ö. (2021). Nohut Üretiminde Sorun Olan Yabancı Otlar ve Kimyasal Mücadele Çalışmaları. *Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5 (2): 182-200.
- Erskine, W. (1993). Breeding of lentil for harvest mechanization. *Food and Forage Legume Harvest Mechanization Training Course (9-20 May)*, 1-7.
- Grusak, M.A., Pomper, K.W. (1999). Influence of pod stomatal density and pod transpiration on the calcium concentration of snap bean pods. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 124 (2): 194-198.
- Güler, İ.E. (2011). Erzurum Yöresinde Nohut Tarımının Mekanizasyon Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 1 (4): 91-98.
- Hocking, P.J., Pate, J.S. (1978). Accumulation and distribution of mineral elements in the annual lupins *Lupinus albus* L. and *Lupinus angustifolius* L. *Australian Journal of Agricultural Research*, 29 (2): 267-280.
- Joshi, N., Joshi, A. (2016). Allelopathic effects of weed extracts on germination of wheat. *Annals of Plant Sciences*, 5 (5): 1330-1334.
- Khatun, A., Bhuiyan, M.A.H., Nessa, A., Hossain, S.B. (2010). Effect of harvesting time on yield and yield attributes of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 35 (1): 143-148.
- Kong, C.H., Zhao, H., Xu, X.H., Wang, P., Gu, Y. (2007). Activity and allelopathy of soil of flavone O-glycosides from rice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 (15): 6007-6012.

- Korkmaz, Y., Kayan, N. (2010). Farklı ekim ve yabancı ot kontrol yöntemlerinin nohutta (*Cicer arietinum*) verim ve verim öğelerine etkileri. *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*, 23 (2): 157-162.
- Marschner, H. (1995). Mineral nutrition of higher plants 2nd edn. *Institute of Plant Nutrition University of Hohenheim: Germany*.
- Mengüç, Ç. (2018). Herbisit toksisitesi ve yabancı otlara karşı alternatif mücadele stratejileri. *Turkish Journal of Weed Science*, 21 (1): 61-73.
- Mennan, H., Uygur, F.N. (1994). Samsun ili buğday ekim alanlarında görülen yabancı otların saptanması. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (2): 25-35.
- Naumann, G., Alfieri, L., Wyser, K., Mentaschi, L., Betts, R.A., Carrao, H., Spinoni, J., Vogt, S.J., Feyen, L. (2018). Global changes in drought conditions under different levels of warming. *Geophysical Research Letters*, 45 (7): 3285-3296.
- Rao, V.S. (2000). Harmful effects caused by weeds. *Principles of Weed Science. Oxford and IBH publishing Co. Pvt. Ltd. New Delhi and Calcutta*, 1: 566-560.
- Üstüner, T. (2016). Kahramanmaraş'ta nohut tarlalarında yabancı ot yoğunluğu, rastlama sıklığı ve genel kaplama alanlarının belirlenmesi. *Turkish Journal of Weed Science*, 19(2):38-48.
- Vila, M., Beaury, E.M., Blumenthal, D.M., Bradley, B.A., Early, R., Laginhas, B.B., Trillo, A., Dukes., J.S., Sorte, C., Ibanez, I. (2021). Understanding the combined impacts of weeds and climate change on crops. *Environmental Research Letters*, 16 (3): 034043.
- Yadav, S.K., Yadav, S., Kumar, P.R., Kant, K. (2005). A critical overview of chickpea seed technological research. *Seed Research-New Delhi*, 33 (1): 1.
- Yılar, M., Bayar, Y., Akan, K. (2021). Kırşehir İli Nohut Üretim Alanlarında Görülen Yabancı Otların Yaygınlık ve Yoğunluklarının Belirlenmesi. *Turkish Journal of Weed Science*, 24 (2): 83-90.

- Yilmaz, H., Kulaz, H. (2019). The effects of plant growth promoting rhizobacteria on antioxidant activity in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under salt stress. *Legume Research-An International Journal*, 42 (1): 72-76.
- Young, F.L., Matthews, J., Al-Menoufi, A., Sauerborn, J., Pieterse, A.H., Kharrat, M. (2000). Integrated weed management for food legumes and lupins. *In Linking Research and Marketing Opportunities for Pulses in the 21st Century: Proceedings of the Third International Food Legumes Research Conference* (pp. 481-490). Springer Netherlands.
- Zhu, Z., Piao, S., Myneni, R.B., Huang, M., Zeng, Z., Canadell, J.G., ... & Zeng, N. (2016). Greening of the Earth and its drivers. *Nature Climate Change*, 6 (8): 791-795.

BÖLÜM 6

NOHUT HASTALIKLARI

Arş. Gör. Muhammed TATAR¹

Prof. Dr. Fatih DADAŞOĞLU²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10449585>

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, E-mail: mtatar@sivas.edu.tr, Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-8312-8434>

² Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Erzurum, E-mail: fdadasoglu@atauni.edu.tr, Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-9331-1913>

NOHUT HASTALIKLARI

Ülkemizde ekim alanı ve üretim miktarı en yüksek kuru baklagil bitkisi nohut, Türkiye ekonomisi ve insanların beslenmesi ile üretimi gerçekleştirilen coğrafyalardaki üretici açısından oldukça önemli bir tarımsal üründür (Çakan ve Turhan, 2023; TUİK 2023). Türkiye’de yemeklik baklagiller arasında ekim ve üretimi en fazla yapılmakta olan nohut, 2022 yılı TUİK verilerine göre 456.8 bin hektar alanda yetiştirilmekte ve 580.000 ton ürün elde edilmektedir. Protein, mineral madde ve vitamin bakımından diğer pek çok bitkisel ürüne göre daha yüksek içerikte olması, yağ oranının ise düşük olması nohutun beslenme açısından önemini ortaya koymaktadır (Çakan ve Turhan, 2023). İç tüketimde ve ihracatımızda önemli bir yere sahip olan nohut bitkisinde kalite ve verimi olumsuz etkileyen pek çok hastalık, zararlı ve yabancı ot etmenleri bulunmaktadır. Nohutu etkileyen patojen etmenler küresel olarak ciddi ekonomik kayıplara neden olan mantarlar, bakteriler, virüsler, nematodlar ve mikoplazmayı içerir. Hastalık nohutun tüm büyüme aşamalarında etkilemektedir. Nohut üst aksam fungal hastalıkları *Ascochyta rabiei* (Yanıklık), *Botrytis cinerea* (Kurşuni Küf), *Alternaria alternata* (Yanıklık), *Colletotrichum dematium* (Antraknoz), *Phoma medicaginis* (Yanıklık), *Stemphylium sarciniforme* (Yanıklık), *Uromyces ciceris-arietini* (Pas), *Leveillula taurica* (Külleme), *Sclerotinia sclerotiorum* (Kök Çürüklüğü); Nohut kök ve gövde fungal hastalıkları *Fusarium oxysporum* (Solgunluk), *Verticillium albo-atrum* (Solgunluk), *Sclerotium rolfsii* (Çürüklük), *Rhizoctonia solani-bataticola* (Yaş ve Kuru Kök Çürüklüğü), *Fusarium solani* (Siyah Kök Çürüklüğü), *Phytophthora medicaginis* (Kök

Çürüklüğü), *Pythium ultimum* (Kök ve tohum Çürüklüğü), *Operculella padwickii*; Nohut bakteriyel hastalık *Xanthomonas campestris* pv. *cassiae* (Yanıklık); Nohut virüs hastalıkları Stunt yaprak kıvrıcık virüsü (Fasülye ve Bezelye), Mozaik virüsü, Proliferasyon (Salatalık Mozaik Virüsü), Dar yaprak (Fasulye Sarı Mozaik Virüsü), Nekroz (Marul Nekrotik Sarılık Virüsü)'dur (Nene ve ark., 2012). Ülkemizde ekonomik anlamda en önemli zarar oluşturan hastalık etmeni Nohut antraknozu'dur. Bunun yanında ekonomik olarak zaman zaman nohutta pas hastalığı, kök çürüklüğü ve solgunluk hastalığıda görülmektedir (Anonim, 2023a). Dünya genelinde *Ascochyta* yanıklığı ve solgunluk gibi hastalıklardan kaynaklanan kayıpların ise 600-750 bin ton civarında olduğu tahmin edilmektedir. Genel olarak Solgunluk/Kök çürüklüğü %20-25, *Ascochyta* yanıklığı %5-10 ve *Botrytis* kurşuni küf tarafından %5-10 zarar oluşturulmaktadır (Chandrashejar ve ark., 2014). Bu bölümde nohut üretimini nicel ve nitel olarak etkileyen ekonomik fungal, bakteriyel ve virüs hastalıkları ele alınmıştır. Ülkemiz nohutta ekonomik açıdan önemli hastalıklar detaylı ele alınırken ekonomik anlamda zarara neden olmayan hastalıklar için ise kısa bilgi sunulmuştur.

1. Fungal Hastalıkları

1.1 Üst Aksam Fungal Hastalıkları

1.1.1 Nohut Antraknoz Hastalığı (*Ascochyta rabiei*)

Ascochyta yanıklığı Batı Asya, Kuzey Afrika ve Güney Avrupa bölgelerinde önemli Pakistan'da ve Kuzey Hindistan'da ürün gölgesinin çok yoğun olduğu ve sıcaklıkların hastalık gelişimi için

uygun olduğu Şubat ve Mart aylarında epidemi oluşturmaktadır. Akdeniz bölgesinin kışlık ekilen nohutlarında havaların yağışlı ve ılık olduğu Kasım ve Aralık aylarında *Ascochyta* yanıklık belirtileri görülebilir.

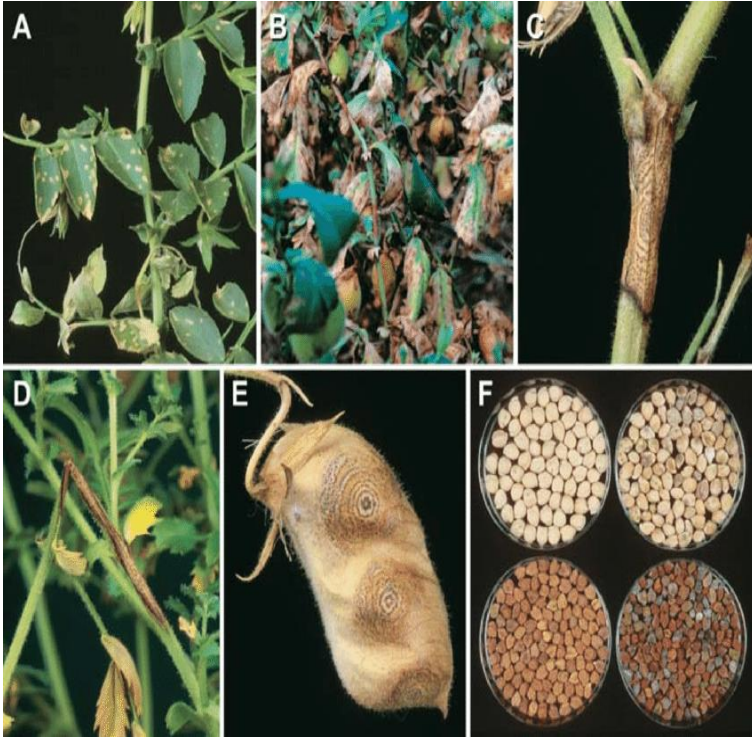
Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

Ascochyta yanıklığı %100'e varan tane verimi ve kalite kayıplarına neden olan tohumla bulaşan bir hastalıktır. Tarlalarda kalan hastalıklı döküntüler primer inokulum kaynağı olarak görev görmektedir. Askosporların da hastalık salgınlarının başlamasında rol oynadığı, ikincil yayılım ise piknidiosporlar yoluyla olduğu bilinmektedir (Nene ve ark., 2012). Patojen etmen konukçu bitki *Cicer* sp.'nin dal, gövde ve tohum kapsüllerinde eşeysiz üreme yolu ile piknit ve piknidiospor oluşturmaktadır. Vejetasyon süresince hastalığın ve sekonder enfeksiyonların çevreye yayılması piknitlerden çıkan piknidiosporlarla olmaktadır. Hastalıklı bitki artıklarında eşeyli üreme ile peritesyum içerisinde askus ve askosporlar oluşmaktadır. Peritesyumlar fungusun tarla koşullarında kışlama organlarıdır (Anonim 2023a). Nohut ve yabani akrabaları, *A. rabiei* fungusunun teyit edilmiş tek konukçularıdır. Ancak Kaiser (1990), *Cicer* cinsi dışında patojenin diğer konukçularını da bildirmiştir. Serin, bulutlu ve yağışlı hava, hastalığın gelişmesine yardımcı olurken gece sıcaklıklarının 10 °C civarında, gündüz sıcaklıklarının 20 °C civarında olduğu ve yağmurlara bulutlu günlerin eşlik ettiği zamanlarda hızla epidemi yaparak yayılmaktadır. Aşırı kanopi gelişimi yanıklık gelişimini de desteklemektedir. Hastalık genellikle tarlada yanık bitki yamaları

şeklinde çiçeklenme ve tomurcuklanma zamanlarında görülür. Simptomlar bitkinin tüm toprak üstü kısımlarında görülür (Şekil 1). Hastalık nohutun büyümesinin çok erken bir aşamasında ortaya çıkabilir. Patojen tohumla taşındığında ve çimlenme sırasındaki koşullar hastalık gelişimine elverişli olduğunda ortaya çıkan fideler gövdenin tabanında koyu kahverengi lezyonlar geliştirir (Şekil 1c). Etkilenen fideler çökebilir ve ölebilir. Lezyonlar üzerinde piknidia oluşabilir. Ancak çiçeklenme ve tohumlama zamanında koşullar genellikle hastalık gelişimi için uygun olduğunda hastalık izole edilen fidelerden yayılarak yanık bitki parçalarına neden olmaktadır (Şekil 1b). İnokulum kaynağı havadaki konidia veya askosporlar olduğunda hastalık başlangıçta hemen hemen tüm dalların genç yaprakları üzerinde suya batırılmış birkaç küçük nekrotik nokta şeklinde ortaya çıkar (Şekil 1a). Hastalık gelişimi için uygun koşullar altında bu lekeler hızla genişler ve birleşerek yaprakları ve tomurcukları soldurur. Şiddetli yaprak enfeksiyonu vakalarında, tüm bitki aniden kurur. Simptomlar, genellikle eşmerkezli halkalar halinde piknidia içeren kahverengi kenarlı yuvarlak noktalar ve gri bir merkezlidir (Şekil 1e,f). Saplarda ve yaprak saplarında, lezyonlar uzunlamasına dardır. Saplar ve yaprak sapları genellikle kuşaklama noktasında kırılır (Şekil 1d). Çiçeklenme öncesi aşamada yanıklık meydana gelirse ve ardından gelişme koşulları elverişsiz hale gelirse (sıcak ve kuru hava), ürün hızla yeniden büyür, ancak yaşlı dallarda belirtilen hastalıklar hala görülebilir. Tek bir baklada birkaç lezyon görünebilir ve eğer enfeksiyon bakla gelişiminin erken evrelerinde meydana gelirse, bakla bozulur ve herhangi bir tohum geliştiremez (Şekil 1f). Geç enfeksiyonlar buruşmuş ve enfekte tohumla

sonuçlanır. Fungus baklayı nüfuz ederek gelişmekte olan tohumu enfekte etmektedir.

Tohumlardaki semptomlar kahverengi bir renk değişikliği olarak görünür ve genellikle derin, yuvarlak veya düzensiz kanserlere dönüşür ve bazen çıplak gözle görülebilen piknidyumlar taşımaktadır (Şekil 1f) (Nene ve ark., 2012).



Şekil 1. Nohutta *antraknoz* (*Ascochyta rabiei*) semptomları; A) Yapraklarda küçük lezyonlar, B) Şiddetli yaprak belirtileri, C) Piknidili gövde lezyonu, D) Kuşak nedeniyle gövde kırılması, E) Baklalarda eşmerkezli piknidia halkaları olan lezyonlar, F) Sağlıklı ve istila edilmiş tohumlar (sırasıyla sol ve sağ paneller), kabuli ve desi türleri (sırasıyla üst ve alt paneller) (Chongo ve Gossen, 2003)

Mücadele:

Tohum kaynaklı patojen olduğu için öncelikle hastalıktan arı sertifikalı tohum kullanımı önem arz etmektedir. Primer inokulum kaynağı olarak görev gören tarlalarda kalan hastalıklı döküntülerin toplanarak imha edilmesi gerekmektedir. Fungus askosporları ve pikdinidiumlarının yayılmasının önlenmesi için yağmurlama sulamadan kaçınılmalıdır. En az 2-3 yılda bir ekim nöbeti yapılmalıdır. Ekim anında tohumların normal derinliğe düşmeleri sağlanmalı ve dayanıklı çeşitler kullanılmalıdır.

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından Türkiye’de nohut *Ascochyta rabiei* zararlı organizmasına karşı ruhsat almış fungusitlerin aktif madde içerikleri ve dozları; %80-96-99 Kükürt (3kg/da), %80 Thiram (300 g/100 kg tohum), %25,2 Boscalid + %12,8 Pyraclostrobin (50 g/da), %50 Tebuconazole + %25 Trifloxystrobin (25 g/da), 250 g/l Azoxystrobin (75 ml/da), 200 g/l Tebuconazole + 120 g/l Azoxystrobin (50 ml/da) şeklindedir (Anonim, 2023b).

1.1.2 Botrytis Kurşuni Küf (*Botrytis cinerea*)

Botrytis kurşuni küf Bangladeş, Hindistan, Nepal, Pakistan, Avustralya ve Arjantin'in bazı bölgelerinde ciddi ekonomik olarak bir hastalıktır. Kanada, Şili, Kolombiya, Macaristan, Meksika, Myanmar, İspanya, Türkiye, ABD ve Vietnam da ayrıca görüldüğü rapor edilmiştir.

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

B. cinerea %100'e varan verimi ve kalite kayıplarına neden olan tohumla bulaşan bir hastalık etmenidir. Fungus çok geniş bir konukçu

yelpazesine sahip genellikle bitki örtüsünün tamamen geliştiği çiçeklenme döneminde görülmektedir. Çok fazla sulama veya yağmur nedeniyle aşırı vejetatif büyüme, yakın mesafe ve yayılma alışkanlığına sahip çeşitler, 20 ila 25°C arasındaki sıcaklıklar ve çiçeklenme ile çiçek açma zamanlarındaki aşırı nem, hastalık gelişimini ve epidemisini kolaylaştırır. *B. cinerea*'ya ait uygun sıcaklıklar *Ascochyta* yanıklığı için olandan biraz daha yüksek olduğundan önce *Ascochyta* yanıklığı olmak üzere birbiri ardına ortaya çıkabilir. Kapsül ayarının olmaması hastalığın ilk belirtisidir. Yapraklar ve gövdeler herhangi bir belirti göstermeyebilir. Hastalığa oldukça uygun hava koşullarında, yapraklar belirgin belirtiler gösterir ve bitkiler genellikle yer yer ölür (Şekil 2). Nem çok yüksek olduğunda, belirtiler gövdelerde, yapraklarda, çiçeklerde ve baklalarda küflü sporoforlarla kaplı gri veya koyu kahverengi lezyonlar olarak görülür. Gövde üzerindeki lezyonlar 10-30 mm uzunluğunda ve gövdeyi tamamen kuşatır. Enfekteli dallar gri küfün çürümeye neden olduğu noktadan kırılır, etkilenen yapraklar ve çiçekler çürüyen bir kütle haline dönüşür. Pod üzerindeki lezyonlar sulu ve düzensizdir. Enfekteli bitkilerde, baklalar ya küçük, buruşmuş tohumlar içerir ya da hiç tohum içermez, enfekteli tohumlarda ise grimsi beyaz miselyum görülebilir (Nene ve ark., 2012).



Şekil 2. Nohutta *Botrytis kurşuni* küfü (BKK) enfeksiyonununun simptomsu; A) enfekte çiçekler, B) BKK ile enfekte ve ölü bitki (sol taraf) ile sağlıklı bitki karşılaştırması (sağ taraf) ve C) hasat edilen tohumlar BKK ile enfekte baklalar (sol taraf) ve ciddi şekilde enfekte tohum (sağ taraf) (Pande ve ark., 2006).

Mücadele:

Genel kültürel önlemlerin yapılması önem arz etmektedir. Tohum kaynaklı patojen olduğu için öncelikle hastalıktan arı sertifikalı tohum kullanımı önem arz etmektedir. Primer inokulum kaynağı olarak görev gören tarlalarda kalan hastalıklı döküntülerin toplanarak imha edilmesi gerekmektedir. Tohum kaynaklı hastalık enfeksiyonu bazen fungusit tohum kaplamaları ile kontrol edilebilir. Ekonomik anlamda zarara neden olmadığı için Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından Türkiye’de Nohutta *Botrytis kurşuni* küfü zararlı organizmasına karşı ruhsat almış fungusit bulunmaktadır (Anonim, 2023b).

1.1.3 *Alternaria* Yaprak Yanıklığı (*Alternaria alternata*)

Alternaria yanıklığı Bangladeş ve Hindistan'ın bazı bölgelerinde ciddi kabul edilen tohum ve toprak kaynaklı bir hastalıktır.

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

Ascochyta yanıklığı ve *Botrytis* kurşuni küfü gibi, *Alternaria* yanıklığı da ürün maksimum gölgelik oluşturduğunda çiçeklenme ve tohumlama zamanında ortaya çıkar. Bu hastalığın gelişimini destekleyen hava koşulları (sıcaklık ve nem), *Ascochyta* yanıklığı ve *Botrytis* kurşuni küfüne benzer ve üç hastalık birlikte ortaya çıkabilir. Alt yaprakların dökülmesi ve seyrek kabuklanma hastalığın en belirgin belirtileridir. Enfeksiyon genellikle yapraklarda şiddetlidir. Başlangıçta yaprakçıklar üzerindeki lezyonlar sulu, küçük, dairesel ve mor renktedir. Bu lezyonlar, kesin sınırları olmayan klorotik dokularla çevrilidir. Lezyonlar daha sonra kahverengiden koyu kahverengiye döner. Nem yüksek olduğunda birleşirler, yaprak bölgesini kaplarlar ve tek tek yaprakçıkların hızla solmasına neden olurlar. Saplarda lezyonlar uzundur ve kahverengiden siyaha değişir. Enfekteli çiçekler ölür, kabuklarda lezyonlar dairesel, hafifçe çökük ve düzensiz dağılmış durumda olur. Etkilenen baklalar kirli siyaha döner. Olgun baklalarda lezyonlar lokalize, küçük, siyah yüzeysel benekler olarak kalır. Enfekte tohumlar buruşur (Nene ve ark., 2012).

Mücadele:

Ülkemizde patojen etmenin nohut konukçu tespiti yapılmadığı ve ekonomik anlamda zarara neden olmadığı için Tarım ve Orman

Bakanlığı tarafından Türkiye’de Nohutta *Alternaria alternata* zararlı organizmasına karşı ruhsat almış fungusit bulunmaktadır (Anonim, 2023b).

1.1.4 *Colletotrichum* Yaprak Yanıklığı (*Colletotrichum dematium*)

Colletotrichum yanıklığı, yalnızca Hindistan'dan bildirilen küçük bir tohum ve toprak kaynaklı hastalıktır.

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

Hastalık genellikle sıcaklığın yüksek olduğu (25-30°C) erken ekildiğinde (Eylül) ve genç ürünün Eylül sonu veya Ekim başında yağmurlara yakalandığı durumlarda ölümcüldür. Hastalık, hava koşullarına ve mevcut inokulum miktarına bağlı olarak, ürünün büyümesinin herhangi bir aşamasında bitkileri öldürebilir. Kuruyan ve tarlaya dağılan bitki ve dallar *colletotrichum* yanıklığının bir göstergesidir. Fidelerde iki tür belirti görülebilir: (1) gövdenin alt kısmında köke kadar uzanan uzamış, çökük, koyu kahverengi lekeler ve (2) şiddetli boğaz ve kök enfeksiyonu nedeniyle solma ve kuruma. Yapraklarda ve baklalarda, lezyonlar dairesel ila uzunlamasına, merkezde çökük ve sarı kenarlı simptom görülür. Saplarda uzun ve siyahtırlar (Şekil 3a). Meyve gövdeleri (acervuli) etkilenen dokular içinde dağılmıştır (Şekil 3d,e). Fungus, bakla duvarına nüfuz eder ve tohumu enfekte eder (Şekil 3b,c) (Nene ve ark., 2012).



Şekil 3. Nohut bitkisindeki *Colletotrichum* belirtileri; A) Genel belirtiler, I) Enfekteli sıra, H) Sağlıklı sıra, B) Bakla, C) Tohum, D) tohumda misel büyümesi üzerindeki belirtiler, E) Kıllı tohum üzerinde acervuli ve F) konidia (Anonim, 2023c).

Mücadele:

Tohum ve toprak kaynaklı hastalık olduğu için kültürel önlemlere dikkat edilmelidir. Tohum kaynaklı hastalık enfeksiyonu bazen fungusit tohum kaplamaları ile kontrol edilebilir. Ülkemizde patojen etmenin nohut konukçu tespiti yapılmadığı ve ekonomik anlamda zarara neden olmadığı için Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından Türkiye’de Nohutta *Colletotrichum dematium* zararlı organizmasına karşı ruhsat almış fungusit bulunmaktadır (Anonim, 2023b).

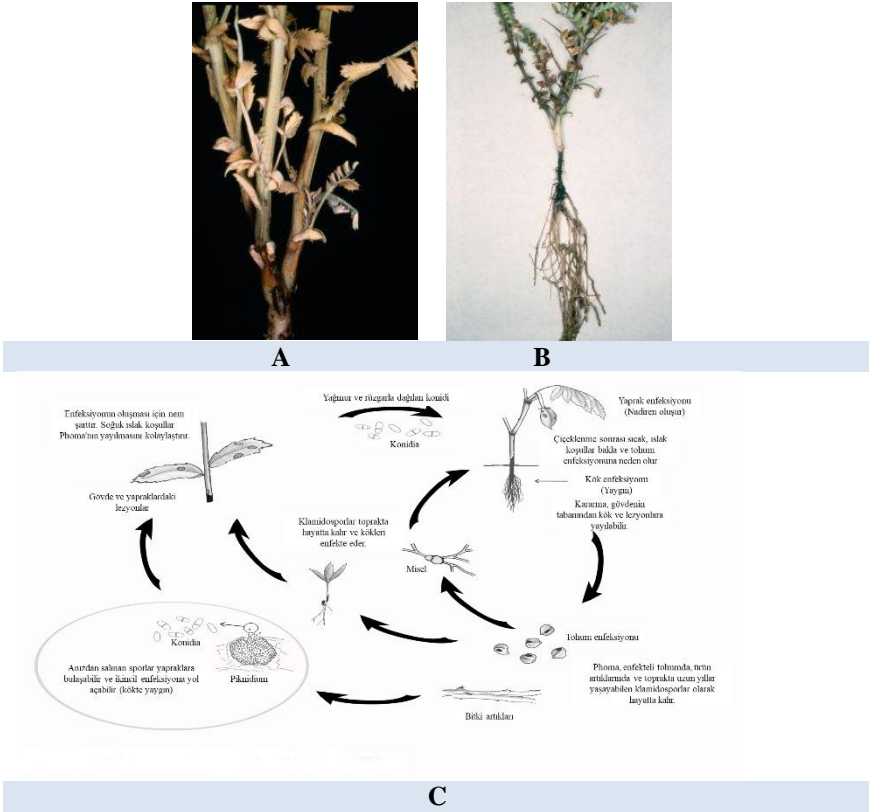
1.1.5 *Phoma* yaprak yanıklığı (*Phoma medicaginis*)

Phoma yaprak yanıklığı Avustralya, Bangladeş, Hindistan, Suriye ve ABD'den bildirilen minör bir hastalıktır.

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

Tarla belirtisi kuruyan bitki yamalarının ortaya çıkmasıdır. Belirtiler, *Ascochyta* yaprak yanıklığının belirtilerine biraz

benzer. Yapraklarda, gövdelerde ve baklarda düzensiz, açık kahverengi lezyonların koyu kenarları vardır. Karanlık, batık piknidia, enfekte dokuda düzensiz bir şekilde dağılmıştır. Enfekteli baklardan alınan tohumların rengi değişir ve buruşur. *Phoma* yaprak yanıklığı için elverişli koşullar, *Ascochyta* yaprak yanıklığı lehine olanlara benzer (Nene ve ark., 2012).



Şekil 4. Nohut *Phoma* yaprak yanıklığı simptomsu; A) Gövde tabanında *Phoma* lezyonu, B) Yaka çürüklüğü ve C) Hastalık Döngüsü (Anonim, 2023d)

Mücadele:

Hastaliksız sertifikalı tohum ve ürün rotasyonunun kullanılması, bu hastalığın oluşmasını ve birikmesini önlemeye yardımcı olacaktır. Nohutların yoğun enfekteli olduğu yerlerde konukçu ürünlerinden iki yıl ara verilmesi hastalık riskini en aza indirecektir. Phomaya konukçuluk yapan bitkiler arasında bezelye, nohut, bakla, acı bakla, mercimek, fiğ ve baklagil mera türleri bulunur. Tahıl ve yağlı tohum bitkileri münavebe için uygun bitkilerdir. Ülkemizde patojen etmenin nohut konukçu tespiti yapılmadığı ve ekonomik anlamda zarara neden olmadığı için Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından Türkiye’de Nohutta *Phoma medicaginis* zararlı organizmasına karşı ruhsat almış fungusit bulunmaktadır (Anonim, 2023b).

1.1.6 Nohutta Pas Hastalığı (*Uromyces ciceris-arietini*)

Pas, Akdeniz bölgesinde (Türkiye dahil), güneydoğu Avrupa’da, Hindistan dahil güney Asya’da, doğu Afrika’da ve Meksika’da yaygındır. Ürünün olgunlaştığı mevsimin sonlarında ortaya çıktığı için ciddi bir ekonomik kaybı söz konusu değildir.

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

Ilıman sıcak hava pas gelişimini desteklemektedir. Ciddi şekilde enfekteli olan ürün paslı görünür çünkü yapraklar pas püstülleri ve uredinio sporlarla kaplıdır. Pas öncelikle yapraklarda küçük, yuvarlak veya oval, tarçın kahvesi, toz halinde püstüller olarak görülür (Şekil 5). Bu püstüller birleşme eğilimindedir. Bazen daha büyük püstüllerin çevresinde küçük püstüllerden oluşan bir halka görülebilir; bunlar her

iki yaprak yüzeyinde görülür, ancak daha sık olarak alt yüzeyde görülür. Ciddi şekilde enfekte olan bitkiler erken kuruyabilir. Soğuk ve nemli hava pas oluşumunu destekler. Yağmur, enfeksiyonun yayılması için gerekli görünmüyor (Nene ve ark., 2012).



Şekil 5. Nohut Pas hastalığı (Orinal)

Mücadele:

Hastaliksız sertifikalı tohum kullanılması bu hastalığın oluşmasını önlemeye yardımcı olacaktır. Vejetasyon süresinin son döneminde görülmesinden dolayı ülkemizde ekonomik anlamda zarara neden olmadığı için Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından Türkiye’de Nohutta *Uromyces ciceris-arietini* zararlı organizmasına karşı ruhsat almış fungusit bulunmaktadır (Anonim, 2023b).

1.1.7 Nohutta Külleme Hastalığı (*Leveillula taurica*)

Külleme, Hindistan, Meksika, Fas, Pakistan ve Sudan'dan bildirilen minör bir hastalıktır.

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

Serin ve kuru hava, külleme gelişimini destekler. Pas gibi, külleme de ürünün olgunlaşmaya yaklaştığı mevsimde geç ortaya çıkar ancak hassas genotiplerde daha erken ortaya çıkmaktadır. Küllemenin şiddetli enfeksiyonu, küllemenin karakteristik bir özelliği olan yapraklar üzerindeki beyaz toz büyümesiyle kolayca tanınabilir (Şekil 6). Başlangıçta yaşlı yaprakların her iki yüzeyinde küçük beyaz tozlu kaplama lekeleri gelişir. Bu yamalar büyür ve geniş bir alanı kaplayabilir. Etkilenen yapraklar mora döner ve sonra ölür. Enfeksiyon şiddetli olduğunda gövdeler, genç yapraklar ve baklalar da toz kaplama ile kaplanır (Nene ve ark., 2012).



A

B

Şekil 6. Nohut külleme simptomsu; A) yaprak belirtisi, B) Stomadan (S) çıkan *Leveillula taurica*'nın konidioforu (CP) (Attanayake ve ark., 2008)

Mücadele:

Pas gibi, külleme de ürünün olgunlaşmaya yaklaştığı mevsimde geç ortaya çıktığı için ekonomik anlamda zarara neden olmadığı için Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından Türkiye’de Nohutta külleme zararlısı

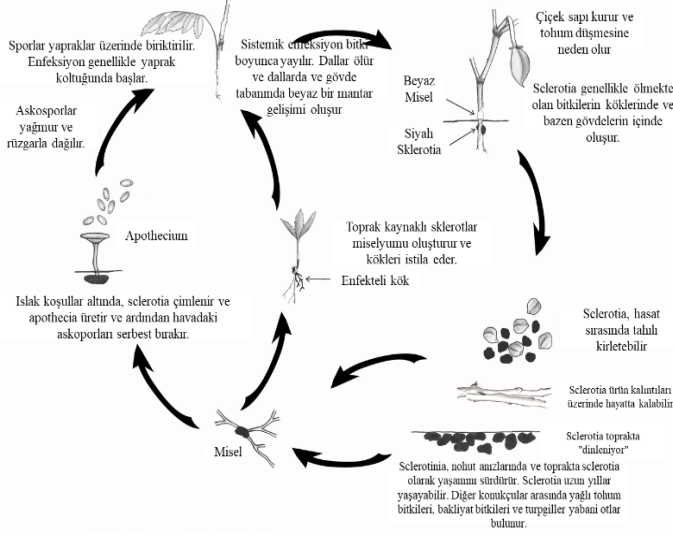
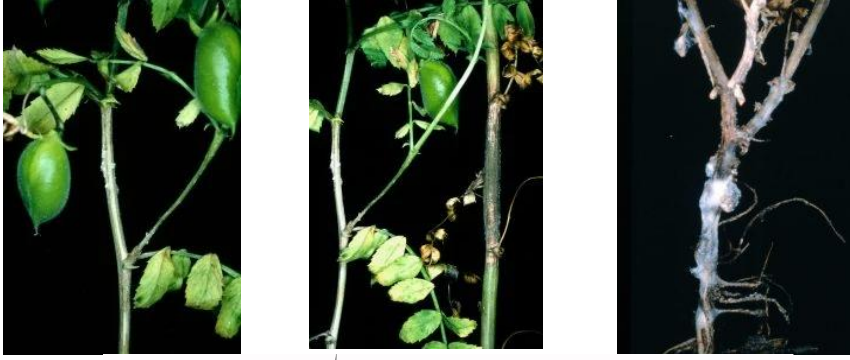
Leveillula taurica etmenine karşı ruhsat almış fungusit bulunmaktadır (Anonim, 2023b). Hassas genotiplerde daha erken ortaya çıkmakta olduğu için hastalığı toleranslı çeşitler kullanılmalıdır.

1.1.7 Sclerotinia Sap Çürüklüğü Hastalığı (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Sclerotinia sap çürüklüğü, dünyanın nohut yetiştirme bölgelerinin çoğundan rapor edilmiştir.

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

Aşırı vejetatif büyüme, yüksek toprak nemi ve serin hava (20°C) hastalık gelişimini kolaylaştırır. Ürünü herhangi bir aşamada etkileyebilir. Hastalık, tarlaya dağılmış klorotik veya kuru dalların veya bütün bitkilerin görünümü ile karakterize edilir. Bu tür kuruyan bitkiler veya dallar, boyun bölgesinde veya dalın herhangi bir noktasında çürür. Etkilenen bitkilerin/dalların yaprakları yeşil kalırken sararır veya sarkar, ardından kurur ve saman rengine döner. Boyun bölgesinde ve üzerinde (5 cm'ye kadar) beyaz misel iplikçiklerinden oluşan bir ağ görünür ve dalların tabanını kaplayabilir. Sapların üst kısımlarında misel kaplamalı veya misel kaplamasız genişlemiş grimsi lezyonlar da görülebilir. Dallarda veya gövdenin içinde ara sıra misel iplikçikleri ile karışmış beyazımsı veya kahverengimsi düzensiz şekilli sklerotia görülebilir (Şekil 7) (Nene ve ark., 2012).



Şekil 7. Nohut *Sclerotinia* Sap Çürüklüğü simptomsu ve hastalık döngüsü (Anonim, 2023d)

Mücadele:

Ülkemizde patojen etmenin nohut konukçu tespiti yapılmadığı ve ekonomik anlamda zarara neden olmadığı için Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından Türkiye’de Nohutta *Sclerotinia sclerotiorum* zararlı organizmasına karşı ruhsat almış fungusit bulunmaktadır (Anonim, 2023b).

1. 2 Kök ve Gövde Fungal Hastalıkları

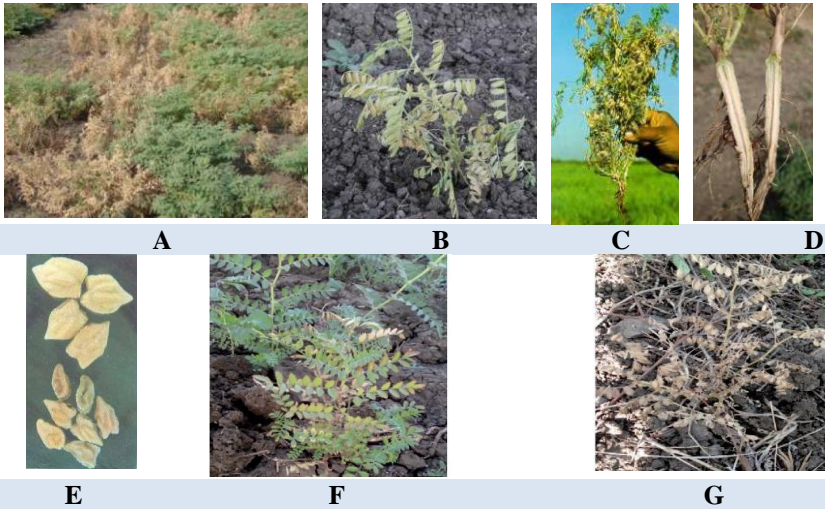
1.2.1 Nohutta Solgunluk Hastalığı (*Fusarium oxysporum*, *Verticillium albo-atrum*)

Fusarium solgunluk hastalığı Asya, Afrika, güney Avrupa ve Amerika'nın nohut yetiştirilen bölgelerinin çoğunda geniş çapta yayılmıştır. *Verticillium solgunluğu* İtalya, Pakistan ve Tunus'ta önemli kabul edilmektedir ve son zamanlarda Suriye'de gözlenmiştir.

