

T.C.
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

NOHUT (*Cicer arietinum* L.)’TA FARKLI YAPIŞTIRICILAR İLE
BAKTERİ AŞILAMASININ NODÜLASYON VE BAZI VERİM
ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

Cemile TEKELİ

Danışman
Prof. Dr. Muharrem KAYA

ISPARTA - 2024



© 2024 [Cemile TEKELİ]

ETİK BEYANI

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak ve bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın hazırladığım bu tez çalışmasında;

Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

01/02/2024

Cemile TEKELİ

.....

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM	22
3.1. Deneme Yeri ve Materyal	22
3.2. Yöntem.....	22
3.2.1. Tarla denemelerinin kurulması	22
3.2.2. Tohumların aşılınması ve ekim	23
3.3. Gözlem ve Ölçümler	25
3.4. Deneme Yerinin İklim ve Toprak Özellikleri	27
3.4.1. İklim özellikleri.....	27
3.4.2. Deneme yerinin toprak özellikleri.....	28
3.5. Verilerin Değerlendirilmesi	29
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	30
4.1. Çıkış Süresi	30
4.2. İlk Çiçeklenme Süresi	32
4.3. İlk Bakla Bağlama Süresi.....	33
4.4. Vejetasyon Süresi.....	35
4.5. Bitkide Nodül Sayısı	36
4.6. Bitkide Nodül Ağırlığı	38
4.7. Bitki Boyu	39
4.8. İlk Bakla Yüksekliği	41
4.9. Bitkide Dal Sayısı	42
4.10. Bitkide Bakla Sayısı.....	43
4.11. Bitkide Tane Sayısı	45
4.12. 100 Tane Ağırlığı	47
4.13. Bitki Ağırlığı	48
4.14. Bitki Tohum Verimi.....	50
4.15. Hasat İndeksi.....	51
4.16. Birim Alan Tohum Verimi.....	53
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	55
KAYNAKLAR	57
ÖZGEÇMİŞ	65

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

NOHUT (*Cicer arietinum* L.)’TA FARKLI YAPIŞTIRICILAR İLE BAKTERİ AŞILAMASININ NODÜLASYON VE BAZI VERİM ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

Cemile TEKELİ

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Muharrem KAYA

Bu çalışma, nohutta tohumla bakteri aşılama da farklı yapıştırıcı maddelerin kullanılmasının nodülasyon ve verime etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Tarla denemesi tesadüfi bloklarda bölünmüş parseller desenine göre 3 tekerrürlü olarak Isparta lokasyonunda kurulmuştur. Çalışmada bitki materyali olarak Azkan çeşidi ile İspanyol nohut genotipi kullanılmıştır. *Rhizobium* bakterilerini yapıştırmak için saf su, şekerli su, süt tozu, arap zımkı ve metil selüloz kullanılmıştır.

Çalışma sonuçlarına göre, vejetasyon süresi dışındaki tüm özelliklerde uygulamalar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur. Elde edilen verilere göre çıkış süresi 13.67-16.33 gün, ilk çiçeklenme süresi 47.33-49.33 gün, ilk bakla bağlama süresi 58.83-61.0 gün, nodül sayısı 45.83-155.83 adet/bitki, nodül ağırlığı 0.82-2.72 g/bitki, bitki boyu 36.38-47.20 cm, ilk meyve yüksekliği 16.97-19.88 cm, yan dal sayısı 2.11-2.73, bitkide meyve sayısı 25.46-39.52, bitkide tane sayısı 25.19-38.30 adet, yüz tane ağırlığı 39.34-42.16 adet, bitki ağırlığı 12.56-17.71 g, bitki verimi 4.25-7.75 g, hasat indeksi %38.99-42.04 ve tane verimi 161.12-266.05 kg/da arasında değişim göstermiştir. Tane verimi bakımından değerlendirildiğinde bakteri yapıştırma amacıyla en iyi uygulamaların arap zımkı ve metilselüloz olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Nohut, *Rhizobium*, Yapıştırıcı ajan, Verim, Verim öğeleri

2024, 65 sayfa

ABSTRACT

Master's Thesis

EFFECTS OF BACTERIAL INOCULATION WITH DIFFERENT STICKERS ON NODULATION AND SOME YIELD CHARACTERISTICS IN CHICKPEA (*Cicer arietinum* L.)

Cemile TEKELİ

**Isparta University of Applied Sciences
The Institute of Graduate Education
Department of Field Crops**

Supervisor: Prof. Dr. Muharrem KAYA

This study was conducted to determine the effects of different adhesive substances used in bacterial inoculation on nodulation and yield in chickpea seed. Field trials were established with three replications according to a randomized complete block design in Isparta location. Azkan variety and Ispanyol chickpea genotype were used as plant materials in the study. Distilled water, sugar water, milk powder, gum arabic, and methyl cellulose were utilized to adhere *Rhizobium* bacteria.

According to the results of the study, differences among applications were found to be significant in all features except for the vegetation period. Based on the obtained data, emergence time ranged from 13.67 to 16.33 days, first flowering time from 47.33 to 49.33 days, first pod-setting time from 58.83 to 61.0 days, nodule per plant from 45.83 to 155.83, nodule weight per plant from 0.82 to 2.72 g, plant height from 36.38 to 47.20 cm, first pod height from 16.97 to 19.88 cm, number of branches from 2.11 to 2.73, number of pods per plant from 25.46 to 39.52, number of grains per plant from 25.19 to 38.30, hundred-grain weight from 39.34 to 42.16, plant weight from 12.56 to 17.71 g, plant yield from 4.25 to 7.75 g, harvest index from 38.99% to 42.04%, and grain yield from 161.12 to 266.05 kg/da. Evaluating the bacterial adherence for grain yield, it can be stated that the best applications were gum arabic and methyl cellulose.

Key Words: Chickpea, *Rhizobium*, Sticking agent, Yield, Yield components

2024, 65 pages

TEŞEKKÜR

Tezimin yürütülmesinde desteğini ve emeğini hiçbir zaman esirgemeyen tez danışmanım sayın Prof. Dr. Muharrem KAYA'ya, çalışma süresince bana desteklerinden dolayı sayın Dr. Öğr. Üyesi Aykut ŞENER'e teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan sevgili annem Serpil ve babam Hikmet TEKELİ'ye sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Cemile TEKELİ
ISPARTA, 2024



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Deneme tarlasının genel görünümü	24
Şekil 3.2. Tohumların aşılmasından görünüm	25



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Isparta Merkez ilçesine ait iklim verileri	28
Çizelge 3.2. Deneme yerine ait toprak analiz sonuçları.....	28
Çizelge 4.1. Tohum bakterisi aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde %50 çıkış süresine ait varyans analizi.....	30
Çizelge 4.2. Tohum bakterisi aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde %50 çıkış süresine ait ortalamalar (gün).....	31
Çizelge 4.3. Tohum bakterisi aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde ilk çiçeklenme süresine ait varyans analizi	32
Çizelge 4.4. Tohum bakterisi aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde ilk çiçeklenme süresine ait ortalamalar (gün)	32
Çizelge 4.5. Tohum bakterisi aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde ilk bakla bağlama süresine ait varyans analizi	34
Çizelge 4.6. Tohum bakterisi aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde ilk bakla bağlama süresine ait ortalamalar (gün)	34
Çizelge 4.7. Tohum bakterisi aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde vejetasyon süresine ait varyans analizi.....	35
Çizelge 4.8. Tohum bakterisi aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde vejetasyon süresine ait ortalamalar (gün).....	35
Çizelge 4.9. Tohum bakterisi aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitkide nodül sayısına ait varyans analizi.....	36
Çizelge 4.10. Tohum bakterisi aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitkide nodül sayısına ait ortalamalar (adet).....	37
Çizelge 4.11. Tohum bakterisi aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitkide nodül ağırlığına ait varyans analizi.....	38
Çizelge 4.12. Tohum bakterisi aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitkide nodül ağırlığına ait ortalamalar (g)	38
Çizelge 4.13. Tohum bakterisi aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitki boyuna ait varyans analizi	39
Çizelge 4.14. Tohum bakterisi aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitki boyuna ait ortalamalar (cm).....	40
Çizelge 4.15. Tohum bakterisi aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde ilk bakla yüksekliğine ait varyans analizi	41
Çizelge 4.16. Tohum bakterisi aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde ilk bakla yüksekliğine ait ortalamalar (cm)	41
Çizelge 4.17. Tohum bakterisi aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitkide dal sayısına ait varyans analizi	42
Çizelge 4.18. Tohum bakterisi aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitkide dal sayısına ait ortalamalar (adet/bitki).....	43
Çizelge 4.19. Tohum bakterisi aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitkide bakla sayısına ait varyans analizi.....	44
Çizelge 4.20. Tohum bakterisi aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitkide bakla sayısına ait ortalamalar (adet/bitki).....	44
Çizelge 4.21. Tohum bakterisi aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitkide tane sayısına ait varyans analizi.....	45
Çizelge 4.22. Tohum bakterisi aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitkide tane sayısına ait ortalamalar (adet/bitki).....	46

Çizelge 4.23. Tohuma bakteri aşılama da farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde 100 tane ağırlığına ait varyans analizi	47
Çizelge 4.24. Tohuma bakteri aşılama da farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde 100 tane ağırlığına ait ortalamalar (g).....	47
Çizelge 4.25. Tohuma bakteri aşılama da farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitki ağırlığına ait varyans analizi.....	48
Çizelge 4.26. Tohuma bakteri aşılama da farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitki ağırlığına ait ortalamalar (g).....	49
Çizelge 4.27. Tohuma bakteri aşılama da farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitki tohum verimine ait varyans analizi.....	50
Çizelge 4.28. Tohuma bakteri aşılama da farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitki tohum verimine ait ortalamalar (g/bitki)	50
Çizelge 4.29. Tohuma bakteri aşılama da farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde hasat indeksine ait varyans analizi.....	51
Çizelge 4.30. Tohuma bakteri aşılama da farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde hasat indeksine ait ortalamalar (%).....	52
Çizelge 4.31. Tohuma bakteri aşılama da farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde birim alan tohum verimine ait varyans analizi.....	53
Çizelge 4.32. Tohuma bakteri aşılama da farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde birim alan tohum verimine ait ortalamalar (kg/da).....	53

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

C.V.	Varyasyon katsayısı
Cm	santimetre
K.O.	Kareler ortalaması
K.T.	Kareler toplamı
Kg/da	Kilogram/dekar
S.D.	Serbestlik derecesi
μM	Mikro molar



1. GİRİŞ

Günümüz dünyasında, toplam besin maddesi üretimi tüm dünyayı besleyebilecek düzeyde olmakla birlikte, kıtalar ve bölgelere göre besin maddelerinin üretim oranı ve nüfus yoğunluğu bakımından önemli varyasyonlar bulunmaktadır. Kimi bölgelerdeki besin üretiminin yetersiz olmasının yanında, besin depolama aksaklıkları, lojistik sorunlar, bazı tarımsal ürünlerin stratejik amaçlarla ülkelere göre baskı kaynağı olarak kullanılıyor olması, açlık başta olmak üzere beslenme problemlerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Ayrıca, tarımsal üretim için kullanılan alanlar marjinal sınırlarına ulaşmış durumdadır. Bu nedenle artan nüfus ve hayvanların beslenmesi için bitkisel üretimde birim alandan elde edilen verim değerlerinin artırılması gerekmektedir (Kaydan, 2006).

İnsan beslenmesinde kullanılan bitkisel kaynaklı proteinlerin en temel kaynağı olan yemeklik baklagiller, hem dünya hem de Türkiye için önemli besin kaynakları arasında yer almaktadır. Son yıllarda yaşanan küresel iklim değişimleri ve tarımsal üretime yansımaları baklagillerin önemini arttırmaktadır (Adak vd., 2015). Yemeklik baklagil grubuna giren bitki türleri ilk kültüre alınan bitkiler arasında sayılmakta olup, ilk çağlardan bu yana insan beslenmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca, baklagil bitkilerinin *Rhizobium* bakterileri ile simbiyotik yaşamları sonucunda atmosferdeki elementel azotu toprağa fikse etme özellikleri nedeniyle, günümüzde gündem olan çevreci ve sürdürülebilir tarımsal üretim bakımından da değerlendirilmelidir. Bu bitkiler, kuru tanelerindeki yüksek protein içeriği yanında, esansiyel amino asitler, vitaminler ve mineral maddeleri içermesi yönünden önemlidirler.

Yemeklik baklagil cinsleri arasında sayılan nohutun kuru tanelerinin yüksek protein içeriği (%18-31) dışında, mineral madde kompozisyonu ile vitaminler bakımından da zengin olması, bu ürünün yüzyıllardır insan beslenmesinde kullanılmasına yol açmıştır. *Mezorhizobium ciceri* bakterileri ile simbiyotik yaşamları sonucu atmosferik azottan yararlanabilmekte olan nohut bitkisinin kökleri toprağın derinliklerine kadar inebilmekte ve toprağın verimliliğine katkıda bulunmaktadır. Tarımsal üretim açısından vejetasyon süresinin kısalığı ve yetiştiriciliğinin görece olarak kolay olması, önemli avantajları arasında sayılabilir (Avçın vd., 1992). Buna bağlı olarak nohut, hem sulu hem de kuru tarımda ekim nöbeti sistemlerinde öncelikli bitkilerden birisidir

(Calcagno vd., 1988; Sepetoğlu, 1992). Nohut, yemeklik baklagiller arasında kuraklık ve yüksek sıcaklık stresine dayanımı bakımından mercimek bitkisinden sonra ikinci sırada yer almaktadır. Besin maddesi içeriği zayıf olan topraklarda da yetişebilmesi nedeniyle kurak ve yarı kurak bölgelerde tahıl-nadas münavebe sisteminin uygulandığı ekim nöbetlerinde yer almakta olup, bu bölgelerde hem nadas alanlarının azaltılmasında hem de toprak verimliliğinin arttırılmasında kullanılabilmektedir (Eser, 1978). Nohut tarımında genellikle sulama ve gübreleme yapılmamakta olup, ekstrem ekolojik koşullarda küçük aile işletmeleri tarafından üretilmektedir (Gahoonia vd., 2007). Nohut tarımındaki en önemli dezavantajlardan biri aşırı nemli ve yağışlı iklim koşullarında fungal hastalıkların ciddi verim azalmalarına neden olmasıdır.

Türkiye’de toplam nohut ekim alanı ve üretim miktarında önemli azalışlar gerçekleşmiş olup, dünya sıralamasında geriye düşmüştür. Ekim alanları bakımından Hindistan, Avustralya, Pakistan, Rusya’da sonra beşinci sırada, tane üretimi miktarı yönünden Hindistan ve Avustralya’nın ardından üçüncü sırada yer almıştır. Ülkemizde nohut birim alan tohum verimi 122.5 kg/da olup, bu değer dünya ortalamasının üzerindedir. Ancak verim bakımından sıralama yapılacak olursak, Türkiye’nin nohut veriminde dünyada 27. sırada yer aldığı görülmektedir (Anonim, 2021). Ülkemizde nohut ve dış ticareti bakımından dünyanın önde gelen ülkeleri arasında sayılmakta iken, 2000’li yıllardan bu yana hem ekim alanlarında hem de üretim miktarında önemli oranlarda azalış eğilimi görülmektedir. 2021 yılı verilerine göre ülkemizde nohut ekim alanı 481 bin ha, üretimi ise 475 bin ton kadardır (Anonim, 2021). Birim alan tane verimlerimiz (119-130 kg/da) dünya ortalamasının (104 kg/da) üzerinde olmasına karşın, iklim koşullarına bağlı olarak önemli dalgalanmalar yaşanmaktadır. Nitekim 2021 yılı nohut verimimiz 98.6 kg/a’ya kadar düşmüştür (Anonim, 2021).

Ülkemiz nohut tarımında, üretim maliyetlerinin yüksekliği, işçilik sorunları, ürün fiyatlarındaki dalgalanmalar ya da fiyatın düşüklüğü, çiftçilerin farklı ürün tercihleri, yüksek verimli çeşitlerin azlığı, yanıklık hastalığı, ot sorunu ve ekimden hasada kadar yetiştirme tekniği paketindeki eksiklikler üretim miktarının azalmasındaki ana etkenlerdir.

Nohut üretim miktarımızı arttırabilmek için yeni çeşitlerin ıslahı yanında birim alan verimini arttırabilecek en uygun agronomik yöntemlerin de belirlenmesi son derece önemlidir.

Bitkisel üretimde verim artışı amacıyla ticari gübreler ve kimyasal ilaçların bilinçsizce kullanılmaları, tarım topraklarının verimliliğinin azalmasına, doğal çevrenin kirlenmesine, ekosistemlerin bozulmasına, hastalık ve zararlı etmenlerinin direnç kazanmasına neden olmaktadır. Tarımsal üretimde kullanılan ticari sentetik kimyasallar ekosistemlerin dengesini bozmakta ve sürdürülebilirliğinin önüne geçmektedir. Bu bakımdan nohut tarımında *Mesorhizobium ciceri* bakterisi ile aşılama yapılması önemli bir uygulama olarak karşımıza çıkmaktadır. Nohut kökleri ile bakterilerin simbiyotik yaşamları sonucunda hem bitki yaşamı için gerekli olan azotu doğal yollarla karşılamakta hem de toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri iyileşmektedir.

Baklagil tarımında aşılama ile tane verimi, mercimekte %15-30, nohutta %20-45, maş fasulyesinde %18-35, börülcede %25-45, yer fıstığında %20-40 ve soya fasulyesinde %75-200 oranında artabilmektedir (Sattar vd., 1996). Nohut tarımında bitkinin ekim zamanı ile ekolojik koşullara göre değişmekle birlikte, bitki kendi ihtiyacı olan azotun yaklaşık %42-70 kadarını *Rhizobium* simbiyozu sayesinde atmosferden sağlayabilmektedir (Beck, 1992).

Ülkemizde nohut tarımının en fazla yapıldığı tarımsal bölge Orta Anadolu ve geçitleridir. Bu bölgede nohut tarımında birim alandan elde edilen verim potansiyelini sınırlandıran en önemli faktörlerin başında, toprakların kireç içeriğinin ve pH'sının yüksek, azot içeriğinin ise düşük olması gelmektedir. Benzer ekolojilerde nohut tarımında ekimden önce tohumların bakteri ile aşılama ve aşılama tepkisi yüksek çeşitlerin kullanılması faydalı olabilecektir (Şahin, 2008).

Özbağ (2013), nohutta nodülasyon ve bitki gelişimi üzerine farklı çeşitlerin etkilerini belirleyebilmek için yürüttüğü çalışmada, kontrol parsellerine göre aşılama parsellerde nohut çeşitlerinin ortalaması olarak, nodül sayısının (%787), nodül yaş ve kuru ağırlıklarının (sırasıyla %352 ve %357), bitki boyunun (%6), bitkinin yaş ve kuru

ağırlığının (sırasıyla %15.3 ve %21), tane azot oranı ve toplam azot içeriğinin (sırasıyla %7.9 ve %22.6) önemli oranlarda arttığını bildirmiştir.

Meral vd. (1998), nohutta farklı bakteri aşılama yöntemleri ile azot dozlarının verim parametrelerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, aşılama yapılmayan parsellere göre hem toprağa hem de tohumla aşılama yöntemlerinde, bitkide nodül sayısı ve ağırlığı, kök ağırlığı, bitki uzunluğu, bitki biyomasi, bakla sayısı, bitki verimi ve birim alan tohum veriminin önemli düzeyde artışlar gösterdiğini belirlemişlerdir.

Ülkemizde nohut tarımı yapılan bölgelerimizde topraklarda nohutu enfekte edebilecek *Mesorhizobium ciceri* bakteri ırkları bulunmamakta, ya da sayıları yetersiz olmaktadır. Bazı üreticiler gübreleme yapmamakta ya da bazıları da bitkinin ihtiyacı olan azotu ticari gübrelerle karşılamak zorunda kalmaktadır. Nohutta üretim maliyetini düşürmek ve çevreye en az zarar veren yetiştirme tekniklerini kullanmak için bakteri aşılamanın dikkate alınması gerekmektedir. Baklagil familyasına giren türlerde uygun *Rhizobium* bakterisi suşlarıyla aşılama ile verimin artacağı bilinmektedir. Ancak nohut üretim lokasyonlarına göre aşılama ile verimin hangi oranda artabileceği ile ilgili yeterince çalışma bulunmamaktadır.

Ayrıca olumsuz çevre koşullarında bakterilerin canlılığını sağlamak ve simbiyotik ilişkiyi sürdürmek için tohum aşılama tekniklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Nohut, bezelye gibi iri tohumlu bitkilerde tohum başına 800 mg bakteri kültürü ve 10^5 - 10^6 adet canlı *Rhizobium* bakterisinin bulaştırılması gerekmektedir (Elegba ve Rennie, 1984).

