



**FARKLI EKİM NORMU VE AZOT
SEVİYELERİNİN ÇEMEN (*Trigonella foenum-
graecum* L.) BİTKİSİNİN VERİM, VERİM
UNSURLARI VE KALİTESİNE ETKİLERİ**

Furkan ÇOBAN

Danışman: Prof. Dr. Hakan ÖZER

Doktora Tezi

Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı

2021

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARLA BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI

FARKLI EKİM NORMU VE AZOT SEVİYELERİNİN ÇEMEN (*Trigonella foenum-graecum* L.) BİTKİSİNİN VERİM, VERİM UNSURLARI VE KALİTESİNE ETKİLERİ

(Effect of Different Sowing Norms and Nitrogen Rates on the Yield, Yield Component and Quality of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.))

DOKTORA TEZİ

Furkan ÇOBAN

Danışman: Prof. Dr. Hakan ÖZER

Erzurum
Ocak, 2021

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Furkan ÇOBAN tarafından hazırlanan “Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinin Çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) Bitkisinin Verim, Verim Unsurları ve Kalitesine Etkileri” başlıklı çalışması 25/01/2021 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof. Dr. Ramazan ÇAKMAKÇI <i>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi</i>	
Danışman:	Prof. Dr. Hakan ÖZER <i>Atatürk Üniversitesi</i>	
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Atilla DURSUN <i>Atatürk Üniversitesi</i>	
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. İsa TELCİ <i>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi</i>	
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Taşkın POLAT <i>Atatürk Üniversitesi</i>	

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

Bu çalışma BAP projeleri kapsamında desteklenmiştir.
Proje No: FBA-2017-6100

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Doktora Tezi olarak Prof. Dr. Hakan ÖZER danışmanlığında sunulan “Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinin Çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) Bitkisinin Verim, Verim Unsurları ve Kalitesine Etkileri” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	13	30
Kaynak Özetleri	16	30
Materyal ve Yöntem	19	35
Araştırma Bulguları ve Tartışma	9	20
Sonuç ve Öneriler	12	20
Tezin Geneli	11	25

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Furkan ÇOBAN	Prof. Dr. Hakan ÖZER
26.1.2021	26.1.2021
İmza:	İmza:

* Tez ile ilgili YÖKTEZ'de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması, nutrasötik ve farmakolojik özelliklere katkıda bulunan biyoaktif maddeler nedeniyle fonksiyonel gıda olarak kullanılan ve tıbbi özellikleri nedeniyle günümüzde evrensel bir ilgi gören çemen bitkisinde üreticiler için ihtiyaç duyulan eksiklikleri gidermek ve üzerinde yeterli araştırmanın yapılmadığı ekim normu ve azot dozunun farklı çemen genotiplerinde verim ve kalite bileşenleriyle ilgili çok sayıdaki parametreye etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Gerek akademik, gerekse özel hayatımda her zaman desteğini gördüğüm, değerli vaktini her zaman büyük bir sabırla bana ayıran değerli hocam Prof. Dr. Hakan ÖZER'e sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tez çalışmam süresince yardım ve desteklerini esirgemeyen kıymetli hocalarım Prof. Dr. Atilla DURSUN, Prof. Dr. Taşkın POLAT, Prof. Dr. Bilal YILMAZ, Prof. Dr. Erdoğan ÖZTÜRK, Doç. Dr. Haydar KILIÇ, Doç. Dr. Ali KAHRAMAN, Doç. Dr. M.Kerim GÜLLAP, Dr. Öğr. Üyesi Musa SEYMEN ve Dr. Öğr. Üyesi Gürsel ÖZKAN'a, mesai arkadaşlarım Arş. Gör. Selçuk KODAZ ve Arş. Gör. Sedat SEVEROĞLUN'a,

Çalışmamızın finansal desteğini FBA-2017-6100 nolu proje ile destekleyen BAP koordinatörlüğüne, tarla çalışmalarını yürüttüğüm Bitkisel Üretim Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğüne, kalite analizlerini gerçekleştirdiğim Doğu Anadolu Yüksek Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (DAYTAM) personeline,

Hayatım boyunca güzel namına yaptığım işlerin tamamına tüm güçleriyle desteklerini esirgemeyen sevgili eşim ve biricik kızıma, değerli anne ve babama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Furkan ÇOBAN

ÖZET

DOKTORA TEZİ

FARKLI EKİM NORMU VE AZOT SEVİYELERİNİN ÇEMEN (*TRIGONELLA FOENUM-GRAECUM* L.) BİTKİSİNİN VERİM, VERİM UNSURLARI VE KALİTESİNE ETKİLERİ

Furkan ÇOBAN

Danışman: Prof. Dr. Hakan ÖZER

Amaç: Bu araştırmada farklı azot dozu ve ekim normlarında yetiştirilen çemen genotiplerinin verim ile bazı tarımsal ve kalite özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem: 2016 ve 2017 yıllarında Erzurum ekolojik koşullarında “Şansa Bağlı Tam Bloklar” deneme desenine göre yürütülen bu çalışmada 2 çemen genotipi (İran ve Türkiye), 3 ekim normu (2, 4, 6 kg/da) ve 5 azot dozunun (0, 2, 4, 6 ve 8 kg/da) kombinasyonları 4 tekerrürlü olarak test edilmiştir.

Bulgular: Araştırmada çemen genotiplerinin incelenen karakterlere etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Genel olarak, Türkiye genotipinin İran genotipine göre tohum verimi, yağ oranı ve diosgenin oranı bakımından daha üstün olduğu belirlenmiştir. Farklı ekim normlarının, bakla uzunluğu, protein oranı ve yağ oranı hariç diğer bütün karakterler üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ekim normunun dekara 2 kg’dan 4 kg’a çıkarılması tohum verimi, diosgenin oranı ve trigonelline miktarını artırmıştır. Azot dozları, incelenen bütün parametreleri önemli derecede etkilemiştir. Tohum verimi 4 kg/da azot dozuna kadar artış göstermiş ve en fazla verim bu azot dozundan elde edilmiştir. En yüksek diosgenin oranı ve trigonelline miktarı 6 kg/da dozundan elde edilmiştir.

Sonuç: Erzurum ekolojik koşullarında gerçekleştirilen bu araştırma, çemende tohum verimi bakımından Türkiye genotipinin daha uygun olduğu ve dekara 4 kg ekim normu ile 2 kg azot dozunun kullanılması durumunda en iyi sonucun alınabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Çemen, *Trigonella foenum-graecum*, genotip, ekim normu, azot dozu, tohum verimi, diosgenin, trigonelline.

Ocak 2021, 159 sayfa

ABSTRACT

DOCTORAL DISSERTATION

EFFECT OF DIFFERENT SOWING NORMS AND NITROGEN RATES ON THE YIELD, YIELD COMPONENT AND QUALITY OF FENUGREEK (*Trigonella foenum-graecum* L.)

Furkan ÇOBAN

Supervisor: Prof. Dr. Hakan ÖZER

Purpose: The objective of this study was to evaluate the effects of different sowing norms and nitrogen rates on the yield, some agricultural and quality parameters of fenugreek genotypes.

Method: This research was conducted under Erzurum ecological conditions in 2016 and 2017. The experimental design was a randomized complete block with four replicates. Treatments consisted of the combinations of two genotypes (Turkey and Iran), three sowing norms (2, 4, 6 kg da⁻¹), and five nitrogen rates (0, 2, 4, 6 and 8 kg da⁻¹).

Findings: The effect of fenugreek genotypes on the characteristics examined was statistically significant. Overall, Turkish genotype was superior to Iranian genotype in terms of seed yield, oil content and diosgenin ratio. The effect of different sowing norms on all other characteristics except pod length, protein content and oil content was statistically significant. Increasing the sowing rate to 4 kg da⁻¹ increased seed yield, diosgenin rate and trigonelline amount. Nitrogen rates significantly affected all parameters studied. Highest seed yield was obtained from nitrogen rate of 4 kg da⁻¹, and the highest of trigonelline and diosgenin content from the nitrogen rate of 6 kg da⁻¹.

Results: The results of the study carried under Erzurum ecological conditions showed that Turkish genotype was more suitable in terms of seed yield and that the sowing norm of 4 kg da⁻¹ and the nitrogen rate of 2 kg da⁻¹ gave the best results.

Keywords: *Trigonella foenum-graecum*, fenugreek, genotype, sowing norm, nitrogen dose, seed yield, diosgenin, trigonelline

January 2021, 159 pages

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ	xiv
GİRİŞ.....	1
KURAMSAL TEMELLER.....	10
MATERYAL ve YÖNTEM	25
Materyal	25
Araştırma yeri.....	25
Araştırma yerinin iklim ve toprak özellikleri	25
Araştırmada kullanılan çemen genotipleri	27
Araştırmada kullanılan gübreler.....	27
Yöntem.....	28
Deneme deseni	28
Toprak hazırlığı.....	28
Gübreleme	28
Ekim ve bakım	30
Hasat ve harman.....	30
Sonuçların değerlendirilmesi	30
Agronomik, verim ve kalite ilgili yapılan gözlem ve incelemeler.....	30
ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	41
Çiçeklenme Süresi (gün)	41
Yetiştirme Süresi (gün).....	48
Bitki Boyu (cm)	53
Dal Sayısı (adet).....	58
Yatma Oranı	64

Bakla Uzunluğu (cm)	69
Bitkideki Bakla Sayısı (adet)	73
Baklada Tane Sayısı (adet).....	77
Bin Tane Ağırlığı (g).....	84
Tohum Verimi (kg/da)	90
Hasat İndeksi (%).....	99
Protein Oranı (%)	104
Yağ Oranı (%)	109
Yağ Verimi (kg/da)	113
Trigonelline Miktarı (mg/100g)	117
Diosgenin Oranı (%)	122
SONUÇ ve ÖNERİLER	131
KAYNAKLAR.....	133
ÖZGEÇMİŞ.....	143

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Erzurum İli Merkez Bölgesinin Uzun Yıllar İle 2016 ve 2017 Yıllarına Ait İklim Verileri	26
Tablo 2. Deneme Alanı Topraklarının 2016-2017 Yıllarına Ait Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	27
Tablo 3. Deneme Süresince Yapılan Bakım İşlemleri ve Yapılma Zamanları.....	30
Tablo 4. GC-MS Çalışma Koşulları	37
Tablo 5. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Çiçeklenme Sürelerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	42
Tablo 6. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Ortalama Çiçeklenme Süreleri (gün)	45
Tablo 7. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Yetiştirme Sürelerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	48
Tablo 8. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Ortalama Yetiştirme Süreleri (gün)	51
Tablo 9. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Bitki Boyuna Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	53
Tablo 10. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Ortalama Bitki Boyları (cm)	56
Tablo 11. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Dal Sayısına Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	58
Tablo 12. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Ortalama Dal Sayıları (adet)	62
Tablo 13. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Yatma Oranına Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	64
Tablo 14. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Ortalama Yatma Oranları.....	66
Tablo 15. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Bakla Uzunluklarına Ait Varyans Analiz Sonuçları	70
Tablo 16. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Ortalama Bakla Uzunlukları (cm).....	71

Tablo 17. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Bitkideki Bakla Sayısına Ait Varyans Analiz Sonuçları	73
Tablo 18. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Ortalama Bitkideki Bakla Sayısı (adet)	75
Tablo 19. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Baklada Tane Sayısına Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	77
Tablo 20. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Ortalama Baklada Tane Sayıları (adet)	80
Tablo 21. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarının Çemen Genotiplerinin Bin Tane Ağırlığına Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	84
Tablo 22. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Ortalama Bin Tane Ağırlığı (g)	87
Tablo 23. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Tohum Verimine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	90
Tablo 24. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Tohum Verimleri (kg/da).....	93
Tablo 25. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Hasat İndeksine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	99
Tablo 26. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Ortalama Hasat İndeks Değerleri (%).....	101
Tablo 27. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Protein Oranına Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	104
Tablo 28. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Protein Oranları (%)	107
Tablo 29. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Yağ Oranına Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	109
Tablo 30. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Ortalama Yağ Oranları (%).....	111
Tablo 31. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Yağ Verimine Ait Varyans Analiz Sonuçları	114
Tablo 32. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Ortalama Yağ Verimleri (kg/da).....	114
Tablo 33. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Trigonelline Miktarlarına Ait Varyans Analiz Sonuçları	118

Tablo 34. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Ortalama Trigonelline Miktarı (mg/100g)	120
Tablo 35. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Diosgenin Oranına Ait Varyans Analiz Sonuçları	123
Tablo 36. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Ortalama Diosgenin Oranları (%)	125



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. a) Diosgenin b) Trigonelline kimyasal yapısı	4
Şekil 2. Diosgeninin metabolik oluşum yolağı	5
Şekil 3. Trigonelline metabolik oluşum yolağı	6
Şekil 4. Dünyada çemen tarımı yapılan bölgeler	6
Şekil 5. Türkiye’de çemen tarımı yapılan iller.....	7
Şekil 6. Türkiye’de çemen bitkisinin ekim alanı ve üretim miktarları.....	7
Şekil 7. Araştırmada kullanılan genotipler.....	27
Şekil 8. Parselasyon, gübreleme ve ekim zamanından bir görüntü.....	29
Şekil 9. Çiçeklenme zamanından bir görüntü	32
Şekil 10. Tartım, ölçüm ve analizlerde kullanılan ekipmanlar.....	33
Şekil 11. Protein ve yağ tayininde kullanılan cihazlar	34
Şekil 12. Standart trigonelline kromatogramı	35
Şekil 13. Trigonelline standart eğrisi ve regresyon eşitliği	35
Şekil 14. Sülfürik asit derişim salım optimizasyon grafiğı	36
Şekil 15. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan standart diosgeninin kromatogramı	36
Şekil 16. Diosgenin standart eğrisi ve regresyon eşitliği	37
Şekil 17. Parsellerde yapılan ölçüm ve gözlemler	38
Şekil 18. Deneme alanından genel bir görüntü	38
Şekil 19. Harman işleminden bir görüntü	39
Şekil 20. Trigonelline ve diosgenin analizinde kullanılan a) GC-MS ve b) HPLC cihazları ..	40
Şekil 21. Çiçeklenme süresine ait genotip x ekim normu interaksyonu	43
Şekil 22. Çiçeklenme süresine ait genotip x azot dozu interaksyonu	43
Şekil 23. Çiçeklenme süresine ait yıl x genotip interaksyonu	46
Şekil 24. Çiçeklenme süresine ait yıl x ekim normu interaksyonu	47
Şekil 25. Çiçeklenme süresine ait yıl x azot dozu interaksyonu	47
Şekil 26. Çiçeklenme süresine ait genotip x azot dozu interaksyonu	48
Şekil 27. Yetişme süresine ait genotip x ekim normu interaksyonu	49
Şekil 28. Yetişme süresine ait genotip x ekim normu interaksyonu	50
Şekil 29. Yetişme süresine ait genotip x ekim normu interaksyonu	53
Şekil 30. Bitki boyuna ait genotip x azot dozu interaksyonu.....	55
Şekil 31. Bitki boyuna ait yıl x genotip interaksyonu.....	58
Şekil 32. Dal sayısına ait genotip x ekim normu interaksyonu.....	59
Şekil 33. Dal sayısına ait genotip x azot dozu interaksyonu.....	60