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

Fusarium oxysporum fungal etmeninin Hindistan ve İspanya'da yıllık verim kayıplarının %10-15 olduğu, hastalığın şiddetli salgın yıllarında %70-100 olduğu tahmin edilmektedir. Solgunluk tohum ve toprak kaynaklı bir hastalıktır. Nohut daha sıcak ve daha kuru iklimlerde (>25°C) yetiştirildiğinde ve ürün rotasyonu uygulanmadığında solgunluk yoğunluğu genellikle daha yüksektir. Solgunluğun tarla belirtileri, genellikle yer yer ölü fideler veya yetişkin bitkilerdir (Şekil 8). Hastalık herhangi bir aşamada mahsulü etkileyebilir. Hastalık ekimden sonraki 3 hafta içinde görülebilir. Bütün fideler (ekimden 3-5 hafta sonra) çöker ve yere düz bir şekilde uzanır. Bu fideler donuk yeşil rengini korur. Köklerinden söküldüklerinde, genellikle boğaz bölgesinin (toprak seviyesi) üstünde ve altında gövdede eşit olmayan büzülme gösterirler. Büzülmüş kısım yaklaşık 2,5 cm veya daha uzun olabilir. Etkilenen fideler gövdede veya kök yüzeyinde çürümez. Bununla birlikte, yakadan aşağıya doğru dikey olarak açıldığında veya enine kesildiğinde, iç gövde dokularında koyu kahverengiden siyaha renk değişikliği açıkça görülür. Etkilenen bitkilerde tipik solma, yani

yaprak saplarında, salkımlarda ve yaprakçıklarda sarkma görülür. Başlangıçta bitkinin üst kısmında sarkma görülür, ancak bir veya iki gün içinde tüm bitki sarkar. Alt yapraklar klorotiktir, ancak diğer yaprakların çoğu hala yeşilken sarkar. Ancak yavaş yavaş tüm yapraklar sararır ve ardından açık kahverengi veya saman rengine döner. Enfekte bitkilerin kuru yaprakçıkları olgunlukta dökülmez. Etkilenen bitkiler, köklerinden sökülüp tamamen kurumadan incelendiklerinde, hiçbir dış çürüme, kuruma veya kök rengi değişikliği göstermezler. Gövde dikey olarak ayrıldığında, iç renk değişikliği görülebilir. Solgunluğun ilk aşamasında renk değişikliği sürekli olmayabilir. Renk değişikliği aynı zamanda yaka bölgesinin birkaç santimetre yukarısından ana gövdeye ve dallara kadar uzanır. Yaka bölgesi keskin bir jiletle enine kesilirse hem özde hem de ksilemde siyah renk değişikliği görülebilir.



Şekil 8. *Fusarium oxysporum* simptomsu; A) Patojenden etkilenen bitkiler tarlada yer yer görünümü, B, C) Fideler kuruma ve donuk yeşil renk değişikliği, D) Teşhis simptomsu ksilemde koyu kahverengi renk değişikliği, E) Enfekteli burşuk tohum F) Sararma simptomsu, G) Solma simptomsu (Pande ve ark., 2011; Singh ve Vyas, 2021)

Verticillium solgunluğu, *Fusarium* solgunluğunu destekleyen benzer hava koşulları tarafından tercih edilir. Hastalık herhangi bir aşamada ürünü etkileyebilir. *Verticillium* solgunluğunun tarla belirtileri *Fusarium* solgunluğuna benzer. Etkilenen bitkilerin yaprakları solmadan önce sararabilir. Ksilem dokusu, *F. oxysporum*'un neden olduğundan daha açık kahverengi bir renk değişikliği gösterir (Nene ve ark., 2012).

Mücadele:

Solgunluk tohum ve toprak kaynaklı bir hastalıktır. Kültürel önlem olarak hastalıktan ari sertifikalı tohum kullanımı, geç ekimden kaçınma, 4 yıllık ürün rotasyonlarını takibi yapılmalıdır. Kimyasal mücadele olarak Carbendazim @ 2 g/kg veya benomyl @ 3 g/kg ile tohum muamelesi yapılır. Biyolojik mücadele olarak ise *Pseudomonas fluorescens*, *Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *Bacillus subtilis* vb. ile @ 4 g/kg tohum uygulaması önerilmektedir (Pande ve ark., 2011).

1.2.2 Nohut Çürüklük Hastalığı (*Sclerotium rolfsii*, *Rhizoctonia solani/bataticola*, *Fusarium solani*, *Phytophthora medicaginis*, *Pythium ultimum*)

Nohut yetiştirilen her bölgede *Sclerotium rolfsii* (Boğaz çürüklüğü) hastalık etmeni görülür. *Rhizoctonia solani* (Yaş kök çürüklüğü) küçük bir hastalıktır ve birkaç ülkeden rapor edilmiştir. *Rhizoctonia bataticola* (Kuru kök çürüklüğü) Etiyopya'nın yarı kurak tropik bölgelerinde ve orta ve güney Hindistan'da nohutta görülen en önemli kök çürüklüğü hastalığıdır. Avustralya, Bangladeş, İran, Kenya, Lübnan, Myanmar,

Meksika, Nepal, Pakistan, İspanya, Sudan, Türkiye ve Amerika Birleşik Devletleri'nde bildirilmiştir. *Fusarium solani* (Siyah kök çürüklüğü) Arjantin, Şili, Hindistan, Meksika, İspanya, Suriye ve ABD'den bildirilen minör bir hastalıktır. *Phytophthora medicaginis* (*Phytophthora* kök çürüklüğü) Avustralya'da önemli bir hastalıktır. Ayrıca Arjantin, Hindistan, Pakistan ve İspanya'dan da rapor edilmiştir. *Pythium ultimum* (*Pythium* kök ve tohum çürüklüğü) Brezilya, Kanada, İspanya, Hindistan, İran, Türkiye ve ABD'den bildirilen minör bir hastalıktır. Büyük tohumlu kabulî nohut türleri, koyu tohumlu, küçük, düzensiz şekilli ve kalın tohum kabuklarına sahip olan desi türlerinden çok daha hassastır.

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

***Sclerotium rolfsii* (Boğaz çürüklüğü)** yaygın olarak görülen bir hastalıktır ve ekim zamanında toprak nemi yüksek ve sıcaklıklar ılık (30 °C) olduğunda bitki kütlelerinde önemli kayıplara neden olabilir. Hastalık yoğunluğu, ürünün yaşı ile birlikte azalır. Toprak yüzeyinde ayrışmamış organik maddenin varlığı ve ekim sırasında ve fide aşamasında aşırı nem hastalık için elverişlidir. Yaprakları ölmeden önce hafifçe sararan ve tarlaya dağılmış kuruyan bitkiler, boğaz çürüklüğü enfeksiyonunun bir göstergesidir. Boğaz çürüğü en sık olarak özellikle toprak ıslaksa, fide aşamasında (ekimden 6 hafta sonraya kadar) görülür. Etkilenen fideler sararır. Genç fideler çökebilir, ancak daha yaşlı fideler çökmeden kuruyabilir. Fidler kökten söküldüğünde boğaz bölgesinde ve aşağıya doğru çürüme gösterir. Çürük kısım beyazımsı misel ipliklerle kaplıdır (Şekil 9).



A

B

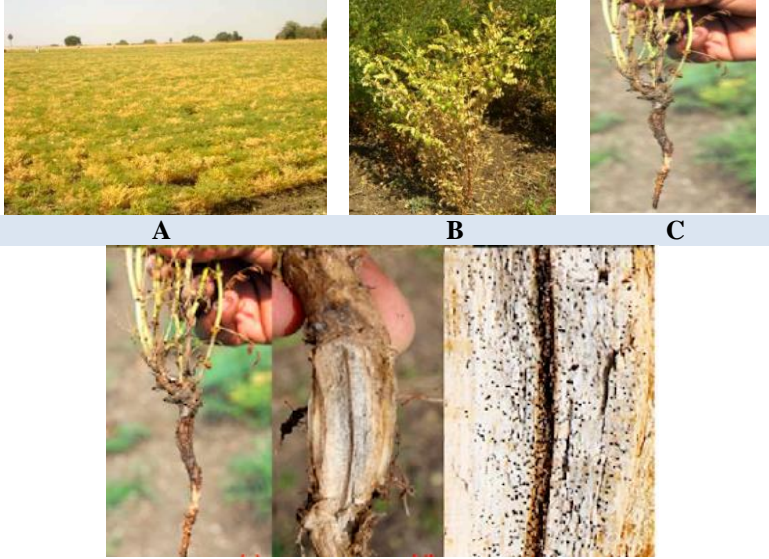
Şekil 9. *Sclerotium rolfsii* simptomsu; A) Patojenden etkilenen bitkiler tarlada yer yer görünümü ve B) Boğaz bölgesindeki beyazımsı misel (Pande ve ark., 2011)

***Rhizoctonia solani* (Yaş kök çürüklüğü)** çok çeşitli toprak sıcaklıklarında enfekte olabilir, ancak serin (11-18°C), ıslak toprak koşulları optimumdur. Tarla simptomsu, tarla boyunca dağılmış kuruyan bitkiler gibi, boğaz çürüklüğü ile hemen hemen aynıdır. Boğaz çürüklüğü gibi, bu hastalık da nispeten yüksek nem içeriğine sahip topraklarda en çok fide aşamasında (ekimden 6 hafta sonraya kadar) görülür. Ancak sulu nohutta hastalık, ürün gelişiminin sonraki aşamalarında ortaya çıkabilir. Etkilenen fideler yavaş yavaş sararır ve yaprak sapları ve yaprakçıklar sarkar. Fideler genellikle çökmez. Ana gövde üzerindeki halka bölgesinin üzerinde belirgin bir koyu kahverengi lezyon belirir ve daha yaşlı bitkilerde alt dallara kadar uzanabilir (Şekil 10). Lezyonun altındaki gövde ve kök, sıklıkla pembemsi misel büyümesi ile çürüme gösterir. Sklerotia genellikle görülmez.



Şekil 10. *Rhizoctonia solani* simptome (Pande ve ark., 2011)

***Rhizoctonia bataticola* (Kuru kök çürüklüğü)** fakültatif bir sporofittir ve hem tohum hem de toprak kaynaklıdır. 30 °C'nin üzerindeki maksimum ortam sıcaklıkları, 20 °C'nin üzerindeki minimum ortam sıcaklıkları ve üreme aşamalarındaki nem stresi (kuru koşullar) hastalık gelişimini kolaylaştırır. Hastalık genellikle çiçeklenme ve tomurcuklanma döneminde dağınık kuru bitkiler şeklinde ortaya çıkar. Yaprak saplarının ve yaprakçıkların sarkması bitkinin en tepesindekilerle sınırlıdır. Patojen etmenin en karakteristik özelliği yaprak saplarının ve yaprakçıkların sarkmasıdır (Pande ve ark., 2011). Bazen bitkinin geri kalanı kurduğunda, en üstteki yapraklar klorotiktir. Etkilenen bitkilerin yaprakları ve gövdeleri genellikle saman rengindedir, ancak bazı durumlarda alt yapraklar ve gövdeler kahverengidir. Bitkiler söküldüğünde, kazık kökün alt kısmı genellikle toprakta kalır. Açıkta kalan köklerde veya ahşabın içinde koyu renkli, küçük sklerotiyal cisimler görülebilir (Şekil 11). Kuru kök çürüklüğü ve *Fusarium* solgunluk hastalığı karıştırılmakta olduğu için karşılaştırmalı olarak simptomları verilmiştir (Çizelge 1).



Şekil 11. *Rhizoctonia bataticola* simptomsu; A) Çiçeklenmeden bakla büyüme aşamasına kadar, B) Yaprakları ve gövdeleri saman rengi ve C) Kazık kök ve yan kök olmaması; kök çürümesi ve açığa çıkan sklerotia (Pande ve ark., 2011; Sharma ve ark., 2016).

Çizelge 1. Kuru kök çürüklüğü ve *Fusarium* solgunluğu simptomsu karşılaştırması

Bitki aşaması / bölümü	Kuru kök çürüklüğü	<i>Fusarium</i> solgunluğu
Tohum	<ul style="list-style-type: none"> • Uygun koşullar oluşmadıkça semptomlar genellikle bu aşamada görülmez. 	<ul style="list-style-type: none"> • Genç fideler ekimden sonraki 3 hafta içinde ölür. Tüm fide çöker ve donuk yeşil (hafif sarı) rengini korur
Çiçeklenme ile kabuklanma	<ul style="list-style-type: none"> • Semptomlar en çok çiçeklenmeden bakla oluşum aşamasına kadar gözlenir. • Sadece enfekte bitkinin tepesiyle sınırlı yaprak saplarının ve yaprakçıkların sarkması • Etkilenen bitkilerin gövdeleri genellikle saman 	<ul style="list-style-type: none"> • En yaygın olarak vejetatif ile çiçeklenme döneminde gözlenir. • Etkilenen bitki tipik solma gösterir, yani yaprak sapları, rachis ve yaprakçıklarda sarkma. Alt yapraklar klorotiktir ancak diğer yaprakların çoğu yeşilken sarkar. • Kök yeşil rengi korur

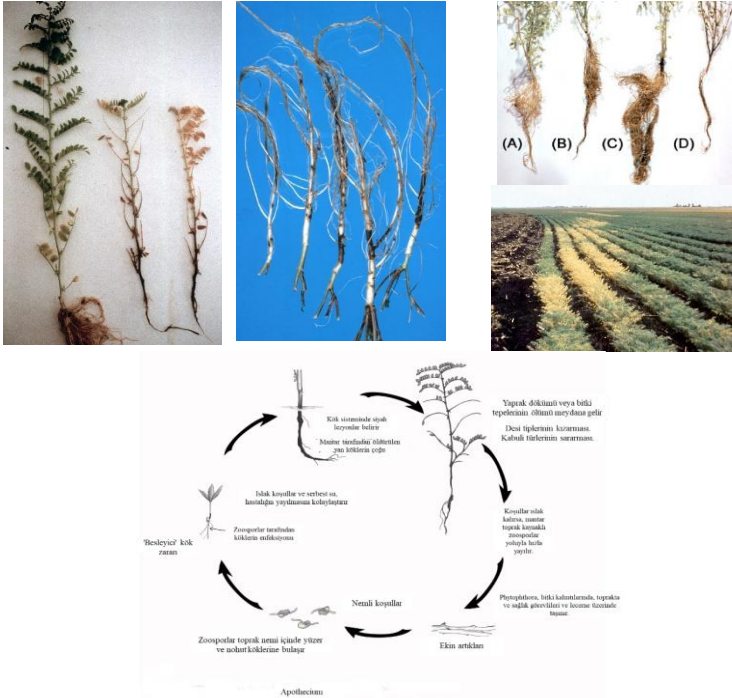
	renginde, bazen kahverengidir.	
Kök	<ul style="list-style-type: none"> • Çekirdek kök genellikle koyu renkli ve çürüktür ve yanal ve daha ince köklerin çoğu kurutulur. • Kabuğun altında mikro sklerotlar görülebilir. • Tüm kök sistemi çürümüş • Etkilenen bitki kökünden söküldüğünde kolayca kırılır 	<ul style="list-style-type: none"> • Kökler genellikle sağlıklıdır ve çürüme belirtisi göstermez. • Mikrosklerot oluşmaz. • Ksilem damarları dikey olarak bölündüğünde kahverengiden siyaha renk değişimi gösterir. • Kolayca kökünden sökmek zor.

***Fusarium solani* (Siyah kök çürüklüğü)**, aşırı nem ve orta derecede yüksek sıcaklıklar (25-30°C) hastalık gelişimini teşvik eder. Hastalık herhangi bir aşamada ortaya çıkabilir. Etkilenen bitkiler sararır ve solar. Tarlada dağılmış ölü bitkiler görülmektedir. Kök sistemi çürümüştür, ince köklerin çoğu dökülmüştür ve geri kalan kökler kararmıştır. Etkilenen bitkiler erken kurur, ancak yeterli nem varsa yeni kökler üretmeye devam edebilir (Şekil 12).



Şekil 12. *Fusarium solani* simptomu (Pande ve ark., 2011).

***Phytophthora medicaginis* (*Phytophthora* kök çürüklüğü)** belirtileri, fide çıkışından yakın olgunluğa kadar gelişebilir. Hastalık genellikle öldürücüdür, solgunluk klorozuna ve yağmurlardan bir hafta sonra bitkilerin hızlı ölümüne neden olur. Tarlada ölü bitki parçaları görülüyor. Tek tek bitkilerdeki simptomlar, gövdede bazal çürüklük semptomu ile yaprakların sararması ve kurumasıdır ve yanal köklerin ve kazık kökün alt kısmının çürümesidir. Kazık kökün üst kısmında, bazı durumlarda gövde tabanına kadar uzanan koyu kahverengi ile siyah lezyonlar görülür. Bu lezyonların ilerleyen kenarları genellikle kırmızımsı kahverengidir. Bu simptomlar, ıslak kök çürüklüğü ile kolayca karıştırılabilir. Suyun durgun olduğu alçak alanlarda hastalık yoğunluğu yüksektir (Şekil 13).



Şekil 13. Nohut *Phytophthora* kök çürüklüğü semptomu ve hastalık döngüsü (Anonim, 2023d)

***Pythium ultimum* (Pythium kök ve tohum çürüklüğü)** etmeninde tohum çürük olduğu için çıkış zayıftır. Etkilenen fideler bodurlaşır, daha büyük kökler nekrotiktir, renksizdir ve kökçüklerden yoksundur. Bodur bitkiler genellikle çiçek açmadan önce ölürler (Nene ve ark., 2012).

Mücadele:

Sclerotium rolfsii (Yaka çürüklüğü) hastalığı için pirinçten sonra nohut ekildiğinde hastalık görülme sıklığı daha fazladır. Yaz aylarında toprak solarizasyonu, ekim ve fide aşamasında yüksek toprak neminden kaçınmak, ayrışmamış tüm organik maddeleri çıkarmak önerilmektedir. *Rhizoctonia solani* (Yaş kök çürüklüğü) işlemez toprak veya azaltılmış toprak işleme patojenin büyümesi ve hastalığın gelişmesi için uygun koşullardır. *Rhizoctonia bataticola* (Kuru kök çürüklüğü) hem tohum hem de toprak kaynaklı patojen olduğu için sertifikalı tohum, tohum ilaçlaması ve toprak işlenmesi mücadele için önem arz etmektedir. Kök çürüklüğü hastalılarında dayanıklı çeşitler kullanılmalıdır.

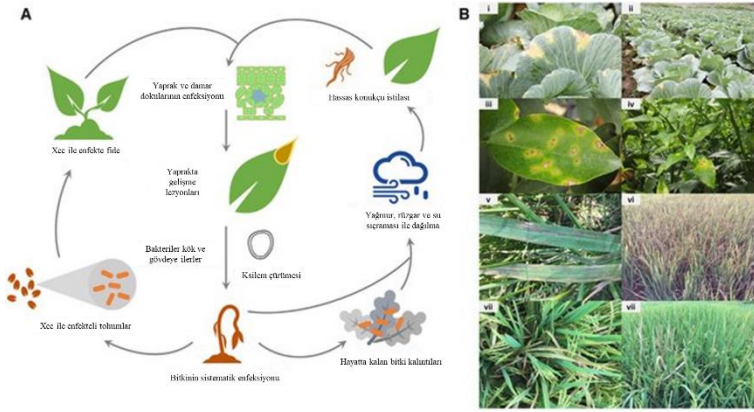
2. Bakteriyel Hastalık

2.1 Bakteriyel Yaprak Yanıklığı (*Xanthomonas campestris* pv. *cassiae*)

Bakteriyel yanıklık, yalnızca Hindistan'dan bildirilen küçük bir hastalıktır.

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

Yapraklar kurur ve dökülür. Hastalık çıkış sonrası sönümlenme şeklinde ortaya çıkabilir ve fideleri 3-4 gün içinde öldürür. Radikülde sulu lezyonlar görülür; yapraklardaki lezyonlar koyu kahverengiye döner ve enfekteli dokuların yumuşak bir şekilde çürümesine neden olur. Yetişkin bitkilerde, lezyonlar başlangıçta suyla ıslatılır ve kısa süre sonra klorotik halelerle birlikte 1-2 mm çapında koyu kahverengi lekeler dönüşür. Hastalık ilerledikçe, lekeler birleşerek yaprakçıkta şiddetli kloroza neden olur ve tipik yaprak yanıklığı belirtileri görülür. Nemli ve ılık (30°C) koşullar, hastalık gelişimini kolaylaştırır (Nene ve ark., 2012).



Şekil 14. *Xanthomonas* sp. simptom ve yaşam döngüsü (Qi An ve ark., 2019)

Mücadele:

Bitki artıkları tarladan uzaklaştırılmalı ve toleranslı çeşitler kullanılmalıdır.

3. Virüs Hastalıkları

3.1 Mozaik Virüs Hastalığı (*Alfalpa* mozaik virüs)

Mozaik, Cezayir, Hindistan, İran, Fas, Yeni Zelanda ve ABD'den bildirilen minör bir hastalıktır.

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

Alfalpa mozaik virüs (AMV), 70 familyadaki 600'den fazla bitki türünü enfekte eder; bunlar arasında bahçe ve sebze mahsulü (fasulye ve bezelye, patates ve domates gibi bakliyatlar), mera baklagilleri ve çok yıllık yabancı otlar bulunur. Bulaşık tohumlarla uzun mesafe; kısa mesafe veya yerel olarak yaygın yaprak biti türleri (AMV vektörü 20'den fazla yaprak biti türü) ile taşınmaktadır (Hu, 2020). Tarlada mozaığın ilk gözle görülür belirtileri, terminal uç tomurcuğun sararması ve burulması, ardından nekroz ve ardından ikincil dalların çoğalmasıdır. Bu tür yeni ikincil dallar, hafif bir benek gösteren daha küçük yaprakçıklarla birlikte sert ve diktir. Yaprakçıkları daha büyük olan kabulü tiplerinde mozaik açıkça görülmektedir. Çok az bakla üretilir. Erken kuruma yaygındır. Terminal tomurcuk nekrozu da demir eksikliğinden kaynaklanabilir, ancak demir eksikliği olan bitkilerde dalların çoğalması görülmez. Bu nedenle, içte veya dışta renk değişikliği olmadan solan fidelerin mozaik virüsünden etkilenmesi mümkündür (Şekil 15) (Anonim, 2023e; Nene ve ark., 2012).



Şekil 15. Uç nekrozunu gösteren Alfalfa mozaik virüs ile enfekteli nohut (Anonim, 2023e)

Mücadele:

Bu virüs için önerilen sezon içi mücadele seçeneği mevcut değildir. Çalışmalar, yaprak biti kontrolü için kimyasal spreyn uygun maliyetli olmadığını göstermiştir. En etkili önlem dayanıklı çeşittir. AMV yayılma riskini en aza indirmeye yönelik kültürel uygulamalar şunları içerir:

- 1) AMV içermeyen sertifikalı tohumlar ekin. Tohum tedarikçinize tohumların AMV için test edilip edilmediğini sorun. Tohum tutarsanız, virüs belirtileri veya yaprak biti kanıtı olmayan bitkilerden seçilmelidir; 2) yaprak biti popülasyonunu azaltmak için yabancı otları yönetilmeli; 3) nohut tarlalarını yonca tarlalarından uzak tutulmalı; ve 4) yaprak bitinin ekin boyunca hareket etme şansını azaltmak için erken ekim yapılmalı. Geç enfeksiyonlar, erken enfeksiyonlar kadar zarar verici değildir (Hu, 2020).

3.2 Dar Yaprak Virüs Hastalığı (Fasulye sarı mozaik virüsü)

Dar yaprak, Hindistan, İran ve ABD'den bildirilen minör bir hastalıktır.

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

Tüylü ve deforme yapraklı bitkilerde sararma ve kuruma sık görülür. Virüs ile enfekte olmuş nohut bitkilerinde terminal uç tomurcuğun burkulması, aşılamadan 6-7 gün sonra, hıyar mozaik virüsü ile aşılansmış bitkilerden daha geç gerçekleşir. Bunu, aşılamadan 15 gün sonra belirgin hale gelen yeni tomurcuklardan çok dar yaprakların başlaması izler. Bu tür anormal vejetatif büyüme devam ederek çok dar veya filiform yapraklı uzun ve ince dallarla sonuçlanır. Çoğalan dalların altındaki yapraklar, test edilen genotipe bağlı olarak sararır, damarlar arası kloroz veya mozaik gösterir. Bitkinin toplam yüksekliği azalır. Etkilenen bitkiler, çok küçük baklalara dönüşen çok az sayıda ve çarpık çiçek üretir. Enfekte bitkiden alınan tohumlar siyah, küçük ve buruşuktur (Nene ve ark., 2012).

3.3 Nekroz Virüs Hastalığı (Marul nekrotik sarılık virüsü)

Nekroz, yalnızca Avustralya'dan bildirilen küçük bir hastalıktır

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

Hastalığın tarla semptomları en çok ana ve koltuk altı sürgünlerin genellikle bükülmüş uçlarında belirgindir. En yeni yapraklar ağartılmış, nekrotik bir uç yanığı gösterir. Daha büyük, daha yaşlı yaprakların gövdesi ve tabanlarında, özellikle boğumlarda kırmızımsı kahverengi lekeler oluşur. Broşürlerdeki semptomlar damarlarda sarı benekler

olarak başlar, ancak benekler genişleyerek genel kloroz oluşturur ve yaprakçığı öldürür. Enfekte bitkiler solgunlaşır ve ölür (Nene ve ark., 2012).

Sonuç olarak; Ülkemizde ekim alanı ve üretim miktarı en yüksek kuru baklagil bitkisi olan nohut, Türkiye ekonomisinde iç tüketimde ve ihracatımızda önemli bir yere sahip ve protein, mineral madde, vitamin bakımından diğer pek çok bitkisel ürüne göre daha yüksek içerikte olması, yağ oranının ise düşük olmasıyla insanların beslenmesi açısından önemli bir tarımsal üründür. Ülkemizde nohutu nicel ve nitel olarak ekonomik düzeyde üretimini etkileyen en önemli hastalığı Nohut antraknozu (*Ascohyta rabiei*)’dur. Küresel düzeyde nohut üretimi büyük ölçüde *Fusarium* solgunluğu (*Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*) tarafından kısıtlanır; ancak, son raporlar kuru kök çürüklüğünün (*Rhizoctonia bataticola*) nohut üretimi için potansiyel bir tehdit olarak ortaya çıktığını göstermektedir (Pande ve ark., 2010; Sharma ve ark., 2010; Ghosh ve ark., 2013). *R. bataticola*, nohutu herhangi bir aşamasında enfekte edebilen toprakta yaşayan bir organizmadır, ancak en yaygın olarak kuru ve sıcak bölgelerde nohutu üreme sonrası aşamada enfekte eder (Sharma ve Pande, 2013). Hastalık özellikle yüksek sıcaklık ve toprak nemi stresi koşullarında duyarlı çeşitlerde yıkıma neden olma potansiyeline sahip olduğuna şüphe yoktur. Savary ve ark. (2011), Kuru kök çürüklüğünü hem zamansal hem de mekansal olarak düzensiz olarak ortaya çıkan ve bitki sisteminde büyük bozulmalara neden olabilen ve kapsamı yeni alanlara doğru genişleyen, akut olarak ortaya çıkan bir hastalık olarak tanımlamıştır. Hastalığın meydana gelmesini ve zarar boyutunu azaltmak için öncelikle gerekli kültürel önlemler olan

hastalıktan ari sertifikalı tohum, hastalığa toleranslı çeşit, hastalığın inokulum kaynağı oluşturacak kışlama yerleri konukçu bitki artıklarının uzaklaştırılması yapılmalıdır. Kimyasalların çevre, insan ve gıda güvenliği ve sağlığına vermiş olduğu ciddi zararlardan dolayı kimyasal mücadele ise en son başvuru yapılması gereken yöntem olmalıdır.

Kaynakça

- Anonim (2023a). Nohut Entegre Mücadele Teknik Talimatı. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, www.tarimorman.gov.tr/TAGEM, (Erişim Tarihi: 28.06.2023).
- Anonim (2023c). http://www.icrisat.org/vasat/learning_resources/chickpea/chickpea_diseases/fungal_aerial_stemphylium.html (Erişim Tarihi: 29.06.2023).
- Anonim (2023d). <https://extensionaus.com.au/FieldCropDiseasesVic/docs/identification-management-of-field-crop-diseases-in-victoria/chickpeas/phoma-blight-of-chickpea/> (Erişim Tarihi: 29.06.2023).
- Anonim (2023e). <https://agriculture.vic.gov.au/biosecurity/plant-diseases/grain-pulses-and-cereal-diseases/alfalfa-mosaic-virus> (Erişim Tarihi: 30.06.2023).
- Attanayake, KPRN, Glawe, DA, McPhee, KE, Dugan, FM ve Chen, W. 2008. First report of powdery mildew of chickpea (*Cicer arietinum*) caused by *Leveillula taurica* in Washington State. Online. Plant Health Progress doi:10.1094/PHP-2008-0702-01-BR.
- Chongo, G., Gossen, B. D. (2003). Diseases of chickpea. In Diseases of field crops in Canada. Edited by K.L. Bailey, B.D. Gossen, R.K. Gugel and R.A.A. Morrall. The Canadian Phyto-pathological Society, Vancouver, B.C., Canada. pp. 185–190.
- Çakan, V. A., Turhan, Ş. (2023). Türkiye'nin Nohut Dış Ticaretinde Karşılaştırmalı Üstünlüğünün Analizi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg., 26 (2), 377-384. DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.1118116
- Ghosh, R., Sharma, M., Telangre, R., Pande, S., (2013). Occurrence and distribution of chickpea diseases in central and southern parts of India. Am. J. Plant. Sci., 4: 940-944.
- Chandrashekar, K., Gupta, M. O., Yelshetty, S., Sharma, O. P., Bhagat, S., Chattopadhyay, C., Sehgal, M., Kumari, A., Amaresan, N., ve ark., (2014).

- Integrated Pest Management for Chickpea, LBS Building, IARI Campus, New Delhi – 110 012.
- Hu, J., (2020). Alfalfa Mosaic Virus (AMV) Infections in Garbanzo Beans. The University of Arizona Cooperative Extension, 1857, <https://extension.arizona.edu/sites/extension.arizona.edu/files/pubs/az1857-2020.pdf>
- Kaiser, W. J. (1990). Host range of the *ascochyta* blight pathogen of chickpea. *Phytopathology*, 80: 889-890.
- Nene Y. L., Reddy, M. V., Haware, M. P., Ghanekar, A. M., Amin, K. S., Pande, S., Sharma, M. (2012). Field Diagnosis of Chickpea Diseases and their Control. Information Bulletin No. 28 (revised). Patancheru, A.P. 502 324, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 60 pp. ISBN 92-9066-199-2. Order code: IBE: 028.
- Pande, S., Desai, S., Sharma, M. (2010). Impact of climate change on rainfed crop diseases: current status and future research needs. Lead Papers. National Symposium on Climate Change and Rainfed Agriculture, 2010 Feb. 18-20. Hyderabad: Indian Society of Dryland Agriculture, Central Research Institute for Dryland Agriculture; p. 55-59.
- Pande, S., Sharma, M., Gosh, R., Telange, R. D., Reddy, D. R. (2011). Chickpea Diseases and Insect-Pest Management. https://www.researchgate.net/publication/255730967_Chickpea_Diseases_And_Insect-Pest_Management
- Pande, S., Galloway, J., Gaur, P. M., Siddique, K. H. M., Tripathi, H. S., Taylor, P., MacLeod, M. W. J., Basandrai, A. K., Bakr, A., Joshi, S., Kishore, G. K. (2006). *Botrytis* gray mold of chickpea: A review of biology, epidemiology, and disease management. *Australian Journal of Agricultural Research*, 57 (11), 1137-1150. <https://doi.org/10.1071/AR06120>
- Qi An, S., Potnis, N., Dow, M., Vorhölter, F. J., He, Y. Q., Becker, A., Teper, D., Li, Y., Wang, N., Bleris, L., Tang, J. L., (2019). Mechanistic insights into host adaptation, virulence and epidemiology of the phytopathogen *Xanthomonas*.

- EMS Microbiology Reviews, fuz024, 44, 2020, 1-32, doi: 10.1093/femsre/fuz024
- Savary, S., Nelson, A., Sparks, A. H., Willocquet, L., Duveiller, E., Mahuku, G., Forbes, G., Garrett, K. A., Hodson, D., Padgham, J., et al. (2011). International agricultural research tackling the effects of global and climate changes on plant diseases in the developing world. *Plant Dis.*, 95: 1204-1216.
- Sharma, M., Ghosh, R., Pande, S., (2016). Dry root rot (*Rhizoctonia bataticola* (Taub.) Butler): an emerging disease of chickpea – where do we stand?. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, <http://dx.doi.org/10.1080/03235408.2016.1140564>
- Sharma, M., Mangala, U. N., Krishnamurthy, M., Vadez, V., Pande, S. (2010). Drought and dry root of chickpea (Abstract). 5th International Food Legumes Research Conference (IFLRC V), 2010 & 7th European Conference on Grain Legumes (AEP VII); 2010 April 26-30; Antalya: Akdeniz University & Ministry of Agriculture and Rural Affairs under Auspices of International Steering Committee of IFLRC & The European Association for Grain Legume Research (AEP).
- Sharma, M., Pande, S. (2013). Unravelling effects of temperature and soil moisture stress response on development of dry root rot [*Rhizoctonia bataticola* (Taub.)] butler in chickpea. *Am J Plant Sci.*, 4: 584-589.
- Singh, C., Vyas, D. (2021). The Trends in the Evaluation of *Fusarium* Wilt of Chickpea, DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.95612>.

BÖLÜM 7

NOHUT ZARARLILARI İLE ENTEGRE MÜCADELE

Arş. Gör. Muhammed TATAR¹

Prof. Dr. Göksel TOZLU²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10449587>

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, E-mail: mtatar@sivas.edu.tr, Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-8312-8434>

² Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Erzurum, E-mail: gtozlu@atauni.edu.tr, Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-7187-7825>

NOHUT ZARARLILARI İLE ENTEGRE MÜCADELE

Baklagiller familyası içerisinde yer alan ve dünyada son derece önemli, üretim olarak ikinci en büyük baklagillerden biri olan nohut (*Cicer arietinum* L.) yüksek besin değeri nedeniyle olağanüstü bir öneme sahiptir. Bugün nohut, küresel olarak baklagiller arasında fasulyenin (*Phaseolus* spp.) ardından üretim alanı (17,5 milyon hektar) ve üretim miktarı (15,1 milyon ton) olarak ikinci sırada yer almaktadır (Anonim, 2023a). Dünya çapında Asya, Afrika, Amerika ve Okyanusya'nın 55'ten fazla ülkesinde üretimi yapılmaktadır. İnsan beslenmesinde diyet proteinleri açısından zengindir; ayrıca, rhizobia ile etkileşim yoluyla nitrojen sabitleyici nodüller oluşturma yeteneği, benzersizliğine katkıda bulunur (Ferguson ve ark., 2010). Nitrojen sabitleyici bakterilerle simbiyotik ilişki kurarak tarım arazilerinin nitrojen içeriğini zenginleştirdikleri için büyük ekonomik öneme sahip, bu nedenle de tarımsal sürdürülebilirlik konusunda da önemli bir potansiyele sahiptirler. Dünya çapında 15 milyon hektar olan yıllık nohut üretimi 15.87 milyon tondur. Dünyada en büyük nohut üreticisi Asya'dır (% 85.5) ve Hindistan 10.94 milyondan 11.91 milyon ton yıllık üretimle en büyük nohut yetiştiren ülke durumundadır. Hindistan'ı Avustralya (876 bin) ve Etiyopya (478 bin) izlemekte, Türkiye 475 bin ton ile dördüncü sırada yer almaktadır. TÜİK 2020 verilerine göre Türkiye'de 456.833 ha alanda 580.000 ton nohut üretimi yapıldığı kaydedilmiştir. Ülkemiz ekonomisinde ihracat ve ithalat piyasasında önemli bir yeri olan nohutta pek çok zararlı, hastalık ve yabancı ot türü zarar yapmaktadır. Nohutla beslenen 60'a yakın böcek türü bilinmektedir (Reed ve ark., 1987). Bunlardan Türkiye'de bulunan ve

ekonomik açıdan zarar oluşturan etmenlerin en önemlileri Nohut antraknozu, Nohut yapraksineği, Tarla sarmaşığı ve Yabani hardal'dır (Anonim, 2023b). Zararlı türler olarak Nohut yeşilkurdu (*Heliothis virescens*) (Lepidoptera: Noctuidae), Nohut yapraksineği (*Liriomyza cicerina*) (Diptera: Agromyzidae), Mercimek hortumlu böceği (*Sitona crinitus*) (Coleoptera: Curculionidae), Bozkurt (*Agrotis* spp.) (Lepidoptera: Noctuidae), *Aphis craccivora* (Hemiptera: Aphidae) ve *Thrips* (*Thrips* spp.) (Thysanoptera: Thripidae) türleri nohutta zarara neden olmaktadır (Anonim, 2023b). Böceklerin baklagillerde ortalama % 30-80 oranında ürün kaybına neden olduğu, bu zarar sonucu oluşan ekonomik kaybın da yaklaşık 40-50 milyar değerinde olduğu belirtilmektedir. *Helicoverpa armigera*'nın tek bir larvasının, olgunlaşmadan önce baklaların % 30-40'ını yok edebildiği, yine sadece *H. armigera*'nın neden olduğu yıllık kaybın 150-200 milyon civarında olduğu kaydedilmiştir (Chandrashekar ve ark., 2014). Dünya genelinde nohutta böcek-zararından kaynaklanan yıllık kaybın % 15 olduğu tahmin edilmektedir. Nohutta küresel bazda zararlılardan kaynaklanan tahmini kaybın % 10-90'ının *Helicoverpa armigera*'dan, % 5-30'unun *Agrotis ipsilon*'dan, % 5-15'unun *Autographa nigrisigna*'dan ve % 0-10'unun da *Odontotermes obesus*'dan kaynaklandığı belirtilmektedir (Chandrashekar ve ark., 2014). Zararlıların meydana getirmiş oldukları zararları azaltabilmek için doğal dengeye herhangi bir olumsuz etki yaratmayacak şekilde biyolojik mücadele kapsamında zararlı türlerin predatör, parazit ve parazitoitleri ile entomopatojenlerinin korunması ve etkinliklerinin artırılmasına yönelik çalışmalara önem verilmesi gerekmektedir. Ayrıca, çiftçilerin nohutta sorun olan zararlılar ve bu

zararlıların mücadelesinde kullanılabilecek entegre zararlı yönetimi programı hakkındaki bilgi seviyeleri ve uygulamalarının artırılması gerekmektedir. Zararlılar ile mücadeleye karar vermeden önce mücadele programının oluşturulabilmesi için zararlının biyoeolojisinin çok iyi bilinmesi gerekmektedir. Ayrıca, uygulanacak entegre zararlı yönetimi programı kapsamında tüm mücadele yöntemlerinin (karantina, kültürel, fiziksel, mekaniksel, biyoteknik, biyolojik, kimyasal) zamanı ve yeri geldiğinde uygulanması ve kimyasal kullanımının en son çare olarak düşünülmesi gerekmektedir. Burada önceliğin biyolojik ve biyoteknik yöntemlere verilmesi büyük önem taşımaktadır. Böylelikle, insan, hayvan ve çevre sağlığının korunmasına yönelik adımlar atılmış olacaktır.

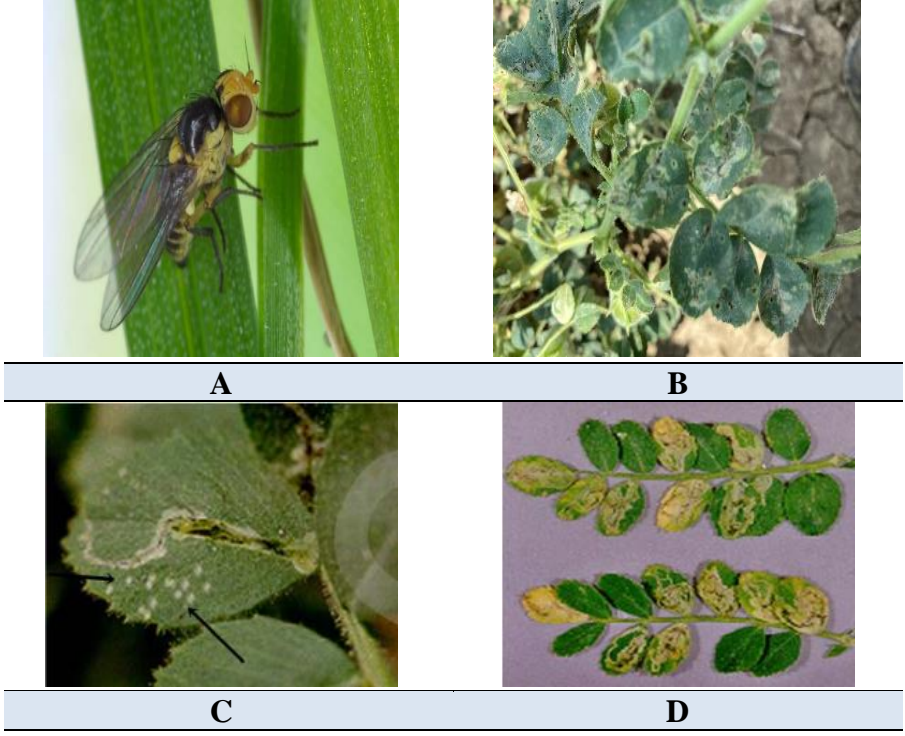
Bu bölümde kalite ve verim yönünden nohut üretimini etkileyen zararlıların zarar şekilleri ve ekonomik yönden önemleri belirtilerek, bunlarla entegre mücadele programı kapsamında uygulanabilecek mücadele metotları hakkında bilgiler sunulacaktır.