Bakteriler toprakta 2 ila 5 yıl kalabilse de, aşılamaı sağlamak için her tohum ekildiğinde aşılama yapılması önerilir. Genellikle bakteri ve turba karışımı olan aşılama tohumu uygulanabilir. Aşılamaı tohumla uygularken, depolama sırasında ve ekim sırasında en iyi yöntemlerin kullanılması hayati önem taşır. Farklı baklagil türleri için farklı bakteri türleri kullanılır. Bakterilerin köklerle teması önemlidir ve bunu başarmak için, tohumun aşılamaı ile yeterince kaplanması gerekir. Aşılamaı uygulanmadan önce tohumla bir yapıştırıcı madde uygulanmalıdır. Bazı aşılamaı, bakterileri tohum kabuğuna bağlamak için bir kil ile birlikte gelir. Ticari bir yapıştırma

maddesi ayrı olarak satın alınabilir veya şurup, melas ve sudan yapılabilir (Anonim, 2023).

Özellikle tohum aşılama yönteminde doğrudan kuru aşılama ya da su ile ıslatılarak aşılamada bazı problemler ortaya çıkabilmektedir. Bazı tohumlarda yeteri kadar bakteri tohum aşılamamaktadır. Olumsuz çevre koşullarına bağlı olarak nodülasyon başlayıncaya kadar tohumlar kurumakta ve bakteriler ölebilmektedir. Ayrıca nodülasyon evresine kadar bakterilerin canlılığını devam ettirebilmesi için bir miktar beslenmeye de ihtiyaçları vardır. Bakterilerin hem köklere yeter sayıda yapışabilmesi hem de beslenmeleri için su yerine farklı yapıştırıcılar kullanılabilir. Bu sayede inokulasyonun etkinliği ve verim artabilmektedir. Elegba ve Rennie (1984), soya fasulyesinde farklı yapıştırıcılar kullanarak yaptıkları bakteri aşılama denemesinde, aşılama ajanı olarak su, şekerli su, jel, nutritat, arap zımkı, metil selüloz, duvar kâğıdı yapıştırıcısı, mısır şurubu, bal, süt tozu ve suyu alınmış süt kullanmışlardır. Çalışma sonunda su ile ıslatmanın hem bakterileri kurumaktan koruyamadığını, hem de bakterilerin beslenememesi nedeniyle olumsuz sonuçlar elde edildiğini belirtmişlerdir. En yüksek tohum başına bakteri, nodul sayısı ve ağırlığı ile tane veriminin bakterilerin arap zımkı, metil selüloz ve duvar kâğıdı ile yapıştırılması yöntemlerinden elde edildiğini bildirmişlerdir.

Ekimden itibaren konukçu baklagil bitkisinin nodülasyona duyarlı hale gelmesine kadar geçen sürede bakterilerin rekabetçi bir ortamda hayatta kalması ve çoğalması gereklidir (Kumar ve Thangaraju, 2002). Bu amaçla katı (turba tozu, granül turba, kepek, vermikullit) ya da sıvı yapıştırıcılar (su, arap zımkı, şekerli su, metil selüloz, duvar kâğıdı yapıştırıcısı, mısır şurubu, bal, süt tozu, suyu buharlaştırılmış süt, mineral yağ, bitkisel yağlar) kullanılabilir (Elegba ve Rennie, 1984).

Köklerde nodüller oluşuncaya kadar bakterilerin köklere iyice yapışması, kurumaması ve bir miktar da beslenmeleri gerekmektedir. Oysaki geleneksel (doğrudan ya da su ile ıslatarak) uygulamalarda tohumlar çabuk kurumakta ve bakteriler beslenememektedir (Elegba ve Rennie, 1984).

Yapılan birçok çalışma sonucuna göre farklı baklagil bitkilerinde tohum aşılamada özellikle sıvı yapıştırma ajanlarının kullanımıyla daha yüksek aşılama

oranlarına bağlı olarak genellikle daha yüksek nodülasyon ve azot fiksasyonu ile tane verimlerinin önemli oranda arttığı belirlenmiştir (Rice vd., 2001; Rai vd., 2021a).

Bu çalışmanın planlanmasındaki amacımız; nohut eşitlerinde *Mesorhizobium ciceri* bakteri suşu ile tohum aşılamada farklı yapıştırma ajanları kullanımının nodülasyon ve bazı verim özelliklerine etkilerinin belirlenmesidir.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Davidson ve Reuszer (1978), farklı sıcaklık ve nem koşulları altında soya fasulyesinde bakteri aşılama yapıştırıcı ajan kullanmanın tohum başına canlı *Rhizobium* sayısına etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, tohuma aşılama bakteri yapıştırmak için, maya, sukroz (%25), Dextran (%25), nişasta (%25), mineral yağ, gliserin, buğday yağı, odun kömürü, arap zıncı ve ticari kaplama malzemelerini kullanmışlardır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre maya, sukroz, dextran ve nişasta uygulamaları dışındaki diğer uygulamalarda soyada tohum başına canlı bakteri sayısı önemli düzeyde artmıştır.

Rice ve Olsen (1983), orta asitli topraklarda yonca veriminin artırılabilmesi için farklı miktarlarda bakteri aşılması yaptıkları denemelerinde, tüm aşılama dozlarında bakterilerin aşılama yapıştırıcısı ile uygulanmasıyla yonca verimi birinci hasat yılında %85, ikinci hasat yılında ise %47 artmıştır. Araştırmacılar, denemede, nodüllerin %92 ile 100'ü arasında, aşılama bir yapıştırıcı madde ile veya tohum kaplama işlemiyle uygulandığında antibiyotiğe dirençli suşlar içerdiğini, yapışkansızsız tedavideki nodüllerin sadece %38'i antibiyotiğe dirençli suşlar içerdiğini belirlemişlerdir.

Elegba ve Rennie (1984), soya fasulyesinde farklı yapıştırıcılar kullanarak yaptıkları bakteri aşılama denemesinde, aşılama ajanı olarak su, şekerli su, pelgel, nutritat, arap zıncı, metil selüloz, duvar kâğıdı yapıştırıcısı, mısır şurubu, bal, süt tozu ve suyu alınmış süt kullanmışlardır. Çalışma sonunda su ile ıslatmanın hem bakterileri kurumaktan koruyamadığını, hem de bakterilerin beslenememesi nedeniyle olumsuz sonuçlar elde edildiğini belirtmişlerdir. En yüksek tohum başına bakteri, nodül sayısı ve ağırlığı ile tane veriminin bakterilerin arap zıncı, metil selüloz ve duvar kâğıdı ile yapıştırılması yöntemlerinden elde edildiğini bildirmişlerdir.

Balwant vd. (1984), baklagil tohumlarının ekimden önce simbiyotik *Rhizobium* bakterileri aşılama ile birlikte, molibden ve çinko gübrelemesi yapılmasıyla bitkinin azot alımının olumlu etkilendiği ve bitkinin toplam azot içeriğinin arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, aşılama ile bitkinin biyomas verimi ile kuru madde miktarının önemli düzeyde iyileştiğini vurgulamışlardır.

Weaver vd. (1985), farklı pH (4.2 ve 6.7) nem koşullarında yoncada bakteri aşılama farklı yapıştırıcıların etkilerini belirledikleri çalışmalarında, tohumlara aşırı yapıştırmak için su, şeker, arap zımkı ve kuvars parçacıklarını kullanmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre bakterilerin hayatta kalma yüzdesinin arap zımkı ve kuvars parçacıkları ile yapıştırma yöntemlerinde en fazla olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar su ve şeker ile yapıştırılan bakterilerin kurumadan dolayı olumsuz etkilendiğini ve etkilerinin azaldığını vurgulamışlardır.

Voss vd. (1990), nohut tohumlarının ekimden önce *Rhizobium* bakterileri aşılması ve ekimle beraber 3-6 kg/da N arasında değişen miktarda azotlu gübre uygulandığı durumda, tohum verimi ile bitkide kuru madde oranının önemli düzeyde arttığını tespit etmişlerdir. Denemede bakteri aşılması yapılmayan parsellerde nodülasyonun gözlenmediğini de belirtmişlerdir.

Eser vd. (1989), farklı yerel nohut çeşitleri ile Ankara lokasyonunda yürüttükleri 2 yıllık denemelerinde, çiçeklenme gün sayısının 47-61 gün, bitki boyu ortalamasının 34.2-42 cm, ilk meyve yüksekliğinin 13-33.6 cm, bakla tohum sayısının 1-1.2 adet/bakla, yüz tohum ağırlığını ise 12.6-48.1 g arasında değiştiğini saptamışlardır.

Hoben vd. (1991), nohutta tohuma bakteri aşılama yapıştırıcı maddelerin farklı sürelerde (1, 3 ve 9 gün) ve sıcaklıklarda (28 ve 34°C) tohum başına canlı *Rhizobium* sayısı ile çimlenme ve nodülasyon üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada yapıştırıcı madde olarak mineral yağ, soya fasulyesi yağı, yerfıstığı yağı, su ve arap zımkı kullanmışlardır. Araştırmacılar sonuç olarak yağların tohum başına daha az bakteri fikse etmesine karşılık, 3 ve 9 gün boyunca iki sıcaklık derecesinde de hem çimlenme hem de nodül sayısı ve ağırlığında önemli etkilerinin olduğunu belirlemişlerdir. Özellikle yerfıstığı ve soya yağının nohutta tohum aşılama kullanılmasıyla çimlenme ve nodülasyon bakımından arap zımkından daha iyi sonuçlar elde edildiğini vurgulamışlardır.

Jansen vd. (1994), fasulye tohumlarını vermikullit, kompost ve buğday kepeği bakteri karışımları ile peletleyerek yaptıkları çalışmalarında, geleneksel yöntemler bakteri aşılama göre tüm pelet uygulamalarında aşılama 56 gün sonra dahi nodülasyon

için tohum başına yeterli bakteri bulunduğunu ve kaplanarak ekilen tohumlardan elde edilen bitkilerde protein içeriğinin de arttığını belirtmişlerdir.

Hynes vd. (1995), Batı Kanada koşullarında mercimek ve bezelye yetiştiriciliğinde geleneksel turba bazlı bakteriler ile aşılamada uygulama zorlukları ve bakteri canlılığında azalma olduğunu vurgulamışlardır. Araştırıcılar mercimek ve bezelye için geliştirilmiş sıvı bakteri aşılayıcı ile turba bazlı aşı materyallerini karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak sıvı bazlı aşılayıcıların tohuma daha rahat yapıştığını, verim bakımından turba bazlı aşılayıcılar ile benzer ya da daha iyi sonuçlar elde edildiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, sıvı bazlı aşılayıcılar ile bakteri aşılamada kontrol uygulamasına göre bezelye ve mercimek çeşitlerinde sırasıyla %29 ve %9 tohum verimi artışları olduğunu saptamışlardır.

Müderrişzade (1996), Bornova/İzmir lokasyonunda farklı tohum iriliklerine sahip 11 nohut çeşidi ile yaptığı çalışmasında, çeşitlerin ortalaması olmak üzere dekara tane verimini 142-277 kg, bitki meyve sayısını 22.6-47.3 adet, bakla tohum sayısını 0.96-1.44 adet, 100 tohum ağırlığını 35.2-48.9 g, bitki boyunu 75.0-105.7 cm, yan dal sayısını 2-3.3 adet olduğunu belirtmiştir.

Meral vd. (1998), Akin 91 nohut çeşidini kullanarak Ankara'da yaptıkları araştırmada, farklı bakteri aşılama yöntemleri ile azot dozlarının verim ve verim unsurları üzerine etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. Araştırmada incelenen özelliklerde (nod sayısı ve ağırlığı, bitki boyu, kök kuru ağırlığı, toplam bitki ağırlığı ve tohum verimi, bitki meyve sayısı ve birim alan tohum verimi) en düşük ortalamaların aşılama yapılmayan kontrol parsellerinden elde edildiğini, aşılama ile önemli verim artışları gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Araştırıcılar tohuma aşılama ile kök nodüllerinin ana köke yakın oluştuğunu da vurgulamışlardır.

Anlarsal vd. (1999), Adana koşullarında Akin 91 nohut çeşidi ile 23 ileri nohut hattını kışlık olarak denemeye almışlardır. İki yıllık deneme sonuçlarına göre, hasat indeksi özelliği haricindeki tüm verim parametrelerinde hatlar arasında önemli ve anlamlı farklar bulunmuştur. Araştırıcılar nohut hatlarına göre değişmekle birlikte, çiçeklenme süresini 98-115 gün, vejetasyon süresini 162-174 gün, bitki boyunu 68-84 cm, meyve sayısını 16-27 adet, tohum sayısını 17-29 adet, bitki tohum verimini 5.3-8.6 g, hasat

indeksini %28.4-34.9, yüz tohum ağırlığını 27-38 g ve dekara tohum verimini 179-272 kg olarak belirtmişlerdir. Korelasyon analizlerine göre hatlarda birim alan tohum verimiyle bitkide tohum sayısı, bitki verimi ve hasat indeksi; bitki tohum verimi ile bitkide tohum sayısı arasında olumlu ve önemli pozitif ilişki katsayılarının elde edildiği bildirilmiştir. Ayrıca araştırmacılar yüz tohum ağırlığı 34 gramın ve tohum verimi 200 kg/da'nın üzerinde olduğu belirlenen 8 genotipin makinalı hasada uygun olduğu ve Adana koşullarında nohut tarımında kullanılabilme potansiyelinin olduğunu vurgulamışlardır.

Leport vd. (1999), farklı nohut çeşitlerini materyal olarak kullanarak Avustralya'nın batı bölgesinde yürüttükleri çalışmalarında, parsel başına (1 m²) tohum verimini 163-428 g, kuru madde verimini 522-1056 g, hasat indeksini %25-43, meyve sayısını 523-2233 adet, tohum sayısını 496-2933, tek bakla tohum sayısını 0.8-1.2 adet, tek bitki verimini ise 102-317 g arasında değişen değerlerde elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Doğan vd. (1999), Bursa koşullarında sulanmaksızın ekilen buğday tarlalarında, ekim nöbetinde sonraki yıl ekilen nohut çeşitlerinde köklerde nodülasyonun görülmediğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar buna neden olarak, nohut tarımında toprak ya da tohumun uygun bakterilerle aşılınmamasını göstermişlerdir. Çalışmada nohutta nodozite oluşumu ve verim artışları için mutlaka aşılama yapılması önerilmiştir.

Karasu vd. (1999), farklı nohut çeşitleri ile ıslah hatlarını materyal olarak kullandıkları ve Isparta koşullarında yaptıkları çalışmalarında, bitki boyunu 22-27 cm, bitkide dal sayısını 2.3-3.4 adet ve çeşitlere göre yüz tane ağırlığını 44.6-49.8 g arasında belirlemişlerdir. Araştırmacılar hasat indeksi bakımından yıllar ve genotipler arasında farklılık bulunmadığını saptamışlardır.

Harris vd. (1999), çeltik, nohut ve mısır çeşitlerini kullanarak yarı kurak koşullarda yürüttükleri arazi çalışmalarında; ekim öncesi tohum uygulamalarının bitkilerde tarla çıkışlarını hızlandırdığını, kök gelişimini arttırdığını, çiçeklenme ve olumu hızlandırdığını, dolayısıyla yüksek tane verimi elde edildiğini vurgulamışlardır.

Karadavut ve Özdemir (2001), Hatay ekolojik koşullarında kışlık ekimde farklı nohut çeşitlerinde bakteri inokulasyonu ve azotlu gübre uygulamalarının verim özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmadan elde ettikleri sonuçlara göre, ele alınan faktörlerin nohutta bitki boyu, yan dal sayısı, bitkide meyve ve tohum sayısı, toplam biyolojik verim ve tohum verimi özelliklerinde olumlu ve önemli etkilerinin olduğunu bildirmişlerdir. Korelasyon analizlerine göre de, tohum verimi ile bitkide meyve sayısı ve toplam biyomas verimi arasında çok önemli pozitif ikili ilişkiler olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada yüz tohum ağırlığı, hasat indeksi ve meyve yüksekliğine ele alınan faktörlerin önemli bir etkisi olmadığı açıklanmıştır.

Rice vd. (2001), Kanada’da farklı pH (4.4, 4.7 ve 6.8) koşullarında yürüttükleri sera ve tarla denemelerinde tarla bezelyesine, tohumlara standart bakteri aşılama ve kaplanmış tohumla bakteri aşılama yöntemlerinin nodülasyon ve verime etkilerini belirlemişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre hem tarla hem de sera koşullarında asidik ortamlarda *Rhizobium* bakterilerinin kaplanarak tohumla aşılması standart tohum aşılama yöntemine göre yüksek nodülasyon, nitrojen fiksasyonu ve tane verimi bakımından daha yüksek ve önemli sonuçlar vermiştir. Araştırmacılar, normal pH ortamlarında ise kaplanarak ve standart yöntemle bakteri aşılama yöntemleri arasında farklılık olmadığını vurgulamışlardır. Çalışmada her üç pH koşulunda da en düşük nodül sayısı, sürgün ağırlığı, bitki tohum verimi ve biyomas verimi kontrol parsellerinden elde edilmiştir.

Hoque ve Haque (2002), maş fasulyesi üzerine yaptıkları çalışmalarında, tohumlara ekim öncesinde 50, 100 ve 200 ppm dozunda gibberellin (GA₃) uygulamışlar; 50 ppm uygulamasında maş fasulyesinde yaprak alan indeksinin (YAI), bitkinin kuru madde verimi ile bitki gelişiminin arttığı; en yüksek (200 ppm) GA₃ uygulamasında ise büyüme oranı ve net asimilasyon ürünü miktarının en yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Kaur vd. (2002), Hindistan’ın sulu koşullarında yaptıkları çalışmalarında, nohut tohumlarını %4 mannitol içeren çözeltiyle ekimden önce muamele etmişlerdir. Araştırmacılar çalışma sonunda, tohum uygulamalarına bağlı olarak fide boyunun %17, fide ağırlığının %200 oranında arttığını saptamışlardır. Ayrıca uygulama yapılmayan parsellerde 17 adet olan bakla sayısının sadece su uygulamasıyla 39 adede ve ozmotik çözeltilerle 38 adede kadar arttığını belirlemişlerdir.

Kaya vd. (2002), Ankara ekolojik koşullarında bezelyede yürütmüş oldukları çalışmada, farklı aşılama (tohum ya da toprak) yöntemleri ile azot dozlarının (0 ve 6 kg N/da arasında 4 doz) verim ve verim öğelerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar çalışma sonunda hasat indeksi dışında diğer özelliklerde (bitki boyu, meyve yüksekliği, dal sayısı, bakla ve tohum sayısı, bitki verimi, biyolojik verim ve tohum verimi) kontrole göre aşılama yöntemlerinin önemli ve olumlu etkilerinin olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar artan azot dozlarının da verim ve verim özelliklerinde iyileşmelere neden olduğunu, en yüksek değerlerin 6 kg/da azot dozunda belirlendiğini, ancak bitkide nodülasyon, üretim girdisi ve çevrecilik yönünden aşılama yapılıyorsa 2 ya da 4 kg azot dozunun yeterli olduğunu bildirmişlerdir.

Korkmaz ve Anlarsal (2005), Çukurova (Adana) koşullarında kuru tarım bölgelerinde farklı nohut hatları (23 genotip) ile yaptıkları araştırmada, bitki boyunu 93-101 cm, meyve yüksekliğini 61-73 cm, bitkideki meyve sayısını 44-100 adet, bitkideki tohum sayısını 45-108 adet, bitkideki tohum ağırlığını 15-33 g, tohum verimini 107-244 kg/da arasında değişen değerlerde elde ettiklerini ifade etmişlerdir.

Ekizce ve Adak (2005), nohutta normal ve geç ekimlerde ekim öncesi tohum uygulamalarının tarla çıkışı ve verim üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, geç ekimlerde verimin azaldığı, ancak geç ekimlerde tohum uygulamalarının (hidro priming, kuru ve ıslak tohumların soğuklatılması) çıkış sürelerini kısalttığını, tane sayısı ile birim alan tane verimlerinin arttığını belirlemişlerdir.

Söğüt (2005), farklı soya fasulyesi çeşitlerinde bakteri aşılama ve azot gübrelemesinin bazı verim özelliklerine etkilerini araştırmıştır. Çalışmada tarla denemesi killi tınlı toprak özelliklerinde buğday hasadından sonra ikinci ürün tarımı şeklinde kurulmuştur. Elde edilen verilere çeşitlere göre değişmekle birlikte, tohuma bakteri aşılanmış parsellerde bitkilerde, boy, bakla sayısı, yüz tohum ağırlığı, hasat indeksi ve birim alandan elde edilen tohum veriminin arttığı bildirilmiştir.

Kaçar vd. (2005), 3 farklı nohut genotipinde (tescilli, yerel ve ileri ıslah hattı) Bursa'da yapmış oldukları çalışmada, tohumları farklı *Rhizobium* ırkları ile aşılayarak denemeye almışlardır. Çalışma sonuçlarına göre, bitki boyu özelliğinde bakteri

ırklarının etkisi önemli olmamıştır. Diğer özelliklerde ise çeşitlere ve uygulamalara göre önemli farklılıklar oluşmuştur. Elde edilen verilere göre, bitki boyu 37-39 cm, bitkideki tohum sayısı 16-17 adet, yüz tohum ağırlığı 43-50 g ve tohum verimi ise 144-151 kg/da arasında değişen değerler almıştır.