Şekil 34. Dal sayısına ait ekim normu x azot dozu interaksyonu	60
Şekil 35. Dal sayısına ait yıl x genotip interaksyonu	63
Şekil 36. Dal sayısına ait genotip x ekim normu interaksyonu	63
Şekil 37. Dal sayısına ait genotip x azot dozu interaksyonu	64
Şekil 38. Yatma oranına ait genotip x azot dozu interaksyonu	65
Şekil 39. Yatma oranına ait genotip x ekim normu interaksyonu	67
Şekil 40. Yatma oranına ait yıl x genotip interaksyonu	68
Şekil 41. Yatma oranına ait genotip x ekim normu interaksyonu	69
Şekil 42. Bakla uzunluğuna ait yıl x genotip interaksyonu	73
Şekil 43. Baklada tane sayısına ait genotip x azot dozu interaksyonu	78
Şekil 44. Baklada tane sayısına ait ekim normu x azot dozu interaksyonu	79
Şekil 45. Baklada tane sayısına ait yıl x genotip interaksyonu	82
Şekil 46. Baklada tane sayısına ait yıl x azot dozu interaksyonu	83
Şekil 47. Baklada tane sayısına ait genotip x azot dozu interaksyonu	83
Şekil 48. Baklada tane sayısına ait ekim normu x azot dozu interaksyonu	84
Şekil 49. Bin tane ağırlığına ait genotip x azot dozu interaksyonu	85
Şekil 50. Bin tane ağırlığına ait yıl x genotip interaksyonu	89
Şekil 51. Bin tane ağırlığına ait yıl x azot dozu interaksyonu	89
Şekil 52. Tohum verimine ait genotip x ekim normu interaksyonu	91
Şekil 53. Tohum verimine ait ekim normu x azot dozu interaksyonu	92
Şekil 54. Tohum verimine ait genotip x azot dozu interaksyonu	94
Şekil 55. Tohum verimine ait ekim normu x azot dozu interaksyonu	94
Şekil 56. Tohum verimine ait yıl x genotip interaksyonu	97
Şekil 57. Tohum verimine ait yıl x azot dozu interaksyonu	98
Şekil 58. Tohum verimine ait genotip x azot dozu interaksyonu	98
Şekil 59. Tohum verimine ait ekim normu x azot dozu interaksyonu	99
Şekil 60. Hasat indeksine ait genotip x azot dozu interaksyonu	102
Şekil 61. Hasat indeksine ait yıl x genotip interaksyonu	104
Şekil 62. Protein oranına ait genotip x ekim normu interaksyonu	106
Şekil 63. Protein oranına ait yıl x genotip interaksyonu	108
Şekil 64. Protein oranına ait yıl x ekim normu interaksyonu	109
Şekil 65. Yağ oranına ait yıl x genotip interaksyonu	112
Şekil 66. Yağ oranına ait yıl x azot dozu interaksyonu	113
Şekil 67. Yağ verimine ait yıl x genotip interaksyonu	117
Şekil 68. Yağ verimine ait yıl x ekim normu interaksyonu	117

Şekil 69. Trigonelline miktarı ait ekim normu x azot dozu interaksyonu.....	119
Şekil 70. Trigonelline miktarına ait yıl x azot dozu interaksyonu	122
Şekil 71. Diosgenin oranına ait genotip x ekim normu interaksyonu	124
Şekil 72. Diosgenin oranına ait genotip x azot dozu interaksyonu	124
Şekil 73. Diosgenin oranına ait ekim normu x azot dozu interaksyonu.....	126
Şekil 74. Diosgenin oranına ait yıl x genotip interaksyonu	128
Şekil 75. Diosgenin oranına ait yıl x azot dozu interaksyonu	129
Şekil 76. Diosgenin oranına ait genotip x azot dozu interaksyonu	129
Şekil 77. Diosgenin oranına ait ekim normu x azot dozu interaksyonu.....	130



KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

WHO	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
FAO	: Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
MNCV	: Motor nerve conduction velocity (Motor sinir ileti hızı)
DPN	: Difosfopiridin nükleotid
HMGR	: 3-hydroxy-3-methylglutaryl-CoA reductase
STRL	: Sterol 3- β -glukosil transferaz
CoA	: Koenzim A
NAD	: Nikotinamid adenin dinükleotid
NaMN	: Nikotinik asit mononükleotid
GC-MS	: Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi
HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
HPTLC	: Yüksek Performans İnce Tabaka Kromatografisi
SIM	: Seçici İyon Görüntüleme
N	: Azot
NPK	: Azot-Fosfor-Potasyum Gübresi
DAP	: Diamonyum Fosfat
AS	: Amonyum sülfat
TSP	: Triple Süperfosfat
PSB	: Fosfor çözücü bakteriler
TIBA	: 2,3,5-triiodobenzoic acid
kg/da	: Kilogram/dekar
M.Ö	: Milattan Önce

GİRİŞ

Günümüzde tarım, girdi kullanımının arttığı, bireysel ve sektörel olarak yenilenemez kaynaklardan sağlanan enerjinin hızla tüketildiği, oldukça dar bir genetik temele bağlanan ve çevre üzerindeki etkisinin arttığı bir hale gelmiştir. Nitekim dünya nüfusunun artması ile, amaç dışı kullanımı sonucu tarım arazilerinin azalış göstermesi nedeniyle, her ne kadar bitkisel üretimde verimliliğin artması ile çalışmalar yapılırsa da, uzun dönemde tarımsal üretimin azalış göstermesi kaçınılmaz olacaktır. Bu hususta sürdürülebilir üretim sistemlerinin oluşturulması için etkili önlemlerin alınması ve risk değerlendirme çalışmaları önem arz etmektedir. Tarım, bütün dünyada ve Türkiye’de rekabete dayalı stratejik bir sektördür. Tarımda risklerin yönetilebilirliğini sağlamak ve üretici zararlarını asgariye indirmek için üretim aşamasında her türlü teknik, kültürel ve biyolojik tedbirlerin alınması elzemdir. Bitkisel üretimde; yeterli ve güvenilir gıdaya erişim, kırsal kalkınma ve rekabet edilebilirliği sağlamak amacıyla yenilikçi politikalar belirlemek, uygulamak, izlemek ve değerlendirmek gerekmektedir. Bu politikaların başında ise tarım-sanayi entegrasyonunun geliştirilmesi ve tıbbi aromatik bitkilerin marjinal alanlarda üretilmesi ve kaliteli metabolit eldesi önem arz etmektedir.

Tıbbi ve aromatik bitkiler dünyada insanlar arasında ekonomik, sosyal, kültürel, ekolojik ve sağlık açısından değerli ve önemli bir rol oynamaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkiler hastalıkları önlemek, sağlığı korumak ve tedavi amacı ile bir çok ilacın üretiminde kullanılmaktadır. Bitkisel ürünler son yıllarda gelişmekte olan ülkelerde nüfusun %80’i tarafından tedavi amaçlı kullanılmaktadır. Gelişmiş ülkelerde ise bu oran daha az olup ABD’de % 42, Avustralya’da % 48, Almanya’da % 40-50 ve Fransa’da % 49’ dur (Titz 2004). Geleneksel tıp Çin’de tüm sağlık hizmetleri içerisinde %40’lık bir pay almaktadır. Ayrıca Kolombiya’da nüfusun %40’ı, Şili’de ise %71’i benzer hekimlik yöntemlerini kullanmaktadır. Öte yandan Hindistan’da kırsal alandaki nüfusun %65’i temel sağlık hizmetleri ihtiyaçlarını karşılamak için geleneksel tıp yöntemlerini tercih etmektedir (Arya *et al.* 2016).

Geleneksel tıp, Dünya Sağlık Örgütü (WHO)’nün tanımında; ruhsal ve fiziksel hastalıklarından korunarak bunları tanılama, iyileştirme ya da tedavi etmenin yanı sıra sürdürülebilir sağlığın elde edilmesinde kullanılan, değişik kültürlerle özgü teori, tecrübe ve inançlara dayanarak açıklaması yapılabilen veya yapılamayan bilgi, beceri ve uygulamaların tamamı olarak yer almaktadır (Anonymous 2020).

Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)'ne göre Dünyada satılmakta olan ilaçların % 30'u bitkisel materyallerden elde edilen bileşikler içermektedir (Anonymous 2005). Geniş biyolojik aktiviteleri, yüksek güvenlik marjları ve daha düşük maliyetleri nedeniyle tıbbi ve aromatik bitkiler gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde artan bir şekilde talep görmektedir (Warke *et al.* 2011). Tıbbi ve aromatik bitkiler, medeniyet tarihi boyunca birincil ilaç kaynağı olarak kullanılan geniş bir doğal ürün rezervuarı sağlamaktadır. Steroidal bileşikler dahil olmak üzere doğal ürünlerin kullanımı, sadece terapötik olarak aktif maddeler olarak değil, aynı zamanda ilaç keşif yaklaşımlarında öncü bileşikler olarak ortaya çıkmıştır (Jesus 2016). Bitkilerle ilgili tarihsel deneyimler, kinin, morfin, paklitaksel ve kamptotesin gibi birçok önemli ilacın keşfedilmesine yol açmıştır (Butler 2005; Gurib-Fakim 2006). Öte yandan, Schippmann *et al.* (2006), Dünya'da bilinen çiçekli bitki tür sayısının 422 000 olduğu ve bunların 72 000 tanesinden tıbbi amaçlı faydalandığını belirtmişlerdir. Tıbbi ve aromatik bitkilerin faydaları bilindiğinden, bu bitkilerin gelecekte insanlar için özel bir rolü olacaktır.

Ülkemiz geniş yüz ölçümü, farklı iklimleri bünyesinde taşıması ve önemli gen merkezlerinin kesişme noktasında bulunması nedeniyle zengin bir bitki çeşitliliğine sahiptir. Güner vd (2012), ülkemizde bulunan toplam tür ve tür altı takson sayısını, yabancı kaynaklı ve kültür bitkileri dahil 11 707, endemik takson sayısını 3 649 ve endemizm oranını % 31,82 olarak belirtmişlerdir. Ancak ekonomik değere sahip tarımı yapılan tıbbi ve aromatik bitkilerin sayısı oldukça azdır. Ülkemiz ekolojisindeki bazı tıbbi ve aromatik bitkiler toprak ve iklim istekleri açısından fazla seçici olmayıp buğday ve arpa yetiştiriciliği yapılan her alanda yetiştirilebilir. Çemen (*Trigonella foenum - graecum* L.) bu bitkilerden biridir. Çemen, bir baklagil bitkisi olup tüketicilere düşük fiyata besinsel ve fonksiyonel avantajlar sunan yüksek kaliteli bir tarım ürünüdür.

Çemen bitkisi kurutulmuş veya taze yapraklar halinde, baharat (tohum) ve sebze (taze yapraklar) olarak kullanılmasının yanı sıra yaprakları ve tohumları alternatif tıpta önemli kullanım alanlarına sahiptir. Fabaceae familyasına ait olan çemen 10-60 cm boyunda, kendine döllek, diploid (2n:16) tek yıllık bir bitkidir (Darlington and Wylie 1945; Allard 1960).

Çemen bitkisi içi boş ve yuvarlığa yakın bir sapa sahiptir. Gelişme döneminin ilk evrelerinde tüylü daha sonra ise çıplak bir form alarak koyu yeşil renge bürünmektedir. Yaprak koltukları yan dalların çıkış noktalarıdır. Yapraklar yonca gibi üçlü olup, üst yapraklar hafif kalınca ve tüylüdür. Yaklaşık aynı irilikte olan yaprakçıklar 10-40 mm uzunluğa ve 8-15 mm genişliğe sahiptir. Ters yumurta formunda ki bu yaprakçıklar dip kısımda her zaman kama formunda bulunurlar. Yoncadan farklı olarak çemende orta damar uzantısı belirgin değildir. Tek veya ikili olarak yaprak koltuklarından çıkan çiçekler 10-18 mm uzunluğundadır. Sarımsı

beyaz bazen hafif pembe ta yapraklara sahiptir. Ta yaprak 13-19 mm uzunluğunda olup dış kısmında bir bayrak ite ise iki adet kanatçık ve kayıkıktan oluşmuştur. Çanak yapraklar 6-8 mm uzunluğunda ve bariz tylüdür. Ortalama 10 ile 20 adet tohum taşıyan baklalar 5-11 cm uzunluğunda kıvrık ve sivri uludurlar. Tohumlar 3 ile 5 mm uzunlukta, sert köşeli üzeri ince pürtüklü sarımsı esmer veya esmer kırmızı renktedir (Pribac and Ardelean 2008).

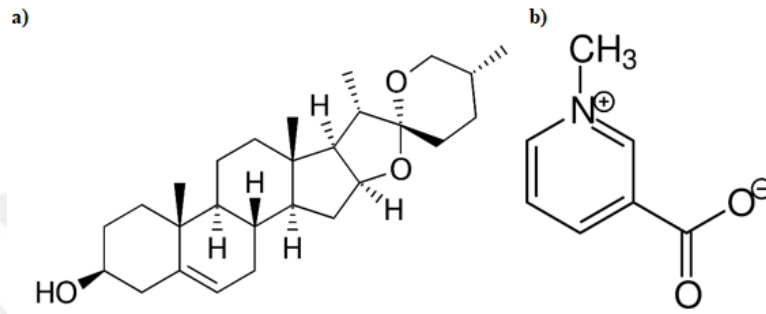
emen, tarih boyunca kullanılan ve eski bitkisel kayıtlarda belgelenmiş en eski şıfalı bitkilerden biridir. İnsanlık tarihine dayanan dini yazılar, seyahat kayıtları ve anektodlarda ismi geçmektedir. emen bitkisinin tohumları, Mısır Firavunu Tuthankhamun (MÖ 1333 - M.Ö 1324) mezarında bulunmuş olup yaprakları, Mısırlıların mumyalama törenlerinde kullandıkları kutsal dumanın bileşenlerinden biri olarak kullanılmıştır (Petrooulos 2002). Antik Yunan döneminde emen otu, yem bitkisi olarak ekilmiştir. emen Eski Roma'da doğum sırasında (Yoshikawa *et al.* 1997), Çin geleneksel tıbbında tonik olarak bacaklarda zayıflık ve dem için (Basch *et al.* 2003) kullanılmıştır. Öte yandan, kökeni Hindistan'ın Vedik kültürüne dayanan Ayurveda bilgelik bütününde emen bitkisinin şıfalı ilaç olarak yüzyıllarca kullanıldığı bilinmektedir (Zandi *et al.* 2015).

Öte yandan, emen tohumları ve yağı birçok endüstriyel alanda kullanılan değerli bir üründür. Ülkemizde kahvaltılık gıda, pastırma imalatında, mersin yaprağının suyu ile karıştırılıp sa bakımında, incir ile birlikte lapa haline getirilip şişliklerin giderilmesinde, İsviçre' de peynire tat vermek için, Sudan'da özellikle emziren anneler tarafından lapa olarak ve tatlılarda (Suliman *et al.* 2008), Almanya'da yapay Akçaağaç şurubu, Fransa' da tohumunun yağları parfümeride, Afrika'da kahve, İsrail'de kokusu nedeniyle böcek kovucu ve antibiyotik olarak kullanılmaktadır (Gupta *et al.* 2001; Dangi *et al.* 2004).

emen bitkisi tıp, eczacılık, gıda ve kozmetik gibi alanlarda kullanımının yanı sıra tamamlayıcı tıp alanında da değerlendirilmektedir. emen tohumlarında önemli miktarda mineral madde, vitamin ve protein bulunmaktadır. Tohumları; % 30-32 müsilaj, % 25-27 protein, % 5-8 sabit yağ, % 5-7 steroidal saponin, % 3-4 kl, %0,8-2,2 diosgenin, %1 trigonelline, demir, kalsiyum gibi mineraller ve A, B ve C vitaminlerini içermektedir (Acharya *et al.* 2008). emen otu tohumu çözünebilir diyet lifler bakımından oldukça zengindir (Snehlata and Payal 2012). Az miktarda emen unu içeren buğday unu takviyesinin ekmeğin besin kalitesini ve organoleptik özelliklerini (tat, koku, renk, görünüş) arttırdığı bildirilmiştir (Hooda and Jood 2005).