1. Nohut Yapraksineği (*Liriomyza cicerina* Rondani) (Diptera: Agromyzidae)

Agromyzidae familyasında *Liriomyza* ve *Phytomyza* cinslerine mensup türler dünya genelinde yaygın olarak bulunan ve birçok tarımsal üründe ekonomik açıdan önemli zararlılar durumundadırlar (Mazumdar ve Bhuiya, 2014). *Liriomyza* cinsi, dünyada yaygın olarak dağılım gösteren, ancak çoğu ılıman bölgelerde bulunan yaklaşık 300 türe sahiptir (Parrella, 1987). Nohut yaprak sineği *Liriomyza cicerina*

(Rondani), Kuzey Afrika ve Batı Asya'da ve Türkiye'nin de dahil olduğu Akdeniz Bölgesi'nde dağılışı göstermektedir (Çıkman ve Civelek, 2006; El-Bouhssini ve ark., 2008). Hem larva hem de erginleri önemli zararlara neden olmaktadır (Çıkman, 2006). Erginlerde siyah renk hakim, abdomen kısmı sarı çizgili ve vücudun diğer bölümleri ise gri-siyah renktedir (Şekil 1). Erginler nohut yaprakçık ve dalcıkları üzerinde dikkatli bakıldığında kolayca görülebilmektedir. Dişi ergin bireylerin boyları erkeklere göre daha uzundur (1,1-1,6 mm). Yumurtaları mat beyaz renkte ve ortalama boyu 0,1 mm'dir. Yumurtalar yaprak dokusu içine bırakıldıkları ve küçük olduklarından dolayı gözle görülmeyebilir. Nohut yaprakçıklarının iki epidermisi arasında açtıkları galeride bulunan larvalar kirli sarımsı, silindirik ve parlak görünümlüdür. Çıplak gözle kolayca görülebilen olgun larvalar 2.4-2.8 mm boyundadır. Fıçı şeklinde olan pupalar 2 mm uzunluğunda ve koyu sarımsı kırmızı kahverengidir. Kışı toprağın 3-6 cm derinliğinde pupa olarak geçiren *L. cicerina*'nın, ilkbaharda erginleri ortaya çıkmakta ve taze nohut yaprakçıklarında beslenerek zarar meydana getirmektedir. Cinsel olgunluğa ulaştıktan sonra çiftleşen dişiler ovipozitörleri yardımıyla yaprakçıkların üst epidermisini delerek iki epidermis arasına yumurtalarını koyarlar. Yumurtaların bırakıldığı yerde şişkinlik ve açık renkli bir leke görülmektedir. Bir dişi genellikle her yaprakçığa 1 adet olacak şekilde toplam 30-35 civarında yumurta bırakmaktadır. Yumurtalar 2-4 günde açılmakta ve çıkan larva yaprakçıklar içinde galeri açarak beslenmesini sürdürmektedir. Olgun hale gelen larvalar kendilerini yaprakçığın yan kenarından aşağı doğru toprağa atarak 2-5 cm kadar derinlikte pupa olmaktadır. Pupa dönemi

14-15 gün sürmekte olup, yeni dönem erginler ortaya çıkmaktadır. Yılda 2-3 nesil veren *L. cicerina*, sıcaklık ve nem durumuna bağlı olarak bir neslini 1-1.5 ayda tamamlamaktadır. Pupadan yeni çıkan ergin dişiler ovipozitör yardımıyla yaprak epidermisi delerek çıkan bitki özsuğu ile beslenmektedir. Ovipozitör yardımıyla yaprak epidermisinde meydana gelen emgi yerleri sarımsak renkte lekeler halindedir. Bu emgi yerlerindeki yaralara saprofit veya patojen mantarlar yerleşebilmekte veya buralardan dokuya giriş yapabilmektedir. Nohut bitkisinde asıl zararı larvalar yapmaktadır. Yumurtadan çıkan larva parankima içerisinde beslenerek yaprakta önce açık renkli ip şeklinde galeri oluşturmakta (Şekil 1), daha sonra parankima dokusu kabarcık şeklini almakta ve tüm yaprak ayasını kaplamaktadır. Bu dönemde larvanın beslenme sırasında bıraktığı koyu renkli dışkı atıkları galeri içinde göze çarpmaktadır. Yoğun popülasyonlarda zarar görmüş yaprakçıklar sararak dökülebilmektedir. Dökülmeler bitkinin özellikle alt yapraklarında olmaktadır. Yine, irlükte fotosentezi engellenen bitkilerde uzun veriminde de azalmalar görülmektedir (Soltani ve ark., 2018; Anonim, 2023b).



Şekil 1. *Liriomyza cicerina* ergini ve yapraktaki zararı (Anonim, 2023c'den (A, C ve D) ve Orjinal(B))

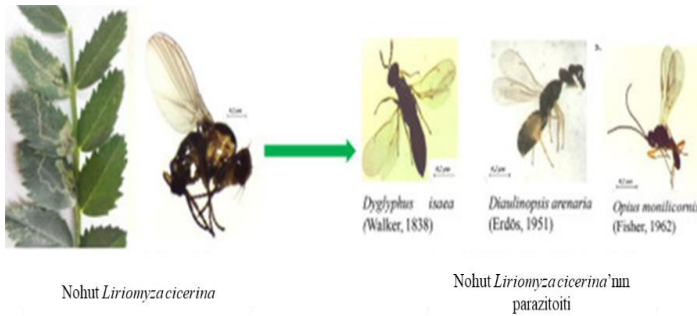
Mücadelesi:

Yapraksineği, zararı görülen tarlalarda kışı pupa olarak geçirmektedir. Bu sebeple mücadele için hasat sonunda derin sürüm önerilmektedir. Biyolojik mücadele kapsamında ise, tarla kenarlarındaki bitkilerin (yabani gül, böğürtlen, yabani havuç, nane ve rezene gibi çiçekli bitkiler) korunması büyük önem taşımaktadır. Bu bitkiler hem barınak hem de besin kaynağı görevi görmektedirler. Kimyasal mücadele de de bu parazitoitlerin etkilenmemesine azami özenin gösterilmesi gerekmektedir. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından Türkiye'de Nohut Yapraksineği'ne karşı ruhsat almış insektisit aktif madde içeriği

ve dozu Deltamethrin (25 g/l) (50 ml (yeşil aksam))'dir (Anonim, 2023d).

Biyolojik mücadele:

Ülkemizde nohut yapraksineğinin larva parazitoitleri Hymenoptera takımı Braconidae familyasından *Opius monilicornis* Fischer, Eulophid familyasından *Diglyphus isaea* (Walk), *Chrysorcharis longitarsus* (Han.), *Diaulinopsis arenaria* (Erdos), *Tetrastichus* sp. ve Platygastriid familyasından *Leptacis* sp.'dir (Anonim, 2023b). Kuzey Tunus'ta ise nohut yapraksineğinin doğal düşmanları *Diaulinopsis arenaria* (Erdös), *Diglyphus isaea* (Walker), *Chrysocharis longitarsus* (Han.), *Neochrysocharis formosa* (Westw.), *Tetrastichus* sp., *Opius monilicornis* Fisher, *Diaulinopsis arenaria* Erdos ve *Leptacis* sp.'dir. *L. cicerina* parazitoitleri arasında *Opius monilicornis* Fisher, 1962 (Braconidae); *Diglyphus isaea* Walker, 1838 ve *Diaulinopsis arenaria* Erdös, 1951 (Eulophidae) görülmektedir (Soltani ve ark., 2018) (Şekil 2).



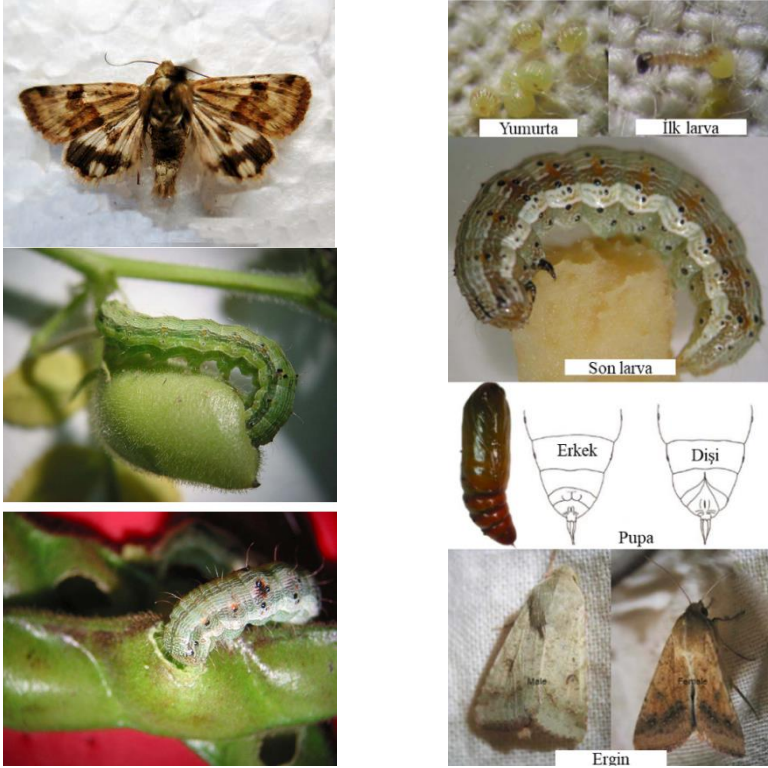
Şekil 2. *Liriomyza cicerina* ergini ve parazitoiti (Soltani ve ark., 2018)

2. Nohut Yeşilkurdu (*Heliothis virescens* ve *Helicoverpa armigera*)

Nohut yeşilkurdu (*Heliothis virescens*) ergin bireylerinin ön kanatları üzerinde ön uçtan arkaya doğru paralel uzanan kavisli iki koyu bant mevcut ve açık kahverenklidir. Arka kanadında ise dış kısım bölgesinde koyu bir bant bulunur. Bu bantın orta kısmında açık renkli bir leke ve kanadın orta bölümüne doğru koyu kahverengi bir lekelenme mevcuttur (Şekil 3a). Ayrıca, düşük yoğunlukta da olsa Yeşilkurdu (*Helicoverpa armigera*) nohut tarlalarında görülmektedir (Pande ve ark., 2011; Anonim, 2023b). *Helicoverpa armigera* dünya çapında yaygın olarak bilinen birçok tarım ürününün yaygın polifag bir zararlı türüdür (Gowda, 2005). Bu zararlı Orta Doğu, Hindistan, Afrika, Doğu ve Kuzey Avustralya, Yeni Zelanda, Güney Avrupa ve Orta ve Güney Asya'daki tarımsal alanlarda dağılım göstermektedir (Fitt, 1989). Türkiye'de ilk kez 1913 yılında kaydedilmiştir (Alkan, 1948). *H. armigera*'nın olgunlaşmamış evreleri 67'den fazla konukçu familya ile birlikte pamuk, domates, mısır, sorgum, tütün, soya fasulyesi, baklagiller, süs bitkileri ve meyve ağaçları gibi önemli ürünlere zarar vermektedir (Pogue, 2004). Pamuk, bezelye, nohut, yer fıstığı, sorgum, inci darı, domates ve ekonomik önemi olan diğer mahsullerde tek başına bu zararlı nedeniyle yaklaşık 10 milyon'a varan ekonomik kayıplar bildirilmiştir (Raheja, 1996). Bu zararlı 47 familyadan 182 bitki türüyle beslendiği kaydedilmiştir ve bunlardan 56'sı ağır hasar görmüş ve 126'sı nadiren etkilenmiştir (Pawar ve ark., 1986). Ürünü fide döneminden olgunluğa kadar istila edebilir (Pande ve ark., 2011). Bu türün ergin bireylerinin ön kanatı bej veya yeşilimsi kahveye gönk renk ve üstünde daha koyu kahverenkli lekelenmeler mevcut. Arka

kanatlar ise açık bej renkte, kanat apikaline doğru genişleyen siyah bir bant vardır. Yumurtaları ortalama 0.45-0.65 mm çapında olup krem renkli, üstten basık küre şeklinde ve üzerinde boylamasına çıkıntılar görülür. Ergin dişi yumurtalarını tek tek ya da gruplar halinde bırakır ve meydana gelen larva ise kirli beyazımsı ve üzerinde siyah renkli kıllar bulunur. Baş ve prothoraks kısmı siyah renkte, thorax kısmında yeşil kahverengi ve sarı renkte bantlar bulunur. Yanlar kısımlarda da sarı birer bant mevcuttur. Olgun larva boyu 40-45 mm uzunluğunda olabilmektedir. 20-23 mm boyunda olan pupa önce yeşilimsi sonra kızıl kahverenkte yapıya dönmektedir. Zararlı Nohut Yeşilkurdu (*H. viriplaca*) kışı 3-8 cm derinlikte toprakta pupa olarak geçirmektedir. İlkbaharda nisan sonu ile mayıs başından itibaren ergin bireyler görülmeye başlar. Erginler uçuşlarını genellikle akşam üzeri yapmaktadırlar. Yumurtalar dişiler tarafından genellikle tek tek ya da 3-20 gruplar halinde konukçu bitkinin orta yapraklarına ve yaprakçığın alt yüzeyine bırakılır. Sıcaklığa ve neme bağlı olarak yumurtalar 2-10 günde açılır, larva gelişimi 11-31 günde tamamlayarak toprak içerisinde pupa olurlar (Şekil 3b). *H. armigera* yılda 3-5 nesil veririken *H. viriplaca* ise yılda 1 nesil verir. Nohut yeşilkurdu bitkinin sürgün, çiçek, yaprakçık, kapsül ve tanelerinde beslenerek zarar oluşturmaktadırlar (Anonim, 2023b; Pande ve ark., 2011). Zarar, larvaların konukçunun üreme kısımlarına beslenirken bir delik açmasıyla oluşur. Tomurcuklar, gelişmekte olan baklalar, meyveler ve tohumlar üzerinde beslenen larvalar, patojenler tarafından ikincil enfeksiyona neden olabilir (Uğurlu ve Gürkan, 2007). *H. armigera*'nın farklı gelişim evrelerinin göreceli görülme sıklığı ve gelişim evrelerinin çevresel faktörlere

bağımlılığı, popülasyon yönetimi çalışmasında yumurta ve larva yoğunlukları, soğukların hâkim olması nedeniyle Aralık-Şubat ayları arasında düşük, uygun çevresel koşulları olan Mart ayı boyunca yoğunlukları artmış ve Nisan ayının ilk haftasında tekrar düşmüştür. *H. armigera*'nın yumurta ve farklı larva dönemlerinin yoğunlukları sıcaklık ile pozitif yönde, sabah bağıl nem ortalaması (RH;%) ile negatif yönde anlamlı bir ilişki gösterirken, akşam RH ortalaması (%) ile anlamlı bir ilişki göstermediği bildirmiştir (Shah ve Shahzad, 2005)



A **B**
Şekil 3. A) *Heliothis virescens* ergin ve nohutta larva zararı B) *Helicoverpa armigera* biyolojik dönemi (Anonim, 2023b; Hussain ve Ahmad, 2011)

Mücadele:

Nohut yeşilkurdu zararı meydana gelen tarlalarda, mücadele olarak topraktaki pupalara karşı hasat sonunda derin sürüm yapılması tavsiye edilmektedir. Zararının mevcut doğal düşmanlarının Entegre Zararlı Yönetimi (IPM) prensipleri doğrultusunda korunmasına özen gösterilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda zararının mücadelesinde, doğal düşmanlarının biyolojisine, aktivitesine/nişine ve fizyolojisine etkisi en az olan pestisit seçilmesine özen gösterilmelidir. Nohut yaprak sineğinde olduğu gibi doğal düşmanlar için tarla kenarlarındaki çok yıllık barınak ve besin kaynağı (böğürtlen ve yabani gül, besin olarak polen, av, yabani havuç, nektar bitkisi nane ve rezene gibi çiçekli) bitkiler korunmalıdır (Anonim, 2023b). *H. armigera* ile mücadelede eşey feromon tuzakları kullanılmasına rağmen, Türkiye'de geleneksel olarak pamuk kurdunun kontrolü çoğunlukla spinosad, thiodicarb, profenofos ve pyridalyl gibi sentetik piretroid insektisitlerin kullanımına dayanmaktadır (Uğurlu ve Gürkan, 2007).

Biyolojik mücadele:

Zararlı üzerinde *Telenomus* sp. ve *Trichogrammatidae* sp. türleri (*Trichogramma* ve *Trichogrammatoidea*) türleri önemli yumurta parazitoitleri iken, Braconidae, Ichneumonidae ve Tachinidae familyalarından en az birer türde larva parazitoiti (*Apanteles* sp., *Habrobracon* sp., *Campoletis* sp. ve *Hyposoter* sp.) mevcuttur. Ichneumonidae'den *Campoletis chloridea*, *Hyposoter didymator* ve *Diadegma* sp.; Braconidae'den ise *Habrobracon brevicornis* larva paraziti; Chalcidae familyasından *Hockeria urfaensis*'de önemli pupa

paraziti durumundadır. *Helicoverpa* sp.'nin en yaygın görülen predatörleri Coccinellidae (*Hyperaspis quadrimaculatus*, *Coccinella septempunctata*), Chrysopidae (*Chrysoperla carnea*), Nabidae (*Nabis punctatus*), Miriidae (*Campyloma nicolasi*, *Campylom diversicornis*), Lygaeidae (*Geocoris* spp.), Vespidae (*Polistes* spp.), Anthocoridae (*Orius* spp.), Pentatomidae, Reduviidae, Carabidae, Formicidae ve Araneidae familyalarına mensup türler olarak verilmektedir (Anonim, 2023b; Hussain ve Ahmad, 2011). *Deraeocoris pallens* (Reuter, 1904), *Macrolophus pygmaeus* (Rambur, 1839), *Geocoris pallidipennis* (A. Costa, 1843), *G. megacephalus* (Rossi, 1790), *Nabis pseudoferus* (Remane, 1949), *Orius niger* (Wolff, 1811), *O. albidipennis* (Reuter), *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836), *Adonia variegata* (Goeze, 1777), *Coccinella septempunctata* (Linnaeus, 1758) ve *Scymnus levaillanti* (Mulsant, 1850) zararlının predatörleri olarak belirlenmiştir (Karapınar ve Sertkaya, 2020). *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, *Steinernema masoodi*, *S. seemae*, *S. thermophilum*, *S. glaseri* ve *S. feltiae* gibi entomopatojenlerin zararlının mücadelesinde kullanıldığı da kaydedilmektedir (Umamaheswari ve ark., 2005). Nucleopolyhedrovirus (HearNPV-TR izolat) Heliothinae türlerine karşı biyokontrol ajanı olduğu bildirilmiştir (Eroğlu ve ark., 2019).

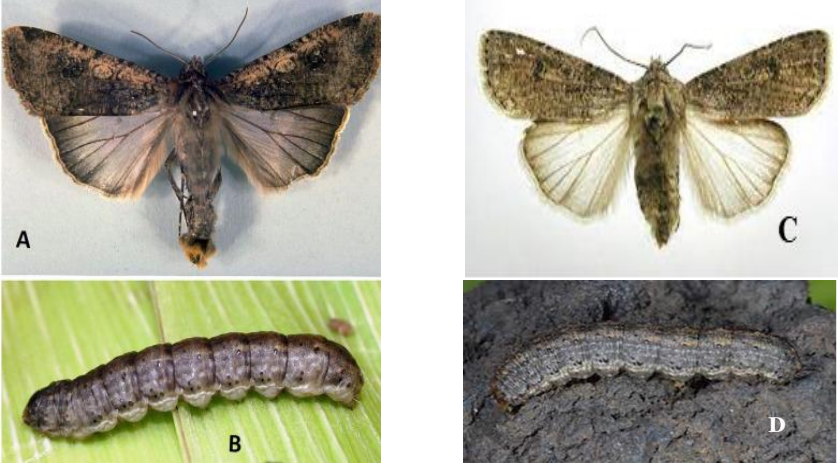
3. Bozkurtlar (*Agrotis* spp.)

Kültür bitkilerinde zararlı olan *Agrotis* cinsi türleri arasında en yaygını *A. segetum* ve *A. ipsilon*'dur. Dişilerde antenler iplik şeklinde düz, erkeklerde ise çift taraklı şekildedir. Kanat açıklığı 35-40 mm olan erginin vücudu ve abdomen üzerinde grimsi kahverengi tüyler

bulunmaktadır. Grimsi kahverengi ön kanatlar üzerinde şekli ve büyüklüğü türlere göre değişiklik gösteren koyu kahverengi lekeler bulunmaktadır. *A. ipsilon*'da ön kanatlardaki bulunan böbrek şeklindeki lekeye bitişik siyahımsı üçgen şeklinde bir leke, *A. segetum*'da ise kanat dip kısmında yer alan çizgiye bitişik, siyahımsı, kısa çubuk şeklinde bir leke bulunmaktadır. Her iki türü birbirinden ayıran bir özellik bu ön kanatlardaki farklılıktır. Arka kanatlar *A. ipsilon* ve *A. segetum*'da grimsi beyaz renkte kenarları ise hafif gölgeli görünümündedir (Şekil 4a, c). Başlangıçta sarımsı beyaz, açılmaya yakın siyahımsı kahverengi olan yumurta üzerinde çıkıntılar bulunmakta, 0,65 mm çapında ve üstten basık küre şeklindedir. Yumurtaların açılmasıyla meydana gelen larva başlangıçta krem renkli, tüylü ve 0.3 mm boyunda, olgun larva ise siyahımsı gri renkte ve 45-50 mm boyundadır (Şekil 4b, d). Olgun larva toprak içinde bir odacık hazırlamakta ve burada pupa olmaktadır. Pupa kıvılcık kahverengi ve 15-20 mm boyundadır (Anonim, 2023b).

Kışı toprak içerisinde olgun larva döneminde geçiren *Agriotes* türleri ilkbaharda havaların ısınmasıyla birlikte pupa ve daha sonra da ergin hale (yaklaşık nisan ayının ikinci yarısı) geçmektedir. Ergin kelebekler çiftleştikten sonra dişiler yumurtalarını tek tek veya gruplar halinde bitkilerin yaprak, sap veya toprak içerisine bırakmaktadır. Bir dişinin bıraktığı yumurta sayısı 1500-2800 adet arasında değişir. Nem ve sıcaklığa bağlı olarak 2-15 gün sonra açılan yumurtalardan meydana gelen larvalar, gündüz toprak içerisinde bitki kök boğazı diplerinde kıvrık vaziyette hareketsiz halde durmakta, geceleri ise toprak yüzeyine çıkarak bitkilerde beslenmektedir. Olgun larva önce toprak içerisinde

hazırladığı pupa odacığı içerisinde prepupa, daha sonra da pupa dönemine geçer. Pupa süresi iklim koşullarına göre (nem, sıcaklık, yağış gibi) sıcaklığa bağlı olarak 10-16 gün arasında değişir. Zararlı yılda 2-4 nesil verir. Asıl zararı bitkiyi toprak yüzeyine yakın kısımlarda kök boğazından keserek veya kemirerek kırılıp kurummasına neden olan larvalar yapmaktadır. *A. ipsilon* börülce, sorgum, bermuda otu, soya fasulyesi ve mısır dahil olmak üzere birçok üründe önemli zarara neden olan lepidopter türüdür (Anonim, 2023b).



Şekil 4. A-B) *A. ipsilon* ergin ve larva; C-D) *A. segetum* ergin ve larva (Edde, 2022)

Mücadele:

Köşegenler doğrultusunda girilen tarlada en az 50 bitki surveyi yapılarak, %1-3 oranında larva veya zarar görmüş bitki görüldüğünde zehirli yem uygulaması veya yeşil aksam ilaçlaması önerilmektedir. Zehirli yem (10 kg kepeğe 500 gr şeker ve pestisit) uygulamasında 5-8 kg/da yem olacak şekilde akşam saatlerinde bitki diplerine atılır. Yeşil aksam ilaçlamasında ise yine akşam üzeri bitkinin yeşil aksamına ve

toprak yüzeyine yakın yerlere uygulanmalıdır (Anonim, 2023b). *A. ipsilon* larvaları ile mücadele de sadece insektisitler kullanılarak mümkün olmaktadır. Bundan dolayı da birçok ülkede bu tür insektisitlere direnç geliştirmiş durumdadır. *A. ipsilon*'un kontrolünde kullanılsentetik insektisitlerin kullanımı, kalıntı, çevre kirliliği ve böcek direncinin gelişmesi nedeniyle, insan ve çevre sağlığı ile doğal düşmanlar üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olmaktadır (Batta, 2016).

Biyolojik mücadele:

Ülkemizde saptanan doğal düşman parazitöitleri Hymenoptera Broconidae'dan *Apantheles ruficrus* Haliday, *Macrocentrus collaris* Spinola, *Meteorus rubens* Nees ve Diptera Tachinidae'den *Gonia bimaculata*'dır (Anonim, 2023b). *Bracon kitcheneri* ve *Fileanta ruficanda* larva parazitöitleridir (Chandrashekar ve ark., 2014). Entomopatojen olarak da *Beauvaria bassiana* fungus türünün *A. ipsilon*'a karşı kimyasallara alternatif olarak çok güvenli bir şekilde kullanılabileceği bildirilmiştir (Elela, 2023).

4. Mercimek Hortumlu Böceği (*Sitona crinitus* Herbst.)

Sitona crinitus tüm Avrupa, Türkiye, İsrail, Afganistan, ABD, eski SSCB'de, güney sınırından Avrupa ve Asya kısmında 56-58°K enlemlerine kadar geniş alanda yayılış göstermektedir. Genellikle, kahverengi gri renkli olan ergin, genellikle 3-4 mm boyundadır ve vücudunu kaplayan pulcukların rengine göre de renk değişikliği göstermektedir. Erginin hortumu geniş ve kısa, prothoraks (1. toraks segmenti)'in en ve boy uzunluğu kare şekline yakın bir yapıdadır.

Prothoraks üstünde uzunlamasına açık renkte pulcukların oluşturduğu üç adet bant mevcuttur. Elytra (ön kanatlar)'da boylamasına sıralar halinde geriye doğru beyazımsı siyah kıllar görülmektedir (Şekil 5). Böceğin aktivitesi ortalama 12-14 °C hava sıcaklığı ile başlamaktadır (Freude ve ark., 1981). Kışı toprak içerisinde ergin dönemde geçirmektedir. İlkbaharda hava sıcaklığının artışıyla birlikte ortaya çıkan erginler yapraklarda beslenmektedir. Çiftleşme sonrası dişiler yumurtalarını bitki üzerine ya da bitkinin kök boğazına yakın toprak yüzeyine tek tek bırakırlar. Bir dişi ortalama 100-600 adet arasında yumurta bırakır. Larvalar bacaksız, hafif kıvrık krem renginde, 4-5 mm boyundadır. Yumurtadan çıkan larva, konukçu bitkinin kök kısmında beslenerek gelişmesini sürdürmekte ve toprak içerisinde pupa olmaktadır. Yılda bir nesil veren zararlı, bir neslini 40-60 günde tamamlamaktadır. Ergin bireyler konukçu bitkinin yaprak kenarlarını kemirerek, larvalar ise kök ve nodozitelerinde beslenerek zarar oluşturmaktadır (Anonim, 2023b; Abduljalel ve ark., 2015). Mercimeğin ana zararlısı olan mercimek hortumlu böceği mercimek üretimi yapılan alana bir sonraki yıl nohut ekilmesi durumunda nohutta zarar meydana getirmektedir (Anonim, 2023b).



Şekil 5. *Sitona crinitus* ergini (Anonim, 2023e; Anonim, 2023g)

Mücadele:

Nohutta önemli bir zararı görülmeyen mercimek hortumlu böceğine karşı nohutta kimyasal mücadele ekonomik olmaması nedeniyle tavsiye edilmemektedir. Kışı toprakta ergin dönemde geçirmekte olan zararlı e için derin sürüm önem arz etmektedir (Anonim, 2023b). Ancak, burada şartların uygun olduğu durumlarda popülasyonunu arttırarak ekonomik kayıplara da yol açabileceği gözönünde bulundurulması gereken bir husustur.

5. Thripsler (*Thrips* spp.)

Genellikle 0,5-2 mm boyunda olan erginler açık sarımsı esmer renkli, silindirik ve dar vücutludur. Kanatları kirpik yapısında ve dişi bireyler erkeklerden daha büyüktür (Şekil 6). Beyazımsı sarı renkte olan yumurtaları böbrek şeklinde, 0,25 mm boyunda ve çıplak gözle görülmez. Dişi, yumurtasını yaprak dokusu içerisine koymadan önce

bitki dokusunda ovipozitörüyle bir delik açmaktadır. Yumurtalar daha çok yumuşak doku olan yaprak, çiçek yaprağı gibi kısımlara bırakılır. 4-10 gün arasında açılan yumurtalardan meydana gelen larvalar çıkar çıkmaz yaprağın alt yüzünde beslenirler. Zararlı, ikinci larva döneminin sonuna doğru kendini toprağa doğru atar. Toprakta mevcut olan nemli doğal çatlaklarda (1.5 cm derinlikte) pupa dönemini geçirir. Bir dişi hayatı boyunca ortalama 70-100 arasında yumurta bırakır. Yılda 3-10 nesil veren ergin bir neslini 14-30 gün arasında tamamlar. Ergin ve larvaların bitki özsuyunu emmesi sonucu o kısımdaki hücrelerin ölümüyle boşalmış hücre boşluklarına dolan hava sebebiyle yaprakta beyaz gümüşü renkte lekeler meydana gelmektedir. Bu durum halk arasında akdamar hastalığı olarak nitelendirilmektedir. Ayrıca, thripsler birçok virüs hastalığının da vektörlüğünü de yapmaktadır (Anonim, 2023b).



Şekil 6. *Thrips* sp. erginleri (Alavi, 2020'den)

Mücadele:

Zararlı ile mücadele için hasat sonra meydana gelen toprak üstündeki bitki artıkları ve tarla içerisinde ve kenarındaki yabancı otlar imha edilmelidir (Anonim, 2023b).

6. Yaprak Biti (*Aphis craccivora* Koch)

Avrupa'da yaprak biti türlerinin birçoğu tarıma, süs bitkilerine ve orman ağaçlarına istilacı durumda önemli zararlar vermektedir (Coeur d'acier ve ark., 2010). Blackman ve Eastop'a (2022) göre 510 cinsten 5.000 yaprak biti türü vardır. Favret'e (2022) göre ise bu sayı 534 cinsten 5.325 türdür. Bununla birlikte, Simon ve ark. (2021) şu anda tanınan yaklaşık 6.000 yaprak biti türü olduğunu ileri sürmüştür. Yaprak biti kültür ve süs bitkilerinin yanında orman ağaçlarında önemli zararlı olmakla birlikte Türkiye aphid faunasında 666 tür ve 27 alt tür tespit edilmiştir (Görür ve ark., 2023). Siyah yaprak biti (*A. craccivora* Hemiptera: Aphididae) ülkemizde ve Kuzey Hindistan'da nohutta önemli zarara neden olmaktadır. *A. craccivora*'nın yaklaşık 50 konukçu bitkide yaygın olarak görülen zararlı bir tür olduğu bildirilirken, baklagiller için küresel bir tehdit olduğu da kaydedilmektedir (Bardy ve Whitei 2013; Obopile ve Ositile, 2010; Kamphuis ve ark., 2012). Nimfler ve erginler bitkininyaprak, gövde ve bakla kısımlarında özsu emerek, kuruma ve bodurlaşmaya neden olmaktadır (Şekil 7). Şiddetli istilada, yaprak bitleri bitkiler üzerinde fumajine neden olmakta ve böylece bitkilerin fotosentezi engellenmektedir (Hasoon ve Mohmed, 2021). Ayrıca, *A. craccivora* birçok bitki virüs hastalık etmenine de vektörlük yapmaktadır (Kaiser ve ark., 1990). Türkiye'de fasülye adi mozaik

virüsü, kabak sarı mozaik virüsü, karpuz mozaik virüsü 1-2 hastalık etmenine vektörlük yapmaktadır (Anonim, 2023b). Avustralya'da ise yonca mozaik virüsü, yer altı yonca kırmızı yaprak virüsü, pancar batı sarı virüsü, salatalık mozaik virüsü ve fasulye yaprağı yuvarlanma virüsü nohutta enfeksiyon oluşturduğu bildirilmiştir (Knights ve Siddique, 2002). Nimften ergin dönemine kadar olan yaşam döngüsü 8-10 günde tamamlanır. Çiftleşen bir dişi 15 günde 100'den fazla nimf meydana getirebilmektedir (Talati ve Bhutani, 1980). Yaprak biti yoğunluğu kuraklık koşullarında daha fazla olmaktadır.



Şekil 7. *Aphis craccivora* ergin ve nimfleri ile zararı (Ryalls ve ark., 2013; Chandrashekar ve ark., 2014; Ambayeba, 2018)

Mücadele:

Erken ekim, erken kanopi kapanmasına yol açar, bu da nohutta virüs yayılımını azaltmaya yardımcı olur. Bölgesel olarak zararlı yaprak bitinin biyolojik dönemine göre erken veya geç ekim sağlanabilir. Kültürel önlemler olarak zararlı ve hastalık etmenine karşı toleranslı çeşitler kullanılmalıdır. *Aphytis* spp., *Brumus suturalis* (Coleoptera: Coccinellidae), *Chrysoperla* spp., *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae), *C. transversalis*, *C. nigritis*, *Cheilomenes sexmaculatus* (Coleoptera: Coccinellidae), *Menochilus sexmaculatus* (Coleoptera: Coccinellidae) ve *Ischiodan javana* (Weid.) yaygın larva ve ergin predatörleri iken, *Trixys indicus* (Subbarao ve Sharma) ve *Lipolexis scutellaris* (Mackaur) (Hymenoptera: Aphidiidae) önemli parazitoidlerdir (Singh ve Tripathi, 1987).

Entegre Zararlı Yönetimi (Integrated Pest Management/IPM)

Entegre zararlı mücadelesi, belirli bir agro-ekosistemde bulunan ekonomik açıdan zararlı etmen unsurları olan hastalık, zararlı ve yabancı otlara karşı mücadelenin ayrı olarak değil mücadele yöntemlerinin hepsinin birlikte uygun yerde ve uygun zamanda, mücadele metodlarınınin birbirini tamamlayacak şekilde uygulanmasını kapsamaktadır. Entegre zararlı yönetiminde, zararlı türlerin varlıklarının tamamen ortadan kaldırılması değil, bunların popülasyon yoğunluklarının ekonomik zarar seviyesinin altında tutulması ve doğal dengede sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi amaçlanmaktadır. Entegre mücadele programları kültür bitkilerinde ekonomik anlamda kayıplara neden olan hastalık, zararlı ve yabancı

otlar için hazırlanmakta, mevcut faydalı organizmaların korunması ve desteklenmesi prensibiyle yürütülmektedir (Anonim, 20203f). Zararlı böceklere karşı toleranslı nohut çeşitleri kullanmak entegre zararlı yönetiminin ana unsuru durumundadır. Böceklere dayanıklı nohutun yaygınlaştırılması, kimyasal pestisit kullanımının azalmasına ve doğal düşmanların aktivitesinin artmasına ve dolayısıyla da daha yüksek verim alınmasıyla sonuçlanacaktır. Entegre zararlı mücadele programlarının gelecekte etkili olabilmesi için şunlara ihtiyaç vardır (LİT):

- Uygun kontrol stratejileri geliştirmek için nohut yetiştirme alanlarındaki zararlıların popülasyon dinamiklerinin iyi bilinmesi;
- Önemli hastalık etmenleri ve soğuğa toleranslı olmaları ile böceklere karşı birleşik direnç göstermeleri;
- Nohutun yabani akrabalarının genetik temeli çeşitlendirmek ve böylece hedef zararlılara karşı direnç seviyelerini artırmak için kullanılması;
- Gen piramidi yoluyla direnç seviyelerini artırmak için böceklere dirençle ilişkili kantitatif özellik lokuslarının (QTL'ler) tanımlanması;
- Çeşitli etki modlarına sahip genler kullanılarak genetik dönüşüm yoluyla böceklere dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi;
- İnsektisit direnci yönetimi, entegre zararlı mücadelesi için doğal düşmanların korunmasına yönelik stabil formülasyonlar ve stratejiler ile biyopestisitlerin geliştirilmesi entegre zararlı mücadele programlarının oluşturulabilmesi için önem arz etmektedir.

Yaklaşık 60 böcek türünün nohutla beslendiği bilinmektedir: Bunlar arasında; bozkurtlar (*Agrotis ipsilon* ve *A. segetum*), yaprak yiyen

tırtıllar (*Spodoptera exigua* ve *Spilarctia oblique*), yaprak galeri sinekleri (*Liriomyza cicerina*), yaprak bitleri (*Aphis craccivora*), yeşil kurt (*Helicoverpa armigera* ve *H. virescens*) ve bruchidler (tohum böcekleri) (*Callosobruchus* spp.) dünya genelinde başlıca türler olarak değerlendirilmektedir. Yaprak galeri sineği *L. cicerina* ise Akdeniz bölgesinde önemli bir zararlıdır. *Callosobruchus* spp. tüm dünyada depolamada büyük kayıplara yol açmaktadırlar. Nohut germplasmda düşük ve orta direnç seviyeleri tespit edilmiştir ve *H. armigera*'ya karşı dirençli ve yüksek tane verimine sahip birkaç iyileştirilmiş çeşit geliştirilmiştir. Nohutun yabani akrabalarının (*Cicer bijugum*, *C. judaicum* ve *C. reticulatum*) germplazm girişleri, *H. armigera*'ya karşı direncin seviyelerini artırmak ve temellerini çeşitlendirmek için kullanılabilir. *H. armigera*'ya karşı direnç seviyelerini artırmak için moleküler tekniklerin kullanılmasına yönelik çabalar da devam etmektedir. Sentetik insektisitler, agronomik uygulamalar, nükleer polihedroz virüsü (NPV), entomopatojen funguslar, bakteriler ve doğal bitki ürünleri, nohutta entegre zararlı yönetiminin temel bileşenleri olarak değerlendirilmektedir (Chandrashekar ve ark., 2014).