Yağmur ve Engin (2005), Van ilinde nohut bitkisi ile yürüttükleri denemelerinde farklı azot, fosfor dozlarıyla birlikte tohuma bakteri aşılamanın verim karakterlerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, Fosforlu gübre dozlarına göre tohum verimi birinci yıl 104-123 kg/da; ikinci yıl 65-79 kg/da arasında değişen değerlerde, azot dozlarına göre her iki yılda da 6 kg N/da dozunda (sırasıyla 133 ve 88 kg/da) en yüksek verimler elde ettiklerini bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar tüm uygulamalarda aşılamanın etkisiyle verim ve verim öğelerinde önemli artışların olduğunu vurgulamışlardır.

Anderson (2008), bitkisel üretimde azotlu gübreleme oldukça pahalı olduğunu ve bu nedenle baklagil bitkilerinde bitkinin ihtiyacı olan azotun farklı yöntemlerle sağlanması gerekebileceğini belirtmişlerdir. Bu amaçla baklagil türlerinin kendine has *Rhizobium* bakterileri aşılmasının doğal yollarla azotun sağlanması için bir seçenek olduğu, etkili bir nodülasyon ve yüksek tane verimi için baklagil tohumlarının ekimden önce uygun bakteri kültürleri ile aşılması gerektiği önerilmiştir. Araştırmacı, aşılama başarı için tohuma yüksek sayıda bakteri inokule edilmesini, bunun için tohumların su ya da diğer yapıştırıcı ajanlar ile muamele edilerek aşılmasının yapılmasını önermiştir.

İşler ve Coşkan (2009), soya fasulyesinde Isparta ekolojik koşullarında yürütmüş oldukları çalışmada, bakteri (*Bradyrhizobium japonicum*) aşılama farklı yöntemlerin (aşılmasız parseller, tohumlara aşılama, üstten aşılama, 2 kez üstten aşılama, tohum yatağına aşının sıvı pülverizasyonu, peat kültür ile aşılama) etkilerini araştırmışlardır. Denemeden elde ettikleri verilere göre, soya fasulyesi bitkisinde çalışmada ele alınan tüm aşılama yöntemlerinin nodülasyonu ve azot fiksasyon etkinliğini arttırdığı, bu yöntemlerin pratik olarak üreticiler tarafından kullanılabileceğini vurgulamışlardır. Denemede en fazla bitkideki tohum sayısı (9,08 adet) ve bitki başına tohum verimi (3.36 g) tohum yatağına yapılan bakteri aşılama yapılan parsellerden elde edilmiştir.

Junior vd. (2009), Börölcede bakteri aşılama yapıstırıcı ajan olarak karboksimetil selüloz (CMC) ve nişasta karışımlarının etkilerini araştırdıkları çalışmaları, en yüksek nodül oluşumu ve bitki gelişimi için %50 nişasta ve %60 metil selüloz karışımının en uygun karışımlar olduğunu, bu şekilde 165 gün bakterilerin canlı kalabildiğini bildirmişlerdir

Babagil (2010), farklı nohut genotiplerinde (Aziziye 94, Işık, Yaşa ve Çağatay çeşitleri) Erzincan koşullarında kurak şartlarda yaptığı çalışmasında verim ve verim öğelerinin çeşitlere göre değişim gösterdiğini bildirmiştir. Denemede çeşitlere göre tane verimi değerleri 99.5-132.3 kg/da, bitki boyu değerleri 38-42 cm, yan dal sayısı 3.3-3.5 adet, bitki meyve sayısı 26-34 adet, bitki tohum sayısı 25-33 adet, meyve yüksekliği 19-22 cm ve yüz tohum ağırlığının 39-43 g arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir.

Kaya vd. (2010), nohutta Isparta ilinde yürütmüş oldukları denemelerinde; nohut tohumlarına ekimden önce tohum muamelesinin 100 tanenin ağırlığı, hasat indeksi, tohum verimi ve protein içeriğini olumlu olarak etkilediğini, ekim öncesi tohum uygulamalarının çiftçilere önerilebilir olduğunu vurgulamışlardır.

Kağan (2012), nohut bitkisi üzerinde Eskişehir ilinde 2011 yılında yaptığı çalışmasında, bakteri aşılama ve azot gübrelemesinin farklı kombinasyonlarının (aşısız kontrol, sadece bakteri aşılama, sadece azotlu gübreleme ve bakteri aşılama + azotlu gübre) etkilerini araştırmıştır. Çalışmada tohumların bakteriler ile aşılmasının tohum verimini önemli düzeyde arttırdığını, pratik olarak tohum verimi bakımından en iyi uygulamanın 2.5 kg/da azot dozu uygulamasıyla birlikte tohumların aşılmasının olduğunu belirtmiştir.

Bhattacharjya ve Chandra (2013), Hindistan'da nohut bitkisi ile yapmış oldukları çalışmada, serbest (*Pseudomonas* sp.) ve simbiyotik (*Mezorhizobium*) yaşayan bakterileri tek başına ya da karışım şeklinde farklı yöntemlerle (tohumlara aşılama, toprağa aşılama ve solucan gübresi ile karışım halinde) aşılama yapmışlardır. Elde ettikleri verilere göre, serbest ya da simbiyotik yaşayan bakterilerin birlikte aşılama ile nohutta birim alan veriminin arttığını, bitkinin besin alımını ve toprakların biyolojik özelliklerinin önemli düzeyde olumlu etkilendiğini

bildirmişlerdir. Sonuç olarak tane verimi ve toprak özellikleri bakımından en yüksek ortalamaların iki bakteri karışımının solucan gübresi ile karıştırılarak verilmesinden elde edildiğini vurgulamışlardır.

Laabas vd. (2017), Cezayir’de nohut bitkisi ile yaptıkları çalışmada, tohumları simbiyotik bakteriler ve bitki kök gelişmesini teşvik eden (PGPR) diğer bakteriler ile tek tek ya da karışım halinde aşılamışlardır. Araştırmacılar sonuç olarak, tahıl/baklagil ekim nöbetlerinde nohudun ticari bakteriler ile aşılmasının faydalı olacağını ve verimliliğin artacağını belirtmişlerdir. Ancak bu olumlu etkinin ticari suşların topraktaki yerel *Rhizobium* ırkları ile rekabet etmesiyle sıkı sıkıya ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Zhou vd. (2017), yonca bitkisinde farklı molibden konsantrasyonlarında, tohuma farklı *Rhizobium* aşılama formülasyonlarının etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, normal peat kültür formundaki ticari aşılama materyalleri ile tohumların aşılmasında çoğu durumda tohum başına yeterli bakteri sayısının elde edilemediğini vurgulamışlar ve bakterilerin yapıştırıcı maddeler ile muamele edilmesini önermişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, bakteri suşlarına göre %0.1 ya da %0.2 dozundaki molibden uygulamasının yoncada en iyi sonuçları verdiğini belirtmişlerdir. Yapıştırıcı ajanlar bakımından ise yoncada karboksimetil selüloz ve sodyumaljinat kullanılmasının nodülasyon ve bitki büyümesinde etkisinin önemsiz olduğunu, ancak yapıştırıcı karışımlarına yağsız süt tozu eklenmesiyle bitkide nodül sayısı ve ağırlığı ile nitrogenaz etkinliği, bitki büyümesi ve bitki biyomasi önemli düzeyde arttığını bildirmişlerdir.

Thanni vd. (2017), soya fasulyesinde tohum aşılama farklı yapıştırıcıların nodülasyon ve biyolojik azot fiksasyonu üzerine etkilerini belirlemek yürüttükleri çalışmalarında, manyok nişastası, mısır nişastası, bal, jelatin, arap zamkı ve su kullanmışlardır. Çalışmada en yüksek tohum başına bakteri sayısı bakterilerin jelatin ile yapıştırılmasından elde edilmiştir. Jelatin uygulamasında tohum başına bakteri sayısı manyok ve mısır nişastası ve arap zamkı uygulamalarına göre sırasıyla %88, %87 ve %84 oranında artmıştır. Ayrıca jelatin uygulamasıyla bitki başına nodül sayısı ile nodül yaş ağırlığı da önemli düzeyde artmıştır.

Stupina (2018), Altay Bölgesi'ndeki soya fasulyesinde, *Rhizobium* cinsinin simbiyotik nitrojen sabitleyici bakteri ürünlerinin kullanılması ve bunların tohumlara daha iyi yapışması için karboksimetillenmiş bileşiklere dayalı yapışkan maddeler kullanılmasını araştırdığı çalışmada, *Rhizobium japonicum* cinsi simbiyotik kök nodül bakterileri ve karboksimetillenmiş ürünler içeren sodyum karboksimetil selüloz içeren duvar kağıdı tutkalı ve karboksimetillenmiş organik selüloz içeren yulaf samanı ürününü kullanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre yulaf samanının bitkisel hammaddelerine dayalı yapıştırıcı maddelerin kullanımının hem nodülasyon hem de fotosentetik yüzey oluşumunu arttırdığı belirlenmiştir.

Volpiano vd. (2019), *Rhizobium*, toprakta yaşadığı ve baklagil bitkileriyle fonksiyonel simbiyotik ilişkiler kurduğu bilinen, nodül oluşturan çeşitli bir bakteri grubudur. *Rhizobium* aşılama, *Rhizobium*'un atmosferik nitrojeni sabitleme kabiliyeti nedeniyle baklagil mahsullerindeki nitrojen gübre girdilerini azaltmak için tarımsal uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. *Rhizobium*'un bitki hastalıkları yönetiminde tarımsal pestisit kullanımına alternatif bir yöntem olarak düşünülebilir. Çeşitli *Rhizobium* suşların hastalık direncine yol açtığı ve aynı zamanda bitki verimini ve biyokütle artışlarını desteklediği rapor edilmiştir. *Rhizobium*'un biyokontrol özellikleri, özellikle bitkilerin kök sistemlerini etkileyen hastalıklar söz konusu olduğunda, litik enzimler ve antimikrobiyal sekonder metabolit üretimi ile ilişkilendirilebilir. Antifungal moleküllerin etkisinin yanı sıra, bitki hastalıklarının baskılanması, rizobiyal bitki büyümesinin desteklenmesi ve/veya simbiyotik verimlilik ile ilişkili olabilir. Ayrıca rizobinin, yaprak ve viral hastalıklar göz önüne alındığında değerli bir süreç olan bitkileri bağışıklamak için sistemik direnci indüklediği bulunmuştur

Altınkaynak (2019), nohutta farklı organik gübreleme, geleneksel gübreleme ve tohumların *Rhizobium* bakterileri aşılama, Fethiye/Muğla lokasyonunda bazı verim ve kalite özelliklerine etkilerini belirlemeye çalışmıştır. Araştırmadan elde ettiği sonuçlara göre, en fazla birim alan tohum verimini, 201 kg/da ile *Rhizobium* bakterisi aşılama + tavuk gübresi (2 ton/da) uygulamasından elde ettiklerini; Muğla ve çevresinde nohutta *Rhizobium* aşılama ile tavuk gübresi uygulamasını (2 ton/da) önerdiğini bildirmiştir.

Lekatompessy vd. (2020), soyada geleneksel (turba toprağı taşıyıcıları ile) yöntemlerle tohumla bakteri aşılama, tohumla uygulanan *Rhizobium* bakterilerinin büyük bir kısmının aşağıya düştüğü ve tohumla yapışmadığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar çalışmalarında bu durumlarda biyolojik azot fiksasyonu etkinliğinin azaldığını bildirmişler ve yeni tekniklerin geliştirilmesini önermişlerdir. Yaptıkları denemede basit tekniklerle tohumun palizat dokusundaki hava boşluklarına vakumla bakteri doldurulabileceğini, bu yolla azot fiksasyonunun daha etkin olabileceğini vurgulamışlardır.

Rai vd. (2021b), soya fasulyesinde 2019-2020 yılları arasında yürüttükleri denemelerinde, tohumla bakteri aşılama farklı yapıştırıcıların (su, fıstık yağı, %10 palmye şekeri çözeltisi ve %40 arap zımkı çözeltisi) nodülasyon ve bitki gelişimine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, en düşük toplam nodül sayısı ve aktif nodül sayısı su ile yapıştırma yönteminden elde edilmiştir. Yer fıstığı yağı ve palmye şekeri çözeltisi uygulamalarında aktif nodülasyon ve bitki gelişimi bakımından arap zımkı veya sudan daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca arap zımkı uygulamasında nodüllerin ana kökte, palmye şekeri uygulamasında ise daha çok yan köklerde oluştuğı belirtilmiştir.

Gözütok (2021), azotlu gübre formları ve bakteri aşılamaının nohutta nodül oluşumu ve bitki gelişimi üzerine etkisini incelemiş; nohut bitkisinin en yüksek nodül sayısı nodül çapı ve yaş ağırlıkları sırasıyla 60.67 adet, 7.08 mm ve 1.44 g ile azot uygulanmayan saksılarda bakteri aşılamaından elde edildiğı, yüksek azot dozlarının (100 ve 250 mg N/kg) nohut bitkisinde nodül gelişimini olumsuz yönde etkilediğı sonucuna varmıştır. Bakteri aşılamaalarında amonyum sülfat, bakterisiz uygulamalarda ise amonyum nitrat daha etkin bulunmasına rağmen, azotlu gübre formları ve dozlarının nodül sayısı üzerine olumsuz yönde etkilediğı sonucuna varmıştır. Nohut bitkisinin biyolojik azot fiksasyonunu teşvik edilmesi için tek başına bakteri aşılamaının yapılması yeterli gelmektedir, sonucuna varmıştır.

Saif vd. (2021), baklagil tarımında biyolojik gübreler ile tohumların aşılamaının önemli olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, taşıyıcı bazlı formülasyonlar söz konusu olduğunda bakterilerin turba, buğday kepeğı, talk ve vermikülit gibi taşıyıcı malzemeler ile yaygın olarak yapıştırıcı olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Ishaq vd. (2022), tuz stresi koşullarında soya fasulyesinde farklı bakteri aşı dozlarının bazı verim özelliklerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, soyada 0 g/kg, 5 g/kg, 10 g/kg, 15 g/kg, 20 g/kg ve 25 g/kg tohum seviyelerinde *Rhizobium* aşılması yapmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre soya fasulyesi çeşitlerinin tuzluluğa farklı tepki gösterdiklerini, kök ve sürgün biyokütlesi, yaprak alanı, yaprağın bağıl su içeriği, bağıl büyüme hızı, tohum sayısı, tohum ağırlığı, klorofil içeriği ve nodül sayısı bakımından 25 g/ka tohum dozunun en yüksek sonuçları verdiğini bildirmişlerdir.

Karaman vd. (2022), nohutta yürüttükleri çalışmada, mikoriza aşılmalı ve aşılansız koşullarda tohumlara *Rhizobium* bakterisi aşılama farklı yapıştırıcı maddelerin (şeker, melas, guar, peynir altı suyu, deniz yosunu ve arap zımkı) nodül sayısı ve fide gelişimine etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. Araştırmacılar deneme sonuçlarına göre mikorizasız ve mikorizalı uygulamaların ortalaması olarak en yüksek kök uzunluğunun (25.77 cm), fide uzunluğunun (24.05 cm), kök kuru ağırlığının (3.47 g), yaş kök ağırlığının (33.13 g), yaş fide ağırlığının (30.3 g) ve nodül sayısının (20.46 adet/bitki) bakterilerin arap zımkı ile yapıştirıldığı uygulamalardan, en yüksek fide kuru ağırlığının ise deniz yosunu ve arap zımkından (sırasıyla 6.13 ve 5.89 g) elde edildiğini bildirmişlerdir.

Kandil ve Özdamar Ünlü (2023), bakteri uygulamasının taze amaçlı börölce tarımında verim ve kalite özellikleri ile bitkinin topraktan besin alımı üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada, kalite ve bitkinin beslenmesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada; börölce yapraklarındaki toplam klorofil miktarı, taze bakla verimi ve kalitesi yanında bitkinin azot, fosfor, potas, kalsiyum, bakır, demir, magnezyum ve mangan içeriklerinin tohumların bakteriler ile aşılmasıyla önemli düzeyde arttığını vurgulamıştır. Ayrıca toplam taze meyve verimi yönünden bakteri aşılamanın ticari gübrelemeye alternatif bir uygulama olabileceği sonucuna varmıştır.

Monisha vd. (2023), maş fasulyesi tohumlarına *Rhizobium* bakterilerini yapıştırmak için su, arap zımkı (%20), guar zımkı (%0.5) ve ksantan sakızını (%0.3) kullandıkları çalışmalarında, yapıştirıcı maddeler kontrole göre bakterilerin hayatta kalma süresini 48 saate kadar arttırmıştır. Elde ettikleri verilere göre yapıştirıcı ajan kullanımı ile tohum çimlenmesi (%95), kök ve gövde uzunluğu, kuru madde oranı, vigor indeksi

(21.85), fide başına bakteri sayısı ve bakterilerin koloni oluşturma yüzdeleri önemli düzeyde artmıştır. Araştırmacılar, elde ettikleri verilere göre çimlenme ve fide büyümesi üzerinde kullanılan yapıştırıcılar arasında en iyi performansın arap zambında saptadıklarını bildirmişlerdir.

Shabir vd. (2023), soya fasulyesinde tohumu *Bradyrhizobium japonicum* bakterisini yapıştırmak için kullanılan biyokömür maddesine farklı oranlarda biyopolimer (selüloz, ksantan sakızı, kitin ve tripton) karıştırarak bitki gelişimi ve büyümesine etkilerini araştırmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre ele alınan tüm biyopolimerler bakterilerin raf ömrü ve hayatta kalma oranlarını önemli düzeyde arttırmıştır. Biyopolimer uygulaması ile bitkide çeşitli fizyolojik özelliklerde (nitrojenaz aktivitesi, klorofil pigmentleri, membran stabilite indeksi ve bağıl su içeriği), kök yapısında (kök yüzey alanı, kök ortalama çapı, kök hacmi, kök uçları, kök çatalları ve kök geçişleri) ve bitki büyüme özellikleri (sürgün/kök kuru biyokütlesi, sürgün/kök uzunluğu ve nodül sayısı) geleneksel turba aşılama yöntemine göre önemli düzeyde artmıştır.

Khan vd. (2023), bitkilerde tohumu mikrobiyal gübre uygulamalarında yapıştırıcı madde olarak kullanılabilecek biyoförmülasyonların başlıcalarının; buğday unu, mısır unu, pamuk tohumu unu, jelatin, akasya zambı, sodyum aljinat, irmik, inert kömür, uçucu kül, kepek/kum karışımı, küspe, melas kum karışımı, turba, su madeni ve organik yağlar, selüloz nişastası gibi maddeler olabileceğini belirtmişlerdir.

Ullah vd. (2023), kumlu topraklarda besin maddelerinin düşük olması nedeniyle nohut veriminin düşük olduğunu belirtmişler ve bu amaçla kumlu toprak koşullarında yürüttükleri çalışmada, nohuda pamuk biyokömürü, şeker kamışı pres çamuru ve bitkisel kompost kullanmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre pamuk biyokömürü uygulamasının toprağın kimyasal özellikleri ve nohut verimi için en etkili yöntem olduğu açıklamışlardır. Biyokömür uygulaması ile bitkide klorofil içeriği (48.40), N içeriği (3.9), P içeriği (%1.4) ve K içeriği (1.44), kök, sürgün uzunluğunda (43.2 cm), kök uzunluğunda (25.8 cm), kök taze ağırlığında (8.0 g), bitki başına bakla (34), 100 tane ağırlığı (32.7 g) ve tane veriminde (25.9 g) önemli artışlar sağlanmıştır. Araştırmacılar bu nedenle, kaba dokulu topraklarda nohut üretimini iyileştirmek için pamuk biyokömürü kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Nakei vd. (2023), soya fasulyesinde farklı *Rhizobium* izolatları ile aşılamanın nodül oluşumu ve bitki gelişimine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, kök uzunluğu dışında bitkide yaprak sayısı, sürgün uzunluğu, nodül sayısı, nodül kuru ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı, toplam bitki kuru ağırlığı ve kök kuru ağırlığı özellikleri bakımından izolatlar arasında önemli ve anlamlı farklılıklar belirlediklerini bildirmişlerdir. Denemede nodül sayısı 0.33-22 adet/bitki, nodül kuru ağırlığı ise 0.001-10.98 g arasında değişmiştir. Kuru sürgün ağırlığı ise aşılanmamış parsellere göre %75.82 oranında artış göstermiştir.