Trigonella foenum-graecum L.' un alternatif tıpta kullanımı hakkındaki birçok iddia bilimsel olarak test edilmiş ve klinik çalışmalarla emen otunun antidiyabetik, antioksidan, antienflamatuar, antipiretik (ateş düşürücü), antiülser, yara-iyileştirici, santral sinir sistemi

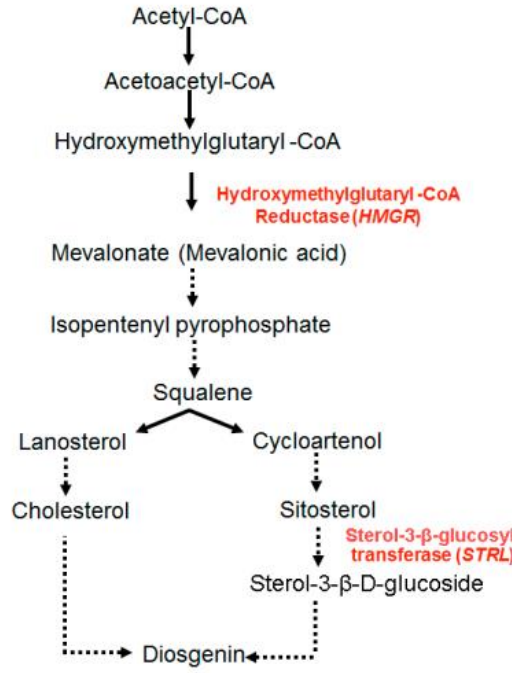
stimulanı, gastroprotektif (mide koruyucu) ve kemopreventif etkilerinin olduğu saptanmıştır (Zia *et al.* 2001; Pandian *et al.* 2002; Srinivasan 2006; Toppo *et al.* 2009). Çemen tohumu, progesteron gibi pek çok farmasötik maddenin üretiminde ve sentezinde kullanılabilen steroidal saponin olan diosgenin kaynağıdır. Diosgenin steroidlere dönüşüm için başlangıç maddesidir. Bu olay, karotenoid ve kontraseptif üretimi için farmasötik endüstride önemli bir role sahiptir (Kaufmann *et al.* 2007). Öte yandan, çemen tohumunda bulunan bir diğer aktif madde de trigonelline'dir. Bu önemli bir alkaloid olup, merkezi sinir sistemi ve diyabet rahatsızlıklarında kullanılmaktadır (Suliman *et al.* 2008), (Şekil 1).



Şekil 1. a) Diosgenin b) Trigonelline kimyasal yapısı

Saponinler, sağlık açısından birçok yararlı özelliğe sahip olup, birçok bitkide bulunmaktadır. Bitkilerde doğal olarak çeşitli glikozit bileşen çeşitli gruplarını yapılarında bulundurulur ve farmasötik endüstrisinde ilaçların öncül bileşenleri olarak kullanılırlar (Raju and Mehta 2009). Karbon iskeletleri temel alınarak saponinler, triterpenik saponinler ve steroid yapılı saponinler olmak üzere iki sınıfa ayrılırlar (Chen *et al.* 2015). Steroid yapıdaki saponinlerden biri de diosgenindir. Diosgenin, saponin dioscinin hidrolizi sonucunda oluşan iyi tanımlanmış steroid yapıdaki sapogenindir (Jesus *et al.* 2016). Üreme sisteminde görev alan hormonların, oral kontraseptiflerin ve diğer steroid yapıdaki bileşiklerin öncül bileşenidir (Patel *et al.* 2013).

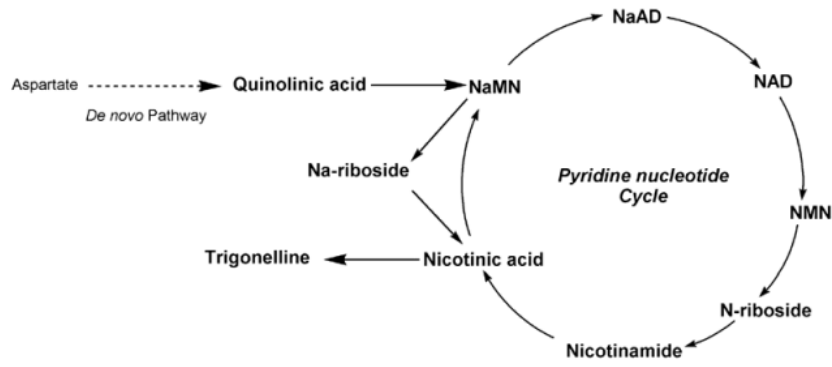
Diosgenin, termal hiperaljezide ve bozuk motor fonksiyonunda koruma sağlayarak MNCV'de (motor sinir ileti hızı) azalmaya neden olur ve ağrılı DPN'de (difosfopiridin nükleotid) etki gösterir. Biyosentetik olarak; 3-hidroksi-3-metilglutaryl-CoA, 3-hidroksi-3-metilglutaryl-CoA redüktaz (HMGR) enzimi ile mevalonata dönüştürülür. Bu, izoprenoid yolunun ana hız sınırlayıcı aşamasıdır. Mevalonat, çoklu reaksiyon dizileri vasıtasıyla izopentenil pirofosfata dönüştürüldükten sonra, diosgenin iki yolla skualenden üretilir (lanosterolden kolesterole ve sikloartenolden sterol 3-B-G-glukside). Son olarak, sterol 3-β-glukosil transferaz (STRL) enzimi ile diosgenin'e dönüştürülür (Şekil 2).



Şekil 2. Diosgeninin metabolik oluşum yolağı (Kesikli çizgiler yolak içinde yer alan çoklu adımları belirtir; oklar yolaktaki reaksiyon akışını göstermektedir), (Chaudhary *et al.* 2015)

Diosgeninin anti-enflamatuar ve antioksidan özelliklere sahip olduğu (Selim and Al Jaouni 2016), alerjik hastalıklar, menopoz semptomları ve cilt yaşlanması tedavilerinde kullanıldığı bildirilmektedir (Tada *et al.* 2009; Borrelli and Ernst 2010; Jesus *et al.* 2016). Kardiyovasküler hastalıklarda (Fuller and Stephens 2015) ve daha da önemlisi kanserde koruyucu rol oynayacağı düşünülmektedir (Chiang *et al.* 2007; Sethi *et al.* 2018). Kortizon hormonları gibi steroidal ilaçların yarı sentez başlangıç maddeleri olması nedeniyle ekonomik açıdan da önemli bir bileşiktir (Fatima *et al.* 2018).

Çemen tohumunda bulunan bir diğer aktif madde de trigonelline'dir. Trigonelline, reçetesiz satılan vitamin takviyelerinin bir bileşeni olan ve hipokolesterolemik ve antihiperlipidemik olarak kullanılan niasin metabolitidir (Yuyama and Suzuki 1991). Tigonelline, NAD (nikotinamid adenin dinükleotid)'dan ve de novo sentezi tarafından üretilen NaMN (nikotinik asit mononükleotid)'den elde edilen nikotinik asit tarafından sentezlenen ve piridin nükleotitlerinden türetilen ikincil bir metabolittir (Şekil 2).

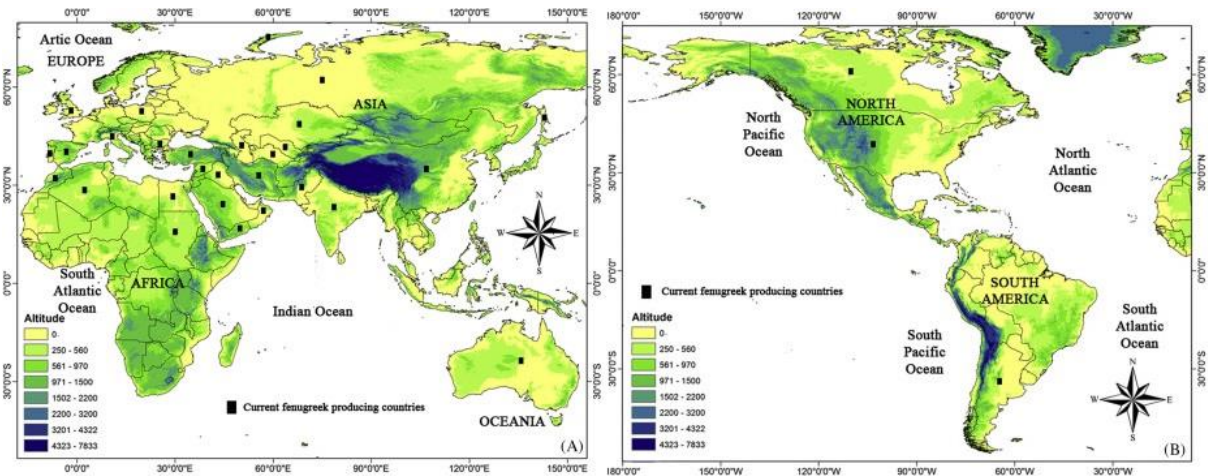


Şekil 3. Trigonelline metabolik oluşum yolağı (Yin et al. 2008)

Trigonelline, Tip 2 hastalarında kan glukozunun yönetimi, kolesterol düşürücü ve metabolik sendromun modülasyonuna yol açan büyüme hormonu üzerine etkisi bulunmaktadır (Yin et al. 2008). Öte yandan, hücre yenilenmesi, insülin sekresyonunu ve glikoz metabolizması ile ilgili enzimlerin aktivitelerini kontrol etmektedir (Garg 2016).

Güney Avrupa, Batı Asya ve Akdeniz havzası çemen bitkisinin gen merkezleridir. *Trigonella* cinsi Doğu Akdeniz bölgesinde 50 kadar tür içermektedir. Ülkemizde 45 tür doğal yayılış göstermekte olup, bunlardan sadece *Trigonella foenum-graecum* L. türünün kültürü yapılmaktadır (Arslan vd 1989; Davis 1982).

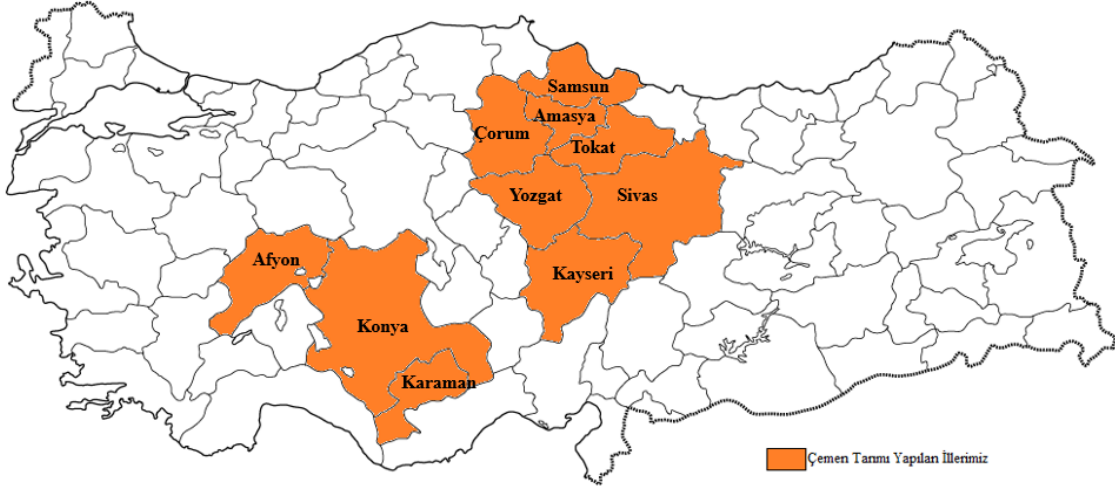
Çemen, İran'dan kuzey Hindistan'a kadar uzanan bölgede doğal olarak yetişen ve Hindistan, Çin, Mısır, Etiyopya, Fas, Ukrayna, Yunanistan ile Türkiye' de tarımı yapılan bir bitkidir (Polhill 1981; Petropoulos 2002) (Şekil 4). Hindistan bu ülkeler arasında hem ekim alanı (94 000 ha) hem de üretim miktarı (1.16 milyon ton) bakımından ilk sırada yer almaktadır (Anonymous, 2012). Ülkemizde ise İç Anadolu Bölgesi, Karadeniz Bölgesi (Orta Karadeniz Bölümü) ve Ege Bölgesinde (İç Batı Anadolu Bölümü) yetiştirilmektedir.



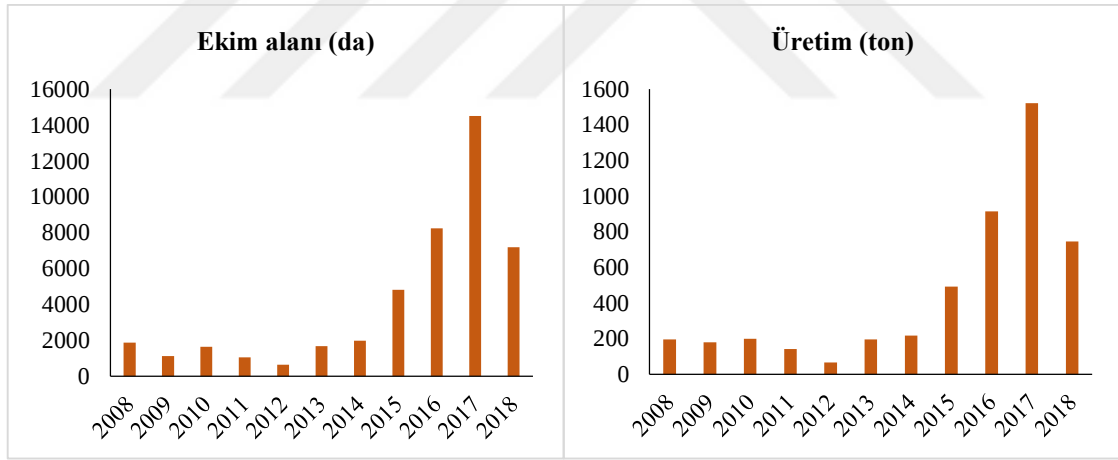
Şekil 4. Dünyada çemen tarımı yapılan bölgeler (Basu et al. 2019)

Ülkemizde çemen ekim alanı ve üretim miktarı son yıllarda kayda değer bir artış göstermiştir. 2018 yılında 7188 dekar alanda 745 ton üretim gerçekleştirilmiş ve 104 kg/da'lık

verim elde edilmiştir. Çemen tarımında 2016, 2017 ve 2018 yıllarında son on yıla göre ekim alanlarında önemli bir artış söz konusu olmuş 2016 yılında 914 ton, 2017 yılında 1521 ton, çemen üretimi gerçekleştirilerek rekor seviyeye ulaşmıştır. 2018 yılında en yüksek çemen üretimine sahip ilimiz 182 ton ile Yozgat olurken, bu ilimizi 132 ton ile Çorum izlemiştir (Anonim 2019), (Şekil 5 ve Şekil 6).



Şekil 5. Türkiye’de çemen tarımı yapılan iller (Anonim 2019)



Şekil 6. Türkiye’de çemen bitkisinin ekim alanı ve üretim miktarları (Anonim 2019)

Çemen bitkisi ılıman bölgeleri tercih etmekle birlikte soğuk iklime sahip bölgelerde yazlık, sıcak iklim bölgelerinde ise kışlık olarak yetiştirilmektedir. Çemenin serin iklim koşullarında rahatlıkla yetiştirilebilmesi, ince saplı olması ve toprakta kolay parçalanması yeşil gübre olarak kullanımını artırmaktadır. Çemen bitkisi oldukça düşük su gereksinimine sahip olup 1300-3000 m yükseltilerde başarılı bir şekilde yetiştirilebilmektedir (Sinskaya 1961). Ayrıca, çemen bitkisi, bezelye (*Pisum sativum*), mercimek (*Lens culinaris*) ve bakla (*Vicia faba*) gibi bitkilere göre daha yüksek oranda dona tolerans göstermektedir (McCormick *et al.* 2006; Snehlati and Payal 2012).