1. Kültürel mücadele

Nohutta kalite ve verim elde edebilmek aşağıda sıralanan kültürel önlemler önem arz etmektedir (Chandrashekar ve ark., 2014):

- a) Hasattan hemen sonra derin sürüm,
- b) Bitki artıklarının imhası,
- c) Toleranslı/dirençli çeşitler kullanılmalı,

- d) Erken ve zamanında ekim yapılmalı ve erken olgunlaşan çeşitler tercih edilmeli,
- (e) Bölgesel olarak eşzamanlı ekim ve mücadele,
- (f) Solgunluk ve kök çürüklüğü gibi toprak kaynaklı hastalıkları azaltmak için baklagil olmayan ürünlerle ürün rotasyonu,
- (g) Sınırdaki veya ekin sıralarının arasına tuzak/hastalık göstergesi ekin olarak kadife çiçeği ekimi,
- (h) *Fusarium* solgunluğu/kuru kök çürüklüğü (*Rhizoctonia*) bulaşık tarlalarda nohut en az üç yıl boyunca yetiştirilmemeli,
- (i) *Botrytis* (kurşini küf) için daha geniş aralık (30 cm yerine 60 cm) veya daha fazla ışık sağlamak ve hastalık şiddetini azaltmak için mahsulün seyreltilmesi,
- (j) Aşırı vejetatif büyümeden kaçınılmalı ve özellikle derin siyah topraklarda ekimden 30 gün sonra boğaz dibi doldurması yapılmalı,
- (k) Ürünün çiçeklenme aşamasında yabancı otlar (*Chenopodium album* ve *Vicia sativa*) temizlenmeli,
- (l) Kemirgen yuvaları yok edilmeli ve kemirgenlerin barınmasını önlemek için bentler düzeltilmeli,

2. Dayanıklı Çeşit Kullanımı

Hastalıklar temel zararlı sorunlar oluşturduğundan ve ekonomik olarak yönetilmesi zor olduğundan, böceklerinde vektörlük yapmasından dolayı aşağıdaki önerilen genotip ve tescilli çeşitler tolerans sağlamaktadır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Zararlılara ve hastalıklara karşı orta derecede dirençli genotiplerin listesi (Chandrashekar ve ark., 2014; Anonim, 2023 b,f).

Hastalıklı/Zararlı	Toleranslı/dirençli genotip
<i>Verticillium</i> sp. (Damar solgunluğu)	Avrodhi, BG 212, BG 256, BGD 72, CSG 8962, DCP 92-3, Gujrat Gram, GNG 1292, GNG1581, GJ 3, HK 05-169, HK2, JAK1 9218, JG11, JG12, JG14, JG16, JG63, JG74, JG315, JG322, JGK1, JGK2, JGK3, JSC56, KPG 59, KAK2, Pusa 391, Phule G9531, RSG 931, RSG 963, JSC 55, Subhra BG 1053, Vijay, Vishal, Rajas, Virat, RSG88
<i>Fusarium</i> spp. ve <i>Rhizoctonia</i> sp. (Kuru kök çürüklüğü)	CSJ 556, CSJ 592, GL769, ICC 32, JG 25174, JS 2000- 07, JSC 37, MPJG 89- 1155, MPJG 89- 9023, Rajas
<i>Ascochyta rabiei</i> (Antraknoz-yaprak yanıklığı)	BG 267, C235, CG558, GS43, Gaurav(H75-35), GNG 1581, GPF2, Himachal channa1, Himachal channa 2, IPC 08-11, PBG5, Samrat, Vardhan, 23094, Işık-05 (o.t), Yaşa-05 (t), Hisar (t), Azkan (t), Çakır (o.t.), Akça (o.t.), Nihatbey (o.t), Çiftçi (o.t.), Onur (t), Caner (t), Sezgin (t), Hasanbey (t), Seçkin (t), İnci (t)
<i>Botrytis</i> (Kurşuni küf)	BG 276, GL 9-1071, GL90159, GL92162, HK94-134, ICC38, ICC 202, ICC1069, IPCK 2004-29

t: Toleranslı; o.t: Orta toleranslı

3. Biyolojik Mücadele

(a) 4-10 g/kg tohumda etkili *Trichoderma viride* suşu (yerel spesifik izolatın) ile tohum muamelesi.

- (b) Çiçeklenme öncesi aşamada 15 günlük aralıklarla 2500 ila 5000 ml/ha'da ham Neem tohum ekstraktı (NSKE) %5 veya Azadirachtin %0,03 (300 ppm) Neem yağı bazlı (WSP) püskürtmesi.
- (c) Sprey *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* @1 Kg/ha kullanımı.
- (d) Sprey *Beauveria bassiana* %1 WP @ 3kg/ha
- (e) *Helicoverpa armigera* Nucleopolyhedrovirus (HaNPV) %2,0 püskürtme @ 250 LE (POB 5x10¹¹/ ml) / ha + %0,5 Jaggery + %0,1 kumaş beyazlatıcıları (tinopal, mavi vb.) /ha (1. Dönem larva veya *Helicoverpa armigera* yumurtalarının fark edilmesi üzerine (akşam saatlerinde haftalık aralıklarla 3 püskürtme) püskürtme) (Chandrashekar ve ark., 2014).

4. Kimyasal Mücadele

Türkiye'de Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından nohut zararlısı böcek türleri, bunlarla mücadelede kullanılmak üzere ruhsat almış insektisitlerin, aktif madde ve dozu aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 1) (Anonim, 2023d).

Tablo 1. Türkiye’de nohutta zararlı türler, bunlara karşı kullanılan ruhsatlı insektisitlerin aktif madde ve dozları

Zararlı Organizma	Aktif Madde	Dozu
Mercimekte Apion (<i>Apion arrogans</i>)	25 g/l Deltamethrin	50 ml / da
Mercimek hortumlu böceği (<i>Sitona crinitus</i>)	25 g/l Deltamethrin	50 ml / da
Yeşilkurt (<i>Heliothis virescens</i>)	25 g/l Deltamethrin	20 ml / da
	200 g/l Cypermethrin	30 ml/ da
Yeşilkurt (<i>Helicoverpa armigera</i>)	250 g/l Cypermethrin	30 ml/da larva
	25 g/l Deltamethrin	20 ml / da
Korunga Çadır Tırtılı (<i>Cymbalophora rivularis</i>)	250 g/l Cypermethrin	30 ml da larva
	200 g/l Cypermethrin	30 ml / da
Mantolu böcek (<i>Amicta oberthuri</i>)	25 g/l Deltamethrin	20 ml/da
	25 g/l Deltamethrin	50 ml / da

Kaynakça

- Abduualel, A., Botara, R., Alkhatib, A. (2015). Some ecological indicators laboratory for pea leaf weevil on lentil in southern syria. Egypt. J. Agric. Res., 93 (1), 947-969.
- Alavi, J. (2021) Two new species and one new record species of the genus *Thrips* (Thysanoptera, Thripidae) with an updated checklist from Iran. Journal of Insect Biodiversity and Systematics, 7 (1), 95-107.
- Alkan, B., 1948. Orta Anadolu Hububat Zararlıları (Zararlı Hayvan ve Böcekler). A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. Sayı:1, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 71 s.
- Ambayeba, M.K. (2018). Food Crop Production by Smallholder Farmers in Southern Africa. Academic Press, 173-203. Doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814383-4.00010-4>
- Anonim (2023a). Faostat. <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (Erişim Tarihi: 20.06.2023).
- Anonim (2023b). https://www.researchgate.net/publication/369749110_Nohut_Entegre_Mucadele_Teknik_Talimati.
- Anonim (2023c). <https://docplayer.biz.tr/1443711-2-1-nohut-sinedi-liriomyza-cicerina-rond-dip-agromyzidae-2-1-1-tanymy-yathaythy-ve-zarar-thekli.html>
- Anonim (2023d). Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanı. <https://bku.tarimorman.gov.tr/Kullanim/TavsiyeArama>. Erişim tarihi. 21.06.2023.
- Anonim (2023e). http://agroAtlas.ru/en/content/pests/Sitona_crinitus/index.html Erişim tarihi. 23.06.2023
- Anonim (2023f). Nohut Entegre Mücadele Teknik Talimatı. <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/Entegre/nohut%20Entegre.pdf> Erişim tarihi. 26.06.2023.

- Anonim (2023g). https://agroteh-garant.ru/katalog/sredstva_zaschity/opisanie_vrednyx_objektov/osnovnye_vrediteli_sx_kultur/bobovye/sitona_lineatus_1--polosatyj_klubenkovyj_dolgonosik/
- Bakhetia, D.R.C., Sidhu, A.S. (1977). Biology and seasonal activity of the groundnut aphids, *Aphis craccivora* Koch. Journal of Research, Punjab Agriculture University 14, 299-309.
- Batta, Y. A. (2016): Recent advances in formulation and application of entomopathogenic fungi for biocontrol of stored-grain insects. Biocontrol Sci. Technol., 26: 1171- 1183.
- Blackman, R., Eastop., V. (2022). Aphids on the world's plants. An Online Identification and Information Guide. (Web sayfası: <http://www.aphidsonworldsplants.info>) (Erişim Tarihi: 15.09.2023).
- Brady, C. M., White, J. A., (2013). Cowpea aphid, *Aphis craccivora* associated with different host plants has different facultative endosymbionts. Ecol. Entomol., 38: 433-437.
- Chandrashekar, K., Gupta, M. O., Yelshetty, S., Sharma, O. P., Bhagat, S., Chattopadhyay, C., Sehgal, M., Kumari, A., Amaresan, N., ve ark., (2014). Integrated Pest Management for Chickpea, LBS Building, IARI Campus, New Delhi-110012.
- Coeur d'acier, A., Hidalgo, N. P., Petrović-Obradović, O. (2010). Aphids (Hemiptera. Aphididae). Chapter 9.2. In: Roques, A. et al. (Eds) Alien terrestrial arthropods of Europe. BioRisk, 4 (1): 435-474.
- Çikman, E., (2006). Population development of the chickpea pest *Liriomyza cicerina* (Rondani, 1875) in Şanlıurfa province. J. Agri. Facult. Harran Univ., 10: 1-6.
- Çikman, E., Civelek, H.S., (2006). Population densities of *Liriomyza cicerina* (Rondani, 1875) (Diptera: Agromyzidae) on *Cicer arietinum* L. (Leguminosae: Papilionoidea) in different irrigated conditions. Turkish J. Entomol., 30: 3-10.

- Edde, P. A., (2022). Arthropod pests of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.), Editor(s): Peter A. Edde, Field Crop Arthropod Pests of Economic Importance, Academic Press, 2-73, United States, ISBN 9780128186213, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818621-3.00010-0>.
- El-Bouhssini, M., Mardini, K., Malhotra, R. S., Joubi, A., Kagka, N. (2008). Effects of planting date, varieties and insecticides on chickpea leafminer (*Liriomyza cicerina* R.) infestation and the parasitoid *Opius monilicornis*. F. Crop. Prot., 27: 915-919.
- Ella, M. R. A. (2023). Effectiveness of a biopesticide and chitin synthesis inhibitor on the biological and biochemical traits of *Agrotis ipsilon* (H.) (Lepidoptera: Noctuidae). Journal of Desert and Environmental Agriculture, 3 (1): 62-75, Doi: 10.21608/jdea.2023.207241.1018.
- Eroğlu, G. B., Nalçacıoğlu, R., Demirbağ, Z. (2019). A new *Helicoverpa armigera* Nucleopolyhedrovirus isolate from *Heliothis peltigera* (Denis & Schiffermuller) (Lepidoptera: Noctuidae) in Turkey. Turkish Journal of Biology, 43: 340-348., Doi:10.3906/biy-1902-64.
- Favret, C. (2022). Aphid Species File 5.0/5.0. (Web sayfası: <http://aphid.speciesfile.org>) (Erişim Tarihi: 15.09.2023).
- Ferguson, B. J., Indrasumunar, A., Hayashi, S., Lin, M. H., Lin, Y. H., Reid, D. E., Gresshoff, P. M. (2010). Molecular analysis of legume nodule development and autoregulation. J. Integr Plant. Biol., 52: 61-76.
- Fitt, G.P., 1989. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. Annual Review of Entomology. 34: 17-52.
- Freude, H., Harde, K.W., Lohse, G. A. (1981). Keys to families and genera for adult males and females. Krefeld: Goecke & Evers. 310 p. (In German).
- Gowda, C. L. L. (2005). *Helicoverpa* – The global problem, pp. 1–7. In: Sharma HC (ed.), *Heliothis/Helicoverpa* management. New Delhi, Oxford & IBHPublishing, 469 pp.
- Görür, G., Şenol, Ö. Akyıldırım Beğen, H. Akyürek, B. (2023). Turkish aphid. (Web sayfası: www.turkishaphid.com) (Erişim Tarihi: 15.10.2023).

- Hasoon, M. A., Mohmed, A.S., (2021). Laboratory evaluation of the root exudates of the *Clerodendron inerme* in controlling on *Aphis craccivora* Koch. *J Biopestic*, 14: 97-100.
- Hussain, M. A., Ahmad, W. (2011) Management of *Helicoverpa armigera* by entomopathogenic nematodes. Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG, Saarbrücken, p 168.
- Kaiser, W.J., Ghanekar, A.M., Nene, Y.L., Rao B.S., Anjaiah, V. (1990). Viral diseases of chickpea. In: Chickpea in the Nineties: Proceedings of the Second International Workshop on Chickpea Improvement, 4–8 December 1989. ICRISAT, Hyderabad, India, pp. 139-142.
- Kamphuis, L. G., Gao, L., Singh, K. B., (2012). Identification and characterization of resistance to cowpea aphid (*Aphis craccivora* Koch) in *Medicago truncatula*. *BMC Plant. Biol.*, 12: 101.
- Karapınar, Ö. B., Sertkaya, E. (2020). Determination of population development, parasitoid, and predators of tomato fruit borer [*Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)] in Diyarbakır tomato fields. *Plant Protection Bulletin*, 60 (2): 73-82. DOI: 10.16955/bitkorb.556940
- Knights, E.J., Siddique, K.H.M. (2002). Chickpea status and production constraints in Australia. In: Bakr, M.A., Siddique, K.H.M. and Johansen, C. (eds) Integrated Management of Botrytis Grey Mould of Chickpea in Bangladesh and Australia. Australian Centre for International Agricultural Research, ACT, Canberra, Australia, pp. 33-41.
- Loss, S., Brandon, N., Siddique, K.H.M. (eds) (1998). The Chickpea Book. Bulletin 1326. Western Australian Department of Agriculture, Perth, Australia.
- Mazumdar, S., Bhuiya, B. (2014). Vegetable leafminers (Diptera: Agromyzidae) and their plant hosts in Bangladesh. *J. Threat. Taxa*, 6: 5894-5899.
- Nene, Y. L., Reddy, M.V. (1976). Preliminary information on chickpea stunt. *Tropical Grain Legume Bulletin*, 5: 31-32.
- Obopile, M., Ositile, B., (2010). Life table and population parameters of cowpea aphid, *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae) on five cowpea *Vigna unguiculata* (L.) varieties. *J. Pest. Sci.*, 83: 9-14.

- Pande, S., Sharma, M., Gosh, R., Telange, R. D., Reddy, D. R. (2011). Chickpea Diseases and Insect-Pest Management. https://www.researchgate.net/publication/255730967_Chickpea_Diseases_And_Insect-Pest_Management
- Parrella, M. P., (1987). Biology of *Liriomyza*. Annu. Rev. Entomol., 32: 201-224.
- Pawar, C. S., Bhatnagar, V. S., Jadhav, D. R. (1986). *Heliothis* species and their natural enemies, with their potential for biological control. Proceedings of the Indian Academy of Science (Animal Science), 95: 695-703.
- Pogue, M.G., 2004. A new synonym of *Helicoverpa zea* (Boddie) and differentiation of adult males of *H. zea* and *H. armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae: Heliethinae). Annals of the Entomological Society of America. 97: 1222-1226.
- Raheja, A. K. (1996). IPM research and development in India: progress and priorities, pp. 115-126. In: Lal OP (ed.), Recent advances in Indian entomology. New Delhi, India: APC Publications Pvt. Ltd.
- Ryalls, J. M. W., Riegler, M., Moore, B. D., Johnson, S. N. (2013). Biology and trophic interactions of lucerne aphids. Agricultural and Forest Entomology, 15: 335-350
- Shah, Z. A., Shahzad, M. K. (2005). Fluctuation patterns of different developmental stages of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on chickpea (*Cicer arietinum*) and their relationship with the environment. Entomol. Fennica, 16: 201-206.
- Simon, A. L., Caulfield, J. C., Hammond-Kosack, K. E., L. Field, M., Aradottir, G. I. (2021). Identifying aphid resistance in the ancestral wheat *Triticum monococcum* under field conditions. Scientific reports, 11 (1): 1-12.
- Singh, R., Tripathi, N. (1987). Record of parasitoids from Tarai belt of eastern Uttar Pradesh. Journal of Aphidology, 1: 89-92.
- Soltani, A., Beyareslan, A., Gençer, L., Hamdi, S. H., Bousselmi, A., Amri, M., Jemâa, J. M. B. (2018). Parasitoids of chickpea leafminer *Liriomyza cicerina* (Diptera: Agromyzidae) and their parasitism rate on chickpea fields in North Tunisia. Journal of Asia-Pacific Entomology, 21 (4): 1215-1221.

- Talati, G.M., Bhutani, P.G. (1980). Reproduction and population Dynamics of groundnut aphids. Gujarat Agricultural University, Journal of Research 5, 54-56.
- Uğurlu, S., Gürkan, M.O., 2007. Insecticide resistance in *Helicoverpa armigera* from cotton-growing areas in Turkey. *Phytoparasitica*. 35 (4): 376-279.
- Umamaheswari, R., Sivakumar, M., Subraman, I. S. (2005). Bioefficacy of native entomopathogenic nematodes against *Helicoverpa armigera* Hüb. in TamilNadu, pp. 175–179. In: Sithanatham S, David BV, Selvaraj P. (eds), Biotechnological management of nematode pests and scope of entomopathogenic nematodes. Sun Agro Biotech Res. Centre Publ. SunRay, No. 1, Chennai, India.

BÖLÜM 8

NOHUT YABANCI OT VE MÜCADELESİ

Arş. Gör. Muhammed TATAR¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10449589>

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, E-mail: mtatar@sivas.edu.tr, Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-8312-8434>

NOHUT YABANCI OT VE MÜCADELESİ

Nohut (*Cicer arietinum* L.), Magnoliophyta şubesi, Fabales takımı, Fabaceae (Legumminosae) familyasının, *Cicer* cinsine ait bir türdür (van der Maesen, 1987). Nohut, *Cicer* L. cinsine ait 40 yabancı uzun ömürlü, 8 yabancı yıllık ve bir yıllık ekili tür içeren 49 taksondan oluşmaktadır (Smýkal ve ark., 2015). Kültürel olarak yetiştiriciliği yapılan *Cicer arietinum* L. tek yıllıktır (Öztürk, 2013). Kromozom sayısı $2n=16$ ve genom büyüklüğü 732 Mb, tek yıllık bir yemeklik baklagil türü olan nohut dünyada ve ülkemizde çoğunlukla danesi için yetiştirilmektedir (Varshney ve ark., 2013). Günümüzde Dünya genelinde baklagiller arasında fasulyenin (*Phaseolus* spp.) ardından sonra dünyanın en önemli ikinci baklagili olan nohut üretim alanı (17,5 milyon hektar) ve miktarı (15,1 milyon ton) olarak ikinci sırada yer almaktadır (Anonim, 2023a). Nohut bitkisinin orjini Türkiye ve Suriye'dir (Ladizinsky ve Adler, 1976). Jana ve Singh (1993), ICARDA (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas) kabulü nohut materyalindeki coğrafi farklılıkları göz önünde bulundurarak nohudun Türkiye orijinli olduğunu bildirmişlerdir. *NC. reticulatum* Ladiz, nohutun atasıdır ve Türkiye'nin Güneyi ve Doğusuna endemik bir türdür (Toker ve ark., 2014). Dünyanın başlıca nohut üreten ülkeleri Avustralya, Hindistan, Pakistan, Türkiye ve İran'dır. *C. arietinum* Avrupa kıtasına gezginci İspanyol ve Portekizli tarafından yayılmıştır (Van der Maesen, 1987). Günümüzde nohut Kuzey-Doğu Afrika, Güney-Batı Asya, Kuzey-Güney Amerika, Güney Avrupa ve Avustralya dâhil olmak üzere dünya genelinde 33'ten fazla ülkede yetiştiriciliği yapılan önemli bir bitkidir (Anbessa ve ark., 2007) Nohut,

başta Afrika ve Asya ülkeleri olmak üzere dünya çapında tüketilen Fabaceae familyasının en önemli baklagillerinden biridir (Makkouk, 2020). Kuru tanelerinin ortalama %22-26 protein ihtiva eden yemeklik baklagiller zengin aminoasit içeriğiyle, düşük yağ oranları ve kolesterol içermemeleriyle insan beslenmesinde önemli bitkisel protein kaynağıdır (Pekşen ve Artık, 2004; Mart ve ark., 2022). Ayrıca yüksek karbonhidrat ve lif ihtiva etmesiyle insanların diyetlerinde önem arz etmektedir (Özaktan ve Erol, 2023; Gaur ve ark., 2016). Besin değerlerinin yüksek olması ve insan sağlığına yararlı fitokimyasallar içeren ucuz bir protein kaynağı olması nedeniyle nohutun kişi başı tüketiminin önümüzdeki yıllarda artacağı öngörülmektedir (Venkidasamy ve ark., 2019). İnsan ve hayvan beslenmesinde temel bir enerji, protein, iyi bir vitamin (A, C, E ve özellikle B vitamini), mineral (kalsiyum, fosfor, potasyum ve demir), çözünür ve çözünmez lif sağlamaktadır. Proteini özellikle insan beslenmesi için önemli olan leucine, isoleucine ve lysine gibi amino asitlerce zengin; ancak methionine, tryptophan ve cystine yönünden ise fakirdir. Ayrıca nohut çok zengin bir protein kaynağı olmasının yanı sıra K, P₂O₅, Su, Fe, Mg, Zn gibi mineraller için atmosferik nitrojeni artırarak biyolojik nitrojen fiksasyonu ile toprak verimliliğinde etkili bir role sahiptir ve bitkilerin girdi ihtiyacını azaltır (Şehirli, 1988; Pekşen ve Artık, 2004; Chandrashekar ve ark., 2014; Gopalakrishnan ve ark., 2017). Nohut, azot bağlama kapasitesi sayesinde toprak verimliliğinin artırılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bir yetiştirme döneminde 140 kg N ha⁻¹ 'a kadar sabitleyebilir. Toprak sağlığını ve verimliliğini korumak ve geliştirmek için bol miktarda organik madde ekler. Sonraki ürünler için

önemli miktarda artık azot bırakır (Poonia ve Pithia, 2013; Guttha ve ark., 2023). Tohum boyutu, şekli ve rengi ile ayırt edilebilen kabuli ve desi olmak üzere iki önemli nohut türü mevcuttur. Kabuli türü krem bej veya beyaz tohum kabukları ile koç başı şeklinde büyük yuvarlak tohumlara sahiptir ve esas olarak Kuzey Afrika, Batı Asya, Kuzey Amerika ve Avrupa'da yetiştirilirken, desi türü daha küçük, köşeli, koyu renkli tohumlara sahip, çiçekleri genellikle pembe renklidir ve esas olarak Asya ve Afrika'da yetişir (Pande ve ark., 2011; Rachwa-Rosiak ve ark., 2015). Desi türü ağırlıklı olarak bezelye olarak işlenmekte ve tüketilmektedir. Kuraklığa dayanabilmesi ve derinlere ulaşabilen kök şekli ile nohut, drenaj problemi söz konusu olmayan, geçirgenlik yapısı iyi, besin maddeleri bakımından zengin, verimli, pH değeri 6-8 ile nötre yakın topraklar için ideal bir üretimi gerçekleştirilen bitkidir. Çok tuzlu yapıdaki topraklar nohut üretimi için uygun değildir (Güler, 2011). Nohutun büyüme ve gelişmesi için gerekli olan optimal koşulları 18-26 °C gece sıcaklığı, 21-29°C gündüz sıcaklığı ve yıllık 560-660 mm³ yağıştır (Pande ve ark., 2011). Akdeniz bölgelerinde, *Ascochyta* yanıklığı hastalığını (*Ascochyta rabiei* Pass.) ve donma stresini önlemek için geleneksel olarak ilkbaharda nohut ekilir (Özdemir ve Karadavut, 2004). Öte yandan, ilkbahar sonu ve erken dönemde bitkilerin ortak ısı ve kuraklık stresinden kurtulmasının yanı sıra daha iyi tesis edilmesi, yağışın doğru kullanılması ve bitkilerin ilkbaharın sonlarında ve yazın başları yetiştiricilikte üretim, verim ve verim stabilitesinin daha yüksek olduğu kanıtlanmıştır. (Nezami ve ark., 2022). Mekanizasyonda ise nohut hasadında bitki boyuna ek olarak en düşük bakla yüksekliği de önemli bit kritik faktördür (Yucel ve ark.,

2006). Nohutlarda mekanizasyona uygun en düşük bakla yüksekliği genellikle 15 ile 20 cm arasında olması gerekmektedir (Basha ve ark., 2018). İnsan beslenmesinde temel bir enerji, yüksek karbonhidrat, %22-26 protein, iyi bir vitamin, diyetel lif, düşük yağ oranları, insan sağlığına yararlı fitokimyasallar içeren ucuz bir protein kaynağı olan baklagil bitkisi nohutta kalite ve verimi etkileyen hastalık, zararlı ve yabancı ot etmenleri bulunmaktadır. Ülkemiz için ekonomik anlamda zarar oluşturan en önemli zararlı etmenler Nohut antraknozu, Nohut yapraksineği, Yabani hardal ve Tarla sarmaşığıdır (Anonim, 2023b). Nohut, ilk dönemlerinde yabancı otlara karşı gelişimi nispeten yavaş olduğu için rekabeti az olan bir bitkidir. Nohut kurak ve yarı kurak alanların bitkisi olup, sınırlı miktarda bulunan toprak nemine de yabancı otlar ortak olmaktadır. Kışlık ekilen nohut alanlarında yabancı otlar % 98'e kadar kalite ve verim kaybına neden olmaktadır (Solh ve Pala, 1997).

Yabancı ot florası mevsimsel değişiklikler, ürün rotasyonu, toprak erozyonu ve iklim değişiklikleri gibi çevresel faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Amini ve ark., 2015). Nitekim Fathi ve ark. (2016), nohut yetiştirilen alanlarda *Torilis arvensis* ve *Geranium molle* bitkilerinin çoğunlukla kışın, *Convolvulus arvensis*'in ise ilkbaharda görüldüğünü belirtmiştir. Öte yandan, Mousavi ve ark. (2007) nohut tarlalarındaki ortalama yabancı ot yoğunluğunun ilkbaharda (25,8 bitki/m²) sonbahar ve kışa (bitki/m²) göre daha yüksek olduğunu buldirmişlerdir. Ülkemizde farklı il ve bölgelerdeki nohut üretim alanlarında yabancı ot türleri ve yoğunlukları üzerine yapılan çalışmalar

oldukça sınırlıdır. Yapılan anket çalışmalarında nohut ekimi yapılan alanlarda *Avena sterilis*, *Convolvulus arvensis*, *Cichorium intybus*, *Elymus repens*, *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Chondrilla juncea*, *Cynodon dactylon*, *Galium aparine* ve *Sinapis arvensis* gibi yabancı otların yoğun olduğu kaydedilmiştir. Nohut tarımında kullanılan gübrelerin yabancı ot yoğunluğuna etkisi üzerine çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Ancak son yıllarda nohut tarımında yerli çeşitler yerine yüksek verimli çeşitlerin kullanılması maliyetleri artırmıştır (Asghari ve Armin, 2015). Çoğu çalışma yabancı otların gübreleme ile arttığını göstermektedir. Hem kimyasal hem de organik gübreler nohut tarımında yabancı ot popülasyonunu artırmaktadır. Organik gübreler toprakta daha uzun süre çözündüğü için bu gübrelerin uygulandığı alanlarda yabancı ot yoğunluğuna bağlı verim kayıpları kimyasal gübrelere göre daha geç gerçekleşmektedir. Nitekim Abbasi ve ark. (2006), yüksek azot varlığında topraktaki besin emiliminin artmasına bağlı olarak yabancı ot kütlelerinin arttığını tespit etmiştir. Armin (2016), organik gübrelerin uygulandığı parsellerde yabancı ot yoğunluğunun kimyasal gübrelere kıyasla daha düşük olduğunu belirtmiştir (%13,24). Bulut ve ark. (2013), gübre kaynaklarının yabancı ot yoğunluğu üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, sığır gübresi uygulanan parsellerdeki yabancı ot yoğunluğu ve insidansının diğer parsellere göre daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Ali ve ark. (2015), yabancı ot yoğunluğunun organik ve inorganik gübrelemeden önemli ölçüde etkilendiğini bildirmiştir. Bazı çalışmalar gübrelemenin yabancı ot

türlerinin kompozisyonunu, yoğunluğunu ve çeşitliliğini büyük ölçüde etkilediğini kanıtlamaktadır (Moss ve ark., 2004; Wan ve ark., 2012).

Nohut hasat harman makinelerinin de çalışmasını engelleyen yabancı otlar makineli hasadı güçleştirmekte ve içine karıştığı ürünü ise kirleterek ürün kalitesini düşürmektedir. Yabancı ot yoğunluğuna ve türlerine bağlı olarak yabancı ot rekabetinden kaynaklanan verim kayıpları değişiklik göstermektedir. Yabancı ot rekabetinden kaynaklanan verim kayıplarının Batı Asya bölgesinde % 40-75, Kuzey Afrika'da % 13-98 (ElBrahli, 1988; Knott ve Halila, 1988; ICARDA, 1981-1987), Hindistan'da % 40-94 (Bhan ve Kukula, 1987) ve İtalya'da % 35 (Calcagno ve ark., 1987) olduğu bildirilmiştir. Etkili bir yabancı ot mücadelesi uygulanan alanlarda nohut tane verimi, mücadele yapılmayan parsellere göre % 17-105 oranı arasında artabilmektedir (ICARDA-FSP, 1986). Ülkemizde nohutta ekimin geç yapılması, birim alanda istenilen sıklıkta bitki çıkışı olmaması, bazı yıllarda yer yer meydana gelen antraknoz hastalığının epidemi yapması ve yabancı otlarla etkin bir mücadelenin yapılamaması verim düşüklüğünün en önemli nedenleridir. Yabancı otlar nohutta üretimi ve hasadı kısıtlayan problemlerin başında gelmektedir (Şanlı ve ark., 2009). Nohutta yabancı otlar; kültürel ve mekaniksel yöntemlerle, organik ve inorganik herbisit muamelesi, biyolojik etmen ajanlarıyla, allelopatik etkileşim ve entegre mücadele yöntemleri ile kontrol edilmektedir (Özer ve Özer, 1993). Bu mücadele yöntemlerinin önemi ise çevreci doğa dostu yaklaşımları olmasıdır (Bond ve Grundy, 2001). Bu uygulamalara ek olarak çapalama ve elle yolma ek insan gücü ve

maliyet girdisi gerektirdiği için pratikte uygulaması sınırlı kalmaktadır. İşgücüne erişebilirliğin kısıtlı olması ve artan işgücü fiyatlarına alternatif uygulaması pratik ve etkili mücadele yöntemi olarak herbisit yabancı ot kontrolünü ortaya çıkmıştır. Nohutta ekim öncesi, çıkış öncesi ve sonrası kullanılan herbisit grupları mevcuttur (Singh ve ark., 1991). Pratik ve ekonomik olarak alternatif bir şekilde herbisistlerin kullanılmasına rağmen, ekim ve çıkış öncesi kullanılan herbisitler daha sonra çimlenerek meydana gelen yabancı otlara nadiren etkisi mevcuttur (Ceylan, 2006). Bazı herbisitler yabancı otların yanı sıra nohut bitkisine de zarar vermektedir (Singh ve ark., 1991).

Ülkemizde nohut ekim alanlarında görülen yabancı ot ve pestisit kullanımı ile ilgili bazı çalışmalar aşağıda sunulmuştur.

Alptekin ve ark. (2022), Mardin ili yabancı ot sorununun ve kimyasal mücadele durumunun belirlenmesi çalışmalarında, nohut ekim alanlarında bayilerin %10'u ve üzeri, %17.5 *Myragrum perfoliatum*, %20 *Sinapis arvensis* ve %15 *Avena sterilis* ve *Sorghum halepense*'nin yoğun bulunduğunu, çıkış sonrası herbisitleri %30'u nohutta, çıkış öncesi herbisit kullanılan ürünlerin %15'i nohut, hem çıkış öncesi hem de çıkış sonrası herbisit kullanılan %25'i nohut ekim alanları olduğu bildirilmiştir.

Takıl ve Kayan (2021), 2017 ve 2019 yılı üretim sezonunda farklı yabancı ot mücadele uygulamalarının Eskişehirde nohut'ta verim ve verim öğeleri üzerindeki oranları belirlenmek amacıyla yürüttükleri

çalışmada Azkan çeşidi ile linuron (çıkış öncesi), aclonifen (çıkış sonrası) ve imazethapyr (çıkış öncesi) herbisitlerini tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak 9 farklı uygulama (otlu (kontrol); el çapı; aklonifen; linuron; imazethapri; aklonifen + linuron; linuron + imazetapir; aklonifen + imazetapir; aclonifen + linuron + imazethapyr) denemişlerdir. Araştırma sonucunda verim ve verim parametreleri açısından linuron+acnolifen uygulaması en iyi sonucu verdiği yabancı ot sayısı, ağırlığı ve türü bakımından ise acnolifen+linuron+ imazetapir en iyi sonuç verdiği bildirilmiştir. Eskişehir ve benzer ekolojik koşullar için herbisit uygulamasının uygulandığı zamanlarda aclonifen + linuron ya da ekonomik açıdan sadece linuron uygun olacağı bildirilmiştir.

Yıllar ve ark. (2021), Türkiye'nin nohut (*Cicer arietinum* L.) üretiminin yaklaşık %12'si yapılan Kırşehir ilinde 2021 yılında rastgele seçilen 57 nohut üretim alanlarında yayılış gösteren görülen yabancı ot türlerinin belirlemek amacıyla yapılan çalışmada 64 yabancı ot türü içeren 25 familya belirlenmiştir. Belirlenen türlerin tek yıllık 32, iki yıllık 5, çok yıllık 18, tek veya iki yıllık 4, tek veya çok yıllık 3, iki yıllık veya monokarpik 1 ve parazitik 1 adet tür tespit edildiği belirlenmiştir. Birim alanda yabancı ot yoğunluğu ortalama 10.19 adet/m² olarak belirlenmiştir. Kaydedilen ortalama yabancı ot tür yoğunluğu (adet/m²) düşükten artana sırasıyla; *Cirsium arvense* (0.58), *Convolvulus arvensis* (1.29), *Avena fatua* (1.41) ve *Hordeum vulgare* (2.46) olarak, rastlama performansında ise ilk dört tür sırasıyla; *Avena fatua* (%61,40),

Convolvulus arvensis (%52,63), *Chenopodium album* (%47,36) ve *Salsola kali* (%29,82 olarak araştırma alanında tespit edilmiştir.

Üstüner (2016), Kahramanmaraş İli nohut ekim alanlarında 31 familyaya ait 121 yabancı ot türü tespit edilmiştir. Ortalama M²'de 121.0 adet yabancı ot türü tespit edilmiştir. Nohut ekim alanlarında *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Cynodon dactylon*, *Sinapis arvensis* ve *Elymus repens* en çok yoğun bulunan yabancı ot türleridir. *C. album*, *S. arvensis*, *C. dactylon*, *Papaver rhoeas* ve *E. repens* Kahramanmaraş bölgesinde rastlama sıklığı en yüksek olan beş türdür. Genel kaplama alanı olarak en yüksek olan beş yabancı ot türü ise *C. album*, *S. arvensis*, *P. rhoeas*, *C. arvensis* ve *A. retroflexus* olduğunu bildirmiştir.

Karaman ve yöresinde nohut tarlalarında görülen yaygın tür sırasıyla *Chenopodium album*, *Convolvulus arvensis*, *Amaranthus retroflexus* olduğu bildirilmiştir (Eroğlu, 2006). Tokat ve Zile bölgesinde *Avena sterilis*'in en yoğun tür olduğunu bildirilmiştir (İşler, 2003). Diyarbakır ve bölgesinde nohut yetiştiriciliği yapılan alanlarda sorun oluşturan yabancı otlardan *Cichurium intybus*'un il genelinde m² de 1 adetten fazla yoğunluk gösteren önemli bir tür olduğu bildirilmiştir (Demir ve Tepe, 2001).

Korkmaz ve Kayan (2010), serpme ve sıraya ekim yöntemleri ve farklı yabancı ot mücadele yöntemleri (elle mücadele, otluk, linuron, imazethapyr, prometryn aktif maddeli herbisit) nohutta verim ve verim

parametrelerine etkisini belirlemek amacıyla farklı iki lokalitede (Eskişehir/Merkez-Mahmudiye) yürütülmüştür. Araştırmadan elde edilen veriler sonucuna göre; Mahmudiye lokaliteli denemede geleneksel serpmeye ekim yöntemi, Eskişehir merkez lokalitelide ise sıraya ekim yönteminin önerileceği, nohutta yabancı otlarla savaşımında ise en etkili yöntemin elle kontrol mücadelesi olduğu, ancak elle mücadelenin mümkün olmadığı geniş alanlarda daha pratik ve etkili olan kimyasal mücadelenin kullanılabileceği önerilebileceğini bildirmişlerdir.

Markoğlu ve ark. (2010), nohut üretim alanlarında toprak işleme sistemlerinin enerjisi bakımından 4 farklı uygulaması olan geleneksel, azaltılmış toprak işleme, doğrudan ekim+ekim öncesi yabancı ot kontrolü ve kontrolsüz doğrudan ekim uygulaması araştırılmıştır. Toplam girdi enerjileri oranı bakımından nohut üretiminde kullanımı en yüksek olan gübre olduğu ve sırasıyla tohum, yakıt-yağ ve makine girdi enerjileri izlemektedir. Çıktı/girdi enerji oranı göz önüne alındığında en büyük oran 2.00 ile geleneksel uygulamasında elde edilmiştir. Geleneksel uygulamayı sırasıyla azaltılmış toprak işleme 1.81 ile, doğrudan ekim+herbisit uygulaması 0.87 ile ve doğrudan ekim uygulaması 0.205 oranı ile izlemiştir. Etkin bir herbisit mücadelesiyle doğrudan üretim tekniğinin nohut üretiminde kullanılabileceği daha ekonomik olduğu bildirilmiştir.

Demir ve ark. (2001), Güneydoğu Anadolu bölgesinde 2000 yılında Diyarbakır, Adıyaman, Mardin ve Şanlıurfa illerinde ekimi

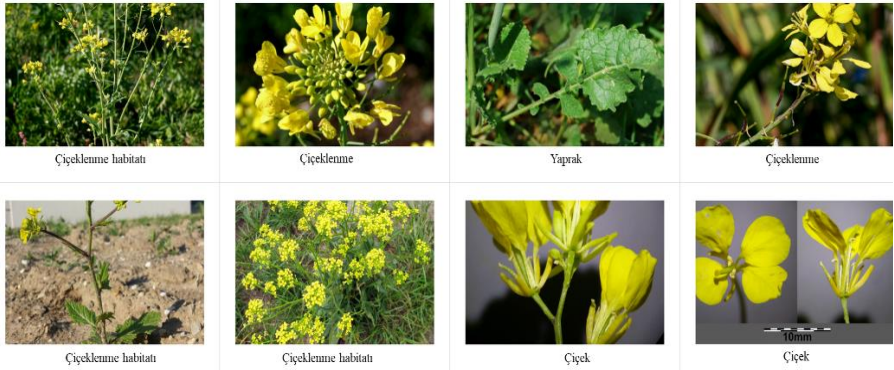
gerçekleştirilen nohut tarımsal alanlarda zarara sebebiyet veren yabancı otların yoğunluklarını ve rastlanma sıklıklarını belirlemek amacıyla yapılan çalışmada 3 familyaya ait 30 tür tek çenekli bitkilerden, çift çenekli bitkilerden ise 30 familyaya ait 125 yabancı ot türü tespit edilmiştir. Diyarbakır'da 123, Adıyaman'da 91, Mardin'de 72 ve Şanlıurfa'da 68 yabancı ot türü tespit edilmiştir. 51 adet yabancı ot türü ortak dağılım göstermektedir. İller bazında m² başına bir bitki türünden fazla bulunan yabancı ot türleri: Adıyaman İlinde *Avena sterilis*, *Anagallis arvensis*, *Geranium tuberosum*, *Heliotropium* sp. ve *Convolvulus arvensis*; Diyarbakır İlinde *Cichorium intybus*; Mardin'de; *Convolvulus galaticus*, *Galium tricornutum*, *Cichorium intybus*, *Cynodon dactylon*, *Euphorbia* sp. ve *Verbascum* sp.; Şanlıurfa İlinde *Cynodon dactylon*, *Convolvulus arvensis*, *Avena sterilis*, *Euphorbia* sp., *Cichorium intybus*, *Sinapis arvensis* ve *Anagallis arvensis* tespit edilmiştir.