Gezahegn (2023), iki börülce çeşidinde bakteri aşılama ve fosfor uygulamalarının nodülasyon ve bitki gelişimine etkilerini belirlemeye çalışmıştır. Araştırmacı deneme sonuçlarına göre aşılamanın börülcede bitkide nodül sayısını %34-76 oranında ve nodül ağırlığını ise iki kat artırdığını bildirmiştir. Denemede fosfor uygulaması aşılamanın olumlu etkilenmesine katkıda bulunmuştur. Aşılama ve P uygulaması ile ayrıca sürgün kuru ağırlığı, sürgün ve tanenin azot içeriği, bakla sayısı ve yüz tane ağırlığı artmıştır. Kontrol uygulamasında 109.7 kg/da olan tane verimi aşılama + P kombinasyonu ile 167.4 kg/da'a yükselmiştir. Ayrıca aşılama ile kontrole 1 dekarlık alandan net getiri 10.-16.3 dolar artmıştır.

Erker ve Brick (2023)'e göre baklagiller *Rhizobium* bakterileri ile ortak yaşayarak atmosferik azotu toprağa bağlayarak, bitkilerin kullanımına sunabilirler. Bunun için tohumlar ekimden önce katı, sıvı ve dondurularak hazırlanmış uygun bakteriler ile aşılanarak ekilmelidir. Bu amaçla en uygun bakteri kültürü turba bazlı peat kültürlerdir. Bakteri aşılama başarı için ekimden önce tohumların yapışkan bir madde ile ıslatılması ve kuru aşılama materyalinin bulaştırılması gereklidir. Nohutta uygun bakteri suşu ile aşılamayla dekar başına 3 ila 9 kg arasında azot fikse edilebilmektedir.

Anonim (2023), *Rhizobium*, bitkinin köklerinde nodüller oluşturur ve bitkinin atmosferik nitrojeni bitkiler tarafından kullanılabilen bir nitrojen formuna dönüştürmesine izin verir. Sabitlenen nitrojen miktarı türe, yılın zamanına ve yetiştirme koşullarına bağlıdır. Azot fiksasyonunun avantajlarından tam olarak yararlanmak için baklagil tohumları ekimden önce aşılanmalıdır. Bakteriler toprakta 2 ila 5 yıl kalabilse de, aşılamayı sağlamak için her tohum ekildiğinde aşılama yapılması

önerilir. Genellikle bakteri ve turba karışımı olan aşılایıcı tohumu uygulanabilir. Aşılایıcıyı tohumu uygularken, depolama sırasında ve ekim sırasında en iyi yöntemlerin kullanılması hayati önem taşır. Farklı baklagil türleri için farklı bakteri türleri kullanılır. Bakterilerin köklerle teması önemlidir. Bunu başarmak için, tohumun aşılایıcı ile yeterince kaplanması gerekir. Aşılایıcı uygulanmadan önce tohumu bir yapıştırıcı madde uygulanmalıdır. Bazı aşılایıcılar, bakterileri tohum kabuğuna bağlamak için bir kil ile birlikte gelir. Ticari bir yapıştırma maddesi ayrı olarak satın alınabilir veya şurup veya melas ve sudan yapılabilir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Deneme Yeri ve Materyal

Bu çalışmada; tarla denemesi, Isparta il merkezinde bulunan Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Yerleşkesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Araştırma ve Uygulama Çiftliği deneme alanında kurulmuştur.

Denemede tohum materyali olarak koçbaşı tane tipinde olan Azkan nohut çeşidi ile İspanyol nohut genotipi kullanılmış olup, Tescilli çeşit olan Azkan, dik gelişme tabiatlı, orta derece dallanma özelliğinde, erkenci grupta yer alan yemeklik kullanıma uygun bir çeşittir. Kuraklık ve soğuk streslerine toleranslı, makinalı hasada uygundur. Bitkide bakla sayısı 30 kadar olup, çeşidin 100 tane ağırlığı 45 grama kadar çıkabilmektedir. 3-3.5 aylık bir vejetasyon süresine sahip olup, uygun ekolojik koşullarda potansiyel verimi yaklaşık 400 kg/da kadardır. Yanıklık hastalığına toleransı oldukça yüksektir. İspanyol nohut genotipi ise popülasyon niteliğinde olup, Göller Bölgesi illerinde tercih edilen bir çeşittir.

Tohuma bakteri aşılama amacıyla T.C. Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü laboratuvarlarından getirtilen peat kültür formunda kullanılan *Mesorhizobium ciceri* bakterisi kullanılmıştır.

Tohuma bakteri aşılama da bakterileri yapıştırma ajanı olarak ise saf su, şekerli su, süt tozu (%100 inek sütü, en fazla %1.5 süt yağı), arap zıncı (Gumarabic CAS-No: 9000-01-5; EC-No: 232-519-5), methyl selüloz (CAS-No: 9004-65-3 Edukim) kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Tarla denemelerinin kurulması

Ekimden önce tav durumuna göre 15.04.2022 tarihinde deneme alanı toprakları pulluk+diskaro ile işlenerek ekime hazır hale getirilmiş ve deneme planına göre deneme alanının parselasyonu yapılmıştır. Ekimler çapa ile açılan sıralara elle

yapılmıştır. Tarla denemeleri, tesadüfi bloklar deneme deseni, bölünmüş parseller düzenine göre 3 tekrarlamalı olacak şekilde kurulmuştur. Denemede her blokta 12 parsel yer almıştır. Denemede ana parsellere çeşitler (İspanyol ve Azkan), alt parsellere ise 6 farklı yapıştırma ajanı (kontrol, saf su, şekerli su, süt tozu, arap zımkı ve methyl selüloz) yerleştirilmiştir.

Her parselin uzunluğu 3 m ve genişliği 1 m, toplam alanı 3 m² olacak şekilde ayarlanmıştır. Her alt parselde 4 bitki sırası yer almış, bitki sıklığı sıra arası 25 cm ve sıra üzeri 10 cm olacak şekilde, ekimler elle ekim yöntemiyle yapılmıştır. Çalışmada her alt parsel arasında 0.5 m, tekerrür (bloklar) arasında ise 2 m boşluk bırakılarak ekim yapılmıştır. Ekimlerden önce sağlam ve sağlıklı görünen tohumlardan her parsel için 120'şer adet sayılmış ve paketlenerek ekime hazırlanmıştır. Ekimden önce her parselde dekara 13 kg (2.34 kg N/da ve 6 kg P₂O₅/da gelecek şekilde) hesabıyla DAP (Diamonyumfosfat) gübresi temel gübreleme olarak uygulanmıştır. Deneme alanının genel görüntüsü Şekil 3.1'de gösterilmiştir.

Denemede sulama yapılmamıştır. Parsellerin otlama durumuna göre yabancı otları temizlemek için elle ot alma ve çapalama yöntemi uygulanmıştır.

3.2.2. Tohumların aşılama ve ekim

Denemede her parsel için çeşitlere ait sağlam tohumlardan 120 adet sayılmış ve hassas terazide ekim öncesi ağırlıkları belirlenmiştir. Tohumlar bakteri aşılamaından önce %1 oranında sodyum hipoklorid içeren çözelti ile tohumların yüzeyi sterilize edilmiş, daha sonra tohumlar saf su ile yıkanarak kurutma kağıtları kullanılarak hemen tekrar kurutulmuştur. Araştırmada tohumlara bakterileri yapıştırma ajanı olarak aşağıdaki solüsyonlar hazırlanmıştır.

- a) Saf su
- b) Şekerli su: sofr şekerini kullanarak %10'luk şekerli su (Meral vd., 1998).
- c) Süt tozu: ağırlıkça %10 süt tozu içeren çözelti (Elegba ve Rennie, 1984)
- d) Arap zımkı: 40 g/100 ml hesabıyla (Rai vd., 2021b)
- e) Methyl selüloz: hacimce %4'lük çözelti (Elegba ve Rennie, 1984; Junior vd., 2009).



Şekil 3.1. Deneme tarlasının genel görünümü

Her parsel için tartılan tohumlara yukarıda hazırlanan çözeltilerden tohum ağırlığının %1'i kadar pülverize edilerek tohumlar ıslatılmıştır. Daha sonra gölge bir yerde ıslatılan tohumlara yine tohum ağırlığının %1 kadar *Rhizobium* bakterisi elle bulaştırılmış ve iyice karıştırılarak bakterilerin tohumu yapışması sağlanmıştır. Tohumların aşılması ile ilgili görüntü Şekil 3.2'de verilmiştir. Aşılana tohumların ekimleri 5-6 cm ekim derinliğinde elle açılan sıralara hiç bekletilmeden yapılmış ve tohum yatağı hemen kapatılmıştır.

Kontrol parselleri için hazırlanan tohumlara herhangi bir işlem yapılmamış ve bakteri bulaşını engellemek için her blokta bu parsellerin ekimi ilk önce yapılmıştır.



Şekil 3.2. Tohumların aşılmasından görünüm

3.3. Gözlem ve Ölçümler

Nodülasyon ve bitki ölçümleri her parselden rastgele seçilen 10 bitkide: birim alan (da) tohum verimi ise her alt parselde kenar tesirleri çıkarıldıktan sonra kalan deneme alanındaki bitkilerin topluca hasat harman edilmesiyle belirlenmiştir. Denemede aşağıdaki gözlemler alınmıştır (Meral vd., 1998).

Nodülasyon gözlemleri: %50 çiçeklenme döneminden sonra etiketlenen bitkilerin kökleri bel küreği yardımıyla dikkatlice sökülüş ve musluk suyunda yıkanmıştır. Daha sonra her parseldeki bitkilerin köklerindeki nodül sayıları ve ağırlıkları belirlenmiştir.

%50 Çıkış süresi (gün): her parselde tohum ekiminden itibaren, bitkilerin %50'sinin çıkış yaptığı tarihe kadar geçen süre hesaplanarak (gün olarak) belirlenmiştir.

İlk Çiçeklenme süresi (gün): Tohum ekimlerinin yapıldığı tarihten itibaren, her parselde ilk çiçeğin görüldüğü tarih arasında geçen süre gün olarak hesaplanmıştır.

İlk meyve bağlama süresi (gün): Tohum ekim tarihinden itibaren, her parselde bitkideki ilk baklanın oluştuğu tarih arasında geçen süre gün olarak hesaplanmıştır.

Vejetasyon süresi (gün): Tohum ekiminden itibaren parseldeki bitkilerin yapraklarını dökerek, bitkinin %90'ının kuruduğu dönem, kısacası tohum hasat zamanının en ideal olduğu döneme kadar geçen süre gün olarak belirlenmiştir.

Bitki boyu (cm): Her alt parselden tesadüfi olarak belirlenmiş 10 bitki üzerinde toprak yüzeyi ile bitkinin en üst noktası arasındaki dikey uzunluk cm olarak ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır.

İlk baklanın yüksekliği (cm): Her alt parselden tesadüfi olarak seçilmiş 10 bitkide kök boğazından bitkinin ilk bakla yüksekliğine kadar olan mesafe ölçülmüş, ilk bakla yüksekliği cm olarak tespit edilmiştir.

Bitkide yan dal sayısı (adet/bitki): Her alt parselde rasgele olarak seçilmiş 10 bitkide dallar sayılmış ve ortalaması alınarak adet olarak belirlenmiştir.

Bitkide bakla sayısı (adet/bitki): Her alt parselde rasgele olarak seçilen 10 bitkide bitkilerdeki baklalar sayılmış ve ortalaması alınarak bitki başına bakla sayısı adet olarak belirlenmiştir.

Bitkide tohum sayısı (adet/bitki): Her alt parselden tesadüfi olarak seçilen 10 bitkide taneler sayılarak, bitkide tohum sayısı adet olarak belirlenmiştir.

100 tohum ağırlığı (g): Her alt deneme parselindeki tohumlardan tesadüfi olarak sayılan 4 x 100 adet tohumun ağırlıkları hassas terazide tartılarak ortalamaları alınmış, g olarak 100 tane ağırlığı belirlenmiştir.

Bitki ağırlığı (g): Her parselden tesadüfi olarak seçilecek 10 bitkinin toplu ağırlığı tartılmış ve ortalaması alınarak saptanmıştır.

Bitki tohum verimi (g/bitki): Her alt parselden rastgele işaretlenen 10 bitkinin harman edilmesiyle elde edilen tohumlar 0.01 g hassasiyetli terazide tartılmış, ağırlıkları gram cinsinden belirlenmiş ve ortalaması alınarak bitki tohum verimi hesaplanmıştır.

Hasat indeksi (%): Her parselden hesaplanan birim alan tohum verimi, toplam biyolojik verime oranlanmış ve elde edilen değerin 100 ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır.

Birim alan tane verimi (kg/da): Her alt parsel ayrı ayrı hasat/harman edilmiş, bunlardan elde edilen tohumlar tartılmış ve her alt parselin tane verimi dekara kg cinsine çevrilerek hesaplanmıştır.

3.4. Deneme Yerinin İklim ve Toprak Özellikleri

3.4.1. İklim özellikleri

Çalışmada tarla denemeleri Isparta merkez ilçede yer almakta olan ISUBÜ Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde kurulmuştur. Isparta ili konumu itibariyle Akdeniz Bölgesinde Göller Bölgesi olarak adlandırılan coğrafyada yer almaktadır. Bölgenin iklimi Akdeniz iklimi ile İç Anadolu iklimi arasında geçit kuşağı iklimi şeklindedir. Yaz mevsimi boyunca sıcak ve kurak, kış aylarında ise soğuk ve yağışlı bir iklim bulunmaktadır. Bölgenin rakımı ortalama 1035 m kadardır. Vejetasyon dönemine ait tarla denemelerinin yürütüldüğü 2022 yılı ile Isparta Merkez ilçeye ait uzun yıllık kimi iklim özellikleri Çizelge 3.1’de özetlenmiştir.

Çizelge 3.1. Isparta Merkez ilçesine ait iklim verileri

Aylar	Uzun Yıllar (1929 – 2020)			2022 Yılı		
	Yağış (mm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Yağış (mm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
Mart	58.8	6.0	65.9	78.3	3.2	61.2
Nisan	52.1	10.7	61.3	17.4	14.6	45.7
Mayıs	57.0	15.4	59.2	12.9	17.3	52.5
Haziran	34.3	19.9	52.7	46.1	21.5	58.1
Temmuz	15.9	23.4	45.6	0.8	25.3	37.8
Ağustos	14.3	23.3	46.3	18.4	25.3	50.9
Eylül	18.5	18.9	52.2	16.3	21.2	43.8
Ekim	38.4	13.4	62.3	9.4	15.9	54.5
Toplam	289.3	-	-	199.6	-	-
Ortalama	-	16.4	57.6	-	18.0	50.6

İklim verilerine göre denemenin vejetasyon döneminde mayıs ve temmuz ayı yağış değerleri uzun yıllardan düşük gerçekleşmiştir. Diğer aylar birbirine yakın seyretmiştir. Ortalama sıcaklık ve nem değerleri uzun yıllar ortalamalarına benzerdir.

3.4.2. Deneme yerinin toprak özellikleri

Deneme alanından alınan toprak numuneleri analiz edilmiş olup, bazı toprak özellikleri Çizelge 3.2’de gösterilmiştir. Toprak analizlerine göre denemenin yürütüldüğü alanın toprakları killi tınlı yapıda, hafif alkali ve hafif tuzlu sınıfta yer almıştır. Deneme topraklarının kireç içeriği yüksek, buna karşın organik madde içeriği ise düşük olarak değerlendirilmiştir Fosfor ve magnezyum içeriği bakımından yeterli, potas ve kalsiyum içeriği ise fazla olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Deneme yerine ait toprak analiz sonuçları

Bünye	pH	Tuzluluk Değeri (µS/cm)
Killi - tınlı	7.66	322
Kireç oranı (%)	Org. madde içeriği (%)	Fosfor (mg/kg)
28.7	1.54	23.5
Potas içeriği (mg/kg)	Magnezyum (mg/kg)	Kalsiyum (mg/kg)
772.2	169.5	8229.8

3.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Denemede incelenmiş olan verim ve verim özelliklerine ait verilerle, Tesadüfî Bloklar Deneme Deseninde, Bölünmüş Parseller düzenine göre, bilgisayarda istatistik paket programı (TOTEMSTAT) yardımıyla varyans analizleri; ele alınan faktörlere ait ortalamaların farklılık gruplandırmalarını oluşturmak için 0.05 düzeyinde Duncan testi yapılmıştır (Düzgüneş vd., 1987).



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Nohutta tohuma bakteri aşılama farklı yapıştırıcı maddelerin kullanılmasının nodülasyon ve verime etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu araştırmada; %50 çıkış süresi, ilk çiçeklenme ve meyve bağlama süreleri, vejetasyon süresi, nodülasyon (bitkide nodül sayısı ve ağırlığı), bitki boyu, ilk baklanın yüksekliği, bitki dal sayısı, bitki meyve ve tohum sayısı, yüz tohum ağırlığı, bitki ağırlığı, bitki verimi (tane), hasat indeksi ve birim alan tohum verimi özellikleri incelenmiştir. Ele alınan özelliklere ait verilerle varyans analizi yapılmış ve ortalamalar Duncan testi ile karşılaştırılmıştır. İncelenen verim karakterlerine ait sonuçlar, ayrı ayrı başlıklarda aşağıda açıklanmıştır.

4.1. Çıkış Süresi

Tohuma bakteri aşılama için farklı yapıştırıcı maddelerin kullanıldığı nohut genotiplerinde, %50 çıkış süresine ilişkin rakamlarla yapılmış olan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Tohuma bakteri aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde %50 çıkış süresine ait varyans analizi

V. K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrürler	2	2.056	1.028	1.480
Çeşitler (Ç)	1	0.694	0.694	1.000 öd
Hata1	2	1.389	0.694	
Uygulamalar (U)	5	41.806	8.361	25.508 **
Ç x U	5	10.472	2.094	6.390 **
Hata2	20	6.556	0.328	
Genel	35	62.972	-	
C.V.	%3.82			

Öd: önemli değil, **: %1 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi, %50 çıkış süresi bakımından çeşitler arasında bulunan farklar önemsiz; yapıştırıcı maddeler (uygulamalar) arasında bulunan farklar ile çeşit x uygulama interaksyonu 0.01 ($p \leq 0.01$) düzeyinde önemli bulunmuştur. %50 çıkış süresine ait ortalama değerler ile bunların fark grupları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Tohuma bakteri aşılama da farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde %50 çıkış süresine ait ortalamalar (gün)

Çeşitler	Uygulamalar*						
	Kontrol	Saf su	Şekerli su	Süt tozu	Arap zamkı	Metil selüloz	Ort.
Azkan	16.67A	15.33B	16.00AB	13.33C	13.67C	14.00C	14.83
İspanyol	16.00A	16.33A	15.67A	15.67A	13.67B	13.33B	15.11
Ort.	16.33A	15.83A	15.83A	14.50B	13.67B	13.67B	

*: Aynı harfleri içeren ortalamalar arasında fark yoktur.

Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi, yapıştırıcı madde uygulamalarına göre çıkış süresi 13.67-16.33 gün arasında değişmiş olup, süt tozu, arap zamkı ve metil selüloz uygulamaları çıkış sürelerinin önemli ölçüde kısalmasına neden olmuştur. Saf su ve şekerli su uygulamalarında çıkış süresi gecikmiş ve kontrol uygulaması ile aynı grupta yer almışlardır. En hızlı çıkışlar, Azkan çeşidinde sırasıyla süt tozu, arap zamkı ve metil selüloz; İspanyol çeşidinde ise arap zamkı ve metil selüloz uygulamalarında belirlenmiştir. Her iki çeşitte de en geç çıkışlar kontrol parsellerinde gözlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar, çıkış süresi bakımından genotiplerin bakteri yapıştırmak amacıyla kullanılan maddelere tepkilerinin farklı olduğunu göstermektedir. Azkan çeşidinde süt tozu; İspanyol genotipinde ise metil selüloz uygulamaları çıkış süresinin önemli düzeyde azalmasına neden olmuştur. Bitkisel üretimde birim alanda ideal bitki sıklığı ve yüksek tohum veriminin ön koşulu olarak, tarlaya ekilen tohumların hızlı, eş zamanlı ve yüksek oranda çıkış yapması gösterilmektedir (Elkoca, 2007). Nohut gibi kurak alanlarda tarımı yapılan bitkilerde erken çıkış, verimi önemli düzeyde arttırabilmektedir (Şanlı ve Kaya, 2008). Nohutta çıkış süreleri genotipik özelliklerden etkilenmekle birlikte, çevresel etmenler (ekim derinliğindeki toprak sıcaklığı, nemlilik, besin içerikleri gibi) ve yetiştirme teknikleri de etkili olabilmektedir (Bayrak ve Önder, 2017), Konya koşullarında 23 nohut genotipi ile yürütülen bir çalışmada çıkış süresi yıllara ve genotiplere göre önemli varyasyonlar göstermiş olup, yılların ortalaması olarak 15.2-23.2 gün arasında varyasyon göstermiştir. Şanlı ve Kaya (2008), Isparta koşullarında nohutta çıkış sürelerinin ekim zamanı, çeşitler ve ekim öncesi tohum muamelelerine göre 10.3-19.6 gün arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Nohut üzerine yapılan birçok çalışmanın sonuçlarına göre, ekim öncesi tohumlara uygulama yapılması çimlenme oranını arttırmakta ve çıkış süresini kısaltabilmektedir (Harris vd., 1999; Ekizce ve Adak, 2005; Şanlı ve Kaya, 2008). Isparta koşullarında Harpin proteini ile ekim öncesi tohum uygulamaları yapılan nohut çeşitlerinde çıkış

süresinin 9.33-11.67 gün arasında değiştiği, uygulamalara bağlı olarak çıkışların hızlandığı bildirilmiştir (Yılmaz, 2021). Maş fasulyesinde ekimden önce tohumların yapıştırıcı kullanarak aşılınması ile çimlenme oranı %95'e, vigor indeksi ise 21.85'e yükselmiştir (Monisha vd., 2023).