Ülkemizde çemenin kültürü yapılan türü dışında çok sayıda yabancı türleride mevcuttur. Bu nedenle, ekolojik olarak ülkemizde toprak ve iklim istekleri bakımından geniş sınırlara sahip olan ve hemen hemen buğdayın yetişebildiği her yerde yetişebilen çemen bıkisinin daha iyi tanınmasını sağlamak amacıyla yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması ve değerlendirilmesi gerekmektedir.

Kültür bitkilerinde birim alandan yüksek verim alınabilmesi; genotip, çevre faktörleri ve tarımsal uygulamalara bağlıdır. Uygulanacak tarımsal yöntemler, ekonomik bir şekilde birim alandan yüksek verim elde edilmesi ile sonuçlandırılmalıdır. Bu amacın gerçekleştirilmesinde bölge için uygunluğu tespit edilmiş genotip ya da genotiplerde, optimum ekim normu ve gübre dozlarının belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Kültürel uygulamalardan ekim normları ve azotlu gübreleme, vejetatif ve generatif gelişme üzerinde etkileri bulunmaktadır.

Birim alandan elde edilecek en yüksek verim ve ürün kalitesi, optimum bitki sıklığının belirlenmesi, topraktaki elverişli su, besin elementleri ve fotosentetik etkinliğin artırılması ile sağlanabilmektedir. Bitkiler aşırı sık veya seyrek ekildiklerinde su ve besin elementlerinden en üst seviyede yararlanamayabilir. Bu nedenle her bitkiye ve çevreye özgü ekim normunun belirlenmesi gerekir.

Bitkisel üretimde amaçlanan verim ve kaliteye ulaşmak için gübreleme önem arz etmektedir. Gübrelemeden en iyi yararı sağlamak için gübre ile ekilen mahsul arasındaki ilişkilerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bitkilerde yaprak ve gövde oluşumunu teşvik eden, bitki bünyesindeki önemli fizyolojik fonksiyonları, ürün miktarını ve ürün kalitesini doğrudan etkileyen önemli elementlerden biride azottur. Amonyum sülfat bitkisel üretimde en çok tercih edilen azotlu gübrelerden biridir. Amonyum sülfatın kullanımında, amonyum formundaki azotun nitrata dönüşmesi sırasında ortamda zamanla pH düşer, uzun süreli kullanımlarda toprak asitliliği yükselir. Bu nedenle yoğun kullanımlar verim ve kaliteyi düşürmekte olup uygulanacak miktara dikkat edilmesi gerekmektedir. Öte yandan, bu uygulamaların etkileri genotip ve lokasyonlara göre değişmektedir. Dolayısıyla araştırmaların her bölgenin ekolojik koşulları içerisinde yapılması zorunlu hale gelmektedir. Ayrıca azotlu gübreleme, sekonder metabolitlerin konsantrasyonlarını öngörülebilir bir şekilde etkilemektedir.

Erzurum ve Doğu Anadolu Bölgesi, istihdamın sektörel dağılımı itibariyle, tarım ağırlıklı bir özellik göstermesine rağmen bölgenin ekolojik koşulları nedeniyle birçok bitki türünün gelişmesi için uygun olmayan bir özelliğe sahiptir. Bu nedenle bölgede tarımı yapılan kültür bitkilerinin sayısı kısıtlıdır. Bu ise üreticinin alternatif bitki tercihlerini önemli oranda sınırlamaktadır. Çemen ekolojik istekleri ve yetiştiriciliği bakımından bölgede alternatif olabilecek bitkiler arasında görülmektedir.

Erzurum’da 2016 ve 2017 yıllarında yapılan bu araştırmada; farklı ekim normu (2 kg/da, 4 kg/da, 6 kg/da) ve azot dozlarının (0, 2, 4, 6 ve 8 kg/da), iki emen genotipinin (İran genotipi ve Türkiye genotipi) verim, verim unsurları ve emen bitkisinin en önemli aktif maddelerden olan trigonelline ve diosgenin üzerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.



KURAMSAL TEMELLER

Konu ile ilgili olarak, yurt içinde ve yurt dışında çemen bitkisinde agronomik, kalite ve biyoaktif madde üzerine yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmeye çalışılmıştır.

Petropoulos (1973), çemen bitkisinin köklerinin dik ve güçlü olmasına rağmen kuvvetli meteorolojik olaylar ve agronomik uygulamalar ile bitkilerde yatma görülebileceğini ifade etmiştir. Araştırmacı Bath/İngiltere’de gerçekleştirdiği araştırmada dört farklı çemen genotipinin (Fluorescent, Etiyopya, Kenya, Fas) yatma direncini incelemiş ve sırasıyla 1,4, 1,9, 3,0 ve 3,9 olarak tespit edildiğini bildirmiştir.

Mendham *et al.* (1981) kültür bitkilerinde yağ oranının, tohum dolum döneminde fotosentez sonucu oluşan asimilat miktarına göre belirlendiğini, Li *et al.* (2018)’da azotun, kök ve generatif dokular arasındaki karbonhidratların birikimini ve taşınmasını etkileyerek, popülasyon yapısını, fotosentezi ve fotosentez sonucu oluşan asimilatları regüle ettiğini bildirmişlerdir.

Taneja *et al.* (1985), farklı ekim normu (3, 4,5 ve 6 kg/da) ve sıra ara mesafelerinin (20, 30 ve 40 cm) çemen bitkisinin verim ve verim unsurlarına etkisini araştırdıkları çalışmada, dekara 3 ve 4,5 kg ekim normu uygulamalarında elde edilen bitkide bakla sayısını (sırasıyla 19,7 ve 17,4 adet) 6 kg/da uygulamasına göre daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Arslan vd. (1989), farklı bölgelere ait çemen genotipleri üzerine yürüttükleri bir araştırmada çemen bitkisinde bin tane ağırlıklarını 14,83-16,36 g, tohum verimlerini 63,0-87,4 kg/da arasında olduğunu belirlemiş ve tohum verimleri arasında genotipler arasındaki farklılıkların önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Arslan (1994), ekim dozu (2, 3 ve 4 kg/da) ve sıra arası mesafelerinin (15, 30 ve 45 cm) çemen bitkisine etkisini araştırdığı çalışmada, en yüksek tohum verimini 15 cm sıra arası mesafesi ve 2 ve 3 kg/da tohumluk kullanıldığında elde etmiştir. Ayrıca tüm sıra arası mesafelerinde tohum miktarı arttıkça bitki boyu, dal sayısı ve tohum veriminde azalma görüldüğünü bildirmiştir.

Azotun, oldukça hareketli bir makro element olduğunu, doğrudan veya dolaylı olarak ikincil metabolitlerin üretiminde rol oynadığı bildiren Mehra and Kamal (1995), araştırmasında 4 kg/da’a kadar artan azot dozunun, diosgenin oranını arttırdığını tespit etmiştir. Öte yandan Zupančič *et al.* (2001), azotun 3 kg/da’a kadar diosgenin oranını arttırdığını, azot

uygulamasının diosgenin oranı üzerinde önemli bir etkisi olmadığını ve sadece genotip farklılıklarının önemli olduğunu; Baričević and Zupančič (2002)' de benzer doğrultuda azotlu gübrelemenin diosgenin oranıyla arasında doğrudan bir ilişki olmadığını bildirmişlerdir.

Ankara, Konya, Eskişehir, Niğde, Kayseri, Nevşehir, Çankırı, Yozgat, Çorum, Kırşehir, Sivas, Denizli, Isparta, Kastamonu, İzmir, Afyon ve Erzincan'dan temin edilen çemen popülasyonlarının kalite unsurlarının incelendiği bir çalışmada Çalık (1996), sabit yağ oranının % 4,18-7,58 ve protein oranının ise % 19,52-31,73 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Hindistan ekolojik koşullarında Detroja *et al.* (1996), üç farklı azot (0, 3 ve 6 kg/da), fosfor (0, 6 ve 12 kg/da) ve iki farklı potasyum (0 ve 3 kg/da) seviyesinin çemen bitkisine tepkisini gözlemlemek için bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda, 3 kg/da N ve 6 kg/da P₂O₅ uygulamalarının büyüme parametrelerinin (bitki boyu, dal sayısı) yanı sıra tohum veriminde de önemli bir artışı sağladığını bildirmişlerdir.

Nahçıvan/Azerbaycan ekolojisinde 31 farklı çemen genotipi kullanarak gerçekleştirilen bir çalışmada Provorov *et al.* (1996), diosgenin oranının %1,14-1,64 arasında olduğunu ve temin edildikleri ülkelere göre farklılık gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Hatay ekolojik koşullarında gerçekleştirilen ve 35 çemen hattının kullanıldığı bir çalışmada (Ayanoğlu ve Mert 1999) hatlara göre dal sayısının 3,58-5,66 adet, meyvede tohum sayısının 11,66-15,23 adet, bitki boyunun 92,5-139,6 cm ve tohum veriminin 132,3-220,1 kg/da arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir.

On altı çemen genotipiyle Konya koşullarında araştırma yapan Tamkoç vd. (1997) çemen genotipleri arasında bitki boyunu 29,9-35,5 cm, dal sayısını 2,60-4,40 adet, bitkide bakla sayısını 13,6-24,4 adet, baklada tane sayısını 11,55-12,70 adet, bin tane ağırlığını 13,97-19,33 g ve tohum verimini 47,5 ile 74,0 kg/da arasında tespit etmişlerdir.

Özdemir (1999), Ankara ekolojik şartlarında 1997 yılında tek bitki seleksiyonu ile seçilmiş 7 çemen hattı ve 1 standart çeşit kullanarak yürütmüş olduğu çalışmada, hatların verim ve verim unsurlarını incelemiştir. Çalışma sonucunda, çemen hatları arasında ortalama bitki boyunu 49,40 ile 71,40 cm, dal sayısını 2,32 ile 3,13 adet, bin tane ağırlığını 14,80 ile 19,60 cm, baklada tane sayısını 13,10 ile 15,20 adet ve tohum verimlerini 142,5 ile 305,5 kg/da arasında belirlemiştir.

Deepak *et al.* (2000) tarafından 1995 yılında Hindistan ekolojik koşullarında farklı azot seviyeleri (2, 4 ve 6 kg/da) ve ekim normlarının (1,5, 2, 2,5 ve 3 kg/da) kışlık ekilen çemen bitkisinin bazı agronomik unsurlarına etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda araştırmacılar en

yüksek hasat indeksinin dekara 2 kg N ve 2,5 kg/da ekim dozu uygulanan parsellerden elde edildiğini bildirmişlerdir.

Taylor *et al.* (2000), Kanada orijinli 3 farklı çemen genotipinin (Amber, Quatro ve ZT-5) diosgenin oranlarını belirlemeyi amaçladıkları çalışmada en yüksek diosgenin oranının ZT-5 genotipinden (%0,79), en düşük diosgenin içeriğinin ise %0,38 ile Quatro genotipinden elde edildiğini bildirmişlerdir.

Cheema *et al.* (2001), karbonhidrat birikimiyle sağlanan karbon kaynaklarının, yağ asitleri ve amino asitlerin biyosentezi için gerekli olduğunu, azotlu gübre miktarı artışının karbonhidratlar için yağ asidi biyosentezi ile rekabet eden tohumun azot metabolizmasını iyileştirdiğini ve protein içeriğini arttırdığını ifade etmişlerdir.

Hassanzadeh *et al.* (2001), İran orijinli 33 çemen genotipi arasında fiziksel ve kimyasal farklılıkları belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada genotipler arasında trigonelline miktarı bakımından farklılıkların önemli olduğunu ve birçok genotipte trigonelline miktarının standart farmasötik seviyelerden yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, trigonelline miktarının % 0,089 ile % 0,288 arasında değiştiğini, sıcak bölgelerde yetişen bitkilerin soğuk bölgelere göre daha az trigonelline ihtiva ettiğini gözlemlemişlerdir. Nitekim, Pfeiffer *et al.* (2001) hücre düzenleyicisi olarak işlev gören ve bir piridin betain olan trigonellinenin çeşitli stres koşullarına karşı birikebildiğini ifade etmiştir.

Saha and Kole (2001), on beş farklı çemen genotipi ile Hindistan şartlarında yürüttükleri genotipik ve fonotipik korelasyon çalışmasında: çiçeklenme zamanı, bitki boyu, bitkide bakla sayısı, baklada tane sayısı, hasat indeksi ile tohum verimi arasında pozitif ve önemli ilişki olduğunu tespit etmişlerdir. Diğer bir çalışmada (Banerjee and Kole 2004) ise 22 farklı çemen genotipinde verim üzerine en etkili ögenin çiçeklenme süresi, bitkide bakla sayısı ve baklada tane sayısı olduğu saptanmıştır.

Kanada'nın batısında üç farklı lokasyonda (Saskatoon, Lethbridge, Agassiz) iki yıl süreyle yetiştirilen farklı orjinli on çemen genotipi arasındaki diosgenin seviyelerinin varyasyonunun incelendiği bir çalışmada (Taylor *et al.* 2002) yıl, genotip, lokasyon, yıl x genotip, yıl x lokasyon, genotip x lokasyon interaksiyonlarının diosgenin oranı üzerine önemli etkide bulunduğu, en yüksek diosgenin oranının % 0,64 ile Fas orjinli çemen genotipinden, en düşük diosgenin oranının ise % 0,32 ile Pakistan orjinli çemen genotipinden elde edildiği rapor edilmiştir.

Jain *et al.* (2003), Ajmer/Hindistan bölgesinde 2012/13 üretim yılında 50 farklı çemen genotipi ve 5 standart çeşit (Hisar Suvarna, Hisar Sonali, RMt-361, RMt-1 ve AFg-3) arasındaki

morfolojik farklılıkları belirlemek amacıyla yürütmüş oldukları çalışmada çiçeklenme süresinin 52,88 ile 68,88 gün arasında değiştiğini ve bu farklılıkların istatistiki olarak önemli olduğunu, genotipik varyasyon katsayısının % 3,139, fenotipik varyasyon katsayısının % 3,324 ve kalıtım derecesinin genotipler arasında %89,15 olarak belirlendiğini ifade etmişlerdir.

Kızıl ve Arslan (2003), Diyarbakır ekolojik koşullarında 1999-2000 ve 2000-2001 vejetasyon döneminde farklı ekim normlarının (2, 3, 4 ve 5 kg/da) sekiz farklı çemen hattının verim ve verim unsurlarına etkisinin belirlenmesi üzerine yürütmüş oldukları çalışmada ekim normlarına göre bitki boyunu 49,49-50,31 cm, dal sayısını 3,29-4,19 adet, bin tane ağırlığını 16,89-17,25 g ve tohum verimini 137,7-185,9 kg/da arasında, en yüksek tohum verimini 3 kg/da ekim normunda, en düşük tohumu verimini ise 5 kg/da ekim normunda elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Thapa and Maity (2004), Hindistan ekolojik koşullarında iki yıl süreyle kışlık ekilen çemen bitkisinde farklı azot (3, 4 ve 5 kg/da) ve fosfor (4 ve 6 kg/da) seviyelerinin etkisinin incelediği araştırmasında, deneme faktörlerinin ortalaması olarak artan azot dozlarına paralel olarak bitki boyu, dal sayısı, baklada tane sayısı ve tohum veriminde artış olduğu en yüksek değerlerin 5 kg/da N gübre dozundan elde edildiği bildirmişlerdir.

Diyarbakır ekolojik koşullarında Başbağ ve Tonçer (2005) tarafından yürütülen bir çalışmada 50 farklı çemen hattının büyüme ve tohum verimi değerleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda araştırmacılar dal sayısının 1,20-2,73 adet, bitkide bakla sayısının 5,80-14,00 adet, baklada tane sayısının 13,30-16,43 adet, bin tane ağırlığının 12,90-16,69 g ve tohum veriminin ise 75,65-174,76 kg/da arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Bismillah *et al.* (2005), Pakistan'ın Multan bölgesinde üç farklı sıra arası (30, 40 ve 50 cm) ve dört farklı fosfor dozunun (0, 3, 4,5 ve 6 kg/da) çemen bitkisinin verim ve verim unsurlarına etkisini incelediği çalışmada, bitki sıklıklarının artmasıyla bitki boyu, dal sayısı ve bitkide bakla sayısında azalış, baklada tane sayısı ve bin tane ağırlığında ise artış gözlemlendiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca, çemen yetiştiriciliği için en uygun sıra arasının 30 cm, en yararlı fosfor dozunun ise 6 kg/da olduğunu bildirmişlerdir.