Bu bölüm kapsamında kalite ve verim olarak nohut üretimini etkileyen yabancı otlar hakkında zarar şekilleri ve ekonomik önemleri ile mücadele programı kapsamında uygulanabilecek mücadele araçları hakkında bilgi sunulmuştur.

1. Yabani hardal (*Sinapis arvensis* L.)

Brassicaceae familyası içerisinde yer alan yabani hardal, geniş yapraklı, tek yıllık, 30-80 cm boyunda, gövde yuvarlak, alt kısımları ise tüylü bir bitkidir. *S. arvensis*'in gövdesi genç dönemde içi dolu, fizyolojisi ilerleyip olgunlaştıkça ise iç kısmı boşalmaktadır. Yaprakları oval

biçimde lobsuz, almaşık dizilişli ve kaba dişli yapıdadır. Çiçek taç yaprakları kükürt sarısı renginde olup çiçek küresel salkım şeklinde, meyvenin ise apikal kısmı koni yapısında bir kapsül olarak 5-12 adet tohum bulundurmaktadır (Şekil 1). Tohum yapısı 1-2.5 mm çapında sarımsı kahve veya siyah rengindedir. *S. arvensis*'in çoğalması, olgunlaşan tohumların dökülmesiyle olan bir bitkidir. Fazla sayıda tohum oluşturmasıyla yer, besin elementi, ışık ve su bakımından birçok kültür bitkisiyle rekabete girerek sorun oluşturmaktadır. *S. arvensis* tohumları 5-13 yıl toprakta canlılığını sürdürebilmekte ve toprak neminin yeterli olduğu ortamlarda 5-30°C de çimlenebilmektedir. Toprak derinliğine bağlantılı olarak çimlenme ve çıkış oranı değişiklik göstermektedir (Anonim, 2023b).



Şekil 1. *Sinapis arvensis* morfolojisi (Anonim, 2023c)

Mücadele

Kültürel mücadele

Bulaşık tarlalarda kullanılan tarımsal makine ekipmanları (özellikle hasat ve sürüm aletleri) diğer ekim alanlarında kullanılmadan önce

yabancı ot tohumları kontrol edilerek arındırılmalıdır. Nohut tarlasında *S. arvensis* bitkileri görüldüğünde tohum bağlama öncesi tarladan uzaklaştırılması gerekmektedir. Nadas alanlarında toprağın iyi bir şekilde sürülmesi ve ön işlenmesi, toprakta yeterli nemin toplanmasına ve yabancı ot yoğunluğunun önemli ölçüde azaltılmasına yardımcı olur.

Kimyasal mücadele

S. arvensis'in kimyasal mücadelesinde çıkış öncesi veya çıkış sonrası herbisit kullanılmaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından Türkiye'de nohut *Sinapis arvensis* zararlı organizmasına karşı ruhsat almış herbisitlerin aktif madde içerikleri ve dozları; 200 g/l Flurochloridone (250 ml/da ekimden hemen sonra (çıkış öncesi)), 600 g/l Aclonifen (125 ml/da Çıkış sonrası yabancı otların 2-4 gerçek yaprak döneminde), 450 g/l Linuron (200 ml/da Nohut çıkış öncesi, yabancı otlar ekimden sonra), 240 g/l Isoxaflutole +240 g/l Cyprosulfamide (safener) (25 ml/da Çıkış öncesi), 450 g/l Pendimethalin (300 ml/da ekimden hemen sonra çıkış öncesi), 600 g/l Pyridate (100 ml/da yabancı otların 4-6 gerçek yapraklı döneminde) ve 600 g/l Dimethenamid-p + 68 g/l Saflufenacil (60 ml/da Çıkış öncesi) şeklindedir (Anonim, 2023b). Çıkış öncesi herbisitler nohut ekiminden sonra, nohut bitkisi ve yabancı otlar çıkmadan önce uygulanmalıdır. Çıkış öncesinde tarla tavlı ve kesek yapısı olmamalıdır. Ekimden sonra ise toprağa sürgü çekilerek tarla düzlenmesi gerekir.

2. Tarla sarmaşığı (*Convolvulus arvensis* L.)

Tarla sarmaşığı çok yıllık bir bitki olup tohum ve rizomlar ile çoğalan yabancı ottur. İlkbaharda toprak işlemedi sonrasında toprak yüzeyinde sürgünler görölmeye başlar. Bir üretim sezonunda 25 adetden fazla sürgün oluşturarak toprağın yüzeyini kaplamaktadır. *C. arvensis*'in kök sistemi son derece derindir. Kökler uzunluğu 3 metre kadar olabilir. Yan köklerin uzunluğu 2 metreyi bulur ve bir metre üzerindeki yan köklere sahip rizomlar üzerinde yeni bitkiler meydana gelir. *C. arvensis*'in gövde yapısı yatık, tüysüz, sarılıcı veya tırmanıcı ve 30-100 cm boyuna uzayabildiği gibi 3 metreye kadar ulaşabilmektedir. Yapraklar tüysüz veya çok az tüylü, kenarları dişsiz, stipülsüz, basit, mızrak ucu şeklinde uzun saplı, 2-5 cm uzunluğundadır. Çiçekler pembemsi veya morumsu beyaz huni şeklinde, 1.5-2.5 cm büyüklükte ve uzun saplıdır (yaprak sapı 5 cm). Birbirine bağlı, huni şeklinde, beyaz veya pembe renkli talar vardır (Şekil 2). Kapsül şeklindeki meyvenin iki gözü ve sivri ucu vardır. Her gözde iki küçük, koyu kahverengi küresel tohum vardır. İlkbahar ve sonbahar aylarında çiçeklenme meydana gelir. Tohum bağlama durumu tozlanmadan 10 ile 15 gün sonra gerçekleşir. Toprakta bitki tohumları canlılığını yirmi yıl veya daha uzun süre korumaktadır. 0-40 °C arasındaki çimlenme sıcaklığı geniş bir aralığa sahiptir.



Şekil 2. *Convolvulus arvensis* morfolojisi (Anonim, 2023c)

Mücadele

Kültürel mücadele

C. arvensis tohum ve toprak altı organ (rizom) ile çoğalabildiği için tarım aletleri ve özellikle toprak işleme aletleri bulaşık tarlada kullanımı sonrası temizlik gerektirmektedir. Buğdayla münavebe edilebilir.

Kimyasal mücadele

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından Türkiye’de nohut *Convolvulus arvensis* zararlı organizmasına karşı nohut ekim alanlarında ruhsat almış herbisit bulunmamaktadır (Anonim, 2023b).

3. Sirken (*Chenopodium album* L.)

Chenopodium album, dik gelişip dallanan, 30-80 cm boylanan, tüsüz bir yapıya sahip tek yıllık tohumla çoğalan bir bitkidir. Yapraklar koyu gri-yeşil renkli olup uçlara doğru dişlidir. Çiçekler başak salkım şeklinde, küçük yeşilimsi, petalsız, sapsız ve uca doğru daralan bir salkım halinde büyür (Şekil 3). Her çiçek tohum üretir. Tohumlar siyah ve 0.7 ila 1.5 mm çapındadır. Her bitkide yaklaşık 3000-20000 arasında

tohum bulunur. Tohumlar, iyi havalandırılmış topraklarda 8 santimetre derinlikte veya 0.5 ila 3 santimetre derinlikte çıkabilir ve uzun yıllar toprakta dormant halde kalabilir.



Şekil 3. *Chenopodium album* morfolojisi (Anonim, 2023c)

Mücadele

Kültürel mücadele

Diğer tarlalarda kullanılmadan önce, bulaşık tarlalarında kullanılan hasat ve toprak işleme aletleri çok iyi temizlenerek sirken tohumlarından arındırılmalıdır. Üretim için yabancı ottan ari sertifikalı tohumlukların kullanımı önemlidir. Bulaşık alanlarda *C. album* tohum bağlamadan ve dökmeden önce yok edilirse yoğunluğu önemli ölçüde azaltılabilir. Nadasa bırakılan tarım arazilerinde iyi bir toprak hazırlığı yapmak, toprakta nemin birikmesine ve ayrıca yabancı ot yoğunluğunun önemli ölçüde azalmasına yardımcı olacaktır. Nohut tarlasında meydana gelen *C. album*'lar, tohum üretmeden yok edilmelidir. Tohum oluşmuşsa, sökülen *C. album*'lar tarla dışına çıkarılmalıdır ve kuruduktan sonra yakılmalıdır.

Kimyasal mücadele

Çıkış öncesi veya sonrası sirke ile kimyasal mücadelede kullanılabilir. Çıkış öncesi, ilaçlama yapılacak tarla tavında, kesekler parçalanmalı ve ekimden sonra sürgü çekilip tarla düzlenmelidir.

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından Türkiye’de nohut *Chenopodium album* zararlı organizmasına karşı ruhsat almış herbisitlerin aktif madde içerikleri ve dozları; 600 g/l Aclonifen (125 ml / da Çıkış sonrası yabancı otların 2-4 gerçek yaprak döneminde), 200 g/l Flurochloridone (250 ml/da ekimden hemen sonra (çıkış öncesi)), 240 g/l Isoxaflutole +240 g/l Cyprosulfamide (safener) (25 ml/da Çıkış öncesi), 250 g/l Flurochloridone (250 ml/da Ekimden hemen sonra (çıkış öncesi)), 240 g/l Isoxaflutole +240 g/l Cyprosulfamide (safener) (25 ml/da Çıkış öncesi), 600 g/l Pyridate (100 ml/da yabancı otların 4-6 gerçek yapraklı döneminde), 312,5 g/l S-Metolachlor + 187,5 g/l Terbutylazine (500 ml/da Çıkış öncesi), 450 g/l Pendimethalin (300 ml/da Ekimden hemen sonra), 360 g/l Clomazone (30 ml/da Çıkış Öncesi), 600 g/l Pethoxamid (200 ml/da (Çıkış öncesi)) ve 600 g/l Dimethenamid-p + 68 g/l Saflufenacil (80 ml/da Çıkış öncesi) şeklindedir (Anonim, 2023b).

4. Yabani hindiba (*Cichorium intybus*)

Halk arasında radika ve aslan dişi olarak bilinen *Cichorium intybus*, her türlü toprak koşullarında yetişebilir. Rozet biçiminde, tüysüz veya kaba tüylü uzun yaprakları bulunur ve genellikle açık mavi renktedir (Şekil 4). Çok yıllık otsu bir bitki olan *C. intybus*, bir metre kadar büyüyebilir. *C. intybus*, özellikle yol kenarı ve boş tarlalarda görülmektedir.



Şekil 4. *Cichorium intybus* morfolojisi (Anonim, 2023e)

Mücadele

Kültürel mücadele

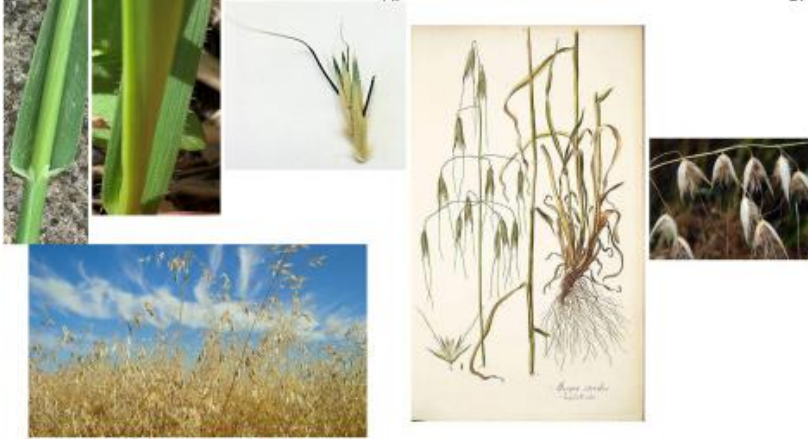
Diğer tarlalarda kullanılmadan önce, bulaşık tarlalarda kullanılan hasat ve toprak işleme aletleri çok iyi temizlenerek *C. intybus* tohumlarından arındırılmalıdır. Üretim amacıyla kullanılan tohumluklar yabancı otlardan ari sertifikalı tohumluk kullanılmalıdır. Yabani hindiba *C. intybus* tohum dökmeden yok edilirse, bulaşık alanlarda yoğunluğu önemli ölçüde azaltılabilir. Nadasa bırakılan üretim alanlarında iyi bir toprak hazırlığı yapmak toprakta yeteri kadar nemin birikmesine ve yabancı ot yoğunluğunun önemli ölçüde azalmasına yardımcı olacaktır.

Kimyasal mücadele

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından Türkiye’de nohut *Cichorium intybus* zararlı organizmasına karşı ruhsat almış herbisit mevcut değildir (Anonim, 2023b).

5. Yabani yulaf türleri (*Avena* spp. (Poaceae))

Nohut hasadı sırasında, yabani yulaf (*Avena*) türlerinin çoğu tohumlarını toprağa atar. Tohumların çimlenmesi için uygun koşullar yoksa, toprakta canlılıklarını yedi ila on yıl boyunca koruyabilirler. Ortalama 130 cm boyunda ve tek yıllık bitkidir. Dik, uzun ve güçlü yapısı bulunmaktadır. Yaprak ayasının alt ve üstü kırıpkı şeklinde tüylerle kaplıdır. Başak yapısı bileşik şeklinde, büyük başakcıklar ve her birinde iki ila üç çiçek mevcuttur (Şekil 5). İğ kavuzlar, ucu iki ila dört çentikli ve 4 santimetre uzunluğunda kılçıklıdır. Renkleri sarıdan kırmızımsı kahverengine kadar değişmekte ve kılçığın alt kısmı kıvrımlı ve orta kısmı eğiktir.



Şekil 5. *Avena* spp. morfolojisi (Anonim, 2023c)

Mücadele

Kültürel mücadele

Bulaşık tarlalarında kullanılan toprak işleme aletleri yabani *Avena* yulaf tohumlarından temizlenmelidir. Nohut tarlasında yabani yulaf bitkileri

görüldüğünde, tohum bağlamadan tarladan çıkarılmalıdır. Bulaşık tarlaları uzun süre ekim nöbetine sokmak gerekmektedir. Mücadele için öncelikle bir bitkinin 50 ila 100 tohum verdiğini ve her bir tohumdan en az 3 kardeş ve 9-15 başak oluştuğu göz önünde bulundurulmalıdır.

Kimyasal mücadele

Yabani yulaf nohut tarlalarında düşük yoğunluklarda (%10–15'ten daha az) herbisitle mücadele edilmez. Çıkış sonrası herbisitler yoğunluğa göre kullanılabilir. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından Türkiye’de nohut Yabani yulaf (*Avena* sp.) zararlı organizmasına karşı ruhsat almış herbisitlerin aktif madde içerikleri ve dozları; 50 g/l Quizalofop-p-ethyl (75 ml/da), 116,2 g/l Clethodim (80 ml/da) ve 100 g/l Cycloxydim (100 ml/da + 100 ml/da Zillion çıkış sonrası) şeklindedir (Anonim, 2023b).

Çizelge 1’de nohut tarlalarında görülen diğer önemli yabancı ot türlerini ve Çizelge 2 de ise ülkemizde Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından nohut zararlı organizmasına karşı ruhsat almış herbisitlerin aktif madde içerikleri ve dozları verilmiştir.

Çizelge 1. Nohut tarlalarında bulunan diğer önemli yabancı otlar (Anonim, 2023b)

Bilimsel Adı	Türkçe Adı
<i>Galium tricorutum</i>	Boynuzlu yoğurtotu
<i>Heliotropium europaeum</i>	Bozot
<i>Polygonum aviculare</i>	Çoban değneği
<i>Echinochloa crus galli</i>	Darıcan
<i>Tribulus terrestris</i>	Demir diken
<i>Lactuca serriola</i>	Dikenli yabani marul
<i>Galium aparine</i>	Dilkanatan
<i>Xanthium strumarium</i>	Domuz pıtrağı
<i>Anagallis arvensis</i>	Fare kulağı
<i>Amaranthus albus</i>	Horoz ibiği
<i>Scandix iberica</i>	İberya, zühre tarağı
<i>Atriplex patula</i>	Kara paçı
<i>Amaranthus retroflexus</i>	Kırmızı köklü tilki kuyruğu

<i>Solanum nigrum</i>	Köpek üzümü
<i>Rapistrum rugosum</i>	Küçük turp
<i>Rumex patientia</i>	Labada
Centaurea depressa ve <i>C. cyanus</i>	Peygamber çiçeği
<i>Polygonum convolvulus</i>	Sarmaşık çoban değneği
<i>Gyposphylla pilosa</i>	Yağlı ot
<i>Amaranthus viridis</i>	Yeşil horoziböğü

Çizelge 2. Nohutta ruhsatlı herbisitler (Anonim, 2023b)

Zararlı Organizma	Aktif Madde	Dozu
Sirken (<i>Chenopodium album</i>)	360 g/l Clomazone	30 ml/da Çıkış Öncesi
	600 g/l Pethoxamid	200 ml/da (Çıkış öncesi)
	600 g/l Dimethenamid-p + 68 g/l Saflufenacil	80 ml/da Çıkış öncesi
	400 g/l Pendimethalin	330 ml/da Çıkış Öncesi
	600 g/l Pyridate	100 ml/da yabancı otların 4-6 gerçek yapraklı döneminde
	450 g/l Pendimethalin	300 ml/da Ekimden hemen sonra
	312,5 g/l S-Metolachlor + 187,5 g/l Terbutylazine	500 ml/da Çıkış öncesi
	250 g/l Flurochloridone	250 ml/da (Ekimden hemen sonra)
	450 g/l Linuron	200 ml/da Nohut çıkış öncesi, yabancı otlar ekimden sonra
	240 g/l Isoxaflutole +240 g/l Cyprosulfamide (safener)	25 ml/da Çıkış öncesi
Köpek üzümü (<i>Solanum nigrum</i>)	600 g/l Aclonifen	125 ml / da Çıkış sonrası yabancı otların 2-4 gerçek yaprak döneminde
	360 g/l Clomazone	30 ml/da Çıkış Öncesi
	400 g/l Pendimethalin	330 ml/da Çıkış Öncesi
	600 g/l Pyridate	100 ml/da yabancı otların 4-6 gerçek yapraklı döneminde
Bozot (<i>Heliotropium europeum</i>)	450 g/l Pendimethalin	300 ml/da Ekimden hemen sonra
	600 g/l Dimethenamid-p + 68 g/l Saflufenacil	60 ml/da Çıkış öncesi
Yabani yulaf (<i>Avena fatua</i>)	400 g/l Pendimethalin	330 ml/da Çıkış Öncesi
Kısır yabani yulaf (<i>Avena sterilis</i>)	116,2 g/l Clethodim	80 ml/da
	100 g/l Cycloxydim	100 ml/da + 100 ml/da Zillion çıkış sonrası
Yabani hardal (<i>Sinapis arvensis</i>)	600 g/l Dimethenamid-p + 68 g/l Saflufenacil	60 ml/da Çıkış öncesi
	600 g/l Pyridate	100 ml/da yabancı otların 4-6 gerçek yapraklı döneminde
	312,5 g/l S-Metolachlor + 187,5 g/l Terbutylazine	500 ml/da Çıkış öncesi
	250 g/l Flurochloridone	250 ml/da (Ekimden hemen sonra)
	240 g/l Isoxaflutole +240 g/l Cyprosulfamide (safener)	25 ml/da Çıkış öncesi

		450 g/l Linuron	200 ml/da Nohut çıkış öncesi,
		600 g/l Aclonifen	yabancı otlar ekimden sonra
Yabani tere (<i>Cardaria draba</i>)		600 g/l Pyridate	125 ml / da Çıkış sonrası yabancı otların 2-4 gerçek yaprak döneminde
Yabani marul (<i>Lactuca sativa</i>)		250 g/l Flurochloridone	250 ml/da (Ekimden hemen sonra)
		600 g/l Aclonifen	125 ml / da Çıkış sonrası yabancı otların 2-4 gerçek yaprak döneminde
Kırmızı köklü tilkikuyruğu (<i>Amaranthus retroflexus</i>)		600 g/l Dimethenamid-p + 68 g/l Saflufenacil	80 ml/da Çıkış öncesi
		400 g/l Pendimethalin	330 ml/da Çıkış Öncesi
		450 g/l Pendimethalin	300 ml/da Ekimden hemen sonra
Boynuzlu yoğurtotu (<i>Galium tricornutum</i>)		600 g/l Dimethenamid-p + 68 g/l Saflufenacil	80 ml/da Çıkış öncesi
		400 g/l Pendimethalin	330 ml/da Çıkış Öncesi
		450 g/l Pendimethalin	300 ml/da Ekimden hemen sonra
Çobandeğneği (<i>Polygonum aviculare</i>)		600 g/l Dimethenamid-p + 68 g/l Saflufenacil	80 ml/da Çıkış öncesi
		400 g/l Pendimethalin	330 ml/da Çıkış Öncesi
		450 g/l Pendimethalin	300 ml/da Ekimden hemen sonra
Kendi gelen buğday (<i>Triticum aestivum</i>)		100 g/l Cycloxydim	100 ml/da + 100 ml/da Zillion çıkış sonrası
		50 g/l Quizalofop-p-ethyl	75 ml/da Çıkış sonrası
Kendi gelen arpa (<i>Hordeum vulgare</i>)		100 g/l Cycloxydim	100 ml/da + 100 ml/da Zillion çıkış sonrası
Uzun süpürge otu (<i>Descurania sophia</i>)		400 g/l Pendimethalin	330 ml/da Çıkış Öncesi
		450 g/l Pendimethalin	300 ml/da Ekimden hemen sonra
Tilkikuyruğu (<i>Alopecurus myosuroides</i>)		50 g/l Quizalofop-p-ethyl	75 ml/da Çıkış sonrası
Darican (<i>Echinochloa crus-galli</i>)		600 g/l Pyridate	100 ml/da yabancı otların 4-6 gerçek yapraklı döneminde
Yeşil horozibiği (<i>Amaranthus viridis</i>)		450 g/l Pendimethalin	300 ml/da Ekimden hemen sonra
Horoz ibiği (<i>Amaranthus spp.</i>)		312,5 g/l S-Metolachlor + 187,5 g/l Terbutylazine	500 ml/da Çıkış öncesi
		450 g/l Linuron	200 ml/da Nohut çıkış öncesi, yabancı otlar ekimden sonra
Yatık sirken (<i>Chenopodium vulvaria</i>)		450 g/l Pendimethalin	300 ml/da Ekimden hemen sonra
		250 g/l Flurochloridone	250 ml/da (Ekimden hemen sonra)

Yabancı otların zarar şekli ve ekonomik önemi

Yabancı otların nohut tarlalarına doğrudan veya dolaylı olarak zarar vermektedir. Kültür bitkisinin ihtiyaç duyduğu mineral besinleri, suyu, ışığı ve yaşam alanlarına ortak olarak doğrudan zarar oluşturmaktadır. Yabancı otların yoğun rekabetine bağlı olarak nohut bitkisi zayıf, cılız kalmakta ve verim düşmektedir. Yabancı ot yoğunluğu yüksek tarlalarda nohut bitkisini kaplayarak rekabete bağlı olarak ürünün tamamen yok olmasına veya hasadın güçleşmesine neden olabilirler. Üründe doğrudan kaybın yanı sıra tohumluk değerinin düşmesi, kalitesinin düşmesi, hasadı zorlaştırmaları ve birçok hastalık ve zararlı etmenler için üreme, beslenme ve sığınma yerleri oluşturmaları gibi dolaylı zararlara da neden olurlar. Nohut üretimi yapılacak üretim alanlarına başka tarlalardan yabancı ot tohumlarının girmesini önlemek önemlidir. Bunun için tarlada kullanılan tüm ekipman ve makinelerin diğer üretim alanlarına girmeden önce temizlenmesi önem arz etmektedir. Bu, tarlanın etrafında çok fazla bulaşık olduğu anlamına gelir. Nadas yılında yapılan işlemler, nohut-nadas sisteminin uygulandığı bölgelerde verimliliği artırabilir. Nadas döneminde toprak işleme yabancı ot gelişimini önemli ölçüde kontrol altına alır. Bu, topraktan su kaybını azaltır ve yabancı otların tohum bağlamasını önler. Nadas döneminde başarılı bir şekilde uygulanan mücadele, ürün yılına da yansımaktadır. Nohut ekmeden önce toprak ve tohum yatağı iyi hazırlanmalıdır. Bunun bir sonucu olarak, performansı ve gelişimini önemli ölçüde geliştirmiş olacağından, dışarıdan gelen yabancı otlara karşı daha rekabetçi olacaktır. Çıkış öncesi veya çıkış sonrası herbisitler, kimyasal mücadelede kullanılabilir. Çıkış öncesi ilaçlama

yapılacak üretim alanı olan tarlalar tavında, kesekler parçalanmalı ve ekimden sonra sürgü çekilip tarla düzlenmelidir. Yabancı ot ile mücadelede başarılı olmak için toprak iyi sürülmelidir. Ayrıca, ilaçlamanın eşit bir şekilde dağıtılması için kullanılacak alet önceden kalibre edilmelidir. İlaçlama sırasında hava sıcaklığı 8°C veya 25°C olmalıdır. Nohut faaliyet alanlarında kullanılan herbisitler genellikle tek yıllık geniş yapraklı yabancı otları etkiler.

Nohut yavaş gelişimine bağlı olarak yabancı otlarla rekabete girmekte yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle mutlaka iyi planlanmış bir yabancı ot kontrol veya entegre mücadele programının yapılması gerekmektedir. Bunun için kültürel mücadele olarak bir önceki hasat döneminden kalan bitki ve artıklarının araziden uzaklaştırılması, kimyasal mücadele olarak ise ekim veya çıkış öncesi Glyphosate uygulaması tavsiye edilmektedir. Bunun yanında dar yapraklı yabancı otlara karşı Quizalofop ve Sethoxydim aktif maddeli, geniş yapraklı yabancı otlara karşı da Pendimethalin ve Trifluralin aktif maddeli, ekim veya çıkış öncesi de Imazethapyr aktif maddeli bir ilaçlama yapılması önerilmektedir (Corp ve ark., 2004). Alachlor, Pyridate, Metolachlor, Fomesafen, Terbutryn ve Imazethaphry'in nohuda zarar vermeden yabancı otları öldürebildiği ve tek yıllık buğdaygil yabancı otlarının sorun olduğu ekim alanlarında ise Sethoxydim'in nohuta zarar vermeden yabancı ota karşı oldukça etkili olduğu bildirilmiştir (Weiss, 1988; Graph ve Kleifeld, 1988; Graph ve ark., 1988).

Sorunsuz bir nohut üretimi yapabilmek için; zararlılara ve hastalıklara toleranslı, hasat mekanizasyonuna uygun, verim ve kalite bakımından yüksek, ithalat ve ihracat ticaretiyle tüketicilerin ihtiyaçlarına uygun çeşitlerin geliştirilmesi, uygun tarım teknikleri ve mekanizasyon uygulanarak üretim sağlanması, birim alan verimini ve dünyadaki bakliyat üretiminde diğer ülkelerle karşılaştırıldığında rekabet gücümüzü artıracaktır (Güler, 2011).

KAYNAKÇA

- Abbasi, A. K., Hejazi, A., Akbari, G., Kafi, M., Zand, E. (2006). Effect of different densities of intercropping cumin and chickpea with emphasis on weed control. *Iranian Crop Research*, 4 (1), 83-94.
- Ali, K., Munsif, F., Zubair, M., Hussain, Z., Shahid, M., Din, I.U, Khan, N. (2015). Management of organic and inorganic nitrogen for different maize varieties. *Sarhad J. Agric.*, 27(4), 525-529.
- Alptekin, H., Gürbüz, R., Özkan, A., Bozhüyük, A. U. (2022). Mardin ili yabancı ot sorununun ve kimyasal mücadele durumunun belirlenmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 23 (1), 84-93.
- Amini, R., Abdi, H., Ahmadi, A. (2015). Weed species diversity and population indices in irrigated and rain-fed chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 7 (4), 147-154.
- Anbessa, Y., Warkentin, T., Bueckert, R., Vandenberg, A. (2007). Short internode, double podding and early flowering effects on maturity and other agronomic characters in chickpea. *Field Crops Research*, 102, 43-50.
- Anonim (2023a). Faostat. <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Erişim Tarihi: 01.08.2023
- Anonim (2023b). https://www.researchgate.net/publication/369749110_Nohut_Entegre_Mucadele_Teknik_Talimati. Erişim Tarihi: 02.08.2023
- Anonim (2023c). <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.117180>. Erişim Tarihi: 02.08.2023
- Anonim (2023d). <https://bku.tarimorman.gov.tr/Bitki/Details/85?csrt=2231804661339684337&undefined=undefined> (Erişim Tarihi: 03.07. 2023).
- Anonim (2023e). <https://www.dearplants.com/how-to-plant-grow-chicory-cichorium-intybus/> (Erişim Tarihi: 05.07.2023).
- Armin, M. (2016). Effects of weed interference duration on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum*) in two different production system. *Journal of Crop Production*, 9 (1), 25-47.
- Asghari, M., Armin, M. (2015). Effect of weed interference in different agronomic managements on grain yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Crop Ecophysiology*, 4, 407-422.
- Basha, S. J., Lakshmi, V. J., Reddy, A. T., Kamakshi, N., Ahammed, S. K. (2018). Estimate of growth and yield parameters of chickpea (*Cicer arietinum* L.)

- cultivars amenable to mechanical harvesting. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7, 2089-2091.
- Bhan, V. M., Kukula. S. (1987). Weeds and their control in chickpea. In: Saxena, C., Singh, K. B. (Eds), *The Chickpea*. C.A.B. International, Wallingford, pp: 319-328.
- Bond, W., Grundy, A. C. (2001). Non-chemical weed management in organic farming systems. *Weed Research*, 41: 383-405.
- Bulut, S., Coruh, I., Oztürk, A. (2012). Effects of different fertilizer sources on weed growth in organic wheat. *Journal of Agricultural Sciences*, 18 (2012), 263-276.
- Calcagno, F., Gallo, G., Venora, G., Restuccia, G. (1987). Primi risultati di ricerche sperimentali sul diserbo chimico del cece. *Zn La Coltura Del Cece in Italia*. ENEA, Atti della giornata tenutasi presso il Centro Ricerche Energia della Casaccia, Roma, Italy.
- Corp, M., Machado, S., Ball, D., Smiley, R., Petrie, S., Siemens, M. and Guy, S. (2004). *Chickpea production guide*. Oregon State University, Extension service.
- Demir, A., Tepe, I., Erman, M. (2001). Güneydoğu Anadolu Bölgesi nohut ekiliş alanlarında saptanan yabancı otlar, yaygınlıkları ve yoğunlukları. *Bitki Koruma Bülteni*, 41 (1-2): 25-37.
- Demir, A., Tepe, I. (2001). Diyarbakır ili nohut ekiliş alanlarında saptanan önemli yabancı ot türleri, yaygınlık ve yoğunlukları. *Türkiye Herboloji Dergisi*, 4 (1), 21-29.
- El-Brahli, E. (1988) *Lutte contre les mauvaises herbes dans la lentille et le pois-chiche d'hiver en zone semi aride in proceedings of the seminar on food legumes in morocco*. Settat, April 7-9, 1987. INRA/ICARDA.
- Eroğlu N. (2006). Karaman'da nohutlarda sorun oluşturan yabancı otlar ve kritik periyodun belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Fathi, E., Tahmasebi, I., Teimoori, N. (2016). Effect of sowing date and weed interference on chickpea seed quantitative and traits in genotypes under dryland conditions. *Iranian Dryland Agronomy Journal*, 5(2), 135-155.
- Gaur, P. M., Singh, M. K., Samineni, S., Sajja, S. B., Jukanti, A. K., Kamatam, S., Varshney, R. K. (2016). Inheritance of protein content and its relationships with seed size, grain yield and other traits in chickpea. *Euphytica*, 209: 253-260. Doi: 10.1007/s10681-016-1678-2
- Gopalakrishnan, S., Srinivas, V., Samineni, S. (2017). Nitrogen fixation, plant growth and yield enhancements by diazotrophic growth-promoting bacteria in two cultivars of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 11, 116-123.

- Graph, S., Kleifeld, Y. (1988). Selective Control of Moleculla Leavis in Chickpeas, *Phytoparasitica*, 16 (4): 391.
- Graph, S., Kleifeld, Y., Herzlinger, G. (1988). Fomesafen, A selective pre-emergence herbicide for chickpea and vetches. *Phytoparasitica*, 16 (4): 392
- Guttha, V., Pawar, P., KS, R. (2023). Effect of pre and tank mix post emergence herbicides application on growth, yield and economics of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *The Pharma Innovation Journal*, 12(4): 401-404.
- Güler, İ. E. (2011). Erzurum Yöresinde Nohut Tarımının Mekanizasyon Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der.*, 1 (4), 91-98.
- ICARDA (1981-1987) International nursery reports of food legume improvement program. No.5 to 10. Aleppo, Syria.
- ICARDA-FSP (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas-Farming System Program) (1986). Annual Report. Aleppo, Syria.
- İşler N. (2003). Tokat (Zile'de) nohut (*Cicer arietinum* L.) yetiştirilen alanlarda sorun olan yabancı otların Belirlenmesi ve yabancı ot alımının verim ve nodozite oluşumuna etkileri üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Jana, S., Singh, K. B. (1993). Evidence of Geographical Divergence in kabuli chickpea from germplasm evaluation data. *Crop Science*, 33: 626-632.
- Knott, C. M., Halila, M. H. (1988) Weeds in food legumes-problems, effects and control methods. In: Summerfield, R. J. (Ed), *World Crops, Cool Season Food Legumes*, Proceeding of International Conference on Food Legume Research, Washington.
- Korkmaz, Y., Kayan, N. (2010). Effects of different sowing methods and weed control on yield and yield components in chickpea (*Cicer arietinum*). *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(2): 157-162.
- Ladizinsky, G., Adler, A., (1976). Genetic relationships among the annual species of *Cicer* L.. *Theoretical and Applied Genetics*, vol. 48, no. 4, pp.197-203.
- Makkouk, K. M. (2020). Plant pathogens which threaten food security: Viruses of chickpea and other cool season legumes in West Asia and North Africa. *Food Security*, 12 (3), 495-502.
- Marakoğlu, T., Özbek, O., Çarman, K. (2010). Nohut Üretiminde Farklı Toprak İşleme Sistemlerinin Enerji Bilançosu. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 6 (4), 229-235.
- Mart, D., Akın, R. (2022). Investigation of Quality Traits of Some Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Varieties Winter Grown in Different Locations. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 6(3), 520-529.
- Moss, S. R., Storkey, J., Cussans, J. W., Perryman, S. A., Hewitt, M. V. (2004). The broadbalk long-term experiment at Rothamsted: what has it told us about weeds? *Weed Science*, 52 (5), 864-873.

- Mousavi, S. K., Pezeshkpour, P., Shahverdi, M. (2007). Weed population response to chickpea (*Cicer arietinum* L.) variety, and planting date. *Journal of Sciences and Technology Agricultural and Natural Resources*, 11 (40), 167-177.
- Nezami, A., Nabati, J., Mirmiran, S. M., Hasanfard, A., Mohammadi, M. (2022). How does the freezing stress in the seedling stage affect the chickpea's morpho-physiological and biochemical attributes? *Gesunde Pflanzen*, 1-13. <https://doi.org/10.1007/s10343-022-00771-7>
- Ozdemir, S., Karadavut, U. (2004). Comparison of the performance of autumn and spring sowing of chickpeas in a temperate region. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 27, 345-352.
- Özaktan, H., Erol, O. (2023). Kayseri Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşitlerinin Bazı Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri, Dergisi* 6(1):67-72
- Özer, E. A., Özer, Z. (1993). Yabancı ot kontrol yöntemlerinin tarihi gelişimi ve geleceği. *Türkiye I. Herboloji Kongresi Bildirileri*, 3-5 Şubat 1993, Adana, s: 41-47.
- Özturk, M., Duran, A., Hakkı, E. E., (2013). Cladistic and phylogenetic analyses of the genus *Cicer* in Turkey. *Plant Syst Evol.*, 299: 1955-1966.
- Pande, S., Sharma, M., Glosch, R., Telange, R. D., Reddy, D. R. (2011). Chickpea Diseases and Insect-Pest Management. https://www.researchgate.net/publication/255730967_Chickpea_Diseases_And_Insect-Pest_Management.
- Poonia, T. C., Pithia, M. S. (2013). Pre- and post-emergence herbicides for weed management in chickpea. *Indian Journal of Weed Science.*, 45 (3): 223-225.
- Rachwa-Rosiak, D., Nebesny, E., Budryn, G. (2015). Chickpeas-Composition, nutritional value, health benefits, application to bread and snacks: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55, 1137-1145. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.687418>
- Singh, M. (1991). Genotypic and phenotypic correlations in plant traits. *International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, Aleppo*, pp: 279.
- Smýkal, P., Coyne, C. J., Ambrose, M. J., Maxted, N., Schaefer, H., Blair, M. W., Berger, J., Greene, S. L., Nelson, M. N., Besharat, N., Vymyslický, T., Toker, C., et al., (2015). Legume crops phylogeny and genetic diversity for science and breeding. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 34 (1-3), 43-104.
- Solh, M. B., Pala, M. (1990). Weed control in chickpea. *Options Mediterraneennes-Serie Seminaires*, No: 9: 93-99.
- Şanlı, A., Kaya, M., Kara, B. (2009). Effects of Herbicide Applications and Hoeing Times of Weed on Yield and Some Yield Components of Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Anadolu J. Agric. Sci.*, 24 (1):13-20.

- Şehirli S (1988) Yemeklik Tane Baklagiller. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Takıl, E., Kayan, N. (2021). Eskişehir Koşullarında Bazı Yabancı Ot Kontrol Yöntemlerinin Nohut (*Cicer arietinum* L.)'ta Verim ve Verim Ögelerine Etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18 (2): 205-213 doi: 10.25308/aduziraat.911860.
- Toker, C., Berger, J., Kahraman, A., Aydoğan, A., Can, C., Bukun, B., Penmetsa, R., Wettberg, V. E. J. Von, Cook, D. R., (2014). “*Cicer reticulatum* Ladizinsky, progenitor of the cultivated chickpea (*C. arietinum* L.)”. Legume Perspect, 5, 26-27.
- Üstüner, T. (2016). Determination of weed density, frequency and general coverage areas in chickpea fields in Kahramanmaraş. Turkish Journal of Weed Science, 19 (2): 38-48.
- Van der Maesen, L. J. G., (1987). Origin, history and taxonomy of chickpea. In The chickpea, 11-34.
- Van Der Maesen, L.J.G. 1987. *Cicer* L., Origin, history and taxonomy of chickpea. In: Saxena, M.C. and Singh, K.B. (Eds.), The Chickpea. CAB. International Cambrian News Ltd., Aberystwyth, UK, pp. 11-34.
- Varshney, R. K. L., Song, C., Saxena, R. K., Azam, S., Yu, S., Sharpe, A. G., Cannon, S., Baek, J., Rosen, B. D., Tar'an, B., Millan, T., Zhang, X., Ramsay, L. D., Iwata, A., Wang, Y., Nelson, W., Farmer, A. D., Gaur, P. M., Soderlund, C., Penmetsa, R. V., Xu, C., Bharti, A. K., He, W., Winter, P., Zhao, S., Hane, J. K., Carrasquilla-Garcia, N., Condie, J. A., Upadhyaya, H. D., Luo, M. C., Thudi, M., Gowda, C. L., Singh, N. P., Lichtenzweig, J., Gali, K. K., Rubio, J., Nadarajan, N., Dolezel, J., Bansal, K. C., Xu, X., Edwards, D., Zhang, G., Kahl, G., Gil, J., Singh, K. B., Datta, S. K., Jackson, S. A., Wang, J., Cook, D. R. (2013). Draft genome sequence of chickpea (*Cicer arietinum*) provides a resource for trait improvement. Nat Biotechnol., 31 (3): 240-6.
- Venkidasamy, B., Selvaraj, D., Nile, A. S., Ramalingam, S., Kai, G., Nile, S. H. (2019). Indian pulses: A review on nutritional, functional and biochemical properties with future perspectives. Trends in Food Science and Technology, 88, 228-242. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.03.012>
- Wan, K., Tao, Y., Li, R., Pan, J., Tang, L., Chen, F. (2012). Influences of long-term different types of fertilization on weed community biodiversity in rice paddy fields. Weed biology and management, 12(1), 12-21.
- Weiss, Y. (1988). Weed Control in Chickpeas. Phytoparasitica, 16: 392.
- Yılar, M., Bayar, Y., Akan, K. (2021). Kırşehir İli Nohut Üretim Alanlarında Görülen Yabancı Otların Yaygınlık ve Yoğunluklarının Belirlenmesi. Turkish Journal of Weed Science, 24 (2): 83-90.