4.2. İlk Çiçeklenme Süresi

Tohuma bakteri aşılama için farklı yapıştırıcı maddelerin kullanıldığı nohut genotiplerinde, ilk çiçeklenme süresine ilişkin rakamlarla yapılmış olan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Tohuma bakteri aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde ilk çiçeklenme süresine ait varyans analizi

V. K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrürler	2	2.167	1.083	5.571
Çeşitler (Ç)	1	5.444	5.444	28.000*
Hata1	2	0.389	0.194	
Uygulamalar (U)	5	13.000	2.600	8.509**
Ç x U	5	3.889	0.778	2.545 öd
Hata2	20	6.111	0.306	
Genel	35	31.000	-	
C.V.	%1.15			

Öd: önemli değil, *: %5, **: %1 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.3'ün incelenmesiyle anlaşıldığı gibi, ilk çiçeklenme süresi bakımından çeşitler ($p \leq 0.05$) ve uygulamalar arasında bulunan farklar ($p \leq 0.01$) istatistiki yönden önemli; çeşit x uygulama interaksyonu ise önemsiz bulunmuştur. İlk çiçeklenme süresi ortalamaları ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Tohuma bakteri aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde ilk çiçeklenme süresine ait ortalamalar (gün)

	Uygulamalar						
Çeşitler	Kontrol	Saf su	Şekerli su	Süt tozu	Arap zımkı	Metil selüloz	Ort.
Azkan	48.33	47.67	47.67	48.00	47.67	47.33	47.78 B
İspanyol	50.33	48.00	48.67	48.33	48.67	47.33	48.56 A
Ort.	49.33 A	47.83 B	48.17 B	48.17 B	48.17 B	47.33 B	

*: Aynı harfleri içeren ortalamalar arasında fark yoktur.

Çizelge 4.4'ün incelenmesiyle anlaşıldığı gibi, ilk çiçeklenme süresi bakımından çeşit x uygulama interaksyonları önemsiz bulunmuştur. Yapıştırıcı madde uygulamalarına

göre en geç çiçeklenme tarihi kontrol parsellerinde (49.33 gün) gözlenmiş olup, bakteri aşılama da kullanılan yapıştırıcı madde uygulamaları nohut genotiplerinde çiçeklenme süresinin azalmasına neden olmuştur. Ancak saf su, şekerli su, süt tozu, arap zımkı ve metil selüloz uygulamaları aynı grupta değerlendirilmişlerdir. Çeşitler kendi içinde değerlendirildiğinde, Azkan çeşidinin ilk çiçeklenme süresinin daha erken olduğu görülmüştür.

Nohutta çiçeklenme süresi daha çok genotipten etkilenmektedir. Ancak çevre koşulları ile yetiştirme teknikleri de etkili olabilmektedir (Bayrak ve Önder, 2017; Büyükdıgan, 2021). Tane dolum süresini uzatması bakımından erken çiçeklenme istenen bir özellik olup, yüksek verim için çiçeklenmenin çok sıcak ve kurak mevsimlere kaymaması gerekmektedir. Ayrıca nohutta çiçeklenme süresi önemli ıslah kriterlerinden birisidir (Sayılğan ve Kocatürk, 2019; Büyükdıgan, 2021). Batı Akdeniz bölgesi koşullarında yazlık olarak ekilen nohutta çeşitler ve lokasyonlara göre çiçeklenme süresi 45-56 gün arasında değişmiştir (Sayılğan ve Kocatürk, 2019).

Büyükdıgan (2021), nohutta yürütmüş olduğu çalışmada Isparta lokasyonunda çeşitlere ve ekim öncesi tohum uygulamalarına göre çiçeklenme süresinin 50-54 gün arasında olduğunu saptamıştır. Konya’da yapılan başka bir çalışmada ise çiçeklenme süresinde yıl x genotip etkileşimi önemli bulunmuş olup, yıllar ve çeşitlerin ortalaması olarak çiçeklenme süresi 42 ile 63 gün arasında bulunmuştur (Bayrak ve Önder, 2017).

4.3. İlk Bakla Bağlama Süresi

Tohuma bakteri aşılama için farklı yapıştırıcı maddelerin kullanıldığı nohut genotiplerinde, ilk bakla bağlama süresine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.5. Tohuma bakteri aşılama da farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde ilk bakla bağlama süresine ait varyans analizi

V. K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrürler	2	0.889	0.444	1.333
Çeşitler (Ç)	1	1.000	1.000	3.000 öd
Hata1	2	0.667	0.333	
Uygulamalar (U)	5	16.222	3.244	4.710**
Ç x U	5	2.667	0.533	0.774 öd
Hata2	20	13.778	0.689	
Genel	35	35.222	-	
C.V.	% 1.39			

Öd: önemli değil, **: %1 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.5'te gösterildiği üzere, nohut genotiplerinde ilk bakla bağlama süresi bakımından uygulamalar arasında bulunan farklar ($p \leq 0.01$) istatistiki yönden önemli bulunurken, çeşitler arası farklılıklar ile çeşit x uygulama interaksyonu önemsiz olmuştur. İlk bakla bağlama süresine ait ortalama değerler ile bunların fark grupları Çizelge 4.6'da özetlenmiştir.

Çizelge 4.6. Tohuma bakteri aşılama da farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde ilk bakla bağlama süresine ait ortalamalar (gün)

Çeşitler	Uygulamalar						
	Kontrol	Saf su	Şekerli su	Süt tozu	Arap zamkı	Metil selüloz	Ort.
Azkan	60.67	59.67	59.67	59.67	59.00	58.67	59.56
İspanyol	61.33	60.33	59.67	59.00	60.00	59.00	59.89
Ort.	61.00 A	60.00AB	59.67 AB	59.33 B	59.50 AB	58.83 B	

*: Aynı harfleri içeren ortalamalar arasında fark yoktur.

Çizelge 4.6'da verildiği gibi, nohut genotiplerinde ilk bakla bağlama süresi bakımından çeşit x uygulama interaksyonu önemsiz bulunmuş olup, ortalamalar arasında bulunan farklar önemsizdir. Yapıştırıcı madde uygulamalarına göre bakla bağlama süresi 58.83-61.00 gün arasında değişim göstermiştir. En geç bakla bağlama süresi 61 gün ile kontrol parsellerinde belirlenmiş, saf su, şekerli su ve arap zamkı uygulamaları ile aynı istatistik grupta yer almışlardır. Buna karşın süt tozu ve metil selüloz uygulamaları bakla bağlama sürelerinin önemli oranda azalmasına neden olmuştur. En erken bakla bağlama süresi metil selüloz uygulamasında (58.83 gün) saptanmıştır.

Baklagil bitkilerinde bakla bağlama süresi genotiplere, çevresel etmenlere ve genotip x çevre etkileşimine göre değişebilmektedir (Kıcı, 2023). Nohutta erkencilik ve

başarılı bir üretim için hızlı çiçeklenme ve bakla bağlama süresinin kısalığı önemlidir (Aydoğan, 2019; Büyükdıgan, 2021). Farklı nohut genotipleri ile Isparta’da yapılan bir çalışmada, bakla bağlama süresi 58.7-61.3 gün arasında değişim göstermiştir (Büyükdıgan, 2021).

4.4. Vejetasyon Süresi

Tohuma bakteri aşılama için farklı yapıştırıcı maddelerin kullanıldığı nohut genotiplerinde, vejetasyon süresine ilişkin rakamlarla yapılmış olan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Tohuma bakteri aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde vejetasyon süresine ait varyans analizi

V. K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrürler	2	3.722	1.861	0.519
Çeşitler (Ç)	1	6.250	6.250	1.744 öd
Hata1	2	7.167	3.583	
Uygulamalar (U)	5	5.806	1.161	0.816 öd
Ç x U	5	0.917	0.183	0.129 öd
Hata2	20	28.444	1.422	
Genel	35	52.306	-	
C.V.	% 1.13			

Öd: önemli değil

Çizelge 4.7’de gösterildiği gibi, nohut genotiplerinde vejetasyon süresi bakımından çeşitler ve uygulamalar arasında bulunan farklar ile çeşit x uygulama interaksyonu istatistiki yönden önemsiz bulunmuştur. Vejetasyon süresi ortalamaları Çizelge 4.8’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.8. Tohuma bakteri aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde vejetasyon süresine ait ortalamalar (gün)

	Uygulamalar						
Çeşitler	Kontrol	Saf su	Şekerli su	Süt tozu	Arap zıvkı	Metil selüloz	Ort.
Azkan	105.33	104.67	104.33	105.67	105.00	104.67	104.94
İspanyol	106.33	106.00	105.00	106.00	105.67	105.67	105.78
Ort.	105.83	105.33	104.67	105.83	105.33	105.17	

Çizelge 4.8’de gösterildiği üzere, nohut çeşitleri ve uygulamalara göre vejetasyon süresi 104.33-106.33 gün arasında değişmiştir. Ancak hem çeşitler ve uygulamalara

ait ortalamalar hem de interaksiyon ortalamaları arasında bulunan farklar önemsiz bulunmuştur. Uygulamalara göre vejetasyon süresi değişmemiştir.

Nohutta vejetasyon süresi uzunluğu genotiplere, ekolojik faktörlere, ekim zamanına ve genotip x çevre interaksiyonlarına göre değişim göstermektedir (Bayrak ve Önder, 2017; Demirci ve Bildirici, 2020). Nohut üzerinde yapılan çalışmalarda; Konya koşullarında çeşitlere göre 80.6-115 gün (Bayrak ve Önder, 2017), Batı Akdeniz bölgesinde yıl, lokasyon ve çeşitlere göre 87-118.3 gün (Sayılğan ve Kocatürk, 2019) ve Şanlıurfa'da çeşitlere göre 69-79 gün (Demirci ve Bildirici, 2020) arasında değişen vejetasyon süresi değerleri elde edilmiştir.

4.5. Bitkide Nodül Sayısı

Tohuma bakteri aşılama için farklı yapıştırıcı maddelerin kullanıldığı nohut genotiplerinde, bitkide nodül sayısına ilişkin rakamlarla yapılmış olan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Tohuma bakteri aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitkide nodül sayısına ait varyans analizi

V. K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrürler	2	170.389	85.194	50.279*
Çeşitler (Ç)	1	10268.444	10268.444	6060.066**
Hata1	2	3.389	1.694	
Uygulamalar (U)	5	48904.889	9780.978	236.002**
Ç x U	5	313.889	62.778	1.515 öd
Hata2	20	828.889	41.444	
Genel	35	60489.889	-	
C.V.	%5.07			

Öd: önemli değil, *: %5, **: %1 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.9'da gösterildiği üzere, nohut genotiplerinde nodül sayısı bakımından çeşitler ve uygulamalar arasındaki farklar ($p \leq 0.01$) istatistiki yönden önemli bulunurken çeşit x uygulama interaksiyonu önemsiz bulunmuştur. Bitkide nodül sayısına ait ortalama değerler ile bunların fark grupları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Tohuma bakteri aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitkide nodül sayısına ait ortalamalar (adet)

Çeşitler	Uygulamalar						
	Kontrol	Saf su	Şekerli su	Süt tozu	Arap zımkı	Metil selüloz	Ort.
Azkan	67.33	156.00	149.00	155.33	162.00	174.00	143.94 A
İspanyol	24.33	120.33	125.33	125.00	128.33	137.67	110.17 B
Ort.	45.83 C	138.17 B	137.17 B	140.17 B	145.17 AB	155.83 A	

*: Aynı harfleri içeren ortalamalar arasında fark yoktur.

Çizelge 4.10’da gösterildiği gibi, bitkide nodül sayısı bakımından çeşit x uygulama interaksyonu önemsiz bulunmuş olup, ortalamalar aynı grupta yer almıştır. Çeşitler yönünden değerlendirildiğinde, 143.94 adet ile Azkan çeşidinin bitki başına nodül sayısı İspanyol çeşidine göre önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Yapıştırıcı uygulamaları incelendiğinde, en düşük nodül sayısının 45.83 adet ile kontrol parsellerinde belirlendiği görülmüştür. Denemede ele alınan tüm uygulamalar kontrol parsellerine göre nodül sayısında önemli artışa neden olmuş ve en yüksek nodül sayısı 155.83 adet ile metil selüloz uygulamasında saptanmıştır.

Nohut bitkisi normal koşullarda gereksinim duyduğu azotun yaklaşık %40-83 kadarını *Rhizobium* bakterileri ile simbiyotik yaşam sayesinde atmosferden alabilmektedir. Genellikle topraklarda yeterli bakteri bulunmadığı durumlarda ticari aşılama ile tane verimi yaklaşık 2.1 kat artabilmektedir (Akdağ ve Şehirali, 1995). Bu nedenle simbiyotik etkinlik ve yüksek tane verimi için tohumlar ekimden önce uygun bakteri suşları ile aşılanmalıdır. Farklı bitkiler üzerinde yapılan birçok çalışmanın sonuçlarına göre, baklagillerde bakteri aşılama ve aşılama yapıştırıcı madde kullanımı ile tohum başına bakteri ya da bitki başına nodül sayısının arttığı belirlenmiştir. En yüksek nodül sayısı ve nitrogenaz etkinliği bakımından; bürölcede nişasta ve metil selüloz karışımlarının (Junior vd., 2009), yoncada metilselüloz ve sodyum aljinat uygulamalarına süt tozu karıştırmanın (Zhou vd., 2017), maş fasulyesinde %20’lik arap zımkı uygulamasının (Monisha vd., 2023) ve soya fasulyesinde biyokömür ve biyopolimer karışımlarının (Shabir vd., 2023) etkili olduğu bildirilmiştir. Gözütok (2021), nohutta yaptığı çalışmasında bakteri aşılama ile nodül sayısının 60.67 adede kadar artabileceğini, Karaman vd. (2022) ise nohut saksı denemesinde bakterileri arap zımkı ile karıştırmanın en iyi sonuçları verdiğini ve bitki başına 20.46 adet nodül

sayısı elde ettiklerini belirtmişlerdir. Rezaei (2012), nohutta ekim öncesi tohum uygulamalarına bağlı olarak nodül sayısının 16-101 adet olduğunu saptamıştır.

4.6. Bitkide Nodül Ağırlığı

Tohuma bakteri aşılama için farklı yapıştırıcı maddelerin kullanıldığı nohut genotiplerinde, bitkide nodül ağırlığına ilişkin rakamlarla yapılmış olan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. Tohuma bakteri aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitkide nodül ağırlığına ait varyans analizi

V. K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrürler	2	0.275	0.138	2.104
Çeşitler (Ç)	1	8.282	8.282	126.551**
Hata1	2	0.131	0.065	
Uygulamalar (U)	5	14.442	2.888	218.322**
Ç x U	5	0.077	0.015	1.168 öd
Hata2	20	0.265	0.013	
Genel	35	23.473	-	
C.V.	%5.18			

Öd: önemli değil, *: %5, **: %1 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.11’in incelemesinden de anlaşılacağı gibi, nohut genotiplerinde nodül ağırlığı bakımından da çeşitler ve uygulamalar arasındaki farklar ($p \leq 0.01$) istatistiki yönden önemli bulunurken çeşit x uygulama interaksyonu önemsiz bulunmuştur. Bitkide nodül ağırlığına ait ortalama değerler ile bunların fark grupları Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Tohuma bakteri aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitkide nodül ağırlığına ait ortalamalar (g)

Çeşitler	Uygulamalar						Ort.
	Kontrol	Saf su	Şekerli su	Süt tozu	Arap zıncı	Metil selüloz	
Azkan	1.26	2.92	2.80	2.91	3.03	3.26	2.70 A
İspanyol	0.38	1.90	1.98	1.97	2.02	2.17	1.74 B
Ort.	0.82 C	2.41B	2.39 B	2.44 B	2.53 AB	2.72 A	

*: Aynı harfleri içeren ortalamalar arasında fark yoktur.

Bitkide nodül ağırlığı bakımından da çeşit x uygulama interaksyonu istatistiki yönden önemsiz olup, ortalamalar arasındaki farklar anlamlı bulunmamıştır. Azkan çeşidinde (2.70 g) bitkide nodül ağırlığı İspanyol çeşidine (1.74 g) göre önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Yapıştırıcı madde uygulamalarına göre en düşük nodül ağırlığı kontrol

parsellerinde (0.82 g) saptanmıştır. Diğer uygulamalar nodül ağırlığını önemli düzeyde artmasına neden olmuş olup, en yüksek ortalamalar metil selüloz ve arap zımkı (sırasıyla 2.72 ve 2.53 g) uygulamalarında belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

Nohut tarımında ekimden önce tohum ya da toprağın *Mesorhizobium ciceri* bakterisi ile aşılması nohut köklerinde oluşan nodül sayısı ve ağırlığını arttırmakta, bitki gelişimini olumlu etkileyerek tane verimini yükseltmektedir (Kaya vd., 2002). Nohutta yapılan bir çalışmada, kontrol parsellerine göre aşılınmış parsellerde bitki başına yaş nodül (%352), ve kuru nodül (%357) ağırlıkları ile bitki boyu, bitki yaş ve kuru ağırlıkları önemli oranlarda artış göstermiştir (Özbağ, 2013). Ankara’da yapılan başka bir çalışmada ise nohutta toprağa ya da tohumu bakteri aşılama ile çiçeklenme öncesi, çiçeklenme ve çiçeklenme sonrası dönemde bitkide nodül ağırlığı ile kök gelişimi kontrol parsellerine göre önemli miktarda artmıştır (Meral vd., 1998). Soya fasulyesinde farklı bakteri ırkları ile aşılama ya bağlı olarak bitki başına nodül kuru ağırlığı 0.001 gramdan 10.98 g’a kadara yükselmiştir (Nakei vd., 2023). Farklı birçok baklagil türünde bakteri aşılama ve tohumu aşılama yapıştırıcı madde kullanımı ile hem bitkide nodül sayısı hem de bitki gelişim parametreleri olumlu yönde etkilenmiştir (Zhou vd., 2017; Thanni vd., 2017; Stupina, 2018; Rai vd., 2021b; Gözütok, 2021; Karaman vd., 2022; Monisha vd., 2023; Nakei vd., 2023).

4.7. Bitki Boyu

Tohumu bakteri aşılama için farklı yapıştırıcı maddelerin kullanıldığı nohut genotiplerinde, bitki boyuna ilişkin rakamlarla yapılmış olan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13’te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Tohumu bakteri aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitki boyuna ait varyans analizi

V. K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrürler	2	80.549	40.274	1.694
Çeşitler (Ç)	1	125.067	125.067	5.262 öd
Hata 1	2	45.536	23.768	
Uygulamalar (U)	5	468.655	93.731	3.343*
Ç x U	5	94.981	18.996	0.678 öd
Hata 2	20	560.696	128.035	
Genel	35	1377.483	-	
C.V.	% 12.36			

Öd: önemli değil, *: %5, **: %1 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.13'te görüldüğü gibi, nohut çeşitleri bitki boyu bakımından değerlendirmeye alındığında uygulamalar arası farklılıklar ($p \leq 0.05$) istatistiki yönden önemli bulunurken; çeşitler ve çeşit x uygulama interaksyonu istatistiki yönden önemsiz bulunmuştur. Bitki boyu bakımından ortalamalar ve farklılık grupları Çizelge 4.14'te özetlenmiştir.

Çizelge 4.14. Tohuma bakteri aşılama da farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitki boyuna ait ortalamalar (cm)

Çeşitler	Uygulamalar						
	Kontrol	Saf su	Şekerli su	Süt tozu	Arap zımkı	Metil selüloz	Ort.
Azkan	37.10	37.90	40.60	42.57	43.87	43.80	40.97
İspanyol	43.57	34.87	45.13	46.43	47.60	50.60	44.70
Ort.	40.33 AB	36.38 B	42.87 AB	44.50 AB	45.73 AB	47.20 A	

*: Aynı harfleri içeren ortalamalar arasında fark yoktur.

Çizelge 4.14'ün incelenmesiyle anlaşıldığı gibi, yapıştırıcı madde uygulamalarına göre bitki boyu değerleri 36.38-47.20 cm arasında değişmiş olup, en yüksek bitki boyu metil selüloz uygulamasında saptanmıştır. Ancak metil selüloz uygulaması ile arap zımkı, süt tozu, şekerli su ve kontrol parselleri aynı istatistik grupta yer almışlardır. En düşük bitki boyu ise 36.38 cm ile saf su uygulamasında belirlenmiştir. İspanyol çeşidinin bitki boyu ortalaması daha yüksek olmakla birlikte Azkan çeşidi ile aralarındaki fark anlamlı bulunmamıştır.