Batı Bengal/Hindistan şartlarında çemen bitkisine dört farklı azot dozu (0, 1,5, 3 ve 4,5 kg N/da) ve üç farklı biçim zamanının uygulandığı iki yıllık bir çalışmada (Datta *et al.* 2005), her iki yılın ortalaması olarak 0, 1,5, 3 ve 4,5 kg/da azot dozu uygulamalarından elde edilen tohum verimleri sırasıyla 66, 80, 96 ve 107 kg/da olarak tespit edilmiştir. Araştırmacı, bitki boyunun 40,50-53,84 cm, bitkide bakla sayısının 21,72-37,63 adet, bakla uzunluğunun 10,75-12,60 cm, baklada tane sayısının 11,73-13,74 adet aralığında olduğunu ve maksimum azot dozu (4,5 kg/da) uygulamasından en yüksek değerlere ulaşıldığını bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacı

çemende ekimden hasada kadar geçen vejetasyon süresinin 103,4-114,78 gün arasında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Balai *et al.* (2006), 36 farklı çemen genotipi ile Hindistan şartlarında yürüttükleri çalışmada en yüksek fenotipik ve genotipik varyasyon katsayısı ve kalıtım derecesinin bitkide bakla sayısından elde edildiğini bildirmişlerdir.

Chaudhary (2007), Udaipur/Hindistan ekolojik koşullarında iki farklı ekim geometrisi (22,5 x 13,3 cm ve 30,0 x 10,0 cm), beş farklı gübre kombinasyonu (kontrol, N₄₀, N₄₀ + P_{17,5}, N₄₀ + P_{17,5} + K₂₀ ve N₄₀ + P_{17,5} + K₂₀ + S₃₀) ve üç farklı agro-kimyasal uygulamanın (kontrol, thiourea @ 1000 ppm ve TIBA @ 250 ppm) çemen bitkisinin kalitesi üzerine etkilerini araştırmış ve diosgenin oranının %0,35 ile 0,41 arasında değiştiği, yıllar ve ekim geometrisi uygulamaları arasında önemli farklılıkların oluştuğunu bildirmiştir.

Kan vd (2007), Konya kuru koşullarında 2002 ve 2003 vejetasyon dönemlerinde organik ve inorganik gübrelerin verim ve kalite üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçladığı çalışmada; azot ve fosfor kaynağı olarak kullanılan ticari mineral gübrelerin (DAP) yüksek dozları trigonelline miktarını artırmamış, 5 kg/da dozunun uygun olduğunu rapor etmişlerdir.

Kaufmann *et al.* (2007), Cenevre/İsviçre botanik bahçesinde yetiştirdiği çemen bitkisinin tohum, kuru yaprak, yaş yaprak ve köklerindeki diosgenin miktarını mikrodalga destekli ekstraksiyon yöntemi ile tayin etmişlerdir. Araştırmada mikrodalga destekli ekstraksiyonunun optimizasyonunu sağlamak için çemen tohumlarına farklı ekstraksiyon zamanları, mikrodalga güçleri ve ekstraksiyon aşaması sırasında 2-Propanol solventinin farklı miktarlarının etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda, tohumdaki diosgenin oranının % 0,097 ile % 0,159 arasında değerler aldığını, materyal olarak kullanılan diğer droglara göre tohumdaki diosgenin oranının oldukça yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Singh and Kaur (2007), çemen bitkisinde bazı agronomik parametreleri path analizine tabi tutmuş ve bitki boyu, bitkide bakla sayısı, baklada tane sayısı, 1000 tane ağırlığı ve hasat indeksinin tohum verimi üzerine etkisinin istatistiki olarak pozitif ve önemli ilişki gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Mazumdar *et al.* (2007), uygun ekim normunda yetiştirilen baklagillerin birim alan başına optimum bitki popülasyonuna sahip olacağını, fotosentez aktivitesi ve asimilasyonun optimal düzeyde olmasını temin ederek yüksek tohum verimi elde edileceğini bildirmişlerdir.

Baričević and Zupančič (2008), Slovenya ekolojik koşullarında kuralık stresinin çemende diosgenin oranına etkisini araştırdıkları çalışmada; kuraklık stresinin diosgenin oranını azalttığını bildirmişlerdir.

Sarada *et al.* (2008), Hindistan'da 12 çemen genotipinin verim ve verim unsurlarını (bitki boyu, dal sayısı, bitkide bakla sayısı, baklada tane sayısı ve bakla uzunluğu) ve bu parametrelerin genotipler arasında fenotipik ve genotipik varyasyon katsayısını ve kalıtım derecelerini belirlemişlerdir. Araştırmacılar, bitki boyunu 30,13-47,50 cm, dal sayısını 4,01-6,14 adet, bitkide bakla sayısını 11,77-33,42 adet, bakla uzunluğunu 8,06-10,43 cm, baklada tane sayısını 8,84-14,51 adet ve tohum verimini 54,4-108,4 kg/da arasında tespit etmişlerdir.

Özel vd (2008), Harran ovasında farklı tohumluk miktarları (2, 4, 5 ve 6 kg/da) ve farklı sıra arası mesafelerin (15 ve 30 cm) kışlık olarak ekilen çemen bitkisinde verim ve bazı tarımsal parametrelere etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda 2000-2001 ve 2001-2002 vejetasyon dönemlerinde tohumluk miktarları bakımından ortalama tohum verimlerinin ilk yıl 335,82-381,83 kg/da, ikinci yıl 283,87-297,92 kg/da arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Öte yandan araştırmacılar elde ettikleri sonuçlara göre ilk yıl 2 kg/da ekim normu, ikinci yıl ise 4 kg/da ekim normu uygulanan parsellerden en yüksek tohum veriminin elde edildiğini ifade etmişlerdir.

Ahari *et al.* (2009), İran'ın Maragheh bölgesinde 2008 üretim yılında kuraklık stresinin 20 farklı çemen genotipinin tarımsal özelliklerine (çiçeklenme süresi, olgunlaşma süresi, bitki boyu, bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı, bin tane ağırlığı, hasat indeksi, bitki başına tohum verimi) etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, kuraklık stresinin çemen bitkisinde çiçeklenme süresi ve olgunlaşma süresini azalttığını belirlemişlerdir. Deneme faktörlerinin ortalaması olarak çiçeklenme süresini 56,4-57,6 gün, olgunlaşma süresini 99,3-108,1 gün, bitki boyunu 18,3-21,8 cm, bitkide bakla sayısını 6,0-6,8 adet, bitkide tane sayısını 57,8-68,9 adet, bin tane ağırlığı 6,5-8,9 g, bitki başına tohum verimini 6,0-8,8 g/da, hasat indeksini % 0,33-0,39 arasında belirlemiş ve bu agronomik parametreler yönünden genotipler arasında görülen farklılıkların istatistiki olarak önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Basu *et al.* (2009), 2004 ve 2005 yıllarında Lethbridge/Kanada ekolojisinde yürütülen araştırmada, kuru ve sulu tarım koşullarında 45 farklı çemen genotipinin verim ve verim unsurlarına etkisini araştırdıkları çalışmalarında, tohum verimi ve bin tane ağırlığı bakımından yıllar arası ve genotipler arası oluşan farklılıkların istatistiki olarak önemli olduğunu bildirmişlerdir. Öte yandan, yağışın fazla olduğu ikinci yılda bin tane ağırlığının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Gangopadhyay *et al.* (2009), 2004 ve 2005 yıllarında Hindistan'da 40 farklı çemen genotipinin verim ve verim unsurları arasındaki korelasyon ve genotipik varyasyon katsayısı üzerine yürütmüş oldukları çalışmada, bitki başına bakla sayısı ve bin tane ağırlığının tohum

verimi üzerine etkisinin pozitif korelasyon gösterdiği ve istatistiki anlamda önemli olduğunu belirlemişlerdir.

Kumar *et al.* (2009), çemen bitkisinde kimyasal ve mikrobiyolojik gübrelerin verime etkisini araştırdıkları iki yıllık bir çalışmada, en yüksek tohum veriminin 4 kg N + 4 kg P₂O₅/da gübre uygulamasından elde edildiğini belirtmişlerdir.

Lee (2009), Alberta/Kanada’ da 2006 ve 2007 yılı yetiştirme periyodunda on farklı çemen genotipini üç farklı lokasyonda denemeye alarak önemli biyoaktif maddeler olan galactomannan, diosgenin ve 4-Hydroxyisoleucine içeriklerine etkisini incelemiş ve en yüksek diosgenin oranını (%0,81) Kanada kökenli, en düşük diosgenin oranını (%0,50) ise İran kökenli çemen genotipinden elde edildiğini bildirmiştir. Araştırmacı çemen bitkisinde steroidal saponinlerin embriyoda hücre duvarları içerisinde furostanol glikozit olarak lokalize olmuş şekilde, testa ve endosperm içerisinde bulunduğunu ve küçük tohumların diosgenin içeriğinin daha az olduğunu tespit etmiştir. Nitekim diosgenin oranı ile bin tane ağırlığı arasında istatistiki olarak önemli ve pozitif bir ilişki olduğunu bin tane ağırlığının artması ile diosgenin oranının arttığını vurgulamıştır.

McCormick *et al.* (2009), farklı çemen genotiplerinin fenotipik varyasyonunu ve tohum verimi açısından öne çıkan genotipleri belirledikleri araştırmalarında iki farklı deneme dizayn etmişlerdir. Birinci deneme 1998 yılında iki farklı lokasyonda (Dooen ve Dimboola/Avustralya) 96 çemen popülasyonu kullanılarak, ikinci deneme ise 1998 yılında iki farklı lokasyonda, 1999 yılında bir lokasyonda (Dooen) ve 21 elit çemen popülasyonu kullanılarak yürütülmüştür. Çalışma sonucunda, birinci ve ikinci denemede sırasıyla, bitki boyunu 27-54 ve 34-52 cm, tohum verimini 46-141 ve 90-170 kg/da, bitki başına hasat indeksini 0,18-0,41-0,22-0,43 ve bin tane ağırlığını 8,6-22,6 ve 9,4-21,5 g arasında tespit etmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca deneme lokasyonları ve deneme yıllarında hasat indeksi ve tohum verimindeki popülasyonlar arasındaki farklılıkların önemli olduğunu ve hasat indeksi ile tohum verimi arasındaki ilişkinin de pozitif ve önemli olduğunu belirlemişlerdir.

Singh (2009), tarafından Hindistan’da lokal olarak kullanılan 60 farklı çemen genotipinin bazı morfolojik ve agronomik parametreleri üzerine fenotipik ve genotipik varyasyon katsayısı ve genotipler arasındaki kalıtım derecesi belirlenmiştir. Araştırmacı, tohum verimi, bin tane ağırlığı, bitkide bakla sayısı ve bakla uzunluğunun fenotipik varyasyon katsayısı ve genotipik varyasyon katsayısının istatistiki olarak önemli olduğunu ifade etmiştir.

Aydın (2010), farklı kökenli çemen popülasyonlarının verim ve verim komponentleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütmüş olduğu çalışmada, çemen bitkisinde bin tane

ağırlıklarının 13,5 ile 17,8 g, tohum verimlerinin 20,1 ile 106,8 kg/da ve ham protein oranlarının ise %25,4 ile 30,8 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Bairwa *et al.* (2010), farklı dozlarda N:P₂O₅ ve farklı büyüme düzenleyicilerinin iki farklı çemen genotipi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada protein oranının %18,52 ile %22,22 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca protein oranı bakımından genotipler arası farklılıkların istatistiki olarak önemli bulunduğu ve artan N seviyelerinde protein oranının arttığını bildirmişlerdir. Öte yandan, çemen bitkisinde azot dozlarının protein oranı bakımından istatistiki olarak önemli olduğu Tuncturk *et al.* (2011) ve Mehta *et al.* (2012) gibi araştırmacılar da ifade etmişlerdir.

Bommi *et al.* (2010), farklı azot dozları ve tohumluk miktarının verim ve verim unsurlarına etkisini araştırmış; en yüksek bitkide bakla sayısını (27,17 adet), baklada tane sayısını (16,1 adet) ve bakla başına tohum verimini (0,167 g) dekara 4 kg ekim normu ve 7,5 kg N uygulanan parsellerden elde edildiğini bildirmişlerdir.

Van ekolojik koşullarında 14 farklı çemen popülasyonu ve bir tescilli çeşitle araştırma yapan Elçi (2010), bitki boyunu 20,1-25,5 cm, dal sayısını 0,1-0,8 adet, bitkide bakla sayısını 2,4-4,5 adet, baklada tane sayısını 9,0-11,9 adet, bakla uzunluğunu 10,4-12,0 cm, bin tane ağırlığını 11,6-17,3 g, tohum verimini 26,1-50,2 kg/da ve hasat indeksini ise % 17-33 arasında gözlemlemiştir.

Singh *et al.* (2010), 2003-2004 ve 2004-2005 yıllarında Hindistan'da kışlık olarak ekimini gerçekleştirdikleri çemen bitkisinde en yüksek tohum verimini 4 N+1,72 P kg/da gübre kombinasyonundan elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Tunçtürk (2010), Van ekolojik şartlarında 2008 ve 2009 yıllarında farklı ekim zamanı, gübre kaynakları ve bakteri uygulamalarının çemen bitkisinin morfolojisi ve kalitesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmada, ele alınan tüm faktörlerin ham yağ verimi üzerine etkilerinin yıllara göre P<0.01 seviyesinde çok önemli farklılıklar gösterdiğini vurgulayarak denemenin ilk yılında ortalama ham yağ veriminin 6,22 kg/da, ikinci yılında ise 6,02 kg/da olduğunu tespit etmiştir.

Ciftci *et al.* (2011), 9 farklı çemen genotipinde (Tristar, Quadro MP 30, AC Amber, F17, F75, F96, X92, Indian Temple ve L3312) yağ oranı ve kompozisyonu, trigliserol, tokoferol ve sterol içeriklerini incelemiş ve yağ oranının % 5,8 ile % 15,2 arasında değiştiğini, bu farklılığın istatistiki olarak önemli olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, çemen yağında majör yağ asidinin lioleik asit (% 45,0-47,5) olduğunu ve elde ettikleri diğer parametrelerin sonuçları doğrultusunda çemen tohumlarının potansiyel bir nutrasötik kaynağı olduğunu belirtmişlerdir.

Dashora *et al.* (2011), 48 farklı çemen genotipinde çiçeklenme süresi, bitki boyu, dal sayısı, baklada tane sayısı, bakla uzunluğu, baklada tane sayısı, bin tane ağırlığı, hasat indeksi ve tohum verimi bakımından fenotipik ve genotipik varyasyon katsayısı, kalıtım derecesi ve genetik ilerleme değerlerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, en yüksek fenotipik ve genotipik varyasyon katsayısı ve kalıtım derecesinin hasat indeksi ve tohum verimi için tespit edildiğini bildirmişlerdir.