Yucel, D. O., Anlarsal, A. E., Yucel, C. (2006). Genetic variability, correlation and path analysis of yield, and yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 30, 183-188.

BÖLÜM 9

NOHUTTA ISLAH YÖNTEMLERİ

Arş. Gör. İlker Yüce¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10449591>

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye E-mail: ilkeryuce@sivas.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-9761-3561

1. Giriş

Baklagil ürünleri Hindistan, Pakistan ve Bangladeş gibi gelişmekte olan ülkelerde gıda güvensizliği ve yetersiz beslenme sorunlarının azaltılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Nüfus artış hızı nedeniyle kişi başına düşen gıda miktarının azalması, özellikle gelişmekte olan ülkelerde verimliliğin artırılmasını ciddi bir şekilde gerektirmektedir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'ne (FAO) göre, insan nüfusu 2050 yılı sonunda 9 milyara ulaşacak ve böylesine büyük bir nüfusun beslenmesi zorlu bir görev olacaktır. Hızla artan nüfus, azalan ekilebilir araziler, tükenen su kaynakları, artan kentleşme ve sanayileşme ile birlikte açlık, dünya genelinde milyonlarca yoksul insanın peşini bırakmayan bir hayalet haline gelmiştir. Üretim ve verimi önemli ölçüde etkileyen düzensiz iklim değişikliği, abiyotik ve biyotik stresler, küresel gıda güvenliği hedefine ulaşmanın önündeki bir diğer engellerdir (Ahmad ve ark., 2019a, b; Naikoo ve ark., 2019).

Başta nohut olmak üzere baklagil, tahıl ve diğer önemli gıda ürünlerinin ıslahı, geçmişte Bulk, Pedigree ve melezleme gibi geleneksel yöntemler kullanılarak mevcut genetik çeşitlilikten yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte, bu yöntemler günümüzde dünyanın hızla artan gıda talebinin yönetilmesine önemli bir katkı sağlamakta yetersiz kalmaktadır. Gıda ürünlerinde, özellikle de tane baklagillerde mevcut genetik değişkenlik tükenmiştir, bu da verim özelliklerinde yeni genetik değişkenlik üretmek için yenilikçi ıslah araçlarının kullanılmasını gerektirmektedir. Nohut tek yıllık, kendi kendine tozlaşan, serin iklim baklagil bitkisidir ve fasulyeden sonra

ikinci en önemli gıda baklagil ürünüdür. Nohut tohumları besin açısından zengindir ve yeterli miktarda karbonhidrat, protein ve yağ içerir ve özellikle yetersiz beslenen nüfus arasında et yerine iyi bir alternatif sunar. Bu derlemenin amacı nohutta kullanılan klasik ve modern ıslah yöntemlerini açıklamaktır.

2. Klasik Islah Metodolojisi

Nohut ağırlıklı olarak kendi kendine döllen bir bitkidir ve çok az genetik değişkenlik barındırır. Genetik değişkenliğin oluşturulması, etkili seçim ve seçilen hatların daha sonra değerlendirilmesi, bir ıslah programının üç temel adımıdır. Genetik değişkenlik, herhangi bir ürün geliştirme programının temelini oluşturur ve bir ıslah programının başarısını belirler. Geleneksel ıslah yaklaşımı, bitki seçimi ve melezleme de dahil olmak üzere genetik değişkenliğin oluşturulması için kullanılır.

2.1. Melezleme

Melezleme, iki veya daha fazla ebeveynden, özellikle de yabancı akrabalarından elde edilen istenen özellikleri tek bir çeşitte birleştirmek için gerçekleştirilir. Ürünün yabancı akrabaları, çeşitli ürünlerde başta tohum verimi olmak üzere birçok özelliğin geliştirilmesi için kritik kaynaklar olarak kabul edilmektedir (Stalker, 1980). Nohutta verim genleri *Cicer reticulatum*, *C. echinospermum* (Singh ve ark., 2005; Singh ve Ocampo, 1997) ve *C. pinnatifidum*'dan (Sandhu ve ark., 2006; Singh ve ark., 2012a, b, c) aktarılmıştır. *C. arietinum* ve *C. reticulatum* arasında başarılı türler arası melezlemeler elde edilmiş ve daha sonra

çeşitli araştırmacılar tarafından *C. arietinum* ve *C. echinospermum* arasında da melezleme yapılmıştır (Ladizinsky ve Adler, 1976; Pundir ve Mengesha, 1995; Singh ve Ocampo, 1993).

2.2. Ebevenlerin seçilmesi

Uygun ebeveyn seçimi, melezleme programlarının başarısını veya başarısızlığını büyük ölçüde belirlediği için önemlidir. Ebeveynlerin seçimi, ulaşılmak istenen ana hedeflere bağlı olarak değişir. Eğer amaç üstün bir çeşit yaratmaksa, o zaman yerel çevreye daha iyi uyum sağlayan çeşitler ilk ebeveyn olarak seçilir ve ikinci ebeveyn sadece ilk ebeveyni tamamlamak için seçilir. Ancak, amaç genetik değişkenlik derecesini artırmaksa, ebeveyn olarak farklı çeşitler seçilir. Ebeveynlerin etkili ve verimli bir şekilde seçilmesi için, genotiplerin birleştirme yeteneğini ve çeşitliliği analiz etmek üzere biyometrik yaklaşımlar kullanılır.

2.3. Tekli melezleme

Bu tür melezlemede, iyileştirilmiş özelliklere sahip çeşitlerin geliştirilmesinde yalnızca iki ebeveyn türü yer almaktadır. Geliştirilmek istenen özellikler temel olarak biyotik ve abiyotik streslere karşı dirençtir. Tekli melezleme yoluyla geliştirilen çeşitler fusarium ve antraknoza karşı dirençli, yüksek verimli ve çeşitli tarımsal ekosistemlere geniş ölçüde adapte olmuştur.

2.4. Üçlü melezleme

Bu tür melezlemede, her biri belirli bir arzu edilen özelliğe sahip üç ebeveyn, özelliklerin yeni bir çeşitte yeniden birleştirilmesi amacıyla kullanılır. F_1 neslini yetiştirmek için iki ebeveyn arasında bir melezleme yapılır ve ardından F_1 ile diğer ebeveyn arasında bir geri melezleme gerçekleştirilir. Üçlü melezleme, gen etkileşimi için ek fırsat sağladığından ve daha fazla genetik değişkenliğe sahip çeşitlerin elde edilmesine yol açtığından, tekli melezlemeye kıyasla daha faydalıdır. Üçlü melezlemeler soyağacı veya toplu ıslah yöntemleri ile yönetilebilir. Bu nedenle, tek tip döllerin izole edilmesi daha fazla zaman alır.

2.5. Çoklu melezleme

Bu tür melezlemelerde üçten fazla ebeveyn, üstün bir çeşidin tek bir özelliğini geliştirmek için kullanılır. Çoklu melezlemenin arkasındaki temel amaç genetik değişkenlik derecesini arttırmaktır. Ortaya çıkan popülasyonlar pedigree veya bulk ıslah yöntemleriyle yönetilebilir. Çoklu melezlemelerden geliştirilen çeşitler, çeşitli agro-ekosistemlere daha iyi uyum göstermektedir.

2.6. Açılan popülasyonların değerlendirilmesi

Ebeveynlerin çeşitliliği ve birleştirme kabiliyeti, çaprazlama yapılırken dikkat edilmesi gereken iki önemli husustur. Açılan popülasyonların kullanımı, F_1 melezlerinin heterosisi ile iyi korelasyon gösterdiğinden daha iyi sonuçlar elde etmek için önemlidir. Nohutta açılan popülasyonu ele almak için en yaygın kullanılan yöntem pedigree

seleksiyon yöntemidir (Lal ve ark., 1973), ancak Byth ve ark. (1980) bu yöntemin daha az uygun olduğunu bildirmiş ve bulk yöntemini önermiştir. Biyotik streslere karşı geliştirilmiş dirençli çeşitlerin geliştirilmesi pedigree yönteminde daha uygundur; kuraklığa tolerans ve kışa dayanıklılık bulk-pedigree yönteminde; abiyotik stresler, tohum büyüklüğü, erkencilik ve bitki tipi modifiye edilmiş bulk yöntemi için uygundur (Singh, 1987).

2.7. Mutasyon ıslahının temel bileşenleri

Mutasyon ıslahının temel bileşenleri (a) mutasyon uygulaması, (b) mutasyon tespiti, (c) mutant testi ve (d) resmi çeşitlerin piyasaya sürülmesidir. Mutasyon uygulaması, biyolojik materyalin mutajenlere maruz bırakılmasıyla gerçekleştirilir; hızlıdır, dakikalar veya birkaç saat sürer, mutasyon tespiti ise birkaç ay, hatta yıllar alır, ancak yüksek verimli taramalar bir mutasyonu daha kısa sürede tespit etmek için çok kullanışlıdır. Mutant çeşitlerin piyasaya sürülmesi ortalama 10 yıl sürer ancak markör destekli seleksiyon ve diğer yeni biyoteknolojiler kullanılarak hızlandırılabilir (Joung ve Sander, 2013; Zheng ve ark., 2013). Gaul (1964) mutasyonları fenotipik olarak iki gruba ayırmıştır:

(a) Makromutasyonlar: Fenotipik olarak görünür ve morfolojik olarak farklı olan ve popülasyonda daha önce var olan varyasyon aralığının çok dışında bir fenotip üreten bir mutasyon.

(b) Mikromutasyonlar: Sadece karakter ortalaması, varyans, kalıtım derecesi gibi istatistiksel analizler yardımıyla tespit edilebilen küçük etkili mutasyonlardır.

Bu tür mutasyonların çoğu poligenik olarak kontrol edilen özelliklerdedir; bitki ıslahçıları için en büyük değere sahiptirler çünkü ekonomik olarak yararlı özelliklerin çoğu poligenik olarak kontrol edilir.

3. Modern Islah Yöntemleri

Geleneksel nohut ıslahı yaklaşımları verimi artırmış ancak istenen üretim hedeflerine ulaşamamıştır. Geleneksel ıslah yaklaşımları, özelliklerin fenotipik seçimini gerçekleştirerek istenen tüm genleri bir çeşitte bir araya getirme eğilimindedir. Ancak, özelliklerin fenotipik seçimi zahmetlidir, elit genotiplerin karmaşık bir şekilde taranmasını gerektirir ve bu nedenle geleneksel yaklaşımlarla başarılması çok zordur (Torres, 2009). Bu da modern bitki ıslahı yaklaşımlarını gerekli kılmaktadır.

3.1. Double haploid üretimi

Geleneksel ıslah yaklaşımlarıyla yeni ve çeşitlerin daha da geliştirilmesi zaman alıcı ve zahmetlidir. Anter kültürü alternatif bir yaklaşımı temsil eder ve homozigot inbred hatların geri kazanımı için hızlı bir yöntem sunmaktadır. Doubled-haploid üretiminin başlıca faydaları, çeşit geliştirme sürecinin iyileştirilmesi, homozigotluğun artırılması ve pazar taleplerine yanıt verilmesidir. Ancak Fabaceae'de anter embriyogenezinin ve ardından tam haploid bitkilerin rejenerasyonunun başarısı, yem bezelyesi ve yonca gibi birkaç türle sınırlıdır (Croser ve ark., 2006). Baklagillerin dirençli yapısı, haploid bitki üretiminde ilerlemeyi oldukça yavaşlatmaktadır. Literatür, herhangi bir serin iklim

baklagil ürününde haploid üretim protokolleri konusunda yetersizdir ve yalnızca az sayıda yayınlanmış literatür mevcuttur (Altaf ve Ahmad, 1986; Croser, 2002; Huda ve ark., 2001). Anter santrifüjü ve elektrik şoku gibi bazı fiziksel stresler kullanılarak anter kültürü yoluyla Kanada CDC Xena (kabuli) ve Avustralya Sonali (desi) gibi double haploid nohut çeşitlerinin geliştirilmesi üzerine ilk çalışma Grewal ve ark. (2009) tarafından ortaya konmuştur.

3.2. Transgenik yaklaşımlar

Ürünün verim potansiyelini korumak ve gıda güvenliği sorunlarını ele almak için, hızla artan nüfusu beslemek amacıyla ürün üretiminin kat kat artırılması gerekmektedir. Nohut üretiminde istenen hedefler, bir dizi patojen ve böcek zararlısına karşı hassasiyeti nedeniyle sürekli düşük kalmıştır. Böcek zararlıları arasında brusidler depolama sırasında önemli kayıplara neden olmaktadır (Singh ve ark., 1994). Geleneksel ıslah yöntemleri böceklere dayanıklı çeşitler yaratmakta başarısız olmuştur. İnsektisitler böcek zararlılarının etkisini azaltmada olumlu bir rol oynasa da biyotayı ve çevresini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle, istenen üretim hedefine ulaşmak ve tarımın sürdürülebilirliği için, üretimi, çevreyi ve sağlığı iyileştirmek amacıyla zararlı yönetimi için yeni yaklaşımlara ihtiyaç vardır. Böceklere dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi için moleküler ıslah ve genetik mühendisliği gibi yeni tekniklerin kullanılması gerekmektedir. Son zamanlarda geliştirilen rekombinant DNA teknolojileri ve genetiği değiştirilmiş bitkiler, haşere ve patojen salgınlarının yönetiminde başarılı olmuştur (Gatehouse, 2008). Böceklere karşı direnç sağlayan yabancı genlerin bitki

genomuna eklenmesi, rekombinant DNA teknolojisindeki ilerlemeler sayesinde mümkün olmuştur (Bennett, 1994). δ -endotoksin genleri, proteaz inhibitörleri ve bitki lektinleri, yerleştirilen ve çeşitli zararlılara ve patojenlere karşı geniş bir direnç sağlayan ana genlerdir.

Rekombinant DNA teknolojisi ve bitki doku kültürünün birleşimi, biyotik stres yönetimi, özellikle de böcek zararlıları için yeni seçeneklerin yaratılmasının önünü açmıştır. Bu teknolojiler, zararlıların neden olduğu kayıplarda büyük bir azalmaya yol açmıştır. Biyoteknolojideki gelişmeler, bitki transformasyon teknikleri, yeni ve etkili moleküllerin tanımlanması ve bunların rolü, gen ifadesinde değişiklik ve böcek saldırısına dirençli transgeniklerin geliştirilmesi gibi çok sayıda farklı fırsat yaratmıştır. Hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde, transgenik bitkiler önemli gelir sağlamıştır. 1990'ların ortalarında ilk kez piyasaya sürülmelerinden bu yana, bu tür bitkilerin kullanımı, başta böcekler ve herbisit direnci olmak üzere zararlı yönetimi için girdi özellikleriyle tarımda ve bağlı sektörlerde devrim yaratmıştır. Zararlılara dayanıklı transgenikler, zararlı yönetimi için insektisitlerin ikame edilmesinde kritik bir rol oynamakta ve böylece zararlı kaynaklı verim kayıplarını azaltmaktadır. Ayrıca, doğal bitki kaynaklarından elde edilemeyen direnç kaynakları sunmakta ve bir ürünün yetiştirilmesi için temel gereksinimlerin ötesinde zararlı kontrolüne yapılan büyük yatırımların azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Bu özellik, kuru toprak ürünlerinin zararlılara karşı etkili bir şekilde kullanılırsa, kuru toprak üretiminin artırılmasında eşsiz bir öneme sahip olacaktır.

Zararlılar nohut da dahil olmak üzere bakliyat ürünlerinde büyük üretim ve verim kayıplarından sorumludur. Bunlar arasında bakla kurdu (*Helicoverpa armigera* Hüberand) ve yaprak biti (*Aphis craccivora* C.L. Koch) en çok zarar verenler olup, sadece Hindistan'da nohutta yıllık 200 milyon ABD doları kayba neden olmaktadır (Zahid ve ark., 2008). *H. armigera*'ya karşı direnç gösteren transgenik nohut hatlarının geliştirilmesi, verim kaybına karşı en iyi yaklaşımlardan biri olarak kabul edilmektedir.

3.3. Doku kültürü

Geleneksel ıslah yaklaşımları, tescilli çeşitlerin geliştirilmesi ve resmi olarak piyasaya sürülmesi için zaman alıcı ve zahmetlidir. Bu durum doku kültürü, bitki rejenerasyon stratejileri, gen transferi ve bitki transformasyonu gibi yeni modern ıslah yaklaşımlarını gerekli kılmaktadır. Melezleme ve yapay mutasyonların gerçekleştirilmesi gibi geleneksel ıslah yaklaşımları, ilgilenilen özellikteki erişilebilir genetik değişkenliğin tanımlanmasına ve geliştirilmesine dayanmaktadır. Bununla birlikte, baklagil türlerinin çoğu kendine döllenir, bu da genetik değişkenliklerini sınırlar ve bu nedenle bitki ıslahçıları, ürün geliştirme programlarında dar bir genetik taban sorunuyla karşı karşıya kalmaktadır (Raina ve ark., 2016). Bu nedenle, yabancı akraba türlerden kültür türlerine arzu edilen genlerin eklenmesi yoluyla genetik tabanın genişletilmesi zorunludur. Bitki ıslahı programlarında in vitro kültür teknikleri, genetik değişkenliği artırmada ve geleneksel ıslah sürecini hızlandırmada hayati bir rol oynamaktadır. Kadiri ve ark. (2014) olgun embriyoları ve düğümleri eksplant olarak kullanarak nohut in vitro

mikroçoğaltımı için uygun koşulları araştırmışlardır. Üç nohut genotipi (Zouaoui, ILC 483, INRA 199), naftelin asetik asit (NAA), Benzil amino pürin (BAP) ve kinetin (KIN) içeren Murashige ve Skoog (1962) (MS) ortamında eksplant kültürlerinin kaynağı olarak kullanılmıştır. Zouaoui genotipinin INRA 199 ve ILC 483'e göre daha kallojenik olduğu bulunmuştur. Genotip, eksplant ve besin ortamı gibi çeşitli faktörler kallogenez, hücre dediferansiyasyonu ve rejenerasyonu etkilemektedir (Yadav ve ark., 2012). Ayrıca Zouaoui, ILC 483 ve INRA 199'un sırasıyla %52.73, 59.76 ve 47.50 oranında organogenez kapasitesi sergilediğini belirtmişlerdir.

Dışarıdan uygulanan hormonların türü ve konsantrasyonu, in vitro kültürlenmiş eksplantın davranışını etkiler. Doku kültüründe hormon seçimi, hedeflenen morfogenetik tepkiye ve eksplant tipine göre yapılır (Altaf ve ark., 1999). Oksinler ve sitokininler gibi ana hormonlar, sinerji veya antagonizm içinde hareket ederek kallogenez veya organogenez elde etmek için kullanılır (Zryd, 1988). Kullanılan eksplant türüne bakılmaksızın, ilave hormonlarla zenginleştirilmiş MS kültür ortamları farklı organogenez ve kallogenez oranları göstermiştir.

3.4. Genetik haritalama

Modern ıslah yaklaşımları, belirli özelliklerle ilişkili markörleri haritalandırarak genomik kaynakları etkin bir şekilde kullanmaktadır. Genetik haritaların oluşturulması, belirli özelliklerle ilişkili markörlerin bağlantı haritalama tabanlı tanımlanmasında birincil adımdır. Kantitatif özellikler, birden fazla genin küçük eklemeli etkileri tarafından

yönetilir ve ayrıca çevresel şartlardan büyük ölçüde etkilenir. Sonuç olarak, bu tür poligenik özellikler için ıslah, kalitatif özelliklere kıyasla daha karmaşıktır. Kantitatif özelliklerin ıslah davranışı, genetik haritaların oluşturulması yoluyla incelenebilir, çünkü haritalar belirli bir özelliğin fenotipik varyasyonundan sorumlu olan ve kantitatif özellik lokusları (QTL) olarak bilinen tek bir bölgeye odaklanır. Genetik haritaların geliştirilmesinde morfolojik belirteçlerin kullanılmasındaki sınırlamalar nedeniyle, çeşitlilik dizileri teknolojisi (DArT) ve tek nükleotid polimorfizmleri (SNP'ler) gibi çeşitli moleküler belirteçler etkili bulunmuştur. Nohutun türler arası haritalama popülasyonunda (ICC 4958 x PI 489777) 8 bağlantı grubu üzerinde 845 cM mesafeyi kapsayan 1200'den fazla lokusa sahip bir genetik harita rapor edilmiştir (Thudi ve ark., 2011). Nohutta tüm genom taraması ve aday gen tabanlı yaklaşım kullanılarak yapılan ilişkilendirme haritalama analizinde kuraklık ve ısı tepkisi ile ilişkili 312 markörün tanımlandığı bildirilmiştir (Thudi ve ark., 2014). Sadece nohutta değil, diğer baklagillerde de başarılı genetik haritalama ve QTL analizi, çok sayıda DNA markörünün mevcudiyeti ile kolaylaştırılmıştır. Genetik haritalar, karmaşık özelliklerin, özellikle de verim ve verime bağlı özelliklerin incelenmesinde hayati bir rol oynamaktadır.

Yüksek verimli genomik kaynakların ortaya çıkışı, nohutta verim, besin kalitesi ve çok çeşitli biyotik ve abiyotik streslere karşı toleransın iyileştirilmesi yoluyla genetik çalışmalarda kritik bir rol oynamıştır. Nohut genomunda hızlı ilerleme, genetik varyasyonun

değerlendirilmesi için çok sayıda moleküler markörün geliştirilmesine de yansımıştır. Başlangıçta SSR markörleri çeşitlilik değerlendirmesi (Sethy ve ark., 2006) QTL'lerin tanımlanması (Aryamanesh ve ark., 2010) ve genetik haritaların geliştirilmesi (Nayak ve ark., 2010) için birkaç araştırmacı tarafından kullanılmıştır. Bununla birlikte, son zamanlarda SNP'lerin büyük ölçekli keşfi ve genotiplemesi nohutta önemli gelişmeler olmuştur (Deokar ve ark., 2014).

3.5. Marker destekli seleksiyon

Markör destekli seleksiyonun (MAS) ürün geliştirme programlarında kullanımı son yıllarda artmıştır. MAS'ın geleneksel bitki ıslahına göre temel avantajı, elit çeşitlerin geliştirilmesi için gereken nesil sayısının ve popülasyon büyüklüğünün azaltılmasıdır (Yousef ve Juvik, 2001; Thomas, 2003; Castro ve ark., 2015).

MAS yaklaşımı sadece ıslah programlarının hızını artırmak için kullanılmakla kalmamış, aynı zamanda elit çeşitler geliştirmek için birden fazla ebeveynden arzu edilen QTL'lerin birleştirilmesine olanak tanıyan gen piramidinin kurulmasına da yol açmıştır. Bir ıslah programında MAS'ın başarılı bir şekilde uygulanması, uygun genotip seçimini ve ardından aday genlerin ve bunlarla ilişkili markörlerin fenotipik seçimini gerektirmektedir. Genotipler, ilgili özelliğe göre değil, markörlerin varlığı ya da yokluğuna göre seçilir. Simon ve Muehlbauer (1997) nohut haritasının oluşturulmasında RFLP ve RAPD markörlerini kullanmış ve diğer baklagillerle sentetik bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Mikrosatellitler, bireyler arasında bir lokustaki

mikrosatellit tekrarlarının sayısı ve/veya boyutundaki herhangi bir varyasyon farklı boyutta DNA bantları ile sonuçlandığından, PCR tabanlı genetik belirteçlerin hipervariable sınıfından biridir (Beckmann ve Soller, 1990). Mikrosatellit belirteçleri çok bilgilendiricidir ve çoklu paralel yapıları, eş baskın kalımları, tekrarlanabilirlikleri, bollukları ve geniş genomik dağılımları nedeniyle tarla bitkilerindeki genetik çeşitliliğin değerlendirilmesinde diğer moleküler belirteçlere göre kayda değer bir önem kazanmıştır. SSR'ler ayrıca büyük ölçekli genotiplemeye uygundur ve bu nedenle yüksek yoğunluklu genom haritalarının oluşturulması, gen/QTL haritalaması ve markör destekli seleksiyon için uygundur (Winter ve ark., 2000; Nayak ve ark. 2010; Gujaria ve ark. 2011).

3.6. Marker destekli tekrarlayan seleksiyon

Markör destekli tekrarlayan seleksiyonda (MARS) moleküler markörler, tek bir veya ilgili popülasyonlar arasında elit genotipler geliştirmek için çoklu QTL'lerin tanımlanması ve seçilmesi için kullanılır (Ribaut ve ark., 2010). MARS, bireysel genotipik seçilimi ve bir seçim döngüsünde melezlemeyi içerdiğinden nesiller yetiştirmede hızlı bir yöntem sağlar. Bu gelişmiş moleküler ıslah yaklaşımı, her fertil popülasyon üzerinde yeni bir haritalama çalışması içerdiğinden ve popülasyonlarda istenen allel frekansını arttırdığından, geleneksel QTL veya MAS çalışmalarından oldukça farklıdır. Kısacası, MARS, bitki ıslahçıların arzu edilen alellerin artan sıklığı ve tekrarlayan melezlemelerde ilave etki ve küçük bireysel etkilerle donatan modern bir ıslah yaklaşımıdır (Bernardo ve Charcosset, 2006).

3.7. Çok ebeveynli gelişmiş nesil intercrossing

Mevcut ve erişilebilir genetik değişkenliğin derecesi, çok çeşitli streslere karşı tolerans geliştirmede zorunludur. Bitki ıslahçıları yüksek derecede genetik değişkenlik ve yüksek rekombinant sıklığı ile donatmak için gelişmiş bir ıslah yaklaşımı olan MAGIC, kantitatif özellikleri yöneten poligenlerin altında yatan mekanizmayı anlamak için de kullanılabilir (Glaszmann ve ark., 2010). MAGIC çizgilerinin geliştirilmesi, tarımsal ekonomik özellikleri yöneten birkaç QTL arasındaki ayrımı analiz etmek için bir temel sağlar. Melezleme gibi geleneksel ıslah, homozigot bir durumda arzu edilen alellere sahip çeşitlerin yaratılmasıyla üretkenliği sınırlayabilir. Geleneksel hibridizasyondan farklı olarak MAGIC popülasyonları, QTL'lerin doğru tespitinde, gen keşfinde, gen karakterizasyonunda ve karmaşık özelliklerin moleküler karakterizasyonunun anlaşılmasında çok faydalıdır (Buckler ve ark., 2009; Poland ve ark., 2011). Güney Asya ve Sahra Altı Afrika'da, çeşitli tarımsal ekosistemlere uyum sağlama potansiyelini geliştirmek amacıyla MAGIC hatları oluşturmak için sekiz nohut ebeveyni seçildi. Nohut MAGIC çizgileri, birkaç QTL'nin yüksek hassasiyetle tanımlanmasında da kullanıldı. Bitki ıslahçıları tarafından kullanılan farklı hibridizasyon teknikleri, ekonomik açıdan önemli özellikler için genetik değişkenliği arttırmıştır ve ayrıca homozigot durumdaki nadir alelleri de ortaya çıkaracaktır.

4. Kaynaklar

- Ahmad, B., Raina, A., Naikoo, M.I., Khan, S. (2019a). Role of methyl jasmonates in salt stress tolerance in crop plants. In: Khan MIR, Reddy PS, Ferrante A, Khan NA (eds) Plant signalling molecules. Woodhead Publishing, Elsevier, Duxford, pp. 371–384. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816451-8.00023-X>.
- Ahmad, B., Raina, A., Khan, S. (2019b). Impact of biotic and abiotic stresses on plants, and their responses. *Disease resistance in crop plants: molecular, genetic and genomic perspectives*, 1-19.
- Altaf, N., Ahmad, M. S. (1986). Plant regeneration and propagation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) through tissue-culture techniques. In Nuclear techniques and in vitro culture for plant improvement.
- Altaf, N., Iqbal, J., Salih, A.M. (1999). Tissue culture of microsperma lentis (*Lens culinaris* Medik) cv. Massoor-85. *Pak J Bot* 31(2):283–292.
- Aryamanesh, N., Nelson, M. N., Yan, G., Clarke, H. J., Siddique, K. H. M. (2010). Mapping a major gene for growth habit and QTLs for ascochyta blight resistance and flowering time in a population between chickpea and *Cicer reticulatum*. *Euphytica*, 173, 307-319.
- Beckmann, J.S., Soller, M. (1990). Towards a unified approach to genetic mapping of eukaryotes based on sequence tagged microsatellite sites. *Nat Biotechnol* 8:930–932.
- Bennett, J. (1994). DNA-based techniques for control of rice insects and diseases. In: Teng PS, Heong KL, Moody K (eds) Transformation, gene tagging and DNA fingerprinting. Rice pest science and management. IRRI, Los Baños, Philippines, pp 147–172.
- Bernardo, R., Charcosset, A. (2006). Usefulness of gene information in marker assisted recurrent selection: a simulation appraisal. *Crop Sci* 46:614–621.
- Buckler, E.S., Holland, J.B., Bradbury, P.J. (2009). The genetic architecture of maize flowering time. *Sci* 325(5941):714–718

- Byth, D.E., Green, J.M., Hawtin, G.C. (1980). ICRISAT/ICARDA chickpea breeding strategies. In: Proceedings of the international workshop on chickpea improvement. ICRISAT, Hyderabad, pp 11–27.
- Castro, P., Rubio, J., Madrid, E., Fernández-Romero, M. D., Millán, T., Gil, J. (2015). Efficiency of marker-assisted selection for ascochyta blight in chickpea. *The Journal of Agricultural Science*, 153(1), 56-67.
- Croser, J.S. (2002). Haploid and zygotic embryogenesis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). In: PhD Thesis. University of Melbourne, Melbourne.
- Croser, J. S., Lülldorf, M. M., Davies, P. A., Clarke, H. J., Bayliss, K. L., Mallikarjuna, N., Siddique, K. H. M. (2006). Toward doubled haploid production in the Fabaceae: progress, constraints, and opportunities. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 25(2), 139-157.
- Deokar, A. A., Ramsay, L., Sharpe, A. G., Diapari, M., Sindhu, A., Bett, K., ... Tar'an, B. (2014). Genome wide SNP identification in chickpea for use in development of a high density genetic map and improvement of chickpea reference genome assembly. *BMC genomics*, 15, 1-19.
- Gatehouse, J.A. (2008). Biotechnological prospects for engineering insect-resistant plants. *Plant Physiol* 146:881–887.
- Gaul, H., 1964. Mutations in plant breeding. *Rad Bot* 4:155–232.
- Glaszmann, J. C., Kilian, B., Upadhyaya, H. D., Varshney, R. K. (2010). Accessing genetic diversity for crop improvement. *Current opinion in plant biology*, 13(2), 167-173.
- Grewal, R.K., Lulsdorf, M., Croser, J. (2009). Doubled-haploid production in chickpea (*Cicer arietinum* L.): role of stress treatments. *Plant Cell Rep* 28(8):1289–1299.
- Gujaria, N., Kumar, A., Dauthal, P., Dubey, A., Hiremath, P., Bhanu Prakash, A., ... Varshney, R. K. (2011). Development and use of genic molecular markers (GMMs) for construction of a transcript map of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 122, 1577-1589.
- Huda, S., Islam, R., Bari, M.A., Asaduzzaman, M. (2001). Anther culture of chickpea. *Int Chickpea Pigeonpea Newsl* 8:24–26.

- Joung, J.K., Sander, J.D. (2013). Innovation Talens: a widely applicable technology for targeted genome editing. *Nat Rev Mol Cell Biol* 14:49–55.
- Kadiri, A., Halfaoui, Y., Bouabdallah, L., Ighilhariz, Z. (2014). Chickpea (*Cicer arietinum* L.) in vitro micropropagation. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 1:1304–1309.
- Ladizinsky, G., Adler, A. (1976). The origin of chickpea *Cicer arietinum* L. *Euphy* 25:211–217.
- Lal, S., Singh, S. N., Lal, S. B., Tripathi, B. D. H. (1973). Improvement in gram through pedigree method of breeding. In *Proceedings of the 10th Workshop on Rabi Pulses* (pp. 70-80).
- Murashige, T., Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. *Phys Plant* 15:473–497.
- Naikoo, M. I., Dar, M. I., Raghib, F., Jaleel, H., Ahmad, B., Raina, A., ... Naushin, F. (2019). Role and regulation of plants phenolics in abiotic stress tolerance: An overview. *Plant signaling molecules*, 157-168.
- Nayak, S. N., Zhu, H., Varghese, N., Datta, S., Choi, H. K., Horres, R., ... Varshney, R. K. (2010). Integration of novel SSR and gene-based SNP marker loci in the chickpea genetic map and establishment of new anchor points with *Medicago truncatula* genome. *Theoretical and Applied Genetics*, 120, 1415-1441.
- Poland, J. A., Bradbury, P. J., Buckler, E. S., Nelson, R. J. (2011). Genome-wide nested association mapping of quantitative resistance to northern leaf blight in maize. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(17), 6893-6898.
- Pundir, R.P.S., Mengesha, M.H. (1995). Cross compatibility between chickpea and its wild relative *Cicer echinospermum* Davis. *Euphy* 83:241–245.
- Raina, A., Laskar, R., Khursheed, S., Amin, R., Tantray, Y., Parveen, K., Khan, S. (2016). Role of mutation breeding in crop improvement-past, present and future. *Asian Research Journal of Agriculture*, 2(2), 1-13.

- Ribaut, J.M., De Vicente, M.C., Delannay, X. (2010). Molecular breeding in developing countries: challenges and perspectives. *Curr Opin Plant Biol* 13(2):213–218.
- Sandhu, J. S., Gupta, S. K., Singh, G., Sharma, Y. R., Bains, T. S. (2006). Interspecific hybridization between *Cicer arietinum* and *Cicer pinnatifidum* for improvement of yield and other traits. In *4th International Food Legumes Research Conference, New Delhi, India* (Vol. 192, pp. 18-22).
- Sethy, N.K., Shokeen, B., Edwards, K.J., Bhatia, S. (2006). Development of microsatellite markers and analysis of intra-specific genetic variability in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Theor Appl Genet* 112:1416–1428.
- Simon, C.J., Muehlbauer, F.J. (1997). Construction of a chickpea linkage map and its comparison with maps of pea and lentil. *J Hered* 88:115–119.
- Singh, K. B., Malhotra, R. S., Halila, M. H., Knights, E. J., Verma, M. M. (1993). Current status and future strategy in breeding chickpea for resistance to biotic and abiotic stresses. *Euphytica*, 73, 137-149.
- Singh, K.B. (1987). Chickpea breeding. In: Saxena MC, Singh KB (eds) *The chickpea*. CAB International, Wallingford, pp 127–162.
- Singh, K.B., Ocampo, B. (1993). Interspecific hybridization in annual *Cicer* species. *J Genet Breed* 47:199–204.
- Singh, K.B., Ocampo, B. (1997). Exploitation of wild *Cicer* species for yield improvement in chickpea. *Theor Appl Genet* 95:418–423.
- Singh, S., Gumber, R. K., Joshi, N., Singh, K. (2005). Introgression from wild *Cicer reticulatum* to cultivated chickpea for productivity and disease resistance. *Plant Breeding*, 124(5), 477-480.
- Singh, M., Khan, Z., Kumar, K., Dutta, M., Pathania, A., Dahiya, O. P., Kumar, J. (2012a). Sources of resistance to Fusarium wilt and root-knot nematode in indigenous chickpea germplasm. *Plant Genetic Resources*, 10(3), 258-260.
- Singh, R. P., Singh, I., Singh, S., Sandhu, J. S. (2012b). Assessment of genetic diversity among interspecific derivatives in chickpea. *Journal of Food Legumes*, 25(2), 150-152.

- Singh, I., Singh, R. P., Singh, S., Sandhu, J. S. (2012c). Introgression of productivity genes from wild to cultivated Cicer. In *International conference on sustainable agriculture for food and livelihood security, Crop Improve* (Vol. 39, pp. 155-156).
- Stalker, H. T. (1980). Utilization of wild species for crop improvement. *Advances in Agronomy*, 33, 111-147.
- Thomas, W.T.B. (2003). Prospects for molecular breeding of barley. *Ann Appl Biol* 142:1–12.
- Thudi, M., Bohra, A., Nayak, S. N., Varghese, N., Shah, T. M., Penmetsa, R. V., ... Varshney, R. K. (2011). Novel SSR markers from BAC-end sequences, DArT arrays and a comprehensive genetic map with 1,291 marker loci for chickpea (*Cicer arietinum* L.). *PLoS One*, 6(11), e27275.
- Thudi, M., Upadhyaya, H. D., Rathore, A., Gaur, P. M., Krishnamurthy, L., Roorkiwal, M., ... Varshney, R. K. (2014). Genetic dissection of drought and heat tolerance in chickpea through genome-wide and candidate gene-based association mapping approaches. *Plos one*, 9(5), e96758.
- Torres, A. M. (2009). Application of molecular markers for breeding disease resistant varieties in crop plants. *Molecular Techniques in Crop Improvement: 2nd Edition*, 185-205.
- Winter, P., Benko-Iseppon, A.M., Huttel, B., ... Muehlbauer, F. J. (2000). A linkage map of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genome based on recombinant inbred lines from a *C. arietinum* x *C. reticulatum* cross: localization of resistance genes for fusarium wilt races 4 and 5. *Theor Appl Genet* 101:1155–1163.
- Yadav, S. K., Katikala, S., Yellisetty, V., Kannepalle, A., Narayana, J. L., Maddi, V., ... Bharadwaja, K. P. (2012). Optimization of Agrobacterium mediated genetic transformation of cotyledonary node explants of *Vigna radiata*. *SpringerPlus*, 1(1), 1-8.
- Yousef, G.G., Juvik, J.A. (2001). Comparison of phenotypic and marker-assisted selection for quantitative traits in sweet corn. *Crop Sci* 41:645–655.

- Zahid, M. A., Islam, M. M., Reza, M. H., Prodhan, M. H. Z., Begum, M. R. (2008). Determination of economic injury levels of *Helicoverpa armigera* (Hubner) in chickpea. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 33(4), 555-563.
- Zheng, Z., Wang, H. B., Chen, G. D., Yan, G. J., Liu, C. J. (2013). A procedure allowing up to eight generations of wheat and nine generations of barley per annum. *Euphytica*, 191, 311-316.
- Zryd, J.P. (1988). Cultures de cellules, tissus et organs végétaux. Fondements théoriques et utilisations pratiques. Presses Polytechniques Romandes.