Nohut bitkisinde bitki boyunun kalıtım derecesi oldukça yüksek olmakla birlikte, yetiştirildiği yörenin iklim ve toprak koşullarına, yetiştirme tekniğinde yer alan (özellikle ekim zamanı, ekim normu ve bitki sıklığı) işlemlere göre değişebilmektedir (Sayılğan ve Kocatürk, 2019; Büyükdığan, 2021; Yılmaz, 2021). Nohut tarımında makinalı (öncelikle biçerdöver) hasat için bitki boyunun uzun olması istenmektedir (Sayılğan ve Kocatürk, 2019). Bu amaçla nohutta bitki boyunu arttıran yöntemler hem kolay hasat hem de bitki verimliliği için önem taşımaktadır. Yapılan çok sayıda çalışmada, baklagil bitkilerinde, bakteri aşılması yapılmasının nohutta bitki gelişimi ile bitki boyunu arttırdığı belirlenmiştir. Özbağ (2013) nohutta yaptığı çalışmada bakteri aşılamanın bitki boyunu %6 oranında arttırdığını bildirmiştir. Ankara'da nohutta yürütülen bir çalışmada, kontrol uygulamasına göre bitki boyu önemli düzeyde artmıştır. Kontrolde 29 cm olan bitki boyu aşılama ile 33 cm'ye yükselmiştir (Meral vd., 1998). Karaman vd. (2022), nohutta bakterilerin tohumlara bulaştırılmasında,

yapışkan madde kullanımı ile bitki boyunun arttığı, bu bakımdan en yüksek sonuçların arap zankı uygulamasında belirlendiğini açıklamışlardır. Maş fasulyesinde yürütülen başka bir çalışmada ise bakterilerin arap sakızı, guar zankı ve ksantan sakızı ile yapıştırılmasıyla, kontrol ve su uygulamasına göre bitki boyunun uzadığı açıklanmıştır (Monisha vd., 2023).

4.8. İlk Bakla Yüksekliği

Tohuma bakteri aşılama için farklı yapıştırıcı maddelerin kullanıldığı nohut genotiplerinde, ilk bakla yüksekliğine ilişkin rakamlarla yapılmış olan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.15. Tohuma bakteri aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde ilk bakla yüksekliğine ait varyans analizi

V. K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrürler	2	2.070	1.035	0.466
Çeşitler (Ç)	1	473.933	473.933	213.557**
Hata 1	2	4.438	2.219	
Uygulamalar (U)	5	35.548	7.110	10.680**
Ç x U	5	4.004	0.801	1.203 öd
Hata 2	20	13.314	0.666	
Genel	35	533.308	-	
C.V.	% 4.28			

Öd: önemli değil, *: %5, **: %1 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.15’te gösterildiği gibi, ilk bakla yüksekliği bakımından varyans analiz sonuçlarına göre, çeşitler ve uygulamalar arasında bulunan farklar 0.01 ($p \leq 0.01$) düzeyinde istatistiki yönden önemli bulunurken; çeşit x uygulama interaksyonu istatistiki yönden önemsiz bulunmuştur. İlk bakla yüksekliği bakımından ortalamalar ve farklılık grupları Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Tohuma bakteri aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde ilk bakla yüksekliğine ait ortalamalar (cm)

Çeşitler	Uygulamalar						
	Kontrol	Saf su	Şekerli su	Süt tozu	Arap zankı	Metil selüloz	Ort.
Azkan	20.10	22.50	22.77	23.67	23.43	23.57	22.67 A
İspanyol	13.83	15.23	16.10	16.10	15.07	16.17	15.42 B
Ort.	16.97 B	18.87 A	19.44 A	19.88 A	19.25 A	19.87 A	

*: Aynı harfleri içeren ortalamalar arasında fark yoktur.

Çizelge 4.16’da gösterildiği gibi, yapıştırıcı madde uygulamalarına göre en düşük ilk bakla yüksekliği değeri 16.97 cm ile kontrol uygulamasında belirlenmiş, bakteri aşılama için kullanılan yapıştırıcı maddeler ilk bakla yüksekliğinin önemli oranda artmasına neden olmuştur. En yüksek ilk bakla yüksekliği 19.88 cm ile süt tozu uygulamasından elde edilmiştir. Kontrol parselleri dışındaki diğer uygulamalar istatistiki bakımdan aynı grupta yer almışlardır. Çeşitler karşılaştırıldığında, Azkan çeşidinin ilk bakla yüksekliği İspanyol çeşidine göre daha yüksek bulunmuştur.

Nohut bitkisinde hasadın makine ile yapılabilmesi için bitki boyunun uzun ve ilk meyvenin yüksekte oluşması, bitkinin dik gelişme tabiatlı ve az dallanma karakterinde olması istenmektedir. Bu yönden nohutta makineli hasat için meyve yüksekliğinin 25-30 cm olması istenmektedir (Demirci ve Bildirici, 2020; Adak, 2021; Büyükdığan, 2021). Isparta’da yapılan çalışmalarda; nohutta ekim öncesi çinko uygulamalarına göre meyve yüksekliği artmış ve 21.6-23.8 cm arasında (Büyükdığan, 2021), tohumlara harpin muamelesi yapılan denemede ise 22.1-23.4 cm arasında (Yılmaz, 2021) olduğu belirlenmiştir. Sayılğan ve Kocatürk (2019), batı Akdeniz koşullarında yürüttükleri denemelerinde nohutta meyve yüksekliğini lokasyon ve çeşitlere göre 20.8-30.9 cm arasında bulmuşlardır.

4.9. Bitkide Dal Sayısı

Tohuma bakteri aşılama için farklı yapıştırıcı maddelerin kullanıldığı nohut genotiplerinde, bitkide dal sayısına ilişkin rakamlarla yapılmış olan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Tohuma bakteri aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitkide dal sayısına ait varyans analizi

V. K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrürler	2	0.111	0.056	0.879
Çeşitler (Ç)	1	9.252	9.252	146.151**
Hata 1	2	0.127	0.063	
Uygulamalar (U)	5	1.768	0.354	6.947**
Ç x U	5	0.682	0.136	2.678 öd
Hata 2	20	1.018	0.051	
Genel	35	12.958	-	
C.V.	% 9.43			

Öd: önemli değil, *: %5, **: %1 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.17’de gösterildiği gibi, nohut genotiplerinde bitkide dal sayısı özelliği incelendiğinde, çeşitler ve uygulamalar arasında bulunan farklar ($p \leq 0.01$) istatistiki yönden önemli bulunurken; çeşit x uygulama interaksyonu istatistiki yönden önemsiz bulunmuştur. Bitkide dal sayısı bakımından ortalamalar ve farklılık grupları Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Tohuma bakteri aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitkide dal sayısına ait ortalamalar (adet/bitki)

Çeşitler	Uygulamalar						Ort.
	Kontrol	Saf su	Şekerli su	Süt tozu	Arap zımkı	Metil selüloz	
Azkan	2.57	3.32	3.25	2.41	2.85	3.00	2.89 A
İspanyol	1.64	2.15	1.78	1.83	2.00	1.90	1.88 B
Ort.	2.11 B	2.73 A	2.51 A	2.12 B	2.43 AB	2.45 AB	

*: Aynı harfleri içeren ortalamalar arasında fark yoktur.

Çizelge 4.18’de görüleceği gibi, Azkan çeşidinde (2.89 adet) bitkide dal sayısı İspanyol çeşidine göre önemli düzeyde yüksek olmuştur. Yapıştırıcı madde uygulamalarına göre ortalamalar incelendiğinde; en düşük dal sayısı 2.11 adet ile kontrol parsellerinde belirlenmiştir. Süt tozu uygulaması dışındaki bakterileri tohuma yapıştırmak amacıyla ele alınan tüm uygulamalar bitkide dal sayısını arttırmıştır. En yüksek dal sayısı ortalaması 2.73 adet ile saf su uygulamasından elde edilmiştir.

Nohutta bitkide dal sayısı genotipik özellikler ve ekolojik koşullara göre değişmekte olup, makinalı hasatta çok dallanma istenmemektedir (Sayılğan ve Kocatürk, 2019). Nohutta dal sayıları; İzmir koşullarında 11 nohut genotipi ile yapılan çalışmada 2-3.3 adet (Müderrişzade, 1996), Isparta koşullarında 2.3-3.4 adet (Karasu vd., 1999) olarak tespit edilmiştir. Babagil (2010), nohut çeşitleri ile yaptığı çalışmada ise 3.3-3.5 adet arasında dal sayısı hesaplamıştır. Nohutta yapılan bakteri aşılama çalışmalarında tohuma ya da toprağa bakteri aşılama uygulamaları dal sayısının artmasına neden olmuştur (Karadavut vd., 2001; Kaya vd., 2002).

4.10. Bitkide Bakla Sayısı

Tohuma bakteri aşılama için farklı yapıştırıcı maddelerin kullanıldığı nohut genotiplerinde, bitkide bakla sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.19. Tohuma bakteri aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitkide bakla sayısına ait varyans analizi

V. K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrürler	2	0.613	0.307	0.094
Çeşitler (Ç)	1	109.133	109.133	33.305*
Hata 1	2	6.554	3.277	
Uygulamalar (U)	5	766.962	153.392	121.525**
Ç x U	5	39.375	7.875	6.239**
Hata 2	20	25.245	1.262	
Genel	35	947.881	-	
C.V.	% 3.32			

Öd: önemli değil, *: %5, **: %1 seviyesinde önemlidir

Çizelge 4.19'un incelenmesinden anlaşılacağı gibi, bitkide bakla sayısı bakımından çeşitler ($p \leq 0.05$) ve uygulamalar ($p \leq 0.01$) arasında bulunan farklar ile çeşit x uygulama interaksyonu ($p \leq 0.01$) istatistiki yönden önemli bulunmuştur. Bitkide bakla sayısına ait ortalama değerler ile bunların fark grupları Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Tohuma bakteri aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitkide bakla sayısına ait ortalamalar (adet/bitki)

Çeşitler	Uygulamalar						Ort.
	Kontrol	Saf su	Şekerli su	Süt tozu	Arap zımkı	Metil selüloz	
Azkan	27.06 D	32.90 C	33.37 C	35.78 B	41.64 A	42.46 A	35.53 A
İspanyol	23.86 E	31.00 D	32.16 CD	33.79 BC	34.92 AB	36.58 A	32.05 B
Ort.	25.46 D	31.95 C	32.76 C	34.78 B	38.28 A	39.52 A	

*: Aynı harfleri içeren ortalamalar arasında fark yoktur.

Çizelge 4.20'de verildiği gibi, bitkide bakla sayısı bakımından en düşük ortalamalar hem Azkan hem de İspanyol çeşidinde kontrol parsellerinde (sırasıyla 27.06 ve 23.86 adet) belirlenmiş olup, her iki çeşitte de bakteri yapıştırmak için kullanılan uygulamalar bakla sayısının artmasına neden olmuştur. En fazla bakla sayısı Azkan çeşidinde arap zımkı ve metil selüloz uygulamalarında (sırasıyla 41.64 ve 42.46 adet), İspanyol çeşidinde ise 36.58 adet ile metil selüloz uygulamasında saptanmıştır. Çeşitler yönünden incelendiğinde, Azkan çeşidinde bitkide bakla sayısı İspanyol çeşidine göre daha yüksek olmuştur. Uygulamalar yönünden incelendiğinde ise en düşük bakla sayısı 25.46 adet ile kontrol uygulamasında belirlenmiş, bunu saf su, şekerli su, süt tozu ve arap zımkı uygulaması izlemiştir. En yüksek ortalama ise 39.52 adet ile metil selüloz uygulamasından elde edilmiştir.

Nohutta bakla sayısı genotip, iklim ve toprak koşulları, genotip x çevre interaksyonu ile yetiştirme koşullarına göre değişebilmektedir. Bakla sayısı ile tane verimi arasında

çok önemli ve olumlu yönde bir ilişki olmasına bağlı olarak, yüksek olması istenen bir verim özelliğidir (Büyükdığan, 2021). Muş koşullarında yapılan bir çalışmada, tane verimi ile bakla sayısı arasında pozitif ve önemli (0.817**) bir ilişki olduğu ve çeşitlere göre bakla sayısının nohutta 26-34 adet arasında değiştiği belirlenmiştir (Babagil, 2010). Zhou vd. (2017), yoncada yaptıkları çalışmada tohumlara bakteri aşılama da karboksimetil selüloz ve sodyum aljinatı yapıştırıcı ajan olarak kullanmakla bitki başına bakla sayısının artacağını vurgulamışlardır. Kumlu topraklarda nohut ekiminde pamuk biyokömürü, şeker kamışı pres çamuru ve bitkisel kompost kullanılan bir çalışmada, nohutta biyokömür kullanımı ile bakla sayısının arttığı bildirilmiştir (Ullah vd., 2023). Gezahegn (2023), börülce çeşitlerinde bakteri aşılması ile bitki başına bakla sayısının önemli düzeyde arttığını bildirmiştir. Isparta koşullarında nohutta yapılan çalışmalarda, bakla sayısı tohumla çinko uygulamasıyla 14-23 adet (Büyükdığan, 2021), tohumlara harpin proteini uygulamasıyla 10-15 adet arasında (Yılmaz, 2021) değişim göstermiştir. Sayılğan ve Kocatürk (2019), nohutta bakla sayısının çeşitlere ve lokasyonlara göre 13-32 adet arasında olduğunu belirlemişlerdir. Adana koşullarında yapılan bir çalışmada ise nohutta bakla sayısının 44-100 adet arasında değiştiği saptanmıştır (Korkmaz ve Anlarsal, 2005).

4.11. Bitkide Tane Sayısı

Tohuma bakteri aşılama için farklı yapıştırıcı maddelerin kullanıldığı nohut genotiplerinde, bitkide tane sayısına ilişkin rakamlarla yapılmış olan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Tohuma bakteri aşılama da farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitkide tane sayısına ait varyans analizi

V. K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrürler	2	3.414	1.707	0.585
Çeşitler (Ç)	1	54.317	54.317	18.605*
Hata 1	2	5.839	2.919	
Uygulamalar (U)	5	752.893	150.579	178.687**
Ç x U	5	110.591	22.118	26.247**
Hata 2	20	16.854	0.843	
Genel	35	943.908	-	
C.V.	% 2.77			

Öd: önemli değil, *: %5, **: %1 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.21’de gösterildiği gibi, bitkide tane sayısı bakımından çeşitler ($p \leq 0.05$) ve uygulamalar ($p \leq 0.01$) arasında bulunan farklar ile çeşit x uygulama interaksyonu ($p \leq 0.01$) istatistiki yönden önemli bulunmuştur. Bitkide tane sayısına ait ortalama değerler ile bunların fark grupları Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Tohuma bakteri aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitkide tane sayısına ait ortalamalar (adet/bitki)

Çeşitler	Uygulamalar						
	Kontrol	Saf su	Şekerli su	Süt tozu	Arap zatkı	Metil selüloz	Ort.
Azkan	25.93 D	30.44 C	30.89 C	35.26 B	42.13 A	41.40 A	34.34 A
İspanyol	24.44 D	30.49 C	33.22 B	33.71 AB	34.46 AB	34.99 A	31.89 B
Ort.	25.19 E	30.47 D	32.06 C	34.48 B	38.19 A	38.30 A	

*: Aynı harfleri içeren ortalamalar arasında fark yoktur.

Çizelge 4.22’de gösterildiği gibi bitkide tane sayısı bakımından en düşük ortalamalar hem Azkan hem de İspanyol çeşidinde kontrol parsellerinde (sırasıyla 25.93 ve 24.44 adet) belirlenmiş olup, her iki çeşitte de bakteri yapıştırmak için kullanılan uygulamalar tane sayısının artmasına neden olmuştur. En fazla tane sayısı Azkan çeşidinde arap zatkı ve metil selüloz uygulamalarında (sırasıyla 42.13 ve 41.40 adet), İspanyol çeşidinde ise metil selüloz uygulamasında (34.99 adet) saptanmıştır. Çeşitler yönünden incelendiğinde Azkan çeşidinde bitkide tane sayısı İspanyol çeşidine göre daha yüksek olmuştur. Uygulamalar yönünden değerlendirildiğinde en düşük tane sayısı 25.19 adet ile kontrol uygulamasında belirlenmiş olup buna saf su, şekerli su, süt tozu ve arap zatkı uygulaması izlemiştir. En yüksek ortalama ise 38.30 adet ile metil selüloz uygulamasından elde edilmiştir.

Nohutta bitkide tane sayısı da bakla sayısında olduğu gibi, önemli bir seleksiyon kriteri olup, tane verimi ile doğrusal bir ilişkisi olması nedeniyle yüksek olması istenmektedir (Babagil, 2010). Bitki tane sayısı genotip, çevre ve genotip-çevre etkileşimine bağlı olarak değişebilmektedir. Ayrıca nohutta yetiştirme teknikleri de tane sayısını arttırabilmektedir (Büyükdığan, 2021). Nohutta tohumlara ekimden önce harpin proteini uygulanan nohut çeşitlerinde bitki tane sayısı 10.38-14.90 adet arasında değişmiştir (Yılmaz, 2021). Tohumlara çinko uygulanan başka bir çalışmada ise nohutta tane sayısı 14.2-22.3 adet arasında belirlenmiştir (Büyükdığan, 2021). Adana’da 23 genotip ile yapılan çalışmada ise nohut çeşitlerine göre tane sayılarının 45-108 adet arasında değiştiği bildirilmiştir (Korkmaz ve Anlarsal, 2005). Ishaq vd.

(2022), tuzlu koşullarda tohumların *Rhizobium* bakterileri ile aşılanmasıyla bitki başına tohum sayısının artışını belirtmişlerdir. Akdağ ve şehirali (1995), bakteri aşılamayla nohutta bakla ve tane sayısının artışını vurgulamışlardır.

4.12. 100 Tane Ağırlığı

Tohuma bakteri aşılamak için farklı yapıştırıcı maddelerin kullanıldığı nohut genotiplerinde, 100 tane ağırlığına ilişkin rakamlarla yapılmış olan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.23'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.23. Tohuma bakteri aşılamada farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde 100 tane ağırlığına ait varyans analizi

V. K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrürler	2	0.086	0.043	0.207
Çeşitler (Ç)	1	30.655	30.655	147.684**
Hata 1	2	0.415	0.208	
Uygulamalar (U)	5	31.758	6.352	17.505**
Ç x U	5	3.783	0.757	2.085 öd
Hata 2	20	7.257	0.363	
Genel	35	73.953	-	
C.V.	% 1.49			

Öd: önemli değil, *: %5, **: %1 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.23'ün incelemesinden de anlaşılacağı gibi, nohut çeşitleri 100 tane ağırlığı bakımından incelendiğinde, çeşitler ve uygulamalar arasında bulunan farklar ($p \leq 0.01$) istatistiki yönden önemli bulunurken; çeşit x uygulama interaksyonu istatistiki yönden önemsiz bulunmuştur. Nohut genotiplerinde 100 tane ağırlığına ait ortalama değerler ile bunların fark grupları Çizelge 4.24'de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Tohuma bakteri aşılamada farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde 100 tane ağırlığına ait ortalamalar (g)

Çeşitler	Uygulamalar						
	Kontrol	Saf su	şekerli su	Süt tozu	Arap zamkı	Metil selüloz	Ort.
Azkan	40.78	40.41	39.24	39.46	38.27	38.94	39.52 B
İspanyol	43.53	41.80	41.39	40.16	40.42	40.87	41.36 A
Ort.	42.16 A	41.10 B	40.32 BC	39.81 C	39.34 C	39.90 C	

*: Aynı harfleri içeren ortalamalar arasında fark yoktur.

Çizelge 4.24'te gösterildiği gibi nohut genotiplerinde 100 tane ağırlığı özelliği incelendiğinde çeşit x uygulama interaksyonu önemsiz bulunmuştur. Çeşitler

yönünden değerlendirildiğinde 41.36 g ile İspanyol çeşidi tohumlarının 100 tane ağırlığı ortalaması Azkan çeşidine göre yüksek bulunmuştur. Yapıştırıcı madde uygulamalarına göre uygulamalar ele alındığında en düşük ağırlık 39.34 g ile arap zankı uygulamasında yer alırken, en yüksek ağırlık 42.16 g ile kontrol uygulamasında belirlendiği görülmüştür. Saf su ile şekerli su ve süt tozu, arap zankı ile metil selüloz uygulamaları aynı grupta yer almışlardır.