Dutta *et al.* (2011) tarafından iki yıl süreyle yürütülen bir çalışmada, çemenin bazı morfolojik özellikleri üzerine farklı NPK gübre dozlarının ($N_{70}P_{100}K_{100}$ + ahır gübresi + *Rhizobium*, $N_{75}P_{100}K_{100}$ + ahır gübresi + *Rhizobium*, $N_{80}P_{100}K_{100}$ + ahır gübresi + *Rhizobium*, $N_{85}P_{100}K_{100}$ + ahır gübresi + *Rhizobium*, $N_{40}P_{40}K_{20}$ + ahır gübresi, $N_{40}P_{40}K_{20}$) etkisi araştırılmış ve artan azot dozlarıyla bitki boyu, dal sayısı, bitkide bakla sayısı, baklada tane sayısı, bin tane ağırlığı ve tohum veriminin arttığı ve maksimum değerlerin en yüksek dozda N uygulanan ($N_{85}P_{100}K_{100}$ +Ahır gübresi+*Rhizobium*) gübre formundan elde edildiği bildirilmiştir.

Jagdale and Dalve (2011), çemen bitkisinde azot dozlarının artması ile bitki boyu, yaprak sayısı ve dal sayısı gibi vejetatif büyüme parametrelerinin arttığını, ilk çiçeklenme zamanı, %50 çiçeklenme zamanı ve vejetasyon süresinin ise geciktiğini bildirmişlerdir.

Kakani *et al.* (2011), Hindistan orijinli 17 farklı çemen genotipleri arasındaki varyasyonu belirlemek amacıyla 2009 ve 2010 yıllarında Hindistan'ın Rajasthan bölgesinde bir takım morfolojik ölçümler gerçekleştirmiştir. Morfolojik gözlemler sonucunda, araştırmacılar bitki boyunu 30-70 cm, bitkide bakla sayısını 21-49 adet, baklada tane sayısını 12-37 adet, bakla uzunluğunu 10-16 cm, bin tane ağırlığını 8,5-21 g arasında belirlemiş ve genotipler arasında geniş bir varyasyon olduğunu bildirmişlerdir.

Ülkemizin farklı bölgelerinden (Konya, Kayseri, Tekirdağ ve Gaziantep) temin ettiği çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) popülasyonları ve Güraslan çemen çeşidini iki farklı lokasyonda (Samsun ve Çarşamba) deneyen Mutlu (2011); protein oranının Samsun lokasyonunda % 29,25-38,17, Çarşamba lokasyonunda ise % 28,88-38,50 arasında değiştiğini belirtmiştir.

Tuncturk (2011), iki yıl süreyle (2006 ve 2007) farklı sıra arası mesafelerin ve fosfor dozlarının çemen bitkisinde verim ve bazı morfolojik parametreler üzerindeki etkisini ele aldığı çalışmada bitki boyu, dal sayısı, bitkide bakla sayısı, baklada tane sayısı, bin tane ağırlığı ve tohum verimi bakımından yıllar arasında farklılıkların olduğunu ve en yüksek değerlerin yetiştirme periyodunda daha fazla yağış alan araştırmanın ikinci yılından elde edildiğini bildirmiştir.

Tuncturk *et al.* (2011), 2006 ve 2007 yetiştirme periyodunda Van ekolojik koşullarında farklı azot (0, 3, 6 ve 9 kg/da) ve kükürt (0, 2 ve 4 kg/da) dozlarının çemen bitkisinde bitki boyu, dal sayısı, ilk bakla yüksekliği, bitkide bakla sayısı, baklada tane sayısı, bakla uzunluğu, bin tane ağırlığı ve tohum verimine etkisini araştırmışlardır. Araştırmada dal sayısı, baklada tane sayısı ve bakla uzunluğu hariç tüm parametreler bakımından yıllar arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olduğunu, ayrıca bin tane ağırlıkları hariç diğer parametreler bakımından azot dozları arasındaki farklılığın %1 ihtimal düzeyinde önemli olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, azot dozlarının ortalaması olarak çalışmanın ilk yılında bitki boyunu 38,5-42,2 cm, dal sayısını 2,5-2,8 adet, bitkide bakla sayısını 8,4-8,9 adet, baklada tane sayısını 13,6-13,9 adet, bakla uzunluğunu 12,2-12,7 cm, bin tane ağırlığını 18,1-18,8 g ve tohum verimini 54,9-83,1 kg/da olarak, araştırmanın ikinci yılında ise bitki boyunu 36,3-42,2 cm, dal sayısını 2,4-2,8 adet, bitkide bakla sayısını 7,8-8,7 adet, baklada tane sayısını 12,6-13,6 adet, bakla uzunluğunu 11,4-12,7 cm, bin tane ağırlığını 17,7-18,3 g ve tohum verimini 50,3-79,9 kg/da olarak tespit etmişlerdir.

Zandi *et al.* (2011), İran'ın kuzeyinde yer alan Guilan bölgesinde yürütmüş oldukları çalışmada farklı azot dozu (0, 2,5, 5 ve 7,5 kg/da) ve bitki sıklıklarının (60, 80, 100 ve 120 m²/bitki) çemen bitkisinin agronomik ve morfolojik özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda bitki boyu, bitkide bakla sayısı, baklada tohum sayısı, dal sayısı ve tohum verimi üzerine azot dozlarının ve bitki sıklıklarının etkisinin istatistiki olarak önemli, bin tane ağırlığı üzerine ise önemsiz olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar bitkide en yüksek bakla sayısı (45,39 adet) ve bitki başına verimi (7,47 g) dekara 2,5 kg N dozundan elde etmişler ve artan azot seviyelerinin dal sayısını azalttığını ifade etmişlerdir. Öte yandan, bitki sıklıklarının artması ile dal sayısı ve bitkide bakla sayısında azalmalar gözlemlendiğini belirtmişlerdir.

Marschner (2012), artan azot dozlarının çemende vejetatif kısımların büyümesini teşvik ettiğini ancak yaprakların ışığa daha az nüfuz etmesine sebep olduğunu bildirmiştir. Narula ve ark. (2005) ise gerekli ışık kullanımının azalması durumunda ikincil metabolitlerin üretiminin azaldığını ifade etmişlerdir.

Mehta *et al.* (2012), Hindistan'da 2006-2007 ve 2007-2008 yıllarında azot (1 ve 2 kg/da), fosfor (2 ve 4 kg/da) ve mikrobiyal gübrelemenin (kontrol, *Rhizobium*, PSB (fosfat çözücü bakteriler) ve *Rhizobium* + PSB inokülasyon) çemen bitkisinde büyüme ve verim parametrelerine etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar azot dozları bakımından, sırasıyla çiçeklenme sürelerini 50,65, 54,06 gün, olgunlaşma süresini 114,66, 120,05 gün, bitki boyunu 55,2, 63,0 cm, dal sayısını 4,14, 4,80 adet, tohum verimini 115,6, 136,7 kg/da ve hasat indeksini % 32,54, 32,98 olarak belirlemiş ve en yüksek değerleri artan azot dozlarından elde etmişlerdir.

Verma and Ali (2012)'nin yürüttükleri bir araştırmada, Hindistan orijinli çemen genotipleri arasındaki önemli farklılıklarından birinin hasat indeksi olduğunu, 20 farklı çemen genotipinde yürüttükleri araştırmada hasat indeksinin % 11,4-30,2 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Singh *et al.* (2013) tarafından Hindistan'da 102 çemen genotipi arasındaki varyasyonu belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada, bitki boyunun 41,61-77,71 cm, ana dal sayısının 1,50-8,50 adet, bitkide bakla sayısının 5,33-42,50 adet, bakla uzunluğunun 8,95-14,65 cm, baklada tane sayısının 7,33-22,16 adet, bin tane ağırlığının 12,49-14,96 g arasında değiştiği bildirilmiştir. Ayrıca, incelenen parametreler arasında bitkide bakla sayısının yüksek oranda fenotipik varyasyon katsayısına (%44,09) sahip olduğu belirlenmiştir.

Hindistan orijinli üç farklı çemen genotipinde diosgenin içeriğini inceledikleri çalışmada Laila *et al.* (2014) diosgenin içeriklerini % 0,113, 0,135 ve 0,116 olarak tespit etmişlerdir.

Öz (2014), 2012-2013 vejetasyon döneminde kışlık ve yazlık olarak Eskişehir ekolojisinde farklı ekim normu ve sıra arasının verim ve bazı morfolojik kriterler üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada bitki boyunu 15,90-71,17 cm, dal sayısını 0,6-2,9 adet, bitkide bakla sayısını 1,53-17,20 adet, baklada tohum sayısını 3,7-18,5 adet ve tohum verimini 54,30-177,10 kg/da arasında tespit etmiştir. Araştırma sonucunda Eskişehir ekolojik koşulları altında kışlık ekimlerde en yüksek tohum verimi için 40 cm sıra arası ve 4 kg/da ekim normu uygulamasının, yazlık ekimlerde de 60 cm sıra arası ve 5 kg/da ekim normu uygulamasının uygun olduğunu rapor etmiştir.

Patahk *et al.* (2014) tarafından Hindistan orijinli 40 çemen genotipleri arasındaki varyasyonu belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada, en yüksek genotipik ve fenotipik varyasyon katsayısının baklada tane sayısından elde edildiğini ve baklada tane sayısının 8,49-31,29 adet arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Shams *et al.* (2014), İran'da iki yıl süreyle azot (0, 5, 10, 15 ve 20 kg/da üre, 46% N) ve bakırın çemen bitkisinin farklı dönemlerinde diosgenin oranı üzerine etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar, tohumda en yüksek diosgenin oranını %0,64 ile 10 kg/da azot uygulamasında (üre), en düşük diosgenin oranını ise %0,38 olarak azot uygulanmayan kontrol parsellerinde elde etmişlerdir. Ayrıca, 10 kg/da dozuna kadar artış gösteren diosgenin oranının, sonraki dozlarda azalış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Wierzbowska and Gołaszewska (2014), Olsztyn/Polanya'da sera şartlarında çemen bitkisine üç farklı azot dozu (N₀, N₁ ve N_{1.5}) ve bu azot dozlarına *Rhizobium meliloti* bakterisini inoküle ederek altı farklı kombinasyonu denemiş ve çemenin kalite parametrelerini

incelemiştir. Araştırma sonucunda artan azot dozları ve *Rhizobium meliloti* inoküle edilen gübrelerin artan dozlarında yağ oranının azaldığını, protein oranının ise arttığını ortaya koyan araştırmacılar deneme faktörlerinin ortalaması olarak değerlerin sırasıyla 50,20-53,45 ve 231,8-324,5 g/kg arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Dadrasan *et al.* (2015), kimyasal ve mikrobiyolojik gübrelerin çemen tohumunda trigonelline konsantrasyonuna etkisini inceledikleri çalışmada farklı gübre formlarının (kontrol, kimyasal (NPK), biyolojik (*Azotobacter chroococcum* ve *Pseudomonas fluorescens*), Biyolojik+ %50 kimyasal, Biyolojik+%75 kimyasal, Biyolojik+%100 kimyasal) trigonelline miktarına etkisinin istatistiki olarak önemli ($P < 0.05$) olduğunu, trigonelline miktarlarının 2,9-3,1 g/kg arasında değiştiğini ve en yüksek trigonelline miktarının kimyasal gübre uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir.

Abbasdokht *et al.* (2016) çemen ile sorgum bitkisini birlikte ekerek, farklı azot kaynaklı (kontrol, biyolojik (*Azotobacter*, *Rhizobium*, *Azospirillum*, mikoriza), kimyasal (üre), %50 biyolojik + % 50 kimyasal) gübrenin çemen ve sorgum bitkisinin bazı kalite özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. İki yıl süre ile yürüttükleri çalışmada, sadece çemen ekili parsellerde trigonelline miktarı bakımından yıl istatistiki olarak önemsiz olurken gübre uygulamaları ve yıl x gübre uygulamaları interaksiyonunun %5 ihtimal seviyesinde önemli olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, trigonelline miktarının 1,978-2,763 mg/g arasında değiştiğini, en yüksek trigonelline miktarının biyolojik (*Azotobacter*, *Rhizobium*, *Azospirillum*, mikoriza) gübre formu uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir.

Otuz farklı çemen genotipinde fenotipik ve genotipik varyasyonu belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada Gurjar *et al.* (2016), çemen genotipleri arasında en yüksek kalıtım derecesini protein oranında belirlediklerini ve değerlerin %14,03 ile 25,33 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Hindistan'da 2009-2012 yılları arasında kuru tarım koşullarında 16 farklı çemen genotipinin kullanıldığı bir çalışmada Giridhar *et al.* (2016), diosgenin oranında önemli ölçüde farklılıklar gözlemlediğini ve değerlerin %0,52-0,97 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar yıl ve genotip varyasyon kaynaklarının diosgenin oranı üzerine önemli etkide bulunduğunu bildirmişlerdir.

Pavlista and Santra (2016), kuraklığın çemen bitkisinde (*Trigonella foenum-graecum* L.) çiçeklenme süresini kısalttığını belirterek, Nebreska/ABD şartlarında çemende çiçeklenme süresinin 44-63 gün arasında değiştiğini ifade etmişlerdir.

Ramniwas (2016), çemen bitkisine uygulanan dört farklı su kısıtı seviyesinin (0,4, 0,6, 0,8 ve 1,0 ETc) bitkinin morfolojik özelliklerine etkisini araştırmıştır. Araştırmacı, artan su kısıtı seviyelerinin bitkide bakla sayısı, bakla uzunluğu, baklada tane sayısı ve bin tane ağırlığını sırasıyla, %47,9, 25,04, 36,15 ve 20,28 oranında azalttığını ifade etmiştir.

İran'da 2014 ve 2015 yıllarında kısıtlı su uygulamaları ve farklı gübre kaynaklarının (zeolit, solucan gübresi) çemen bitkisinin agronomik performanslarına etkisini inceleyen bir çalışmada (Baghbani-Arani *et al.* 2017), trigonelline konsantrasyonunun tüm deneme faktörlerinden önemli seviyede etkilendiği ve 419,0-1056,6 µg/mg arasında değiştiği rapor edilmiştir.

Chauhan *et al.* (2017), kuraklığın çemen yetiştiriciliğinde verimi azaltıcı bir faktör olduğunu, sekiz farklı çemen genotipinin kuru ve sulu tarım koşullarında yetiştirilerek ortaya koymuşlardır. Çalışma sonucunda, kuru tarım şartlarında yetiştirilen genotiplerin bin tane ağırlığında %13,62, bitkide bakla sayısında %28,16 ve tohum veriminde %25,13 azalış gözlemlendiğini bildirmişlerdir.

Hindistan şartlarında 2013/2014 ve 2014/2015 vejetasyon döneminde yürütülen bir çalışmada Datta *et al.* (2017), azot (4, 6 ve 8 kg/da), fosfor (6, 8 ve 10 kg/da) ve potasyum (2 ve 4 kg/da) dozlarının çemen bitkisinin morfolojik özelliklerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada, deneme yıllarının ve faktörlerin ortalaması olarak, azot seviyelerinin artması ile bitki boyunda ve dal sayısında artışlar olmuş; bakla uzunluğu ve baklada tane sayısında ise 6 kg/da N dozundan sonra azalış gözlemlendiği belirtilmiştir.

Hosamath *et al.* (2017), Hindistan orijinli 35 çemen genotipinin kullanıldığı bir çalışmada bitki boyu (24,40-76,30 cm), dal sayısı (4,80-14,70 adet), bitkide bakla sayısı (21,40-55,30 adet) ve bin tane ağırlığı (10,3-25,5 g) bakımından yüksek genotipik ve fenotipik varyasyon katsayısı, çiçeklenme süresi (35,50-56,0 gün), yetiştirme süresi (76,50-109,0 gün), bakla uzunluğu (8,03-11,48 cm) ve bakla eni (3,18-4,06) bakımından da yüksek kalıtım derecesi gözlemlendiğini bildirmişlerdir.