BÖLÜM 10

NOHUT GENETİK KAYNAKLARI

Arş. Gör. İlker Yüce¹

Prof. Dr. Tolga KARAKÖY²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10449596>

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye E-mail: ilkeryuce@sivas.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-9761-3561

² Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sivas, Türkiye E-mail: tkarakoy@sivas.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-5428-1907

1. Giriş

Nohut (*Cicer arietinum* L.), *Cicer* cinsinin kültüre alınan tek türüdür ve önemli bir serin iklim tane baklagili olarak yaklaşık 52 ülkede 15 milyon hektarlık bir alve a yetiştirilen, toplam 15.9 milyon tonluk üretimi ve 1060 kg ha⁻¹ verimliliği ile en önemli ikinci baklagil bitkisidir (FAOSTAT, 2021). Toplam dünya üretiminin üçte ikisi Hindistan'da gerçekleşirken, diğer önemli üretici ülkeler Pakistan, Myanmar, İran, Türkiye, Avustralya ve ABD'dir (FAOSTAT, 2021). Nohut nispeten ucuz bir diyet proteini kaynağıdır ve tohumları ortalama %20,3 protein, yaklaşık %40 karbonhidrat ve %3-6 yağ içerir (Gil ve ark., 1996). Mineraller açısından da zengindir ve bir dizi vitaminin yanı sıra iyi bir kalsiyum, magnezyum, potasyum, fosfor, demir, çinko ve mangan kaynağıdır (Ibricki ve ark., 2003; Wood ve Grusak 2007). Ayrıca genetiği değiştirilmiş pirinçten daha yüksek miktarda β-karoten gibi karotenoidler içerir (Abbo ve ark., 2005). Ayrıca, diğer baklagillerle karşılaştırıldığında anti-besinsel faktörler neredeyse hiç yoktur (Muzquiz ve Wood, 2007).

Nohut (*Cicer arietinum* L.) dünyanın en eski (MÖ 9500'den önce) ve 50'den fazla ülkede yaygın olarak yetiştirilen baklagillerden biridir. Nohut, yaklaşık 10.000 yıl önce Verimli Hilal'de tarımın başlangıcıyla ilişkilendirilen Batı Asya Neolitik ürün topluluğunun bir üyesidir (Lev-Yadun ve ark., 2000; Zohary ve Hopf, 2000). Büyük olasılıkla Türkiye'nin güneydoğusunda ve Suriye'nin bitişiğinde ortaya çıkmıştır. *Cicer*'in nohutla yakından ilişkili yabani yıllık türleri olan *C. bijugum*, *C. echinospermum* ve *C. reticulatum* ağırlıklı olarak bu bölgede

bulunur. Güneybatı Asya ve Akdeniz iki ana köken merkezidir ve Etiyopya ikincil çeşitlilik merkezidir (Vavilov, 1926, 1951). Yabani yıllık *Cicer* esas olarak habitat, topografik ve iklim koşulları bakımından farklılık gösteren geniş bir ekocoğrafik aralığa sahip Akdeniz bölgelerinde ortaya çıkmıştır (Abbo ve ark., 2003; Berger ve ark., 2003). Nohutta bildirilen dört evrimsel darboğaz şunlardır: (1) yabani ata *C. reticulatum*'un kıtlığı ve sınırlı dağılımı, (2) kültüre alma ile ilişkili atalık etkisi, (3) ürünün tarihinin erken dönemlerinde kış ekiminden ilkbahar ekimine geçiş ve buna bağlı olarak yağışın artık toprak nemine bağımlı hale gelmesi, (4) yerel olarak gelişen çeşitlerin modern bitki ıslahı ile üretilen elit çeşitlerle yer değiştirmesi (Abbo ve ark., 2003).

Nohut, $2n = 2x = 16$ kromozom ve 740Mb genom büyüklüğü ile kendine döllen bir bitkidir (Arumuganathan ve Earle, 1991). Yetiştirilen nohutların iki farklı formu desi (küçük tohumlar, köşeli şekil ve yüksek oranda lif içeren renkli tohumlar) ve kabuli (büyük tohumlar, baykuş şekilli, düşük oranda lif içeren bej renkli tohumlar) tipleridir. Orta veya bezelye şekilli olarak adlandırılan üçüncü bir tür ise orta ila küçük boyutlu ve yuvarlak/ bezelye şekilli tohumlarla karakterize edilir. Gövde, yaprak ve baklalarındaki kıl benzeri yapılar, zararlılara karşı ilk savunma hattını oluşturan asitler salgılayarak kimyasal ilaçlara olan ihtiyacı azaltır (Yadav ve ark., 2007). Yüksek morfolojik değişkenliğine rağmen, genetik çeşitliliği düşüktür (Udupa ve ark., 1993), muhtemelen Verimli Hilal'deki yabani atası *C. reticulatum*'dan monofiletik olarak ayrılmasının bir sonucudur

(Ladizinsky ve Adler, 1976; Lev-Yadun ve ark., 2000; Abbo ve ark., 2003). Nohut verimliliğinin önündeki başlıca kısıtlamalar, daha iyi yönetime zayıf yanıt vermesinin yanı sıra biyotik (*Helicoverpa* bakla kurdu ve *fusarium* solgunluğu gibi) ve abiyotik (kuraklık, aşırı sıcaklıklar ve tuzluluk gibi) streslerdir. Geliştirilmiş çeşitler için geleneksel ıslah yoluyla elde edilen ilerleme, son yirmi yılda nohut üretimindeki durgunluktan da anlaşılacağı üzere, mevcut gereksinimleri karşılayamamaktadır (Varshney ve ark., 2010b). Soya fasulyesi haricinde, nohut da dahil olmak üzere baklagil bitkileri genetik ve genomik analiz için genomik kaynakların eksikliğinden çeşitli derecelerde etkilenmiş, genomik devrimden tam anlamıyla 'yetim' kalmışlardır (Varshney ve ark., 2009a). Son yıllarda DNA tabanlı moleküler markörler, kapsamlı genetik haritalar, genomik bölgeleri ve bitki stres tepkilerinin altında yatan genleri tanımlamak için tüm genom transkripsiyon profillemeye teknikleri gibi büyük ölçekli genomik kaynakların geliştirilmesinde çok iyi ilerlemeler kaydedilmiştir (Varshney ve ark., 2009a, 2010b). Bu genomik araçlar, nohut ıslahı için exsitu germplazm koleksiyonlarında korunan çeşitliliği anlamak ve bunlara erişmek için yararlı olacaktır (Glaszmann ve ark., 2010).

2. Nohutun Gen Havuzu

Redden ve Berger (2007), *C. reticulatum* ile birlikte *C. arietinum*'un çeşitli yerel ve kültür çeşitlerini birincil gen havuzuna, *C. echinospermum*'u ikincil gen havuzuna ve kültür türlerinden genetik olarak oldukça farklılaşmış olan diğer tek ve çok yıllık türleri ise

üçüncül gen havuzuna dâhil etmiştir. *C. reticulatum* ikincil gen havuzuna yerleştirilerek bu sınır biraz değiştirilmiştir (Mallikarjuna ve ark., 2011). *C. reticulatum*'un çeşitli *C. arietinum* çeşitleriyle (dişi ebeveyn olarak kullanılan) farklı melezleme başarısı ve *C. reticulatum* ile bazı *C. arietinum* çeşitleri arasındaki melezlemelerde inversiyonların ortaya çıkması (Ladizinsky ve Adler, 1976a) ile karyotipler ve genom boyutundaki farklılıklar (Ohri ve Pal, 1991; Galasso ve ark., 1996) göz önüne alındığında bu oldukça uygundur. Melezleme başarısında benzer farklılıklar *C. echinospermum* ile *C. arietinum*'un farklı hatları arasında da gösterilmiştir (Singh ve Ocampo, 1997; Collard ve ark., 2003; Mallikarjuna ve ark., 2011).

İkincil ve üçüncül gen havuzlarına ait yabancı türlerin birçok aksesyonunun kuraklık, düşük sıcaklık, besin dengesizliği, tuzluluk, antraknoz, fusarium solgunluğu, botrytis gri küfü, yaka çürüklüğü, yaprak yanıklığı, bakla kurdu, yaprak minörü, tohum böcekleri, nematodlar gibi çeşitli abiyotik ve biyotik streslere karşı direnç gösterdiği tespit edilmiştir (Toker ve ark., 2014). Bununla birlikte, ikincil gen havuzuna ait türler haricinde, üçüncül gen havuzundaki türlerle yapılan melezlemelerin güçlü zigotik evre sonrası engellemeler nedeniyle her zaman başarısız olmuştur. Bazı durumlarda embriyo kurtarma sonucunda elde edilen bitkiler bile tam kısırlıkla sonuçlanmaktadır (Mallikarjuna ve ark., 2011).

3. Nohut Genomu ve Genom Büyüklüğü

Neredeyse tüm *Cicer* türleri $2n=2x=16$ kromozoma sahiptir. Kültür nohudunun (*Cicer arietinum* L.) genom büyüklüğü 738 Mbp olup *Medicago truncatula*'dan sadece 1,5 kat daha fazladır. Kromozomlar, azalan kromozom büyüklüğü sırasına göre 1'den 8'e kadar numaralve ırılmış ve birinci çift ile sekizinci çift arasındaki büyüklük farkının 3:1 oranında olduğu bulunmuştur (Ahmad ve Godward, 1980). Ahmad ve Hymowitz (1993) pakiten evresindeki toplam kromozom uzunluğunu 353,53 μm olarak kaydetmiş ve ayrıca kromozom boyutunun 30,53 ila 58,05 μm arasında değiştiğini bulmuştur. Nohut kromozomlarının küçük olması karyotip analizini zorlaştırmaktadır. Çeşitli sitolojik incelemelerden ortaya çıkan nohut karyotipi şu özelliklere sahiptir: belirgin şekilde satellit ve sub-metasentrik bir çift çok uzun kromozom; altı çift metasentrik ila sub-metasentrik kromozom; ve bir çift çok kısa metasentrik kromozom Gupta ve Bahl (1983) tarafından gözden geçirilmiştir. Nohutta hem kendiliğinden (Sen ve Jana 1956) hem de uyarılmış (Ramanujam ve Joshi, 1941; Akhtar ve Mohajar, 1954; Sharma ve Gupta, 1982; Pundir ve Mengesha, 1983) ototetraploidler bildirilmiştir. Tohumun 4 saat boyunca %0,1-0,25 kolşisin ile muamele edilmesi ototetraploidi elde etmede etkili bulunmuştur ve bu ototetraploidler ağırlıklı olarak bivalent eşleşme ve anafaz I'de normal ayrılma göstermektedir (Sharma ve Gupta, 1983).

4. Karyotip ve Fiziksel Haritalama

Karyotipik karşılaştırma, bir cins içindeki farklı türlerin genomunda meydana gelen büyük yapısal değişikliklerin karşılaştırmalı olarak

incelenmesi için bir temel sağlar. Bir dizi çalışma hem 'Kabuli' hem de 'Desi' *C. arietinum*'un çeşitli aksesyonlarının karyotipinde küçük değişiklikler tanımlamıştır (Venora ve ark., 1995; Akter ve Alam, 2005; Kordi ve ark., 2006). Sekiz tek yıllık türün karyotipleri hem feulgen boyama (Ohri ve Pal, 1991; Ocampo ve ark., 1992; Ahmad, 2000) hem de bantlama teknikleriyle (Tayyar ve ark., 1994; Galasso ve ark., 1996), *C. anatolicum* (Ahmad, 1989; Hejazi, 2011), *C. songaricum* (Ohri, 1999), *C. oxyodon* (Hejazi 2011) ve *C. canariense* (Pundir ve ark., 1993) gibi sadece dört çok yıllık tür üzerinde çalışılmıştır. Çalışılan tüm türler diploid olup $2n = 16$ 'dır.

Ohri ve Pal (1991) tarafından incelenen hem 'Kabuli' hem de 'Desi' tiplerine ait beş *C. arietinum* aksesyonunun karyotipleri, medyan olan ilk ve en uzun kromozomun uzun kolunda bir uyduya sahip olması ve kromozomların geri kalanının medyan nokta, medyan, medyan submedyan veya submedyan olması nedeniyle az çok benzerdir. *C. reticulatum* ve *C. echinospermum*'un karyotipleri *C. arietinum*'unkine benzer ancak *C. reticulatum*'da medyan olan ilk iki çiftin uzun kollarında birer uydu bulunur. Bu üç türün karyotipleri Stebbins'in (1958) 1b sınıfına girmektedir. *C. bijugum*'un tamamlayıcısı, ikincil daralmanın sentromere çok yakın olduğu ikinci çiftte bir uyduya sahiptir ve ayrıca bir subterminal ve bir submedian çiftte sahiptir. *C. pinnatifidum*'un en küçük çiftinde bir uydu ve üç submedian çifti vardır ve bu iki tür de Stebbins'in (1958) 2a sınıfına girer. *C. cuneatum*'da ise ilk çiftin uzun kolunda bir uydu vardır ve üç submedian çiftte sahip olma özelliği ile 2b sınıfına girer. Tüm türler arasında en küçük komplemana

sahip olan *C. judaicum*, aynı zamve a iki subterminal çift ve ikinci çiftte ikincil bir daralmaya sahip olması bakımından en asimetrik olanıdır ve 3b sınıfına girer. Bunlara ek olarak Ocampo ve ark. (1992) tarafından çalışılan *C. yamashitae* çoğunlukla medyan ve submedyan kromozomlara sahiptir ve üçüncü çift uydu halindedir. Tayyar ve ark. (1994) *Cicer*'in dokuz türünde de C-bantlarını incelemiştir. Temel olarak sentromerik C-bantları gözlenirken, doğru tanımlama ve eşleştirmeyi kolaylaştıran bazı ek bantlar da gözlenmiştir. En küçük haploid genom uzunluğu *C. judaicum*'da, en uzununu ise *C. arietinum*'da gözlenmiştir. Heterokromatin miktarı ile toplam haploid genom uzunluğu arasında bir korelasyon yoktu, çünkü *C. chorassanicum* en düşük (%38,4) ve *C. cuneatum* en yüksek (%63,1) heterokromatin içeriğine sahipti. Bununla birlikte, *C. arietinum*, *C. reticulatum* ve *C. echinospermum*'un C-bantlı karyotipleri oldukça benzer bulunmuştur. Tayyar ve ark. (1994) heterokromatin içeriği temelinde iki grup sınıflandırmışlardır: *C. cuneatum* ve *C. bijugum* sırasıyla %61,3 ve %57,7 gibi yüksek heterokromatin içeriğine sahipken, *C. pinnatifidum*, *C. judaicum*, *C. arietinum*, *C. reticulatum*, *C. yamashitae*, *C. echinospermum* ve *C. chorassanicum* %38,4-46,0 arasında değişmektedir. Galasso ve ark. (1996)'da *C. arietinum*, *C. reticulatum* ve *C. echinospermum*'da C bantlarını incelemiş ve çoğunlukla sentromerik heterokromatik bantların varlığında benzerlik göstermiştir. *C. reticulatum*'un B kromozomunda olduğu gibi bazı ek bantlar ve sadece ilk çiftte bir uydusu olan diğer türlerin aksine bu türde ilk iki çiftte uyduların varlığı açısından farklılıklar bulunmuştur. Floresan bantlama, her üç türde de CMA pozitif heterokromatin içeren iki çift

kromozom gösterdi. Bu heterokromatinin bir bölgesi *C. arietinum*'un A kromozomuna benzeyen bir kromozomun ikincil daralmasında bulunurken, diğer bölge *C. echinospermum*'da *C. arietinum*'un B kromozomuna homoloog kromozom üzerinde subterminal pozisyonda bulunurken, *C. reticulatum*'da bu bölge ikinci uydu kromozomun ikincil daralmasında gözlenmiştir. Üç çok yıllık türün karyotipleri bazı ayrıntılarla incelenmiştir. *C. anatolicum*'da ikincil daralma en uzun kromozomda mevcuttur ve kromozomların geri kalanı ya medyan ya da submedyandır, en küçük bir çift medyan noktasıdır. Daha asimetric olmasına rağmen, *C. anatolicum*'un karyotipi *C. arietinum*, *C. reticulatum* ve *C. echinospermum*'unkine benzemektedir (Ahmad, 1989). *C. songaricum*, üç medyan nokta kromozomu ile daha simetric bir karyotip gösterirken, diğerleri ya medyan ya da submedyandır ve üçüncü en uzun kromozom ikincil bir daralmaya sahiptir (Ohri, 1999). *C. oxyodon*'da uydu yedinci çiftin kısa kolunda bulunur ve geri kalan kromozomlar ya medyan ya da submedyadır (Hejazi, 2011).

Abbo ve ark. (1994) floresan in situ hibridizasyon (FISH) ile rDNA bölgelerini belirlemişlerdir. Feulgen boyama ile sadece bir sekonder daralma gösteren kültigen, üç çift kromozom üzerinde rDNA sinyalleri üretmektedir. Ancak bunlardan sadece iki çifti düzenli olarak tespit edilmiş, üçüncüsü ise belki de düşük kopya sayısı nedeniyle nadiren gözlenmiştir. *C. reticulatum* beklendiği gibi düzenli olarak iki çift uydu kromozomuna karşılık gelen iki çift hibridizasyon bölgesine sahiptir (Ohri ve Pal, 1991; Ocampo ve ark., 1992; Tayyar ve ark., 1994). Kültigenlerdeki üç çift rDNA bölgesini açıklamak için Abbo ve ark.

(1994) bir çift uyduyu başka bir kromozom çiftine çıkaran ve böylece bir ana bölge, orta yoğunlukta bir bölge ve düşük yoğunlukta kalan bir bölge oluşturan büyük bir translokasyon önermişlerdir. Ancak Galasso ve ark. (1996) üç türde, yani *C. arietinum*, *C. reticulatum* ve *C. echinospermum*'da pTa71 klonu (18S-5.8S 25S rRNA genlerini içeren) ve pTa794 klonu (5S rRNA genlerini içeren) için ikişer çift hibridizasyon bölgesi gözlemlemiştir. AgNOR boyama ile transkripsiyonel aktivitenin varlığı, *C. reticulatum*'da bir majör ve bir minör NOR çifti ortaya çıkarırken, *C. arietinum* ve *C. echinospermum*'da sadece bir majör aktif NOR çifti ortaya çıkarmıştır, bu nedenle CMA ve pTa71 gösteren B kromozomu, *C. reticulatum*'da aktif olan inaktif bir kalıntı bölgeyi işaret etmektedir. Bu durum, *C. reticulatum*'un interfaz çekirdeklerinde dört nükleol (iki büyük ve iki küçük), *C. arietinum* ve *C. echinospermum*'da ise sadece iki büyük nükleol bulunması ile de desteklenmektedir (Galasso ve ark., 1996). Bununla birlikte, *C. arietinum* ve *C. reticulatum*'un 5S ve 18-25S rRNA birimlerinin boyutlarındaki benzerlik, *C. bijugum*, *C. chorassanicum* ve *C. echinospermum* arasında daha küçük bir birim ile yakın ilişkilerini doğrularken, *C. cuneatum* en küçük intergenik aralayıcı nedeniyle tüm *Cicer* türleri arasında en küçük 18-25S rRNA birimine sahiptir (Patil ve ark., 1995). Burada, metafaz kromozomlarında 5-10 mbp olan komşu lokusların uzamsal çözünürlüğünü 70 kbp'ye kadar artırmak için FISH'in *C. arietinum*'un süper uzatılmış (100 kat uzatılmış) kromozomlarında da kullanıldığından bahsedilebilir (Valarik ve ark., 2004).

Küçük boyutları nedeniyle nohut kromozomlarının uygun şekilde tanımlanması ve eşleştirilmesi bantlama teknikleriyle bile sorunlu olabilir. Bu zorluk, belirli kromozomlar veya kollar için moleküler yapıcılarının fiziksel haritalanması ile ele alınmıştır. Gortner ve ark. (1998), hepsi de tüm kromozomlarda motife bağlı olarak değişen yoğunlukta ve konumda hibridizasyon sinyalleri üreten beş basit dizi tekrarı oligonükleotidi kullanmıştır. Metafaz kromozomları, CA ve GATA tekrarlarını esas olarak sentromerik bölgede gösterirken, TA, A ve AAC tekrarları dağınık bir şekilde meydana gelmiştir. Arabidopsis tipi bir telomerik tekrar (TTTAGGG)_n, B kromozomunun kısa kolunda bir tekrar kümesi ve A kromozomunun kısa kolunda daha zayıf bir sinyal ve diğer kromozomların uçlarında çok zayıf ve tutarsız sinyaller üretmiştir (Gortner ve ark., 1998).

Benzer şekilde Staginnus ve ark. (1999), *Cicer arietinum* tamamlayıcısı üzerindeki dört ana tekrarlayan ailenin (CaSat1, CaSat2, CaRep1 ve CaRep2) fiziksel haritalamasını ve diğer sekiz yıllık tür arasındaki bolluk ve organizasyonlarını incelemiştir. CaSat1 ile kromozom A'nın ikincil daralmasına bitişik heterokromatide ve kromozom B'nin perisentrik heterokromatin bloğunda büyük hibridizasyon sinyalleri gözlenmiştir ve her iki durumda da tekrarlayan aile rDNA bölgesinin yakınında hibridize olmuştur. Öte yandan CaSat2, 16 kromozomun tümünün perisentrik heterokromatin bloklarına hibridize olur. Retrotranspozon benzeri CaRep1 ve CaRep2 dizileri çoğunlukla tüm kromozomların DAPI-pozitif perisentrik heterokromatik bölgesinde hibridize olur. İki uydu (CaSat1 ve CaSat2) probunun varlığı ve

organizasyonu, hibridizasyonun görülmediği *C. cuneatum* hariç tüm yıllık türlerde merdiven benzeri bir dizi oluşturan RsaI sindirilmiş genomik DNA üzerinde Southern hibridizasyonu ile gözlenmiştir. Ancak, diğer türlerde bantlanma yoğunluğunda farklılıklar gözlenmiştir. Örneğin, CaSat1 *C. reticulatum*, *C. arietinum*, *C. echinospermum* ve *C. chorassanicum*'da en güçlü sinyalleri üretirken, *C. yamashitae*'de biraz zayıf ve *C. bijugum*, *C. pinnatifidum* ve *C. judaicum*'da çok zayıf sinyaller üretmiştir. CaSat2'nin çok yıllık *C. anatolicum* ve tek yıllık türlerin DNA'larında da benzer sonuçlar verdiğini belirtmek ilginçtir (Staginnus ve ark. 1999). Yüksek oranda tekrarlayan Ty3-gypsy benzeri retrotranspozona ait bir başka aile CaRep3 de haritalanmış ve tüm kromozomun ek heterokromatininde ve uydu kromozom A'nın distal kısımlarında mevcut olduğu gösterilmiştir (Staginnus ve ark., 2010). Hibridizasyon sinyalleri özellikle sentromerik bölgede ve A kromozomunun ikincil daralmasında yoktu. CaRep3 dizisinin restriksiyon deseni ve göreceli bolluğu *C. Reticulatum* ve *C. Echinosperrum* 'da benzer, *C. bijugum*'da çok farklı ve *C. chorassanicum* ve *C. yamashitae*'de ya yoktu ya da farklıydı. Staginnus ve ark. (2010) ayrıca bir LTR (CaTy) ve bir LTR olmayan (CaLin) retrotranspozon ailesi olmak üzere iki tane daha tespit etmiştir. Fiziksel konumları, CaTy'nin ara heterokromatin ve bitişik ökromatik bölgelerin distal kısımlarında varlığını göstermiştir, bu da tüm kromozomlarda gözlenen bir modeldir. Bununla birlikte, CaLin düşük bir mevcudiyete sahiptir ve önemli ölçüde heterojenlik gösterir ve sinyaller sadece A, B ve D kromozom çiftlerinde mevcuttu (Staginnus ve ark., 2010).

Bireysel nohut ('Kabuli') kromozomlarının başarılı akış sıralaması ilk kez Vlacilova ve ark. (2002) tarafından ve daha sonra Zatloukalova ve ark. (2011) tarafından 'Desi' tipinde yapılmıştır. İlk durumda ('Kabuli') A, B, C, G ve H olmak üzere 5 tepe noktası ayrı ayrı kromozomlara atanabilirken, D, E ve F kromozomları tarafından temsil edilen üç sık aralıklı tepe noktası bırakılmış, 'Desi' tipleri A, B, E ve H kromozomları tarafından temsil edilen dört tepe noktası ve C ve D ile F ve G kromozomlarını temsil eden iki bileşik tepe noktası göstermiştir. Bu, Ohri ve Pal (1991) tarafından gözlemlenen 'Desi' ve 'Kabuli' tiplerindeki küçük kromozomal varyasyonu desteklemektedir. 'Kabuli'nin sekiz kromozomundan 45S rDNA lokusu ile bir nükleolar organize bölge (NOR) gösteren en büyük kromozom A, 5S rDNA lokusunun hibridizasyon sinyalini ve Arabidopsis tipi telomerik tekrarın büyük bir geçiş bve inı gösteren ikinci büyük kromozom B ve 5S rDNA lokusu ile ikinci en küçük kromozom G kesin olarak tanımlanabilmiştir. Bununla birlikte, en küçük bir H kromozomu, dizi etiketli mikrosatellit bölgesi (STMS) belirteçleri ile Winter ve ark. (1999, 2000) LG8 bağlantı grubuna atanabilir (Vlacilova ve ark. 2002). Zatloukalova ve ark. (2011) CaSat1, CaSat2, CaRep1 ve CaRep2 gibi ana DNA tekrarları için bazı problemler kullanmış ve Staginnus ve ark. (1999) tarafından elde edilen sonuçlara benzer sonuçlar elde etmiştir. Bunlara ek olarak, 20-100 kb'lik ekler taşıyan 57 BAC klonu, akışla sıralanmış kromozomlar üzerinde FISH için prob olarak kullanılmıştır. Bu, daha önce herhangi bir sitolojik belirteç içermeyen E ve H kromozomlarına özel olarak lokalize olan iki klonun tanımlanmasıyla sonuçlanmıştır (Zatloukolova ve ark. 2011). Ayrıca, bu çalışmada

STMS belirteçleri LG8'in H kromozomuna, LG5'in A kromozomuna, LG4'ün orta büyüklükteki E kromozomuna ve LG3'ün ikinci en büyük B kromozomuna ait olduğunu doğrulamak için kullanılmıştır. Bununla birlikte, C ve D kromozomları ayrı ayrı sıralanmamış ve birlikte LG6 ve LG7'ye ve aynı şekilde F ve G kromozomları LG1 ve LG2'ye atfedilmiştir (Zatloukalova ve ark., 2011).

5. Genetik Haritalama

Nohutun ilk bağlantı haritası 1990 yılında rapor edilmiş ve 26 izozim ve üç morfolojik özellik lokusundan oluşmuştur (Gaur ve Slinkard, 1990a,b). Sonraki çalışmalarda birkaç ek izozim lokusu ve morfolojik özellik lokusu haritalanmıştır (Simon ve Muehlbauer, 1997; Kazan ve ark., 1993; Idnani, 1998). Gen haritalamada DNA belirteçlerinin kullanılması nohutun ayrıntılı bir genetik haritasının geliştirilmesindeki ilerlemeyi büyük ölçüde hızlandırmıştır. İlk olarak 1997 yılında 10 RFLP ve 45 RAPD markörü içeren bir DNA markör bağlantı haritası yayınlanmıştır (Simon ve Muehlbauer, 1997). Bu haritalar F₂ haritalama popülasyonları kullanılarak geliştirilmiştir. RIL'lerin kullanıldığı ilk harita 2000 yılında geliştirilmiştir ve 118 STMS, 96 DAF (DNA amplifikasyon parmak izi), 70 AFLP, 37 ISSR (basit diziler arası tekrarlar), 17 RAPD, 2 SCAR, 3 cDNA ve 8 izozim marköründen oluşmaktadır (Winter ve ark., 2000). Daha önce yapılan tüm bu çalışmalarda türler arası haritalama popülasyonları kullanılmıştır çünkü kültür nohutunda o zamanlar mevcut olan belirteçler için sınırlı polimorfizm gözlemlenmiştir. Ek belirteçlerin bulunması, bağlantı çalışmalarında tür içi segregasyonların kullanılmasını mümkün

kılmıştır. Tür içi çaprazlamaya (kabuli-desi çaprazlaması) dayalı bir moleküler harita geliştirilmiş ve *Fusarium* solgunluğuna karşı direnç genlerini etiketlemek için kullanılmıştır. İki SCAR markörü ve iki RAPD markörü (Mayer ve ark., 1997) 1. ırka karşı dirençle ve bir ISSR markörü 4. ırka karşı dirençle ilişkili bulunmuştur (Ratnaparkhe ve ark., 1998). Irk 4 ve 5'e direnç genlerinin bağlantılı olduğu ve bir STMS ve bir SCAR markörüne yakın olduğu bulunmuştur (Winter ve ark., 2000).

ICRISAT'ın dünya çapında çeşitli ortaklarla işbirliği içinde yürüttüğü ortak çabaların bir sonucu olarak, nohut için büyük ölçekli markör kaynakları artık mevcuttur. Bu markör kaynakları kullanılarak hem tür içi hem de türler arası haritalar geliştirilmiştir. *C. arietinum* (ICC 4958) × *C. reticulatum* (PI 489777) çaprazlamasından elde edilen bir dizi türler arası RIL, nohut için referans haritalama popülasyonu olarak kullanılmıştır. Nayak ve ark. (2010) bu referans popülasyonun, esas olarak mikrosatellitlerle zenginleştirilmiş kütüphaneden geliştirilen SSR markörlerinden oluşan 521 lokuslu kapsamlı bir haritasını geliştirmiştir. Ayrıca, bu harita Thudi ve ark. (2011) tarafından 1.291 lokustan oluşan BES-SSR'ler, DArT ve gen tabanlı markörlerle entegre edilmiştir. Bu referans popülasyon için 1.497,7 cM genetik mesafeyi kapsayan 406 lokustan (177 gen bazlı markör dahil) oluşan nohutun gen açısından zengin gelişmiş bir haritası geliştirilmiştir (Choudhary ve ark., 2012). Yakın zamana, Hiremath ve ark. (2012) SNP genotipleme için büyük ölçekli KASPar testleri geliştirmiş ve bu referans popülasyon için yeni 625 CKAM (Nohut KASpar Test Markörleri), 314 TOG-SNP ve 389

yayınlanmış markör lokusu dahil olmak üzere 1.328 markör lokusu içeren bir genetik harita geliştirmiştir.

6. Kaynaklar

- Abbo, S., Berger, J., Turner, N. C. (2003). Evolution of cultivated chickpea: four bottlenecks limit diversity and constrain adaptation. *Functional Plant Biology*, 30(10), 1081-1087.
- Abbo, S., Miller, T. E., Reader, S. M., Dunford, R. P., & King, I. P. (1994). Detection of ribosomal DNA sites in lentil and chickpea by fluorescent in situ hybridization. *Genome*, 37(4), 713-716.
- Abbo, S., Molina, C., Jungmann, R., Grusak, M. A., Berkovitch, Z., Reifen, R., ... Reifen, R. (2005). Quantitative trait loci governing carotenoid concentration and weight in seeds of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 111, 185-195.
- Ahmad, S., Godward, M. B. E. (1980). Cytological studies on the cultivars of *Cicer arietinum* L. from Pakistan. *Caryologia*, 33(1), 55-68.
- Ahmad, F. (1989). The chromosomal architecture of *Cicer anatolicum* Alef., a wild perennial relative of chickpea. *Cytologia*, 54(4), 753-757.
- Ahmad, F., Hymowitz, T. (1993). The fine structure of chickpea (*Cicer arietinum* L.) chromosomes as revealed by pachytene analysis. *Theoretical and Applied Genetics*, 86, 637-641.
- Ahmad, F. (2000). A comparative study of chromosome morphology among the nine annual species of *Cicer* L. *Cytobios*, 101(396), 37-53.
- Akhtar, M., Mohajar, A. R. (1954). A study on the introduction of polyploidy in gram. In *Proc Pak Sci Conf* (Vol. 6, pp. 124-125).
- Akter, S., Alam, S. S. (2005). Differential fluorescent banding pattern in three varieties of *Cicer arietinum* L.(*Fabaceae*). *Cytologia*, 70(4), 441-445.
- Arumuganathan, K., Earle, E. D. (1991). Nuclear DNA content of some important plant species. *Plant molecular biology reporter*, 9, 208-218.
- Berger, J., Abbo, S., Turner, N. C. (2003). Ecogeography of annual wild *Cicer* species: the poor state of the world collection. *Crop Science*, 43(3), 1076-1090.

- Choudhary, S., Gaur, R., Gupta, S., Bhatia, S. (2012). EST-derived genic molecular markers: development and utilization for generating an advanced transcript map of chickpea. *Theoretical and Applied Genetics*, 124, 1449-1462.
- Collard, B. C. Y., Pang, E. C. K., Ades, P. K., Taylor, P. W. J. (2003). Preliminary investigation of QTLs associated with seedling resistance to ascochyta blight from *Cicer echinospermum*, a wild relative of chickpea. *Theoretical and Applied Genetics*, 107, 719-729.
- FAOSTAT. (2021). Food and agriculture data. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim tarihi: 19.12.2023).
- Galasso, I., Pignone, D., Frediani, M., Maggiani, M., Cremonini, R. (1996). Chromatin characterization by banding techniques, in situ hybridization, and nuclear DNA content in *Cicer* L.(*Leguminosae*). *Genome*, 39(2), 258-265.
- Gaur, P. M., Stinkard, A. E. (1990a). Inheritance and linkage of isozyme coding genes in chickpea. *Journal of Heredity*, 81(6), 455-461.
- Gaur, P. M., Slinkard, A. E. (1990b). Genetic control and linkage relations of additional isozyme markers in chick-pea. *Theoretical and Applied Genetics*, 80, 648-656.
- Gil, J., Nadal, S., Luna, D., Moreno, M. T., Haro, A. D. (1996). Variability of some physico-chemical characters in Desi and Kabuli chickpea types. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 71(2), 179-184.
- Glaszmann, J. C., Kilian, B., Upadhyaya, H. D., Varshney, R. K. (2010). Accessing genetic diversity for crop improvement. *Current opinion in plant biology*, 13(2), 167-173.
- Gortner, G., Nenno, M., Weising, K., Zink, D., Nagl, W., Kahl, G. (1998). Chromosomal localization and distribution of simple sequence repeats and the Arabidopsis-type telomere sequence in the genome of *Cicer arietinum* L. *Chromosome Research*, 6, 97-104.
- Gupta, P. K., Bahl, J. R. (1983). Cytogenetics ve origin of some pulse crops. In: Swaminathan MS, Gupta PK, Sinha U (eds) Cytogenetics of crop plants. Macmillan India Ltd, New Delhi, India, pp 405-440

- Hejazi, S. M. H. (2011). Karyological study on three *Cicer* L. species (*Fabaceae*) in Iran. *Asian Journal of Cell Biology*, 6(3), 97-104.
- Hiremath, P. J., Kumar, A., Penmetsa, R. V., Farmer, A., Schlueter, J. A., Chamarthi, S. K., ... Varshney, R. K. (2012). Large-scale development of cost-effective SNP marker assays for diversity assessment and genetic mapping in chickpea and comparative mapping in legumes. *Plant biotechnology journal*, 10(6), 716-732.
- Ibrikci, H., Knewton, S. J., Grusak, M. A. (2003). Chickpea leaves as a vegetable green for humans: evaluation of mineral composition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83(9), 945-950.
- Idnani, N. (1998). *Inheritance and linkage studies with some isozyme and morphological loci in chickpea* (Doctoral dissertation, M. Sc. Dissertation, JNKVV, India).
- Kazan, K. M. F. J., Muehlbauer, F. J., Weeden, N. E., Ladizinsky, G. (1993). Inheritance and linkage relationships of morphological and isozyme loci in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 86, 417-426.
- Kordi, F. M., Majd, A., Valizadeh, M., Sheida, M., Sabaghpourm, H. (2006). A comparative study of chromosome morphology among some genotypes of *Cicer arietinum* L. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9(7), 1225-1230.
- Ladizinsky, G., Adler, A. (1976). The origin of chickpea *Cicer arietinum* L. *Euphytica*, 25, 211-217.
- Lev-Yadun, S., Gopher, A., Abbo, S. (2000). The cradle of agriculture. *Science*, 288(5471), 1602-1603.
- Mallikarjuna, N., Coyne, C., Cho, S., Rynearson, S., Rajesh, P. N. (2011). *Cicer*. In: Kole C (ed) *Wild crop relatives: genomic and breeding resources, legume crops and forages*. Springer, Heidelberg, pp 63–80
- Mayer, M. S., Tullu, A., Simon, C. J., Kumar, J., Kaiser, W. J., Kraft, J. M., Muehlbauer, F. J. (1997). Development of a DNA marker for Fusarium wilt resistance in chickpea. *Crop Science*, 37(5), 1625-1629.

- Muzquiz, M., Wood, J. A. (2007). Antinutritional factors. In: Yadav SS, Redden RJ, Chen W, Sharma B (eds) Chickpea breeding and management. CABI, Wallingford, pp 143–166
- Nayak, S. N., Zhu, H., Varghese, N., Datta, S., Choi, H. K., Horres, R., ... Varshney, R. K. (2010). Integration of novel SSR and gene-based SNP marker loci in the chickpea genetic map and establishment of new anchor points with *Medicago truncatula* genome. *Theoretical and Applied Genetics*, 120, 1415-1441.
- Ocampo, B., Singh, K. B., Venora, G., Errico, A., Saccardo, F. (1992). Karyotype analysis in the genus *Cicer*. *Journal of Genetics and Breeding (Italy)*, 46(3).
- Ohri, D. (1999). Cytology of *Cicer songaricum* Steph. ex DC, a wild relative of chickpea. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 46, 111-113.
- Ohri, D., Pal, M. (1991). The origin of chickpea (*Cicer arietinum* L.): karyotype and nuclear DNA amount. *Heredity*, 66(3), 367-372.
- Patil, P. B., Vrinten, P. L., Scoles, G. J., Slinkard, A. E. (1995). Variation in the ribosomal RNA units of the genera *Lens* and *Cicer*. *Euphytica*, 83, 33-42.
- Pundir, R. P. S., Mengesha, M. H., Reddy, G. V. (1993). Morphology and cytology of *Cicer canariense*, a wild relative of chickpea. *Euphytica*, 69, 73-75.
- Pundir, R. P. S., Mengesha, M. H. (1983). Collection of chickpea germplasm in Ethiopia [*Cicer arietinum*]. *International chickpea newsletter*.
- Ramanujam, S., Joshi, A. B. (1941). Colchicine induced Polyploidy in crop plants. I. Gram (*Cicer arietinum* L). *Indian J Agric Sci*, 11, 835-849.
- Ratnaparkhe, M. B., Santra, D. K., Tullu, A., Muehlbauer, F. J. (1998). Inheritance of inter-simple-sequence-repeat polymorphisms and linkage with a fusarium wilt resistance gene in chickpea. *Theoretical and Applied Genetics*, 96(3-4), 348-353.
- Redden, R. J., Berger, J. D. (2007). History and taxonomy of chickpea. *Chickpea breeding and management*. CABI, Wallingford, 1-13.
- Sen, N. K., Jana, M. K. (1956). A spontaneous autotetraploid gram (*Cicer arietinum* L.). *Current Science*, 25(7), 231-232.