Nohut çeşit ıslahında önemli seleksiyon kriterlerinden birisi de yüz tohum ağırlığıdır (Babagil, 2010). Hem yüksek tane verimi elde etmek hem de pazarlama değerinin yüksek oluşması için iri tanelilik istenen bir özelliktir. Nohutta yüz tane ağırlığının kalıtım derecesi çok yüksek olup, tane iriliği çevre koşullarından pek etkilenmemektedir (Büyükdıgan, 2021). Farklı çalışmalarda nohutta yüz tane ağırlığı, Adana’da 27-38 g (Anlarsal vd., 1999), Isparta’da 44-50 g (Karasu vd., 1999), Bursa’da 43-50 g (Kaçar vd., 2005), Konya’da 36-53 g (Bayrak ve Önder, 2017), Antalya’da 31-45 g (Sayılğan ve Kocatürk, 2019) arasında değişim göstermiştir. Ullah vd. (2023), hafif topraklarda tohumlara biyokömür uygulamasıyla nohutta tohum iriliğinin arttığını bildirmiştir. Nohutta ve börülcede yapılan çalışmalarda ise bakteri aşılamanın yüz tohum ağırlığını olumlu etkilediği açıklanmıştır (Karadavut ve Özdemir, 2001; Söğüt, 2005; Gezahegn, 2023).

4.13. Bitki Ağırlığı

Tohuma bakteri aşılama için farklı yapıştırıcı maddelerin kullanıldığı nohut genotiplerinde, bitki ağırlığına ilişkin rakamlarla yapılmış olan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25’te özetlenmiştir.

Çizelge 4.25. Tohuma bakteri aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitki ağırlığına ait varyans analizi

V. K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrürler	2	1.330	0.665	1.570
Çeşitler (Ç)	1	1.247	1.247	2.944 öd
Hata 1	2	0.847	0.424	
Uygulamalar (U)	5	113.242	22.648	77.263**
Ç x U	5	2.915	0.583	1.989 öd
Hata 2	20	5.863	0.293	
Genel	35	125.444	-	
C.V.	% 3.5			

Öd: önemli değil, *: %5, **: %1 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.25'te gösterildiği üzere, bitki ağırlığı bakımından uygulamalar arasındaki farklar ($p \leq 0.01$) önemli bulunurken; çeşitler arası farklılıklar ve çeşit x uygulama interaksyonu istatistiki yönden önemsiz bulunmuştur. Bitki ağırlığına ait ortalama değerler ile bunların fark grupları Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Tohuma bakteri aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitki ağırlığına ait ortalamalar (g)

Çeşitler	Uygulamalar						Ort.
	Kontrol	Saf su	Şekerli su	Süt tozu	Arap zankı	Metil selüloz	
Azkan	12.38	14.60	14.70	16.00	16.80	17.09	15.26
İspanyol	12.74	14.12	14.53	16.71	17.39	18.33	15.63
Ort.	12.56 D	14.36 C	14.61 C	16.35 B	17.09 AB	17.71 A	

*: Aynı harfleri içeren ortalamalar arasında fark yoktur.

Çizelge 4.26'da verildiği gibi nohut genotiplerinde bitki ağırlığı bakımından çeşit x uygulama interaksyonu önemsiz bulunmuş olup, interaksyon ortalamaları aynı grupta yer almıştır. Yapıştırıcı madde uygulamalarına göre elde edilen değerler incelendiğinde, bitki ağırlığı ortalamaları 12.56-17.71 g arasında değişim göstermiştir. Bakterileri tohuma yapıştırmak için ele alınan tüm uygulamalar bitki ağırlığını arttırmıştır. En düşük bitki ağırlığı 12.56 g ile kontrol parsellerinde, en yüksek bitki ağırlığı ise 17.71 g ile metil selüloz uygulamasında saptanmıştır. Bitki ağırlığı ortalamaları bakımından çeşitler arası farklılıklar da önemsiz olmuştur.

Bitki ağırlığı karakteri, nohutta birim alan tohum verimini olumlu yönde etkilemekte olup, yüksek olması istenmektedir. Bitki ağırlığı genotiplerin özelliklerine ve özellikle toprağın organik madde içeriğine göre değişebilmektedir (Koca, 2019; Aldemir, 2019; Büyükdığan, 2021). Rai vd. (2021b), soya fasulyesinde yaptığı çalışmada tohumlara bakteri aşılama yapıştırıcı ajan olarak yerfıstığı yağı ve palmye şekeri kullanılmasıyla arap zankı ve su kullanımına göre bitki ağırlığının arttığını bildirmişlerdir. Isparta koşullarında yürütülen bir çalışmada nohutta bakteri yapıştırıcı ajan kullanılmış, fide yaş ve kuru ağırlıklarında arap zankı ve arap zankı ile deniz yosunu karışımlarından en iyi sonuçların alındığını belirtmişlerdir. Maş fasulyesi ve soya fasulyesinde yapılan çalışmalarda da tohumlara bakteri aşılamanın çeşitli yapıştırıcılar kullanarak yapılmasıyla bitki ağırlıklarının olumlu etkilendiği vurgulanmıştır (Monisha vd., 2023; Shabir vd., 2023). Isparta koşullarında nohutta ekim öncesi tohum uygulamaları yapılan çalışmalarda; çinko uygulamasıyla 14.4-18.6

g (Büyükdıgan, 2021), harpin proteini uygulamasıyla 7.3-11.2 g (Yılmaz, 2021) bitki ağırlığı değerleri elde edilmiştir.

4.14. Bitki Tohum Verimi

Tohuma bakteri aşlamak için farklı yapıştırıcı maddelerin kullanıldığı nohut genotiplerinde, bitki tohum verimine ilişkin rakamlarla yapılmış olan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Tohuma bakteri aşlamada farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitki tohum verimine ait varyans analizi

V. K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrürler	2	1.078	0.539	1.949
Çeşitler (Ç)	1	2.533	2.533	9.162 öd
Hata 1	2	0.553	0.277	
Uygulamalar (U)	5	43.971	8.794	96.294 **
Ç x U	5	1.108	0.222	2.426 öd
Hata 2	20	1.827	0.091	
Genel	35	51.069	-	
C.V.	% 5.06			

Öd: önemli değil, *: %5, **: %1 seviyesinde önemlidir

Çizelge 4.27’de gösterildiği üzere, bitki tohum verimi bakımından veriler incelendiğinde uygulamalar arasında bulunan farklar ($p \leq 0.01$) istatistiki açıdan önemli bulunurken; çeşitlerler arası farklar ve çeşit x uygulama interaksyonu önemsiz bulunmuştur. Bitki tohum verimine ait ortalama değerler ile bunların fark grupları Çizelge 4.28’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.28. Tohuma bakteri aşlamada farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde bitki tohum verimine ait ortalamalar (g/bitki)

Çeşitler	Uygulamalar						Ort.
	Kontrol	Saf su	Şekerli su	Süt tozu	Arap zamkı	Metil selüloz	
Azkan	4.03	5.00	5.10	6.22	6.64	7.22	5.70
İspanyol	4.48	5.77	5.79	6.37	6.70	8.29	6.23
Ort.	4.25 D	5.39 C	5.44 C	6.30 B	6.67 B	7.75 A	

*: Aynı harfleri içeren ortalamalar arasında fark yoktur.

Çizelge 4.28’de incelenmesiyle anlaşıldığı gibi, yapıştırıcı madde uygulamalarına göre bitki tohum verimi değerleri 4.25-7.75 g arasında değişim göstermiştir. En düşük bitki verimi kontrol parsellerinde (4.25 g) belirlenirken, bunu saf su (5.39 g), şekerli su (5.44

g) süt tozu (6.30 g) ve arap zmk (6.67 g) uygulaması izlemiştir. En yüksek bitki verimi ise 7.75 g ile metil selüloz uygulamasından elde edilmiştir. Bitki verimi bakımından saf su ve şekerli su ile süt tozu ve arap zmk uygulamaları aynı istatistik grupta yer almışlardır. Bitki verimi bakımından şeşitler arasında bulunan farklar ise önemsiz bulunmuştur.

Nohut tarımında birim alan tohum veriminin artmasında etkili olan bitkisel karakterlerden birisi de bitkide tohum verimi özelliğidir. İdeal ekim sıklıklarında tek bitki verimi yüksek olan genotiplerin tohum verimi de yüksek olmaktadır. şeşit ıslahında önemli seleksiyon kriterleri arasında sayılmaktadır (Koca, 2019; Büyükdığan, 2021). Bitki tohum verimine şeşidin genetik özellikleri, çevresel etmenler ve yetiştirme teknikleri etkili olabilmektedir (Yılmaz, 2021). Nohutta bakteri aşılama ve azot dozlarına göre tek bitki verimi 4.68-9.73 g (Akdağ ve şehirali, 1995), tohumlara çinko uygulamasıyla 4.8-7.8 g (Büyükdığan, 2021) arasında değişmiştir. şanlı ve Kaya (2008), nohutta ekimden önce tohumların ozmotik olgunlaştırılması ile bitki veriminin arttığını bildirmişlerdir. Tuz stresi altında soya tohumlarında bakteri aşılaması ile bitki tohum verimi artmıştır (Ishaq vd., 2022). Erker ve Brick (2023), nohutta ekimden önce tohumların yapıştırıcı bir madde uygulayarak ekilmesiyle bitki verimliliğinin arttığını vurgulamıştır.

4.15. Hasat İndeksi

Tohuma bakteri aşılamak için farklı yapıştırıcı maddelerin kullanıldığı nohut genotiplerinde, hasat indeksine ilişkin rakamlarla yapılmış olan varyans analiz sonuçları izelge 4.29’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.29. Tohuma bakteri aşılamada farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde hasat indeksine ait varyans analizi

V. K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrürler	2	1.714	0.857	10.678
Çeşitler ()	1	138.651	138.651	1727.196**
Hata 1	2	0.161	0.080	
Uygulamalar (U)	5	30.989	6.198	12.296**
 x U	5	5.466	1.093	2.169 d
Hata 2	20	10.081	0.504	
Genel	35	187.062	-	
C.V.	% 1.75			

d: nemli değil, *: %5, **: %1 seviyesinde önemlidir

Çizelge 4.29’da gösterildiği üzere, hasat indeksine ait veriler incelendiğinde çeşitler ve uygulamalar arasında bulunan farklar ($p \leq 0.01$) istatistiki yönden önemli bulunurken; çeşit x uygulama interaksyonu önemsiz bulunmuştur. Hasat indeksine ait ortalama değerler ile bunların fark grupları Çizelge 4.30’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.30. Tohuma bakteri aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde hasat indeksine ait ortalamalar (%)

Çeşitler	Uygulamalar						
	Kontrol	Saf su	Şekerli su	Süt tozu	Arap zımkı	Metil selüloz	Ort.
Azkan	36.45	38.40	38.49	38.04	39.48	40.65	38.59 B
İspanyol	41.53	42.51	42.02	42.70	42.86	43.44	42.51 A
Ort.	38.99 C	40.46 B	40.26 BC	40.37 B	41.18 AB	42.04 A	

*: Aynı harfleri içeren ortalamalar arasında fark yoktur.

Çizelge 4.30’da gösterildiği gibi, hasat indeksi bakımından çeşit x uygulama interaksyonu önemsiz bulunmuş olup, ortalamalar aynı grupta yer almıştır. Çeşitlerin ortalaması incelendiğinde İspanyol çeşidinin hasat indeksi değerinin (42.51) Azkan çeşidine (38.59) göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Uygulama ortalamaları değerlendirildiğinde, en düşük hasat indeksi değeri %38.99 ile kontrol parsellerinde belirlenmiştir. Bakteri yapıştırmak için kullanılan yapıştırıcı maddeler nohut genotiplerinde hasat indeksini arttırmıştır. En yüksek hasat indeksi değeri %42.04 ile metil selüloz parsellerinde bulunmuştur.

Nohutta tohum verimiyle hasat indeksi arasında olumlu yönde önemli korelasyon bulunmakta olup, genellikle hasat indeksinin yüksek olması istenmektedir. Hasat indeksi çeşitlerin genetik özellikleri ile yetiştirme tekniği paketinde yer alan uygulamalara göre değişmektedir (Koca, 2019; Adak, 2021; Büyükdıgan, 2021). Meral vd. (1998), Ankara’da yaptıkları çalışmada bakteri aşılama ve azot dozlarına göre nohutta hasat indeksinin %34.2-37.3 arasında; Kaya vd. (2002), bezelyede bakteri aşılama yöntemlerine göre 43.5-45.4 arasında; Bayrak ve Önder (2017), Konya’da farklı nohut çeşitlerinde yaptığı araştırmasında çeşitlere göre nohutta hasat indeksinin %31.2-41.8 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Isparta’da harpin proteini ile ekim öncesi tohum muamelesi ile nohutta hasat indeksi %41.6-49.6 arasında değişim göstermiştir (Yılmaz, 2021).

4.16. Birim Alan Tohum Verimi

Tohuma bakteri aşılama için farklı yapıştırıcı maddelerin kullanıldığı nohut genotiplerinde, birim alan tohum verimine ilişkin rakamlarla yapılmış olan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.31’de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Tohuma bakteri aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde birim alan tohum verimine ait varyans analizi

V. K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrürler	2	225.129	112.564	0.684
Çeşitler (Ç)	1	746.200	746.200	4.536 öd
Hata 1	2	329.016	164.508	
Uygulamalar (U)	5	43945.451	8789.090	163.580**
Ç x U	5	800.538	160.108	2.980*
Hata 2	20	1074.596	53.730	
Genel	35	47120.930	-	
C.V.	% 3.1			

Öd: önemli değil, *: %5, **: %1 seviyesinde önemlidir

Çizelge 4.31’de gösterildiği üzere, birim alan tohum verimine ait veriler incelendiğinde, uygulamalar arasında bulunan farklar ($p \leq 0.01$) ve çeşit x uygulama interaksyonu ($p \leq 0.05$) istatistiki yönden önemli bulunurken; çeşitler arasında bulunan farklar önemsiz bulunmuştur. Birim alan tohum verimine ait ortalama değerler ile bunların fark grupları Çizelge 4.32’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.32. Tohuma bakteri aşılama farklı yapıştırıcı madde kullanılan nohut genotiplerinde birim alan tohum verimine ait ortalamalar (kg/da)

Çeşitler	Uygulamalar						
	Kontrol	Saf su	Şekerli su	Süt tozu	Arap zımkı	Metil selüloz	Ort.
Azkan	148.57 C	233.73 B	234.73 B	251.57 A	260.40 A	263.30 A	232.05
İspanyol	173.87 C	248.60 B	246.40 B	250.37 B	258.90 AB	268.80 A	241.15
Ort.	161.22 D	241.17 C	240.57 C	250.97 BC	259.65 AB	266.05 A	

*: Aynı harfleri içeren ortalamalar arasında fark yoktur.

Çizelge 4.32’de gösterildiği üzere, birim alan tane verimi bakımından çeşit x uygulama interaksyonu önemli bulunmuş olup, hem azkan hem de ispanyol çeşidinde en düşük tohum verimi değerleri kontrol parsellerinde (sırasıyla 148.57 ve 173.87 kg/da) saptanmıştır. Her iki çeşitte de bakteri aşılama yapıştırıcı madde uygulamaları tohum verimini önemli düzeyde arttırmıştır. En yüksek tohum verimleri Azkan çeşidinde süt tozu, arap zımkı ve metil selüloz uygulamalarında; İspanyol çeşidinde ise metil selüloz uygulamasında belirlenmiştir. Çeşitlerin uygulaması olarak

uygulamalar deęerlendirildięinde, en dūřuk ortalama verim (161.22 kg/da) kontrol parsellerinde belirlenirken, bunu saf su, řekerli su, sūt tozu ve arap zamkū uygulamaları izlemiřtir. 266.05 kg/da tohum verimi ile en yūksek ortalama metil selūloz uygulamasından elde edilmiřtir. Birim alan verimi yūnūnden çeřitler arasındaki farklar önemli olmamıřtır.

Nohut yetiřtiricilięinde, agronomistlerin ve ıřlahıların en temel hedefleri birim alan tohum verimi yūksek çeřitlerin eldesi ve tarımda kullanılmasıdır. Birim alan tohum verimi çiftçiler için de nihai hedef durumundadır. Birçok kūltūr bitkisinde olduęu gibi nohutta da tohum verimi çeřitlerin genetik potansiyelleri, evre faktörleri ve uygulanan tarımsal iřlemlere göre deęiřmektedir. Nohutta verim potansiyeli birçok bitkisel özellięin doęrudan ya da dolaylı etkileri ile ortaya çıkmaktadır (Koca, 2019; Adak, 2021; Būyūkdıęan, 2021). Meral vd. (1998), nohutta yaptıkları çalıřmada, Kaya vd. (2002) ise bezelyede yaptıkları çalıřmada bakteri ařılama ile tohum veriminin önemli dūzeyde arttıęını saptamıřlardır. Zhou vd. (2017), nohutta yaptıkları çalıřmada tohumlara bakteri ařılamak için metil selūloz ve sodyum aljinate birlikte, yaęsız sūt tozu uygulamasıyla verimin önemli dūzeyde arttıęını açıklamıřlardır. Erker ve Brick (2023), nohutta ařılama ile tohum veriminin dekara 3-9 kg arasında artabileceęini bildirmiřtir. Gezahegn (2023) ise brūlce çeřitlerinde kontrol parsellerinde yaklařık 109 kg olan verimin ařılama ile 167 kg/da'a yūkseldięini belirtmiřtir. Batı Akdeniz bölgesinde yapılan bir arařtırmada lokasyonlara ve çeřitlere göre tohum verimi 134-239 kg/da arasında deęiřtięi belirlenmiřtir (Sayılğan ve Kocatūrk, 2019). İzmīr'de yūrūtūlen bir çalıřmada kışlık olarak ekilen nohutta tane verimi 161-226 kg/da olarak saptanmıřtır (Altınbař ve Sepetoęlu, 2003). Nohut ūzerinde yapılan çalıřmalarda; Muř kořullarında çeřitlere göre 91-153 kg/da (Babagil, 2010), řanlıurfa kořullarında 140-398 kg/da (Demirci ve Bildirici, 2020) ve Van kořullarında 111.7-162.8 kg/da (Sarımurat vd., 2022) arasında tane verimi elde edildięi vurgulanmıřtır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Nohut genotiplerinde tohuma bakteri aşılama farklı yapıştırıcı maddelerin kullanıldığı bu çalışmada; fenolojik özellikler bakımından, çıkış süresinde çeşit x uygulama interaksyonu, ilk çiçeklenme süresinde çeşitler ve uygulamalar arasındaki farklar, ilk bakla bağlama süresinde uygulamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemli bulunmuştur. Vejetasyon süresinde ise ele alınan uygulamaların etkisi önemsiz bulunmuştur. Yapıştırıcı madde uygulamalarına göre bakterilerin süt tozu, arap zampkı ve metil selüloz ile yapıştırılması bitki çıkışlarını hızlandırarak, çıkış sürelerini önemli ölçüde kısaltmıştır. İlk çiçeklenme süresi bakımından, denemede ele alınan tüm uygulamalar (su, şekerli su, süt tozu, arap zampkı, metil selüloz) kontrol parsellerine göre çiçeklenmenin daha hızlı olmasını sağlamıştır. Bakla bağlama süresi bakımından ise en erken bakla bağlama süt tozu ve metil selüloz uygulamalarından elde edilmiştir.

Nodülasyon gözlemleri yönünden hem nodül sayısı hem de ağırlığında çeşitler ve uygulamalar arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Her iki özellikte de en yüksek değerler bakterilerin metil selüloz ile yapıştırıldığı uygulamada belirlenmiştir.

Morfolojik ve verim özellikleri değerlendirildiğinde, bitki boyu, bitki ağırlığı ve bitki tohum verimi özelliklerinde uygulamalar arasındaki farklar; ilk meyve yüksekliği, dal sayısı, yüz tane ağırlığı ve hasat indeksi özelliklerinde çeşitler ve uygulamalar arasındaki farklar; bitkide bakla ve tane sayısı ile birim alan tohum veriminde ise çeşit x uygulama interaksyonları önemli bulunmuştur. Yüz tane ağırlığı özelliğinde en yüksek ortalamalar kontrol parsellerinde belirlenmiş, bakterileri yapıştırmak için kullanılan maddeler tane iriliğinin azalmasına neden olmuştur. Dal sayısı özelliğinde en yüksek ortalamalar saf su ve şekerli su uygulamalarından, bitkide bakla sayısı ve tane sayısı özelliklerinde ise arap zampkı ve metil selüloz uygulamalarında saptanmıştır. Bitki boyu, ilk baklanın yüksekliği, bitki ağırlığı, bitki verimi, hasat indeksi ve birim alan tohum verimi karakterlerinde ise en yüksek ortalama değerler bakterilerin metil selüloz ile tohumlara yapıştırıldığı uygulamalarda saptanmıştır.

Sonuç olarak, nohut çeşitlerinde bakterileri tohuma yapıştırmak için kullanılan yapıştırıcı maddeler hem nodülasyon hem de verim ve verim öğelerinde artışlara neden olmuştur. Özellikle arap zampkı ve metil selüloz en yüksek ortalamalara sahip olmuştur.

Bu nedenle nohutta bakteri aşılama da arap zankı ve metil selülozun yapıştırıcı ajan olarak kullanılabileceğini söyleyebiliriz.