Mamatha *et al.* (2017), Hindistan'ın beş farklı tarımsal iklim bölgesinden temin edilen 150 farklı çemen genotipinde verim ve verim unsurları arasındaki varyasyonu belirlemeye çalışmışlardır. Çalışma sonucunda, bitki boyunun 67,07 ile 121,23 cm, bakla uzunluğunun 7,34 ile 14,42 cm, bitkide bakla sayısının 40,7 ile 164,4 adet, baklada tane sayısının 7,06 ile 12,60 adet, bin tane ağırlığının 4,86 ile 14,53 g arasında değişim gösterdiğini ve incelenen özellikler arasında genotiplere göre önemli farklılıkların olduğu ifade edilmiştir.

Saxena *et al.* (2017), 13 farklı çemen genotipinde üç farklı su kısıtı uygulamalarının (kontrol, çiçeklenme dönemi, çiçeklenme sonrası) tohum kalitesine etkisini araştırmış ve genotipler arasında önemli farklılıklar olduğunu, kontrol parsellerinde yağ oranının % 2,62-5,33 arasında değiştiğini ve çiçeklenme döneminde su stresine maruz kalan çemen bitkisinde yağ oranının önemli seviyede arttığını vurgulamışlardır. Ayrıca, incelenen parametrelerden diosgenin oranının kontrol parsellerinde % 0,35 ile 0,78 arasında değiştiği ve genotiplere göre diosgenin oranlarının farklılık gösterdiği belirtilmiştir.

Sharanya (2017), Hindistan ekolojik koşullarında farklı ekim geometrilerinin (20 x 15cm, 30 x 10cm ve 30 x 15cm) 4 farklı çemen genotipinin (AFg-1, AFg-2, AFg-3 ve AFg-4) büyüme ve verim parametreleri üzerine etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda, çemen bitkisinde metrekareye düşen bitki sayısının artması ile bitki boyu, çiçeklenme süresi, olgunlaşma süresi, bitkide bakla sayısı, bakla uzunluğu ve baklada tane sayısının azaldığını ve bu azalışın istatistiki olarak önemli olduğunu bildirmiştir. Ayrıca bu araştırmada, çiçeklenme süresi, olgunlaşma süresi, baklada tane sayısı ve tohum verimi bakımından incelenen genotipler arasındaki farklılığın istatistiki olarak %5 ihtimal seviyesinde önemli olduğunu, ortalama değerlerin çiçeklenme süresi için 39,0-45,8 gün, olgunlaşma süresi için 126,8-135,9 gün, baklada tane sayısı için 15,8-17,9 adet ve tohum verimi için 163-212 kg/da arasında değiştiğini tespit etmiştir.

Aljuhaimi *et al.* (2018), Hindistan, Suudi Arabistan, Yemen ve Türkiye orijinli çemen genotiplerinin bazı kalite özelliklerini belirlediği bir araştırmada yağ oranları bakımından genotipler arası farklılıkların %5 ihtimal seviyesinde önemli olduğunu ve en yüksek yağ oranının % 6,33 ile Suudi Arabistan genotipinden, en düşük yağ oranının ise %5,06 ile Türkiye genotipinden elde edildiğini bildirmişlerdir.

Król-Kogus *et al.* (2018), Yüksek Performans İnce Tabaka Kromatografisinde (HPTLC) dansitometrik metodu (optik yoğunluğun nicel ölçümü) ile yeni bir yaklaşım getirerek iki farklı çemen genotipinin (Polonya ve Cezayir) diosgenin oranlarını belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda diosgenin oranları Polonya genotipinde %0,18, Cezayir genotipinde %0,13 olarak tespit edilmiştir.

Sindhu *et al.* (2018) tarafından Hindistan ekolojisinde toplam 90 adet çemen genotipi üzerinde 2 yıl süreyle sürdürülen araştırmada, çiçeklenme süresinin 50-76 gün, olgunlaşma süresinin 110-140 gün aralığında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, araştırmacılar olgunlaşma ve çiçeklenme süresi bakımından genotipler arasındaki bu farklılıklar sonucu oluşan genotipik ve fenotipik varyasyon katsayılarının istatistiki olarak önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Singh *et al.* (2018), Hindistan’da farklı azot dozları (2, 4 ve 6 kg/da) ve biçim zamanının (45 ve 60 gün) çemen bitkisinde bitki boyu, dal sayısı, bitkide bakla sayısı, baklada tane sayısı, bin tane ağırlığı ve tohum verimine etkisini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda azot dozu uygulamalarının bitki boyu (87,10-109,69 cm), baklada tane sayısı (44,89-51,31 adet), bitkide bakla sayısı (10,44-12,08 adet), bin tane ağırlığı (9,19-10,02 g) ve tohum verimi (115-138 kg/da) üzerine önemli etkide bulunduğunu belirtmişlerdir. Yine azot dozlarının artması ile yukarıda belirtilen agronomik parametrelerde artış olduğunu ve bitki başına bakla sayısı ve baklada tane sayısı ile tohum verimi ile olumlu ve önemli ilişkide olduğunu tespit etmişlerdir.

Yadav *et al.* (2018), Rajasthan/Hindistan bölgesinde 21 farklı çemen genotipinin genotipik ve fenotipik varyasyon katsayısını ve kalıtım derecesini belirlemeyi amaçladığı çalışmada; genotipler arası farklılıkların çiçeklenme süresi, olgunlaşma süresi, dal sayısı, bitki boyu, bitkide bakla sayısı, baklada tane sayısı, bakla uzunluğu, bin tane ağırlığı ve bitki başına tohum verimi bakımından istatistiki olarak önemli olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, çiçeklenme süresinin 42,67-45,67 gün, olgunlaşma süresinin 124,33-137,00 gün, bitki boyunun 36,80-61,60 cm, dal sayısının 4,53-5,80 adet, bitkide bakla sayısının 38,87-64,47 adet, bakla uzunluğunun 9,67-11,80 cm, baklada tane sayısının 17,00-19,47 adet, bin tane ağırlığının 11,11-14,56 g ve bitki başına tohum veriminin 9,79-13,13 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Öte yandan, genotipik ve fenotipik varyasyon katsayısını sırasıyla, çiçeklenme süresinde % 1,37 ve 2,02, olgunlaşma süresinde %1,56 ve 2,17, bitki boyunda %10,97 ve 11,32, dal sayısında %7,18 ve 8,22, bitkide bakla sayısında %11,13 ve 11,69, bakla uzunluğunda %4,71 ve 5,49, baklada tane sayısında %3,08 ve 4,22, bin tane ağırlığında %5,78 ve 6,41, bitki başını tohum veriminde ise %7,09 ve 7,65 olduğunu tespit etmişlerdir.

Salehi *et al.* (2019), 2014 ve 2015 yıllarında İran’ın Çaharmahal ve Bahtiyari Eyaleti koşullarında yürüttükleri bir çalışmada trigonelline miktarının ürün yıllarına göre önemli farklıklar gösterdiğini ve 2014 üretim yılında trigonelline miktarının 5,64 ile 7,86 mg/g, 2015 üretim yılında ise 5,10 ile 8,0 mg/g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Araştırma yeri

Araştırmanın tarla denemeleri 2016 ve 2017 vejetasyon sürecini kapsamak üzere iki yıl süreyle Atatürk Üniversitesi Bitkisel Üretim Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğüne ait 4'nolu deneme alanında; kalite analizleri ise Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarları ve Doğu Anadolu Yüksek Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde (DAYTAM) gerçekleştirilmiştir.

Araştırma yerinin iklim ve toprak özellikleri

İklim özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü Erzurum ili, Doğu Anadolu bölgesinde 1853 m rakıma sahip 39° 55' kuzey enlemi 41° 16' doğu boylamı üzerinde bulunmaktadır. İl arazisinin büyük çoğunluğunda karasal iklim özellikleri egemendir. Kışlar uzun ve soğuk, yazlar kısa ve sıcak geçer. Karasal iklim ve yüksek rakım nedeniyle gerek mevsimler, gerekse gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farkları çok fazladır.

Tarla denemelerinin yürütüldüğü Atatürk Üniversitesi Bitkisel Üretim Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğüne ait 4'nolu deneme alanının vejetasyon dönemine ait uzun yıllar ortalaması (1985-2015) ile 2016 ve 2017 yıllarındaki sıcaklık, yağış ve nispi nemle ilgili veriler Tablo 1'de sunulmuştur.

Denemenin yürütüldüğü bölgenin iklim özellikleri ekim ve hasat zamanları dikkate alınarak Mayıs (6-31 Mayıs), Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül (2016 için; 01-08 Eylül 2016; 2017 için 01-03 Eylül) aylarına ilişkin değerleri belirlenmiştir. İki yıllık ortalamalarının (2016 ve 2017) sırasıyla 15,52-17,08 °C ortalama sıcaklık, 193,38-85,8 mm toplam yağış, % 56,94-48,34 ortalama nispi nem şeklinde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Erzurum ilinin 1985-2015 yılları arasında aynı döneme ait uzun yıllar ortalamaları ise; 16,62°C ortalama sıcaklığa, 139,79 mm toplam yağışa ve % 55,74 ortalama nispi neme sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Erzurum İli Merkez Bölgesinin Uzun Yıllar İle 2016 ve 2017 Yıllarına Ait İklim Verileri*

Yıllar	Aylar					Toplam/ Ortalama
	Mayıs [#]	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül ^{&}	
Aylık Toplam Yağış (mm)						
Uzun Yıllar Ort.	53,2	42,0	24,2	15,7	4,69	139,79
2016	51,8	88,6	17,8	17,4	17,78	193,38
2017	51,1	12,6	6,8	15,2	0,1	85,8
Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)						
Uzun Yıllar Ort.	10,5	14,9	19,2	19,4	14,1	15,62
2016	10,5	14,7	19,0	20,9	12,5	15,52
2017	10,6	15,7	20,8	21,6	16,7	17,08
Aylık Ortalama Nispi Nem (%)						
Uzun Yıllar Ort.	64,1	58,9	53,3	49,8	52,6	55,74
2016	65,9	63,7	53,7	44,0	57,4	56,94
2017	65,3	56,8	45,0	38,8	35,8	48,34

*Kaynak: Erzurum Meteoroloji Bölge Müdürlüğü # 05-31 Mayıs tarih aralığını kapsamaktadır.

&01-08 Eylül tarih aralığını kapsamaktadır.

Tablo 1 incelendiğinde görüleceği gibi denemenin yürütüldüğü 2017 yılı vejetasyon dönemine ait toplam yağış miktarı hem uzun yıllar ortalamasından, hem de denemenin ilk yılından oldukça düşük olmuştur. Yağış miktarı ve yağışın vejetasyon periyodu içerisindeki dağılımı da yıllar arasında önemli farklılık göstermiştir. Deneme yıllarında toplam yağış miktarı, ekimin gerçekleştirildiği Mayıs ayında sırasıyla 51,80 ve 51,10 mm olarak gerçekleşmiş olup bitkinin çıkış periyodunda su stresi yaşamasını engellemiştir. Buna karşılık, bitkilerin generatif gelişim gösterdiği Haziran - Temmuz dönemindeki yağış miktarı 2017 yılında, 2016 yılına göre daha az olmuştur. 2017 yılında Haziran ve Temmuz aylarında toplam yağış miktarının uzun yıllar ortalamasına göre %62, 2016 yılına göre %125 daha az olduğu belirlenmiş ve 2017 yılı son 44 yılın en kurak yılı olmuştur.

Uzun yıllar ve denemenin yürütüldüğü 2016 yılında bitki yetiştirme periyoduna ait sıcaklık ortalamaları sırasıyla 15,62 ve 15,52 °C ile paralellik göstermiş, 2017 yılı ortalama sıcaklık değerinin (17,08 °C) ise yüksek olduğu belirlenmiştir.

Aylık ortalama nispi nem değerlerine bakıldığında uzun yıllar ortalaması olarak Erzurum'da yıllık nispi nem değerinin ortalama % 55,74 olduğu, söz konusu değer 2016 yılında % 56,94 ve 2017 yılında ise % 48,40 olduğu görülmektedir. Bu verilerden, 2017 yılındaki nispi nem değerinin 2016 yılı ve uzun yıllar ortalamasına göre daha düşük olduğu anlaşılmaktadır. Denemenin ilk yılında gelişme döneminde nispi nemin düşük olması; toplam yağış miktarına ve sıcaklığa bağlı olmakla beraber, en düşük nispi nem değeri Eylül ayında gerçekleşmiştir.

Toprak özellikleri

Deneme alanından 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünde Laboratuvarlarında yapılan toprak analiz sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Deneme Alanı Topraklarının 2016-2017 Yıllarına Ait Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Yıllar	Blok	Tekstür Sınıfı	pH	Kireç CaCO ₃ (%)	Organik Madde (%)	Toplam Azot (%)	Tuz (%)	Elverişli	
								P ₂ O ₅ (kg/da)	K ₂ O (kg/da)
2016	A	Killi-Tın	7,32	0,63	1,38	0,785	0,46	8,70	136,5
	B	Killi-Tın	7,35	0,68	1,23	0,771	0,42	8,90	134,6
	C	Killi-Tın	7,34	0,70	1,35	0,795	0,48	8,57	140,5
	D	Killi-Tın	7,41	0,72	1,24	0,796	0,51	8,69	137,5
2017	A	Killi-Tın	7,13	0,42	1,52	0,785	0,39	9,65	136,8
	B	Killi-Tın	7,42	0,52	1,60	0,786	0,42	9,80	154,5
	C	Killi-Tın	7,36	0,38	1,42	0,756	0,43	9,91	142,8
	D	Killi-Tın	7,29	0,53	1,70	0,736	0,44	9,76	145,1

Tablo 2 incelendiğinde, deneme toprakları killi-tınlı bir bünyeye sahip olup, hafif alkali (pH; 7,13-7,42) karakterde, kireç miktarı (%0,38-0,72) ve organik madde miktarı (%1,23-1,70) düşük, fosfor (8,57-9,91 kg/da) ve azot (%0,736-0,796) bakımından fakir, potasyum (134,6-154,5 kg/da) bakımından zengin ve tuzluluk (%0,39-0,51) problemi olmadığı görülmektedir (Klute 1986).

Araştırmada kullanılan çemen genotipleri

Denemede, Türkiye (Konya) ve İran (Tebriz)’dan temin edilen çemen genotipleri kullanılmıştır (Şekil 7).



Şekil 7. Araştırmada kullanılan genotipler

Araştırmada kullanılan gübreler

Araştırmada azotlu gübre olarak amonyum sülfat (%21 N), fosforlu gübre olarak ise triple süperfosfat (%46 P₂O₅) kullanılmıştır.

Yöntem

Araştırmanın kurulmasından sonuçların elde edilmesine kadar aşağıdaki yöntem ve işlemler uygulanmıştır.

Deneme deseni

Araştırmanın tarla denemeleri Şansa Bağlı Tam Bloklar deneme desenine göre düzenlenmiştir. Çalışmada, 2 çemen genotipi (İran ve Türkiye genotipi), 3 ekim normu (2, 4, 6 kg/da) ve 5 azot dozunun (0, 2, 4, 6 ve 8 kg/da) kombinasyonları yer almak üzere 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Deneme, toplam 120 parselden (2 genotip x 3 ekim normu x 5 azot dozu x 4 tekerrür) oluşmaktadır. Her parsel 5 m uzunluğunda 4 sıradan ibaret olup, 12 m²'lik bir alana sahip olmuştur. Parseller arasında 1.5 m, bloklar arasında 2 m mesafe bırakılmış olup parsel araları ve blok araları dahil toplam deneme alanı 26,0 m x 78,5 m = 2041 m² olmuştur.

Toprak hazırlığı

Sonbaharda derin sürülerek kesekli olarak kış mevsimine bırakılan deneme alanı ilkbaharda yüzlek bir şekilde sürülmüş, diskaro ve tapan uygulandıktan sonra tohum yatağı hazırlığı tamamlanmıştır. Ayrıca denemenin kurulacağı alanın toprak özelliğini belirlemek amacıyla 0-30 cm derinliklerinde toprak numuneleri alınmış ve analizi yapılmıştır.