- Sharma, P. C., Gupta, P. K. (1982). Chromosome associations in autotetraploid chickpea. *Int Chickpea Newsl* 6:3–4
- Sharma, P. C., Gupta, P. K. (1983). Cytological studies in the genus *Cicer* L. Proc of XV Inter Cong Genet, 12–21 Dec 1983, Oxford & IBH Pub Co, New Delhi, India. Abstract No. 1257
- Simon, C. J., Muehibauer, F. J. (1997). Construction of a chickpea linkage map and its comparison with maps of pea and lentil. *Journal of Heredity*, 88(2), 115-119.
- Singh, K. B., Ocampo, B. (1997). Exploitation of wild *Cicer* species for yield improvement in chickpea. *Theoretical and Applied Genetics*, 95, 418-423.
- Staginnus, C., Desel, C., Schmidt, T., Kahl, G. (2010). Assembling a puzzle of dispersed retrotransposable sequences in the genome of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Genome*, 53(12), 1090-1102.
- Staginnus, C., Winter, P., Desel, C., Schmidt, T., Kahl, G. (1999). Molecular structure and chromosomal localization of major repetitive DNA families in the chickpea (*Cicer arietinum* L.) genome. *Plant molecular biology*, 39, 1037-1050.
- Stebbins, G. L. (1958). Longevity, habitat, and release of genetic variability in the higher plants. In *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* (Vol. 23, pp. 365-378). Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Tayyar, R. I., Lukaszewski, A. J., Waines, J. G. (1994). Chromosome banding patterns in the annual species of *Cicer*. *Genome*, 37(4), 656-663.
- Thudi, M., Bohra, A., Nayak, S. N., Varghese, N., Shah, T.M., Penmetsa, R. V., ... Varshney, R. K. (2011). Novel SSR markers from BAC-end sequences, DArT arrays and a comprehensive genetic map with 1,291 marker loci for chickpea (*Cicer arietinum* L.). *PLoS One* 6:e27275
- Toker, C., Uzun, B., Ceylan, F.O., Ikten, C. (2014). Chickpea. In: Pratap A, Kumar J (eds) *Alien gene transfer in crop plants. Achievements and impacts*, vol 2. Springer, Heidelberg, pp 121–151

- Udupa, S. M., Sharma, A., Sharma, R. P., Pai, R. A. (1993). Narrow genetic variability in *Cicer arietinum* L. as revealed by RFLP analysis. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*, 2, 83-86.
- Valárik, M., Bartoš, J., Kovářová, P., Kubaláková, M., De Jong, J. H., Doležel, J. (2004). High-resolution FISH on super-stretched flow-sorted plant chromosomes. *The Plant Journal*, 37(6), 940-950.
- Varshney, R. K., Thudi, M., May, G. D., Jackson, S. A. (2010). Legume genomics and breeding. *Plant breeding reviews*, 33, 257-304.
- Varshney, R. K., Close, T. J., Singh, N. K., Hoisington, D. A., Cook, D. R. (2009). Orphan legume crops enter the genomics era!. *Current opinion in plant biology*, 12(2), 202-210.
- Vavilov, N. I. (1926). Studies on the origin of cultivated plants. *Nature* 118: 392–393.
- Vavilov, N.I. (1951). The origin, variation immunity and breeding of cultivated plants. *Chronica Botanica*. 13-1/6:26-38, 75-78, 151 (1949-50). New York.
- Venora, G., Ocampo, B., Singh, K. B., Saccardo, F. (1995). Karyotype of the Kabuli-type chickpea (*Cicer arietinum* L.) by image analysis system. *Caryologia*, 48(2), 147-155.
- Vláčilová, K., Ohri, D., Vrána, J., Číhalíková, J., Kubaláková, M., Kahl, G., Doležel, J. (2002). Development of flow cytogenetics and physical genome mapping in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Chromosome Research*, 10, 695-706.
- Winter, P., Pfaff, T., Udupa, S. M., Hüttel, B., Sharma, P. C., Sahi, S., ... Kahl, G. (1999). Characterization and mapping of sequence-tagged microsatellite sites in the chickpea (*Cicer arietinum* L.) genome. *Molecular and General Genetics MGG*, 262, 90-101.
- Winter, P., Benko-Iseppon, A. M., Hüttel, B., Ratnaparkhe, M., Tullu, A., Sonnante, G., ... Muehlbauer, F. J. (2000). A linkage map of the chickpea (*Cicer arietinum* L.) genome based on recombinant inbred lines from a *C. arietinum* × *C. reticulatum* cross: localization of resistance genes for fusarium wilt races 4 and 5. *Theoretical and Applied Genetics*, 101, 1155-1163.
- Wood, J. A., Grusak, M. A. (2007). Nutritional value of chickpea. In *Chickpea breeding and management* (pp. 101-142). Wallingford UK: CABI.

- Yadav, S. S., Redden, R. J., Chen, W., Sharma, B. (2007). Chickpea Breeding and Management. Oxfordshire, OX: CABI Publication, p. 638.
- Zatloukalová, P., Hřibová, E., Kubaláková, M., Suchánková, P., Šimková, H., Adoración, C., ... Doležel, J. (2011). Integration of genetic and physical maps of the chickpea (*Cicer arietinum* L.) genome using flow-sorted chromosomes. *Chromosome research*, 19, 729-739.
- Zohary, D., Hopf, M. (2000). *Domestication of plants in the Old World: The origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe and the Nile Valley* (No. Ed. 3). Oxford university press.

BÖLÜM 11

MOLEKÜLER MARKÖR TEKNOLOJİLERİNİN NOHUTTA KULLANIMI

Arş. Gör. İlker Yüce¹

Prof. Dr. Kağan KÖKTEN²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10449598>

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye E-mail: ilkeryuce@sivas.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-9761-3561

² Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye E-mail: kkokten@sivas.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-5403-5629

1. Giriş

Nohut, kendine döllen, tek yıllık, diploid ($2x = 2n = 16$), serin iklim yemeklik bir baklagildir türüdür. Nohutun önerilen yabani atası (*C. reticulatum*) ve diğer yakın akraba yabani türleri (*C. echinospermum*, *C. bijugum*) burada bulunduğundan, Türkiye'nin güneydoğusu ve Suriye'nin bitişik kuzey bölgesinde ortaya çıktığı düşünülmektedir (Van der Maesen ve Pundir, 1987). *Cicer* cinsi 9'u tek yıllık, 33'ü çok yıllık ve 1'i belirsiz yaşam döngüsüne sahip 43 tür içerir (Van der Maesen ve Pundir, 1987). *C. arietinum* türü bu cinsin kültüre alınan tek türüdür. Türler arası çaprazlamalardaki başarılarla dayanarak, *C. arietinum* birincil gen havuzuna, *C. echinospermum* ikincil gen havuzuna ve geri kalan tüm türler üçüncül gen havuzuna yerleştirilmiştir (Ahmad ve ark., 2005). Dokuz tek yıllık tür arasındaki filogenetik ilişkiler de allozim polimorfizmine (Kazan ve Muehlbauer, 1991; Ahmad ve ark., 1992; Labdi ve ark., 1996; Tayyar ve Waines, 1996) tohumların protein bantlama modellerine (Ahmad ve Slinkard, 1992) ve rastgele çoğaltılmış polimorfik DNA (RAPD) belirteçlerine (Ahmad, 1999) dayalı olarak çalışılmıştır. Bu çalışmalar, yıllık *Cicer* türlerini dört filogenetik gruba ayırmıştır. *C. arietinum*, *C. reticulatum* ve *C. echinospermum* bir grup oluştururken, *C. pinnatifidum*, *C. bijugum* ve *C. judaicum* başka bir grup oluşturmuştur. *C. Chorassanicum*, *C. yamashitae* ile gruplanırken, *C. Cuneatum*, *C. arietinum*'dan en büyük uzaklığı göstermiş ve bağımsız bir grup oluşturmuştur. Ayrıca, kültür nohudunun *C. reticulatum* ile *C. echinospermum*'dan daha yakın akraba olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlar RAPD (Iruela ve ark., 2002; Sudupak ve ark., 2002), amplifiye

parça uzunluğu polimorfizmi (AFLP) (Nguyen ve ark., 2004; Sudupak, 2004) ve basit dizi tekrarları (SSR) (Croser ve ark., 2003; Rao ve ark., 2006; Choudhary ve ark., 2012a) gibi moleküler belirteçler kullanılarak yapılan çalışmalarla da desteklenmiştir. Evrim sürecinde nohut, küçük tohumlu koyu renkli (Desi) ve büyük tohumlu, krem renkli (Kabuli) olmak üzere iki farklı türe dönüşmüştür. Nohut alanının yaklaşık %80'i Desi tipinde, geri kalan alan ise Kabuli tipindedir.

Moleküler çeşitlilik çalışmaları, nohudun yabancı akrabalarının kültür türü *C. arietinum*'a kıyasla yüksek genetik çeşitliliğe sahip olduğunu göstermiş ve nohudun dar bir genetik tabana sahip olduğu sonucunu desteklemiştir (Nguyen ve ark., 2004; Choudhary ve ark., 2012a). Bu sonuçlar, halihazırda ekimi yapılan çeşitlerin kendi aralarında yakın akraba olduğunu göstermektedir. Yabancı türlerden yararlanarak kültür bitkisinin genetik tabanını genişletmek için çaba gösterilmelidir. Yabancı türler, özellikle abiyotik ve biyotik streslere karşı direnç gibi önemli özellikler için yeni aleller getirme fırsatları da sunmaktadır (Gaur ve ark., 2010). Genetik çalışmalarda ve ıslah programlarında kullanılmak üzere nohutta haritalama popülasyonları, genetik stoklar ve ıslah materyallerini içeren genetik kaynaklar geliştirilmiştir. Ayrıca, son yıllarda moleküler markörler, genetik bağlantı haritaları ve kantitatif özellik lokusları (QTL) haritaları şeklinde büyük ölçekli genomik kaynaklar geliştirilmiş ve entegre ıslah yaklaşımlarının uygulanması ve çeşitlerin daha verimli bir şekilde geliştirilmesi için yetiştiricilerin kullanımına sunulmuştur.

2. Moleküler Markörler

Dizi varyasyonunun tespit yöntemine bağlı olarak moleküler belirteçler, hibridizasyon temelli (PCR'dan bağımsız), PCR bağımlı ve mikro-dizi temelli belirteçler olarak sınıflandırılabilir. Restriksiyon parça uzunluğu polimorfizmi (RFLP) markörleri, 1990'larda bitki genom analizi için kullanılan ilk hibridizasyon tabanlı, yüksek oranda tekrarlanabilir, eş baskın, lokusa özgü markörlerdir. Moleküler belirteçler kullanılarak nohutta oluşturulan ilk genetik harita, RFLP ve RAPD belirteçlerinin yanı sıra izozim belirteçlerini de içermektedir (Simon ve Muehlbauer 1997). RFLP markörleri (Udupa ve ark., 1993) ve mikrosatellit türevi RFLP markörleri (Sharma ve ark., 1995; Serret ve ark., 1997) kullanılarak genetik çeşitlilik çalışmaları da yapılmıştır. Bu çalışmalar, kültür yapılan nohut genomundaki kısıtlama bölgeleri için dar bir genetik varyasyon göstermiştir. PCR tabanlı markör sistemleri iki tiptir. Birincisi RAPD ve AFLP markörlerini içeren diziye özgü olmayan markörler ve ikincisi CAPS (Cleaved Amplified Polymorphic), dizi etiketli site (STS) ve SSR markörleridir. RAPD markörleri germplazmı karakterize etmek için kullanılmış olsa da (Ahmad, 1999; Sudupak ve ark., 2002), bu markörler kalıtımın baskın doğası ve bu markörlerin tekrarlanabilir olmaması nedeniyle şu anda nohutta herhangi bir genetik analiz için tercih edilmemektedir. Bununla birlikte, RAPD markörlerinin faydası, bunların SCAR (Sequence Characterized Amplified Regions) gibi daha tekrarlanabilir bilgilendirici markör türlerine dönüştürülmesiyle artırılabilir. RAPD ile ilişkili tekrarlanabilirlik sınırlamalarının üstesinden gelmek için, AFLP markör sistemi geliştirilmiştir. AFLP markörleri, nohudun kökenini ve

tarihi hakkında bilgi elde etmek için kültür nohudunda ve yabancı akrabalarında genetik çeşitlilik tahmini için kullanılmıştır (Nguyen ve ark., 2004; Talebi ve ark., 2008, 2009). Bununla birlikte önemli teknik beceriler, laboratuvar tesisleri, finansal kaynaklar ve yüksek kaliteli genomik DNA gereksinimi AFLP belirteçlerinin kullanımını sınırlamıştır.

PCR tabanlı CAPS markörleri, genotipleme uygulamaları için yararlı olan eş baskın kalıtım ve lokusa özgü yapıları ile karakterize edilmektedir (Parsons ve Heflich, 1997 ; Weiland ve Yu, 2003). Nohutta, CAPS ve türetilmiş CAPS (dCAPS) markörleri bakteriyel yapay kromozom (BAC) uç dizilerinden (Rajesh ve ark., 2008) ve EST dizilerinden (Varshney ve ark., 2007) geliştirilmiş ve bu markörler hastalık direnci ile ilişkilerini incelemek için nohudun genetik haritasına entegre edilmiştir (Palomino ve ark., 2009).

Mikrosatellit belirteçler, basit dizi tekrarları (SSR'ler) veya dizi etiketli mikrosatellit bölgesi (STMS) olarak da bilinir, 1-6 bp uzunluğunda tandem tekrarları oluşturur (Gupta ve Varshney, 2000). Oldukça polimorfik, bol miktarda, analitik olarak basit ve kolayca aktarılabilir olmalarının yanında (Weber, 1990) eş baskınlık göstermeleri nedeniyle diğer birçok belirteç türüne göre avantajlıdır. Nohut genomunda SSR'lerin bol miktarda bulunduğu ve diğer markör tipleriyle karşılaştırıldığında yüksek polimorfizm gösterdiği bulunmuştur (Sharma ve ark., 1995). Nohut için daha önce yaklaşık 500 SSR markörü bulunmaktaydı (Huttel ve ark., 1999; Winter ve ark., 1999;

Lichtenzweig ve ark., 2005) ve bu markörler genetik haritanın geliştirilmesi için kullanılmıştır (Winter ve ark., 1999; Millan ve ark., 2006).

2.1. SSR markörleri

SSR markörleri, bitki genetiği ve ıslah uygulamaları için tercih edilen markörler olarak kabul edilir (Gupta ve Varshney, 2000). Ancak nohut söz konusu olduğunda, yakın zamana kadar sadece birkaç yüz SSR markörü bulunmaktaydı. Bu markörlerin çoğunun, belirli tekrar motiflerindeki varyasyonu test etmek için hedeflenen SSR'lerden geliştirildiğini belirtmek de önemlidir. Ayrıca, özellikle nohutun kültür germplazmındaki düşük polimorfizm seviyesi, büyük ölçekli SSR markörlerinin geliştirilmesi ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Bu nedenle, moleküler markör repertuarını artırmak ve genom çapında SSR markörleri geliştirmek için ICRISAT, Almanya'daki Frankfurt Üniversitesi ile işbirliği içinde SSR ile zenginleştirilmiş kütüphanelerden 311 SSR markörü (Nayak ve ark., 2010) ve ABD'deki Davis Kaliforniya Üniversitesi ile işbirliği içinde bakteriyel yapay kromozom (BAC) uç dizisi madenciliği yaklaşımlarından 1344 SSR markörü geliştirmiştir.

2.2. Transcript dizileme ve SNP markörleri

Bununla birlikte, moleküler markör teknolojileri şu anda DNA parçalarını boyutlarına göre ayırmaya dayalı büyük ölçüde seri teknolojilerden (SSR, çoğaltılmış parça uzunluğu polimorfizmi (AFLP)), özellikle genlerde yüzlerce ila on binlerce varyasyonu aynı

anda test edebilen oldukça paralel, hibridizasyona dayalı teknolojilere geçiş yapmaktadır. Bu geçiş pirinç (Nasu ve ark., 2002), mısır (Yan ve ark., 2009), soya fasulyesi (Wu ve ark., 2010) ve fasulye (Hyten ve ark., 2010) gibi birçok önemli ürün türünde gerçekleşmiştir. Nohut sözü konusu olduğunda, sadece birkaç yüz EST ve SNP'lerin tanımlanmasına ilişkin bazı raporlar mevcuttu. Son yıllarda, Sanger dizilemesinin yanı sıra SNP belirteçlerinin geliştirilmesi ile birlikte genom dinamiklerini anlamak için kullanılan 'yeni nesil dizileme' (NGS) teknolojileri (Varshney ve ark., 2009c) kullanılarak kapsamlı transkript kaynaklarının geliştirilmesinde önemli ilerlemelere tanık olunmuştur.

Kuraklığa ve tuzluluğa maruz kalmış dokulardan oluşturulan bir dizi cDNA kütüphanesinin Sanger dizilimi nohutta yaklaşık 20.000 EST sağlamıştır (Varshney ve ark., 2009b). Roche 454/FLX ve Illumina/Solexa olmak üzere iki NGS teknolojisi, gen alanına erişmek ve fonksiyonel belirteçler geliştirmek için nohutun çeşitli haritalama popülasyonlarının referans genotipinin veya ebeveyn genotiplerinin transkriptomlarını dizilemek için de kullanılmıştır. Örneğin, farklı gelişim aşamalarından 20'den fazla dokudan izole edilen havuzlanmış ve normalize edilmiş RNA sıralandıktan sonra yaklaşık 500.000 transkript okuması üretilmiştir. Sanger EST'lerinin 454/FLX transkript okumaları ile birlikte kombine analizi nohutta 103.215 geçici benzersiz sekans sağlamıştır. Buna paralel olarak, farklı haritalama popülasyonlarının ebeveynlerini temsil eden dört nohut hattının RNA'sı, nohut için yaklaşık 118 milyon okuma ile sonuçlanan

Illumina/Solexa dizileme yaklaşımı kullanılarak dizilenmiştir. Bu genotiplerin Illumina/Solexa okumalarının ilgili türlerin transkriptom derlemeleriyle hizalanması, çok sayıda (on binlerce) SNP sağlamıştır. Seçilen SNP'ler nohutta büyük ölçekli SNP genotipleme platformu geliştirmek için kullanılmakta olup, bu platform Kaliforniya Üniversitesi, Davis, ABD, Ulusal Genom Kaynakları Merkezi (NCGR), ABD ve ICRISAT tarafından 768 SNP için yakın zamanda geliştirilen GoldenGate test platformlarını güçlendirecektir (Varshney ve ark., 2010a).

3. Moleküler haritalama

Nohut içindeki genetik varyasyon, kültüre alınma sırasında yaşadığı genetik darboğazlar nedeniyle minimum düzeydedir. Bu nedenle, bazı durumlarda tür içi melezlemeler kullanılmış olsa da, linkage analizi için polimorfizmi en üst düzeye çıkarmak amacıyla türler arası melezlemeler denenmiştir. Bu amaca ulaşmak için linkage haritaları oluşturmak üzere iki tür haritalama popülasyonu kullanılmıştır: F₂ popülasyonu ve rekombinant inbred hatlar (RIL'ler).

Fusarium solgunluğuna dayanıklı bir *C. arietinum* çeşidi ile *C. reticulatum* arasındaki geniş bir melezlemeden elde edilen 130 RIL kullanılarak entegre bir harita hazırlanmıştır. 118 STMS, 96 DAF, 70 AFLP, 37 ISSR, 17 RAPD, 2 SCAR, Fusarium'un çeşitli ırklarına direnç sağlayan 3 lokus, 8 izozim ve 3 cDNA dahil olmak üzere toplam 354 markör 2077,9 cM'lik bir mesafeyi kapsamaktadır. Markörler

arasında ortalama 6.8 cM mesafe ile sekiz büyük ve sekiz küçük bağlantı grubu tanımlanmıştır (Winter ve ark., 2000).

Bir başka harita, STMS markörleri kullanılarak beş geniş *C. arietinum* × *C. reticulatum* ve beş dar 'Desi' × 'Kabuli' melezinden elde edilen 10 farklı popülasyondan linkage haritalarının birleştirilmesiyle hazırlanmıştır. Geniş melezlemelerden elde edilen entegre harita, 652,67 cM'yi kapsayan sekiz bağlantı grubuna dağıtılmış 135 STMS ve 33 melez genom markörü dahil olmak üzere 555 lokustan oluşmaktadır. Dar melezlemelerden elde edilen harita 99 STMS, 3 SCAR, 1 ASAP, Fusarium direnç geni, beş morfolojik markör ve 426,99 cM'yi kapsayan sekiz bağlantı grubuna dağıtılmış RAPD ve ISSR markörlerini içermektedir (Millan ve ark., 2010).

Benzer şekilde, *C. arietinum* ve *C. reticulatum* arasındaki RIL popülasyonuna dayalı olarak, bakteriyel yapay kromozom (BAC) uç dizileri (BESs) ve çeşitlilik dizi teknolojisi (DART) markörlerinden elde edilen SSR markörleri yardımıyla yüksek yoğunluklu bir harita geliştirilmiştir. Harita, 845,56 cM'lik sekiz bağlantı grubu üzerinde 1291 markörden oluşmuştur. Bağlantı grubu başına markör sayısı 68 (LG8) ile 218 (LG3) arasında değişmekte olup ortalama markörler arası mesafe 0,65 cM'dir (Thudi ve ark. 2011).

Choudhary ve arkadaşları (2012a, b), *C. arietinum* (Fusarium solgunluğuna dayanıklı, kuraklığa toleranslı) × *C. reticulatum* (Fusarium solgunluğuna duyarlı) melezlemesinden türetilen 129

RIL'den oluşan bir haritalama popülasyonunda polimorfizmlerin tespitini en üst düzeye çıkarmak için EST-SSR, ITP, ESTP ve SNP gibi farklı türlerde 487 yeni EST türevi işlevsel markör geliştirmişlerdir. Bu markörler, ortalama markör yoğunluğu 3,68 cM olan 1497,7 cM'yi kapsayan sekiz bağlantı grubuna dağıtılmış 406 lokus içeren gelişmiş bir bağlantı haritası üretmek için daha önce yayınlanan STM belirteçleri ile entegre edilmiştir.

Santra ve ark. (2000), *C. arietinum* ve *C. reticulatum* melezinden oluşan bir RIL popülasyonundan dokuz bağlantı grubunun bir haritasını çıkarmıştır. Toplam 116 markör (izozimler, RAPD, ISSR), markörler arasında ortalama 8,4 cM mesafe ile 981,6 cM'lik bir harita mesafesini kapsamıştır. Antraknoza direnç sağlayan iki kantitatif karakter lokusu (QTL-1 ve QTL-2) farklı markörlerle etiketlenmiştir. Aynı RIL popülasyonu Tekeoglu ve ark. (2002) tarafından, dokuz bağlantı grubu üzerinde markörler arasında ortalama 7.0 cM mesafe ile 1174.5 cM'yi kapsayan bir harita hazırlamak için 50 dizi etiketli mikrosatellit (STMS) markörü ve bir dirençli gen analogu (RGA) lokusunu entegre etmek için kullanılmıştır. Altı STMS markörü, Santra ve ark. (2000) tarafından bildirilen 2 QTL'nin bulunduğu harita bölgesine entegre edilmiştir. Ayrıca aynı RIL popülasyonunda 2 DAF'ın QTL-1 ile sıkı bir şekilde bağlantılı olduğu gösterilmiştir (Rakshit ve ark. 2003). Cobos ve ark. (2006) *C. arietinum* (dayanıklı ebeveyn) ve *C. reticulatum* (duyarlı ebeveyn) melezinden elde edilen RIL'leri kullanarak 10 bağlantı grubunda 601,2 cM mesafeyi kapsayan bir bağlantı haritası hazırlamıştır. Ancak, antraknoza direnç için QTL'nin

LG2 üzerinde yer alması nedeniyle önceki çalışmalara kıyasla farklı olduğu gösterilmiştir. Aryamanesh ve ark. (2010), LG3 ve LG4 üzerinde antraknoz direnci için varyasyonun %49'unu açıklayan 3 QTL tanımlamak üzere türler arası F₂ popülasyonu üzerinde çalışmıştır.

C. arietinum ve *C. reticulatum* melezinden elde edilen iki RIL popülasyonu kullanılarak antraknoz, fusarium solgunluğu ve pas hastalıklarına karşı direnç için segregasyon gösteren bir bileşik bağlantı haritası hazırlanmıştır. RGA markörleri ile antraknoz ve fusarium solgunluğuna direnç sağlayan lokusları haritalamak mümkün olmuştur. RGA'lar ile 0 ve 5 ırklarının neden olduğu fusarium solgunluğuna karşı direnci kontrol eden genler arasında ilişki tespit edilmiştir (Palomino ve ark. 2009).

Collard ve ark. (2003) *C. arietinum* (antraknoza duyarlı) ve *C. echinospermum* (antraknoza dayanıklı) F₂ popülasyonundan bir bağlantı haritası hazırlamıştır. Harita 570 cM'lik bir mesafeyi kapsamaktadır ve fide direnci için en az iki QTL LG4 üzerinde yer almaktadır.

Beslenme karakterlerini incelemek amacıyla, *C. arietinum* ve *C. reticulatum* arasındaki melezlemeden elde edilen F₂ popülasyonu, dokuz bağlantı grubundan oluşan ve 344,6 cM'yi kapsayan bir bağlantı haritası oluşturmak için 91 STMS ve 2 CytP450 markörü ile çalışılmıştır. Beta-karoten konsantrasyonu için dört QTL, lutein konsantrasyonu için 1 QTL ve tohum ağırlığı için 3 QTL tanımlanmıştır (Abbo ve ark. 2005).

Cho ve ark. (2004) bir bağlantı haritası hazırlamak için duyarlı ve dirençli bir aksesyonun tür içi melezlemesinden elde edilen F₇ türevi RIL'leri kullanmış ve antraknoz direnci ile ilişkili bölgeler, antraknoz patotip II'sine direnç için önemli bir QTL ve patotip I'e direnç için iki QTL belirlemiştir.

Radhika ve ark. (2007) ortak bir ebeveyne sahip iki RIL popülasyonundan tür içi harita geliştirmiştir. Verimle ilgili üç özellik farklı markörlerle analiz edilerek 739.6 cM'lik bir harita hazırlanmıştır. Çift bakla ve bakla başına tohum karakterleri farklı markörler tarafından etiketlenmiş ve tohum ağırlığını etkileyen 8 QTL bulunmuştur.

Kuraklıkla ilgili karmaşık özellikleri analiz etmek amacıyla, kuraklığa toleransla ilgili kök özelliklerinin ayrımı için iki tür içi haritalama popülasyonu üzerinde çalışılmıştır. Bu 352 lokustan oluşan bir harita ve moleküler ıslah için hedeflenebilecek kuraklığa tolerans özellikleri için QTL'ler içeren 9 QTL kümesinin tanımlanmasıyla sonuçlanmıştır (Varshney ve ark., 2014).

4. Kaynaklar

- Abbo, S., Molina, C., Jungmann, R., Grusak, M. A., Berkovitch, Z., Reifen, R., ... Reifen, R. (2005). Quantitative trait loci governing carotenoid concentration and weight in seeds of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, *111*, 185-195.
- Ahmad, F. (1999). Random amplified polymorphic DNA (RAPD) analysis reveals genetic relationships among the annual *Cicer* species. *Theoretical and Applied Genetics*, *98*, 657-663.
- Ahmad, F., Slinkard, A. E. (1992). Genetic relationships in the genus *Cicer* L. as revealed by polyacrylamide gel electrophoresis of seed storage proteins. *Theoretical and Applied Genetics*, *84*, 688-692.
- Ahmad, F., Gaur, P. M., Slinkard, A. E. (1992). Isozyme polymorphism and phylogenetic interpretations in the genus *Cicer* L. *Theoretical and Applied Genetics*, *83*, 620-627.
- Ahmad, F., Gaur, P. M., Croser, J. (2005). Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Genetic resources, chromosome engineering, and crop improvement-grain legumes*, *1*, 187-217.
- Aryamanesh, N., Nelson, M. N., Yan, G., Clarke, H. J., Siddique, K. H. M. (2010). Mapping a major gene for growth habit and QTLs for ascochyta blight resistance and flowering time in a population between chickpea and *Cicer reticulatum*. *Euphytica*, *173*, 307-319.
- Cho, S., Chen, W., Muehlbauer, F. J. (2004). Pathotype-specific genetic factors in chickpea (*Cicer arietinum* L.) for quantitative resistance to ascochyta blight. *Theoretical and Applied Genetics*, *109*, 733-739.
- Choudhary, P., Khanna, S. M., Jain, P. K. (2012). Genetic structure and diversity analysis of the primary gene pool of chickpea using SSR markers. *Genetics of molecular Research*, *11*(2), 891-905.
- Choudhary, S., Gaur, R., Gupta, S., Bhatia, S. (2012). EST-derived genic molecular markers: development and utilization for generating an advanced transcript map of chickpea. *Theoretical and Applied Genetics*, *124*, 1449-1462.

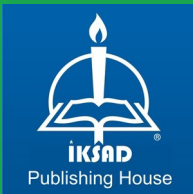
- Cobos, M. J., Rubio, J., Strange, R. N., Moreno, M. T., Gil, J., Millan, T. (2006). A new QTL for *Ascochyta* blight resistance in an RIL population derived from an interspecific cross in chickpea. *Euphytica*, 149, 105-111.
- Collard, B. C. Y., Pang, E. C. K., Ades, P. K., Taylor, P. W. J. (2003). Preliminary investigation of QTLs associated with seedling resistance to *ascochyta* blight from *Cicer echinospermum*, a wild relative of chickpea. *Theoretical and Applied Genetics*, 107, 719-729.
- Croser, J. S., Ahmad, F., Clarke, H. J., Siddique, K. H. M. (2003). Utilisation of wild *Cicer* in chickpea improvement—progress, constraints, and prospects. *Australian Journal of Agricultural Research*, 54(5), 429-444.
- Gaur, P.M., Mallikarjuna, N., Knights, T., Beebe, S., Debouck, D., Mejía, A., et al. (2010). Gene introgression in grain legumes. In: Gupta S, Ali M, Singh BB (eds) Grain legumes: genetic improvement, management and trade. Indian Society of Pulses Research and Development, Indian Institute of Pulses Research, Kanpur, India, pp 1–17
- Gupta, P. K., Varshney, R. K. (2000). The development and use of microsatellite markers for genetic analysis and plant breeding with emphasis on bread wheat. *Euphytica*, 113(3), 163-185.
- Hüttel, B., Winter, P., Weising, K., Choumane, W., Weigand, F., Kahl, G. (1999). Sequence-tagged microsatellite site markers for chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Genome*, 42(2), 210-217.
- Hyten, D. L., Song, Q., Fickus, E. W., Quigley, C. V., Lim, J. S., Choi, I. Y., ... Cregan, P. B. (2010). High-throughput SNP discovery and assay development in common bean. *BMC genomics*, 11, 1-8.
- Iruela, M., Rubio, J., Cubero, J. I., Gil, J., Millan, T. (2002). Phylogenetic analysis in the genus *Cicer* and cultivated chickpea using RAPD and ISSR markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 104(4), 643-651.
- Kazan, K., Muehlbauer, F. J. (1991). Allozyme variation and phylogeny in annual species of *Cicer* (*Leguminosae*). *Plant Systematics and Evolution*, 175, 11-21.

- Labdi, M., Robertson, L. D., Singh, K. B., Charrier, A. (1996). Genetic diversity and phylogenetic relationships among the annual *Cicer* species as revealed by isozyme polymorphism. *Euphytica*, 88, 181-188.
- Lichtenzweig, J., Scheuring, C., Dodge, J., Abbo, S., Zhang, H. B. (2005). Construction of BAC and BIBAC libraries and their applications for generation of SSR markers for genome analysis of chickpea, *Cicer arietinum* L. *Theoretical and Applied Genetics*, 110, 492-510.
- Millan, T., Clarke, H. J., Siddique, K. H., Buhariwalla, H. K., Gaur, P. M., Kumar, J., ... Winter, P. (2006). Chickpea molecular breeding: new tools and concepts. *Euphytica*, 147, 81-103.
- Millan, T., Winter, P., Jüngling, R., Gil, J., Rubio, J., Cho, S., ... Muehlbauer, F. J. (2010). A consensus genetic map of chickpea (*Cicer arietinum* L.) based on 10 mapping populations. *Euphytica*, 175, 175-189.
- Nasu, S., Suzuki, J., Ohta, R., Hasegawa, K., Yui, R., Kitazawa, N., ... Minobe, Y. (2002). Search for and analysis of single nucleotide polymorphisms (SNPs) in rice (*Oryza sativa*, *Oryza rufipogon*) and establishment of SNP markers. *DNA research*, 9(5), 163-171.
- Nayak, S. N., Zhu, H., Varghese, N., Datta, S., Choi, H. K., Horres, R., ... Varshney, R. K. (2010). Integration of novel SSR and gene-based SNP marker loci in the chickpea genetic map and establishment of new anchor points with *Medicago truncatula* genome. *Theoretical and Applied Genetics*, 120, 1415-1441.
- Nguyen, T. T., Taylor, P. W. J., Redden, R. J., Ford, R. (2004). Genetic diversity estimates in *Cicer* using AFLP analysis. *Plant Breeding*, 123(2), 173-179.
- Palomino, C., Fernández-Romero, M. D., Rubio, J., Torres, A., Moreno, M. T., Millán, T. (2009). Integration of new CAPS and dCAPS-RGA markers into a composite chickpea genetic map and their association with disease resistance. *Theoretical and applied genetics*, 118, 671-682.
- Parsons, B. L., Heflich, R. H. (1997). Genotypic selection methods for the direct analysis of point mutations. *Mutation Research/Reviews in Mutation Research*, 387(2), 97-121.

- Radhika, P., Gowda, S. J. M., Kadoo, N. Y., Mhase, L. B., Jamadagni, B. M., Sainani, M. N., ... Gupta, V. S. (2007). Development of an integrated intraspecific map of chickpea (*Cicer arietinum* L.) using two recombinant inbred line populations. *Theoretical and Applied Genetics*, *115*, 209-216.
- Rajesh, P. N., O'Bleness, M., Roe, B. A., Muehlbauer, F. J. (2008). Analysis of genome organization, composition and microsynteny using 500 kb BAC sequences in chickpea. *Theoretical and Applied Genetics*, *117*, 449-458.
- Rakshit, S., Winter, P., Tekeoglu, M., Juarez Muñoz, J., Pfaff, T., Benko-Iseppon, A. M., ... Kahl, G. (2003). DAF marker tightly linked to a major locus for Ascochyta blight resistance in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Euphytica*, *132*, 23-30.
- Rao, L. S., Usha Rani, P., Deshmukh, P. S., Kumar, P. A., Panguluri, S. K. (2007). RAPD and ISSR fingerprinting in cultivated chickpea (*Cicer arietinum* L.) and its wild progenitor *Cicer reticulatum* Ladizinsky. *Genetic resources and crop evolution*, *54*, 1235-1244.
- Santra, D. K., Tekeoglu, M., Ratnaparkhe, M., Kaiser, W. J., Muehlbauer, F. J. (2000). Identification and mapping of QTLs conferring resistance to ascochyta blight in chickpea. *Crop Science*, *40*(6), 1606-1612.
- Serret1, M. D., Udupa, S. M., Weigand, F. (1997). Assessment of genetic diversity of cultivated chickpea using microsatellite-derived RFLP markers: Implications for origin. *Plant Breeding*, *116*(6), 573-578.
- Sharma, P. C., Winter, P., Büniger, T., Hüttel, B., Weigand, F., Weising, K., Kahl, G. (1995). Abundance and polymorphism of di-, tri- and tetra-nucleotide tandem repeats in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, *90*, 90-96.
- Simon, C. J., Muehlbauer, F. J. (1997). Construction of a chickpea linkage map and its comparison with maps of pea and lentil. *Journal of Heredity*, *88*(2), 115-119.
- Sudupak, M. A. (2004). Inter and intra-species Inter Simple Sequence Repeat (ISSR) variations in the genus *Cicer*. *Euphytica*, *135*, 229-238.

- Sudupak, M., Akkaya, M., Kence, A. (2002). Analysis of genetic relationships among perennial and annual *Cicer* species growing in Turkey using RAPD markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 105, 1220-1228.
- Talebi, R., Naji, A. M., Fayaz, F. (2008). Geographical patterns of genetic diversity in cultivated chickpea (*Cicer arietinum* L.) characterized by amplified fragment length polymorphism. *Plant Soil Environ*, 54(10), 447-452.
- Talebi, R., Jelodar, N. B., Fayyaz, F., Mardi, M. (2009). AFLP-based fingerprinting of diverse chickpea genotypes: origin, history of chickpea. *New Biotechnology*, (25), S302.
- Tayyar, R. I., Waines, J. G. (1996). Genetic relationships among annual species of *Cicer* (*Fabaceae*) using isozyme variation. *Theoretical and Applied Genetics*, 92, 245-254.
- Tekeoglu, M., Rajesh, P., Muehlbauer, F. (2002). Integration of sequence tagged microsatellite sites to the chickpea genetic map. *Theoretical and Applied Genetics*, 105, 847-854.
- Thudi, M., Bohra, A., Nayak, S. N., Varghese, N., Shah, T. M., Penmetsa, R. V., ... Varshney, R. K. (2011). Novel SSR markers from BAC-end sequences, DArT arrays and a comprehensive genetic map with 1,291 marker loci for chickpea (*Cicer arietinum* L.). *PLoS One*, 6(11), e27275.
- Udupa, S. M., Sharma, A., Sharma, R. P., Pai, R. A. (1993). Narrow genetic variability in *Cicer arietinum* L. as revealed by RFLP analysis. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*, 2, 83-86.
- Van der Maesen, L.J.G., Pundir, R.P.S. (1987). Availability and use of wild *Cicer* germplasm. *Plant Genet Resour Newsl* 57:19-24
- Varshney, R. K., Glaszmann, J. C., Leung, H., Ribaut, J. M. (2010). More genomic resources for less-studied crops. *Trends in Biotechnology*, 28(9), 452-460.
- Varshney, R.K., Nayak, S.N., May, G.D., Jackson, S.A. (2009b). Next generation sequencing technologies and their implications for crop genetics and breeding. *Trends in Biotechnology* 27: 522-530.
- Varshney, R. K., Hiremath, P. J., Lekha, P., Kashiwagi, J., Balaji, J., Deokar, A. A., ... Hoisington, D. A. (2009a). A comprehensive resource of drought-and

- salinity-responsive ESTs for gene discovery and marker development in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *BMC genomics*, 10(1), 1-18.
- Varshney, R. K., Hoisington, D. A., Upadhyaya, H. D., Gaur, P. M., Nigam, S. N., Saxena, K., ... Singh, N. K. (2007). Molecular genetics and breeding of grain legume crops for the semi-arid tropics. *Genomics-Assisted Crop Improvement: Vol 2: Genomics Applications in Crops*, 207-241.
- Varshney, R. K., Thudi, M., Nayak, S. N., Gaur, P. M., Kashiwagi, J., Krishnamurthy, L., ... Viswanatha, K. P. (2014). Genetic dissection of drought tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 127, 445-462.
- Weber, J. L. (1990). Informativeness of human (dC-dA) n·(dG-dT) n polymorphisms. *Genomics*, 7(4), 524-530.
- Weiland, J. J., Yu, M. H. (2003). A cleaved amplified polymorphic sequence (CAPS) marker associated with root-knot nematode resistance in sugarbeet. *Crop science*, 43(5), 1814-1818.
- Winter, P., Benko-Iseppon, A. M., Hüttel, B., Ratnaparkhe, M., Tullu, A., Sonnante, G., ... Muehlbauer, F. J. (2000). A linkage map of the chickpea (*Cicer arietinum* L.) genome based on recombinant inbred lines from a *C. arietinum* × *C. reticulatum* cross: localization of resistance genes for fusarium wilt races 4 and 5. *Theoretical and Applied Genetics*, 101, 1155-1163.
- Winter, P., Pfaff, T., Udupa, S. M., Hüttel, B., Sharma, P. C., Sahi, S., ... Kahl, G. (1999). Characterization and mapping of sequence-tagged microsatellite sites in the chickpea (*Cicer arietinum* L.) genome. *Molecular and General Genetics MGG*, 262, 90-101.
- Wu, X., Ren, C., Joshi, T., Vuong, T., Xu, D., Nguyen, H. T. (2010). SNP discovery by high-throughput sequencing in soybean. *BMC genomics*, 11(1), 1-10.
- Yan, J., Shah, T., Warburton, M. L., Buckler, E. S., McMullen, M. D., Crouch, J. (2009). Genetic characterization and linkage disequilibrium estimation of a global maize collection using SNP markers. *PLoS one*, 4(12), e8451.



ISBN: 978-625-367-575-2