KAYNAKLAR

- Adak, M. S., Kayan, N., & Benlioğlu, B. (2015). Yemelik Tane Baklagiller Üretiminde Değişimler ve Yeni Arayışlar. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi*. 2-16 Ocak, Ankara, 387-400.
- Adak, M. S. (2021). *Yemelik Baklagiller*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Akdağ, C., & Şehirali, S. (1995). The effects of inoculation (*Rhizobium* spp.), nitrogen application and plant density on the yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *The Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 12(1), 122-134.
- Aldemir, B. (2019). *Nohut (Cicer arietinum L.) Tarımında Gül Posası, Ahır Gübresi ve Aşılamanın Verim ve Bazı Verim Ögelerine Etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü)
- Altınbaş, M., & Sepetoğlu, H. (2003). Kışlık ekilen nohut hatlarında verim ve bazı tarımsal özellikler için performans ve adaptasyon ilişkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(1), 49-56.
- Altınkaynak, C. (2019). *Fethiye koşullarında Bakteri Aşılamanın, Gübrelemenin Nohutta Verim, Kalite ve Çevre Üzerine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Anderson, B. (2008). *Using Rhizobium Inoculants For Legumes*. Crop Watch.
- Anlarsal, A. E., Yücel, C., & Özveren, D. (1999). Çukurova koşullarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) hatlarının verim ve verimle ilgili özelliklerinin saptanması üzerine bir araştırma. *Türkiye*, 3, 342-347.
- Anonim (2021). FAO Nohut Üretimi Verileri. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Son erişim tarihi: 20 Mart 2023)
- Anonim (2023). Inoculating Legume Seed. <https://grazer.ca.uky.edu/content/inoculating-legume-seed>. (Son erişim tarihi: 03 Ekim 2022)
- Avçin, A., Avcı, M., Ryan, J., & Matar, A. (1992). Soil water and inorganic nitrogen accumulation of sowing time of wheat in a two-year rotation as influenced by previous crops under central Anatolian conditions. Fertilizer use efficiency under rain-fed agriculture in west Asia and North Africa. In *Proceedings of the fourth regional workshop, Agadir, Morocco* (pp. 64-70).
- Aydoğan, Y. (2019). *Eskişehir Ekolojik Koşullarında Bazı Nohut (Cicer arietinum L.) Çeşitlerinin Tarımsal Özelliklerinin ve Özellikler Arası İlişkilerin Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)

- Babagil, G. E. (2010). Muş ekolojik koşullarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin verim ve verim unsurlarının değerlendirilmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(3), 181-186.
- Balwant, S., Laura, R. D., & Gupta, V. K. (1984). Influence of Mo, Zn and Rhizobium inoculation on dry matter yield and nitrogen content in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *International Journal of Tropical Agriculture*, 2(2), 159-165.
- Bayrak, H., & Önder, M. (2017). Konya ekolojisi'nde tarımı yapılan yerel nohut popülasyonları ve çeşitlerinin (*Cicer arietinum* L.) tarımsal, teknolojik ve besinsel karakterlerinin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26, 52-61.
- Beck, D. P. (1992). Yield and nitrogen fixation of chickpea cultivars in response to inoculation with selected rhizobial strains. *Agronomy Journal*, 84(3), 510-516. <https://doi.org/10.2134/agronj1992.00021962008400030029x>
- Bhattacharjya, S., & Chandra, R. (2013). Effect of inoculation methods of Mesorhizobium ciceri and PGPR in chickpea (*Cicer areietinum* L.) on symbiotic traits, yields, nutrient uptake and soil properties. *Legume Research-An International Journal*, 36(4), 331-337.
- Büyükdıgan, C. (2021). Nohut (*Cicer arietinum* L.)'ta Çinko İçerikli Biyostimülatör ile Tohum Uygulamasının Verim ve Bazı Verim Öğelerine Etkileri. (Yüksek Lisans Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü)
- Calcagno, F., Gallo, G., Venora, G., Iaiani, M., & Raimondo, I. (1988). Early sowing increases chickpea yields in the dry, warm environment of Sicily, Italy. *International Chickpea Newsletter*, 18, 28-29.
- Davidson, F., & Reuszer, H. W. (1978). Persistence of Rhizobium japonicum on the soybean seed coat under controlled temperature and humidity. *Applied and Environmental Microbiology*, 35(1), 94-96.
- Demirci, Ö., & Bildirici, N. (2020). Şanlıurfa ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (20), 656-662.
- Doğan, R., Yağdı, K., Uzun, A., Çakmak, F., Turgut, İ., & Yürür, N. (1999). Bursa Kuru Koşullarında Buğday İçin En Uygun Ekim Nöbeti Sistemlerinin Belirlenmesi. *Türkiye III. Tarla Bitkileri Kongresi*. 15-18 Kasım, Adana, 252-257.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., & Gürbüz, F. (1987). *Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metotları)*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.

- Ekizce, M., & Adak, M. S. (2005). Nohutta Normal ve Geciktirilmiş Ekimlerde Tohumlara Uygulanan İşlemlerin Çimlenme, Çıkış ve Verime Etkileri. *Türkiye VI. Tarla 64 Bitkileri Kongresi*. 5-9 Eylül, Antalya, 285-289.
- Elegba, M. S., & Rennie, R. J. (1984). Effect of different inoculant adhesive agents on rhizobial survival, nodulation, and nitrogenase (acetylene-reducing) activity of soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill). *Canadian Journal of Soil Science*, 64(4), 631-636.
- Elkoca, E. (2007). Priming: ekim öncesi tohum uygulamaları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38(1), 113-120.
- Erker, B., & Brick, M. A. (2023). Legume seed inoculants. Colorado State University Cooperative Extension. <https://extension.colostate.edu/topic-areas/agriculture/legume-seed-inoculants-0-305/> (Son erişim tarihi: 20 Mart 2023)
- Eser, D. (1978). *Yemeklik Tane Baklagiller*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Rotosu.
- Eser, D., Geçit, H. H., Emekliler, Y., & Kavuncu, O. (1989). Increasing and valuating of chickpea gene material. *Turkish Journal of Agriculture Forestry*, 13, 246-254.
- Gahoonia, T. S., Ali, R., Malhotra, R. S., Jahoor, A., & Rahman, M. M. (2007). Variation in root morphological and physiological traits and nutrient uptake of chickpea genotypes. *Journal of Plant Nutrition*, 30(6), 829-841.
- Gezahegn, L. Y. (2023). *Growth, Nodulation and Yield Response of Cowpea [Vigna unguiculata (L.) Walp.] Varieties to Bradyrhizobium Inoculation in Dale and Hawassa, Sidama Region, Southern Ethiopia*. (Doctoral Dissertation)
- Gözütok, M. (2021). *Farklı Dozlarda Uygulanan Azotlu Gübre Formları ve Bakteri Aşılmasının Nohutta (Cicer arietinum L.) Nodül Oluşumu ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Harris, D., Joshi, A., Khan, P. A., Gothkar, P., & Sodhi, P. S. (1999). On-farm seed priming in semi-arid agriculture: development and evaluation in maize, rice and chickpea in India using participatory methods. *Experimental Agriculture*, 35(1), 15-29. <https://doi.org/10.1017/S0014479799001027>
- Hoben, H. J., Aung, N. N., Somasegaran, P., & Kang, U. G. (1991). Oils as adhesives for seed inoculation and their influence on the survival of *Rhizobium* spp. and *Bradyrhizobium* spp. on inoculated seeds. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 7(3), 324-330. <https://doi.org/10.1007/BF00329398>
- Hoque, M., & Haque, S. (2002). Effects of gibberellic acid (GA) on physiological contributing characters of mungbean (*Vigna radiata*). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 5(4), 401-403.

- Hynes, R. K., Craig, K. A., Covert, D., Rennie, R. J., & Smith, R. S. (1995). Liquid rhizobial inoculants for lentil and field pea. *Journal of Production Agriculture*, 8(4), 547-552. <https://doi.org/10.2134/jpa1995.0547>
- Ishaq, A. S., Hayatu, M., Sani, L. A., & Ahmed, H. (2022). Effect of rhizobia inoculation on growth and yield of selected soybean (*Glycine max* L.) varieties under salt stress. *Journal of Agriculture and Environment*, 18(2), 37-48.
- İşler, E., & Coşkan, A. (2009). Farklı bakteri bradyrhizobium japonicum aşılama yöntemlerinin soyada azot fiksasyonu ve tane verimine. *Journal of Agricultural Sciences*, 15(04), 324-331. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001107
- Jansen, J. P., Schiffers, B., Mathot, P., & Brakel, J. (1994). Use of bacteria protections in pelleting for preinoculation of bean-seeds (*Phaseolus-vulgaris* L.). *Seed Science and Technology*, 22(2), 329-336.
- Junior, F. P. I., Rohr, T. G., Oliveira, P. J. D., Xavier, G. R., & Rumjanek, N. G. (2009). Polymers as carriers for rhizobial inoculant formulations. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44, 1184-1190.
- Kaçar, O., Göksu, E., & Azkan, N. (2005). Bursa koşullarında farklı bakteri suşları ile aşılamanın bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşit ve hatlarında verim ve verim öğeleri üzerine etkisinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42(3), 21-32.
- Kağan, S. (2012). *Bakteri Aşılama ve Azot Uygulamasının Nohut (Cicer arietinum L.) Çeşitlerinde Verim ve Verim Öğelerine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Kandil, A. E., & Özdamar Ünlü, H. (2023). Effect of rhizobium inoculation on yield and some quality properties of fresh cowpea. *Cogent Food & Agriculture*, 9(2), 2275410. <https://doi.org/10.1080/23311932.2023.2275410>
- Karadavut, U., & Özdemir, S. (2001). Rhizobium aşılması ve azot uygulamasının nohutun verim ve verimle ilgili karakterlerine etkisi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 11(1), 14-22.
- Karaman, R., Kaya, M., & Türkay, C. (2022). Effects of Mycorrhiza Effectiveness and Different Adhesive Agents Used in Bacteria Inoculation Process to Chickpea for Nodulation and Some Seedling Growth. IV. *Balkan Agricultural Congress*. 31 August – 02 September, 2022, Edirne, Turkey, 552-557.
- Karasu, A., Karadoğan, T., Çarkçı, K., & Türk, M. (1999). Isparta koşullarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) hat ve çeşitlerin adaptasyonu üzerinde bir araştırma. *Türkiye III. Tarla Bitkileri Kongresi*. 15-18 Kasım, Adana, 336-341.
- Kaur, S., Gupta, A. K., & Kaur, N. (2002). Effect of osmo-and hydropriming of chickpea seeds on seedling growth and carbohydrate metabolism under water

deficit stress. *Plant Growth Regulation*, 37, 17-22.
<https://doi.org/10.1023/A:1020310008830>

Kaya, M. D., Çiftçi, C. Y., & Kaya, M. (2002). Bakteri aşılması ve azot dozlarının bezelye (*Pisum sativum* L.)'de verim ve verim öğelerine etkileri. *Journal of Agricultural Sciences*, 8(04), 300-305.
https://doi.org/10.1501/Tarimbil_00000000762

Kaya, M., Sanli, A., & Tonguç, M. (2010). Effect of sowing dates and seed treatments on yield, some yield parameters and protein content of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *African Journal of Biotechnology*, 9(25), 3833-3839.

Kaydan, D. (2006). Farklı salisilik asit dozları ve uygulama şekillerinin buğday (*Triticum aestivum* L.) ve mercimekte (*Lens culinaris* Medik.) verim ve verim öğeleri üzerine etkileri. *Journal of Agricultural Sciences*, 12(03), 285-293.
https://doi.org/10.1501/Tarimbil_00000000463

Khan, A., Panthari, D., Sharma, R. S., Punetha, A., Singh, A. V., & Upadhyay, V. K. (2023). Biofertilizers: a microbial-assisted strategy to improve plant growth and soil health. In *Advanced Microbial Techniques in Agriculture, Environment, and Health Management*. (pp. 97-118).

Kıcıır, S. (2023). *Soya Fasulyesi (Glycine Max L.)'nde Epibrassinolide Uygulamalarının Verim ve Bazı Verim Öğelerine Etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü)

Koca, M. A. (2019). *Çinko Uygulamasının Nohut (Cicer arietinum L.) Çeşitlerini Tane Çinko İçeriğinin Zenginleştirilmesi ve Verim Öğelerine Etkisi*. (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)

Korkmaz, Y., & Anlarsal, A. E. (2005). Çukurova koşullarında bazı kışlık nohut (*Cicer arietinum* L.) hatlarının verim ve verimle ilgili özelliklerinin saptanması üzerine araştırmalar. *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 4, 115-124.

Kumar, M. S., & Thangaraju, M. (2002). Survival of Rhizobium strains on the legume seeds. *Legume Research-An International Journal*, 25(3), 184-187.

Laabas, S., Boukhatem, Z. F., Bouchiba, Z., Benkritly, S., Abed, N. E., Yahiaoui, H., Bekki, A., & Tsaki, H. (2017). Impact of single and co-inoculations with Rhizobial and PGPR isolates on chickpea (*Cicer arietinum*) in cereal-growing zone soil. *Journal of Plant Nutrition*, 40(11), 1616-1626.
<https://doi.org/10.1080/01904167.2016.1270317>

Lekatompessy, S., Murniati, E., Kartika, T., & Sukiman, H. I. (2020). Study of The Presence of Rhizobium Bacteria Which Were Inserted Into The Cell Tissue of Soybean Seed Using Vacuum Technology. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 23-24 October, Tangerang, Indonesia, 1-9.

- Leport, L., Turner, N. C., French, R. J., Barr, M. D., Duda, R., Davies, S. L., ... & Siddique, K. H. M. (1999). Physiological responses of chickpea genotypes to terminal drought in a Mediterranean-type environment. *European Journal of Agronomy*, 11(3-4), 279-291. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(99\)00039-8](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(99)00039-8)
- Meral, N., Çiftçi, C. Y., & Ünver, S. (1998). Bakteri aşılması ve değişik azot dozlarının nohut (*Cicer arietum* L.)'un verim ve verim öğelerine etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 44-59.
- Monisha, S., Renganayaki, P. R., Sundareswaran, S., Nakkeeran, S., & Varanavasiappan, S. (2023). Seed coating with biodegradable stickers for enhancement of inoculant viability and their beneficial properties on seed germination of blackgram [*Vigna mungo* (L.) Hepper.]. *Agricultural Science Digest*, 43(4), 472-477.
- Müderiszade, H. Ö. (1996). *İri ve Orta Taneli Nohutlarda Büyüme, Verim ve Verim Öğeleri Arasındaki İlişkiler*. (Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Nakei, M. D., Venkataramana, P. B., & Ndakidemi, P. A. (2023). Preliminary symbiotic performance of indigenous soybean (*Glycine max*)-nodulating rhizobia from agricultural soils of Tanzania. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6, 1085843. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.1085843>
- Özbağ, T. (2013). *Tescilli Bazı Nohut (Cicer arietinum L.) Çeşitlerinin Simbiyotik Performansları ve Bitki Besin Elementi Alımının Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Rai, A., Jha, M. N., Singh, D., Thapa, S., Chaurasia, S. K., & Jha, G. (2021a). Detection of endophytic association between *Aeschynomene* nodulating *Bradyrhizobium* sp. and traditional Desariya rice roots under rice-*Aeschynomene* ecosystem of chaur land, Bihar, India. *Biologia Futura*, 73, 95–105. <https://doi.org/10.1007/s42977-021-00105-0>
- Rai, Q., Choudhury, R., Soti, P., & Racelis, A. (2021b). Rhizobial adhesives enhance nodule formation in sunn hemp. *BioRxiv*, 1-10. <https://doi.org/10.1101/2021.09.27.461990>
- Rezaei, F. (2012). *Nohut (Cicer arietinum L.)'ta Tohum Ön Uygulamanın İlk Gelişme, Nodülasyon ve Tane Verimi Üzerine Etkileri*. (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Rice, W. A., & Olsen, P. E. (1983). Inoculation of alfalfa seed for increased yield on moderately acid soil. *Canadian Journal of Soil Science*, 63(3), 541-545.
- Rice, W. A., Clayton, G. W., Lupwayi, N. Z., & Olsen, P. E. (2001). Evaluation of coated seeds as a *Rhizobium* delivery system for field pea. *Canadian Journal of Plant Science*, 81(2), 247-253.

- Saif, S., Abid, Z., Ashiq, M. F., Altaf, M., & Ashraf, R. S. (2021). Biofertilizer formulations. In *Biofertilizers: Study and Impact*. (pp. 211-256)
- Sarımurat, M. Ş., Kulaz, H., & Erdin, F. (2022). Van ekolojik koşullarında yetiştirilebilen bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *MAS Journal of Applied Sciences*, 7(1), 128-138.
- Sattar, M. A., Podder, A. K., & Chanda, M. C. (1996). Rhizobial biofertilizers: the most promising BNF technology for increased grain legume production in Bangladesh. In *Biological Nitrogen Fixation Associated with Rice Production: Based on selected papers presented in the International Symposium on Biological Nitrogen Fixation Associated with Rice, Dhaka, Bangladesh, 28 November–2 December, 1994* (pp. 15-20).
- Sayılğan, Ç., & Kocatürk, M. (2019). Sahil ve geçit kuşağına uygun tescilli ve yerel nohut çeşitlerinin Batı Akdeniz Bölgesi'nde yazlık ekim verim performanslarının değerlendirilmesi. *Derim*, 36(2), 207-216. <https://doi.org/10.16882/derim.2019.583786>
- Sepetoğlu, H. (1992). Yemeklik Dane Baklagiller. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Notları:24, İzmir, 262 s.
- Shabir, R., Li, Y., Megharaj, M., & Chen, C. (2023). Biopolymer as an additive for effective biochar-based rhizobial inoculant. *Science of The Total Environment*, 912, 169263. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169263>
- Söğüt, T. (2005). Aşılama ve azotlu gübre uygulamasının bazı soya çeşitlerinin verim ve verim özelliklerine etkisi. *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*, 18(2), 213-218.
- Stupina, L. A. (2018). The influence of rizotorfin inoculant and carboxymethylated products on soybean photosynthetic activity and productivity in temperate-arid steppe of the Altai Region. *Bulletin of Altai State Agrarian University*.
- Şahin, S. (2008). *Nohut Genotiplerinin (Cicer arietinum L.) Farklı Azot Dozları ve Bakteri Aşılama Koşullarında Azot Kullanım Etkinliklerinin Belirlenmesi*. (Doktora Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Şanlı, A., & Kaya, M. (2008). Tohum muameleleri ile farklı ekim zamanlarının nohut (*Cicer arietinum* L.)'un verim ve verim unsurlarına etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(2), 42-51.
- Thanni, B. M., Soretire, A. A., Adejuyigbe, C. O., & Obuotor, T. M. (2017). Nitrogen fixation and nodulation of soybean as affected by rhizobial inoculation using different seed adhesives in a sandy clay loam soil. *Nigerian Journal of Biotechnology*, 33, 72-77.
- Ullah, S., Ul Haq, T., Shehzad, M. A., Ahmad, K. S., Imran, M., Matloob, A., ... & Wang, J. (2023). Fe and Zn-loaded cotton-sticks biochar and organic amendments improves chickpea production by enhancing ionic uptake and

chemical properties of sandy soils. *Cogent Food & Agriculture*, 9(2), 2265110. <https://doi.org/10.1080/23311932.2023.2265110>

- Volpiano, C. G., Lisboa, B. B., Granada, C. E., José, J. F. B. S., de Oliveira, A. M. R., Beneduzi, A., & Vargas, L. K. (2019). Rhizobia for biological control of plant diseases. In *Microbiome in Plant Health and Disease: Challenges and Opportunities*. (pp. 315-336)
- Voss, M., Calegari, A., & Riberio, P. G. F. (1990). Response of chickpeas inoculated with *Rhizobium* to two levels of calcium. *Soil and Fertilizers*, 53(4), 262.
- Weaver, R. W., Materon, L. A., Krautmann, M. E., & Rouquette, F. M. (1985). Survival of *Rhizobium trifolii* in soil following inoculation of arrowleaf clover. *MIRCEN Journal of Applied Microbiology and Biotechnology*, 1, 311-318. <https://doi.org/10.1007/BF01553415>
- Yağmur, M., & Engin, M. (2005). Farklı fosfor ve azot dozları ile bakteri (*Rhizobium ciceri*) aşılamanın nohut (*Cicer arietinum L.*)'un tane verimi ve bazı verim öğeleri ile ham protein oranı üzerine etkileri. *Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 15(2), 93-102.
- Yılmaz, E. D. (2021). *Nohut (Cicer arietinum L.)'ta Harpin Proteini ile Tohum Uygulamasının Verim ve Bazı Verim Öğelerine Etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü)
- Zhou, J., Deng, B., Zhang, Y., Cobb, A. B., & Zhang, Z. (2017). Molybdate in rhizobial seed-coat formulations improves the production and nodulation of alfalfa. *PLoS One*, 12(1), e0170179.

ÖZGEÇMİŞ