Gübreleme

Parsellere ekimden hemen önce dekara 6 kg P₂O₅ hesabıyla fosforlu gübre ve 0, 2, 4, 6 ve 8 kg hesabıyla azotlu gübre uygulanarak diskaro ile toprağa karıştırılmıştır.



Şekil 8. Parselasyon, gübreleme ve ekim zamanından bir görüntü

Ekim ve bakım

Toprağın tava gelme durumu ve hava koşullarına bağlı olarak 2016 ve 2017 yıllarında 06 Mayıs'ta, 30 cm sıra arası mesafesinde ekim normlarına göre (2, 4, 6 kg/da) ekim yapılmıştır. Yetiştirme mevsimi boyunca yabancı otlarla çapalamayla mücadele edilmiştir. Deneme yıllarında vejetasyon süresince yapılan bakım işlemleri ve yapılma zamanları Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Deneme Süresince Yapılan Bakım İşlemleri ve Yapılma Zamanları

Bakım İşlemleri	Bakım işlemlerinin yapılma zamanları		
		2016	2017
Sulama	1. Sulama	02 Haziran	04 Haziran
	2. Sulama	30 Haziran	20 Haziran
	3. Sulama	-*	05 Temmuz
Çapalama	1. Çapa	28 Mayıs	05 Haziran
	2. Çapa	04 Haziran	22 Haziran
	3. Çapa	02 Temmuz	07 Temmuz

*2016 yılında 3.sulama yağış yeterli olduğu için yapılmamıştır.

Hasat ve harman

Hasat işlemine baklaların % 50'si hasat olgunluğuna ulaştıktan sonra başlanılmıştır. Hasat olgunluğu kriteri olarak baklaların sarımsı-kahverengi renk aldığı dönem esas alınmıştır. Hasat; 2016 yılında 19 Ağustos-08 Eylül, 2017 yılında ise 16 Ağustos-02 Eylül tarihleri arasında yapılmıştır. Hasatta her parselin kenarlarından birer sıra ve uç kısımlardaki 0,5 m'lik bölüm kenar tesiri olarak değerlendirilip, merkezde kalan 2 sıra toprak seviyesinden orakla biçilmiştir. Hasat edilen bitkiler sera ortamında kurutulup, kuruma tamamlandıktan sonra harman edilerek tohumlar çıkartılmıştır.

Sonuçların değerlendirilmesi

Veriler SAS GLM prosedürü (SAS Inst, 1990) kullanılarak yıllar üzerinden birleştirilmiş analize tabi tutulmuştur. Yıl ve blok random (şansa bağlı) etkiler olarak kabul edilmiştir. Yıl x muamele interaksyonu önemli olduğunda yıllar ayrı analiz edilmiş ve her bir yıl için ortalama değerler sunulmuştur. Önemli bulunan muameleler ve interaksyonlara ait ortalama değerlerin çoklu karşılaştırmaları Fisher'in Korumalı LSD testi ($P \leq 0.05$) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Agronomik, verim ve kalite ilgili yapılan gözlem ve incelemeler

Vejetasyon dönemi esnasında ve sonrasında gerçekleştirilen ölçüm, tartım ve analizler Kaçar (1972), Peryea and Kammereck (1997), Ayanoğlu ve Mert (1999), Yılmaz ve Telci (1999), Taylor *et al.* (2000), Guo *et al.* (2008), Yang *et al.* (2009) ve Shailajan *et al.* (2011)'in çalışmaları esas alınarak yapılmıştır.

Çiçeklenme süresi (gün)

Ekimden itibaren her parseldeki bitkilerin % 50'sinde çiçeklenmenin başlamasına kadar geçen süre "gün" sayısı olarak kaydedilmiştir.

Yetiştirme süresi (gün)

Ekim tarihinden bitkilerin hasat olgunluğuna ulaşmasına kadar geçen süre gün olarak kaydedilmiştir.

Bitki boyu (cm)

Bitkiler hasat olgunluğuna ulaştıktan sonra hasat alanına giren 20 bitkinin toprak seviyesinden, en uç noktaya kadar olan kısım ölçülerek, ortalama bitki boyları belirlenmiştir.

Dal sayısı (adet)

Hasat edilen bitkilerden her parsel için şansa bağlı olarak seçilen 20 bitkinin dal sayısı sayılıp, ortalamaları alınmıştır.

Yatma oranı

Yatma oranları belirlemek amacı ile, 1: dik, 2: yarı dik, 3: yarı yatık, 4: yatık, 5: tamamen yere yayılmış olmak üzere 1-5 skalasına göre değerlendirilmiştir.

Bakla uzunluğu (cm)

Tesadüfen seçilen 10 bitkide bakla uzunlukları ölçülerek ortalamaları alınmıştır.

Bitkide bakla sayısı (adet)

Hasat olgunluğuna gelen parsellerin her birinde tesadüfi olarak seçilen 10 adet bitkideki toplam bakla sayısı alınıp, ortalamaları "adet/bitki" olarak kaydedilmiştir.

Baklada tane sayısı (adet)

Hasat olgunluğuna gelen parsellerin her birinde tesadüfi olarak seçilen 10 adet bitkiye ait 10'ar baklada bulunan tane sayısı alınıp, ortalamaları "adet/bakla" olarak kaydedilmiştir.

Bin tane ağırlığı (g)

Her parselden 4 tekerrürlü 100'er tohum sayılarak 0.01 g duyarlı terazide tartılmış ve bulunan ortalama değerler 10 ile çarpılarak bin tane ağırlığı belirlenmiştir.



Şekil 9. Çiçeklenme zamanından bir görüntü



Şekil 10. Tartım, ölçüm ve analizlerde kullanılan ekipmanlar

Tohum verimi (kg/da)

Hasat alanı içerisindeki bitkilere ait olan tohumlar tartılarak parsel verimleri bulunup, daha sonra bu değerler dekara çevrilmek suretiyle tohum verimi hesaplanmıştır.

Hasat indeksi (%)

Tane veriminin biyolojik verime oranı hesaplanarak % olarak kaydedilmiştir.

Ham protein oranı (%)

Kjeldahl metodu ile tohumların N miktarı belirlenmiş ve 6,25 katsayısı ile çarpılarak ham protein oranları bulunmuştur.

Ham yağ oranı (%)

Çemen tohumlarından 20 g numune alınıp değirmende öğütülmüş ve soxhlet cihazında petrol eteri ekstraksiyonu ile ham yağ oranları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar % olarak ifade edilmiştir.



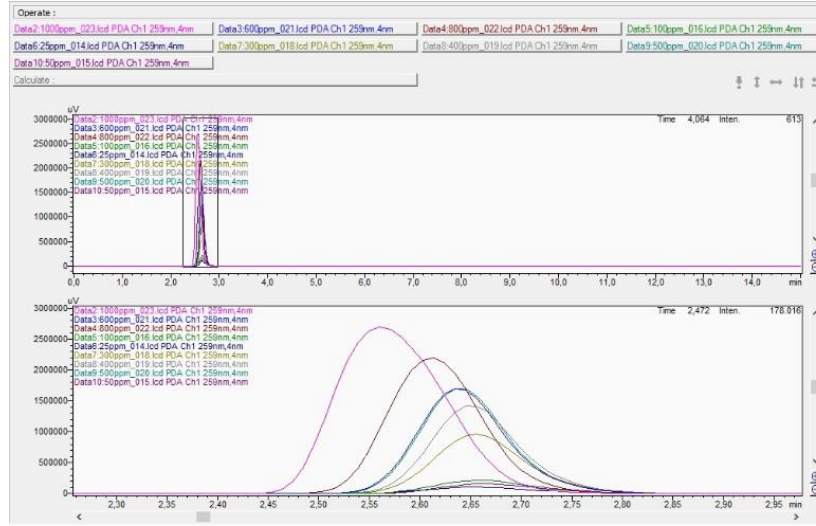
Şekil 11. Protein ve yağ tayininde kullanılan cihazlar

Yağ verimi (kg/da)

Her çeşidin hesaplanan yağ oranı ve dekara tane verimi üzerinden yağ verimi hesaplanmış ve kg/da olarak ifade edilmiştir.

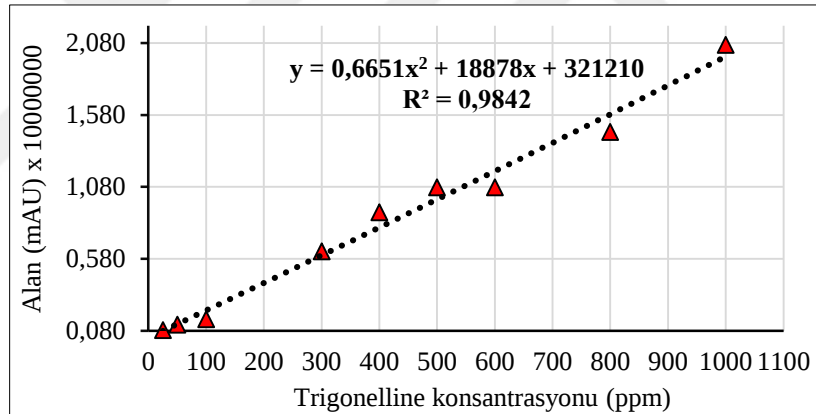
Trigonelline miktarı (mg/100g)

Çemen tohumlarında trigonelline miktarlarının belirlenebilmesi için öğütülmüş kuru numuneler metanol ile 1:10 oranında seyreltilerek 60 sn vortexde karıştırılmıştır. 12 saat boyunca 150 rpm’de rotary shakerda tutularak karışım 1 nolu Whatmann kâğıdında filtre edilip analiz öncesi +4 °C’ de depolanmıştır. Yüksek performans sıvı kromatografisi (HPLC, FRC-10A, Shimadzu Scientific Instruments, Japonya) sistemi DAD (Diyot dizinli dedektör, SPD-M20A), sistem kontrol ünitesi (LC-20AD_{XR}), degazör ünitesi (DGU-20A_{SR}), pompa (LC-20AD_{XR}), kolon fırını (CTO-10AS_{VP}) ve autosampler (SIL-20A_{XR}) kısımlarından oluşmaktadır. Çemen tohumundaki trigonelline miktar tayini ters-faz Inertsil ODS-3 (10µm 250x4,6mm) kolonu ile akış hızı 1.0 ml/dk ve mobil faz (95:5, v/v) metanol:saf su hidroklorik asit ile pH 3.5’e ayarlanılarak 267 nm’de oda sıcaklığında (27 ± 1 °C) gerçekleştirilmiştir.



Şekil 12. Standart trigonelline kromatogramı

Standart solüsyon olarak trigonelline (10 mg) 1000 µg / mL stok solüsyonu hazırlamak için 10 mL metanol içinde çözülmüş olup (25, 50, 100, 300, 400, 500, 600, 800, 1000 ppm) sonrasında HPLC cihazında kalibrasyon eğrisi yardımı ile ekstratlerdeki trigonelline miktarları belirlenmiştir (Şekil 12 ve Şekil 13).



Şekil 13. Trigonelline standart eğrisi ve regresyon eşitliği

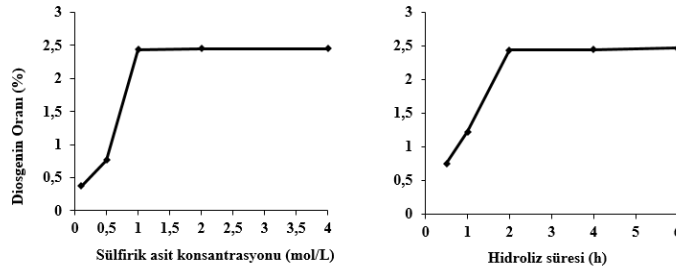
Diosgenin oranı (%)

Diosgenin miktarının belirlenmesi için yeni bir ekstraksiyon ve GC-MS yöntemi geliştirilerek validasyonu gerçekleştirilmiştir. Araştırmada kullanılan kimyasal maddelerden ileri gelebilecek safsızlıkların sonuçlara yansımaması için çalışmada analitik saflıkta kimyasal maddeler kullanılmıştır.

Santrifüj tüpüne 0.5 g öğütülmüş çemen tohumu koyularak üzerine 5 ml 1 M sülfürik asit (H₂SO₄) eklenmiştir. 10 saniye vorteksledikten sonra 30 °C' lik su banyosunda 2 saat bekletilmiştir. Sonraki süreçte numune üzerine 5 ml etilasetat eklenerek 10 saniye tekrar vorteksleme işlemi yapılarak, numuneler santrifüj cihazına alınarak 5000 rpm'de 5 dakika muamele edilmiştir. Organik faz alınarak ve azot gazı altındaki uçurma sisteminde buharlaştırılarak, (40 °C) kalıntı 1 mL etilasetatta tekrar çözülerek 22 µm gözenek büyüklüğüne

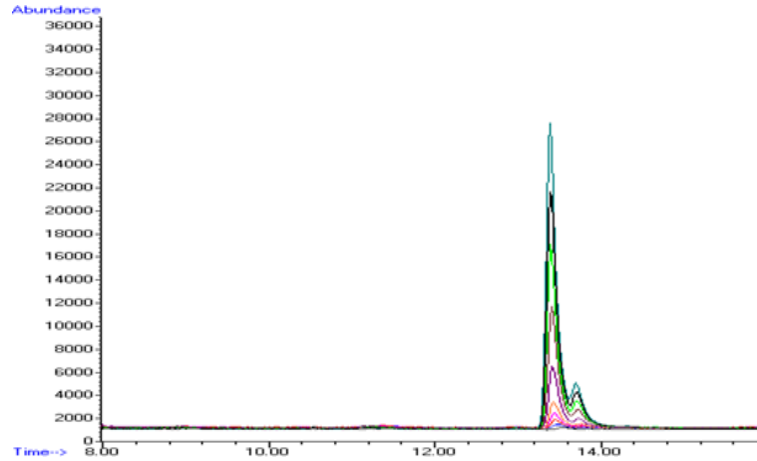
sahip filtreden süzölmüş ve viallere enjekte edilmiştir. GC-MS cihazında okuma için 1 µL enjeksiyon gerçekleştirilmiştir.

Yöntem geliştirme ve optimizasyon aşamasında çemen tohumlarında diosgenin ekstraksiyonunda hidroliz için kullanılacak sülfürik asit derişimi ve hidroliz zamanı önem arz etmektedir. Bu nedenle, kullanılması gereken optimum sülfürik asit derişimi ve hidroliz zamanı belirlenmiştir. Sonuç olarak, ekstraksiyon aşamasında kullanılacak sülfürik asit derişimi 1M ve 2 saat hidroliz süresinin optimum olabileceğı kanaatine varılmıştır (Şekil 14).

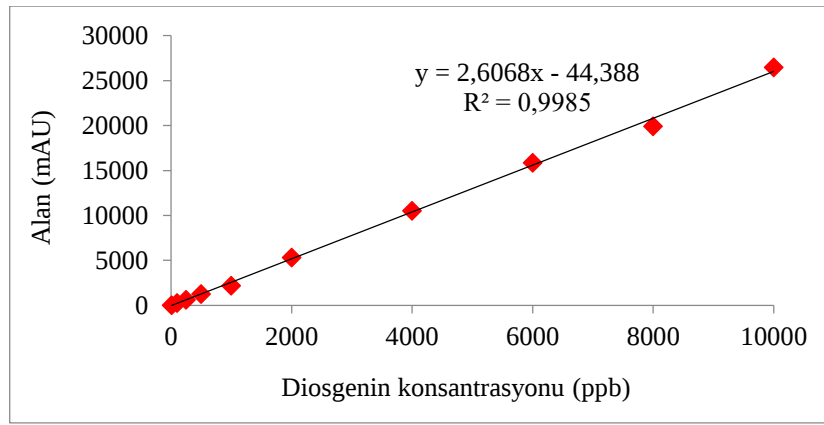


Şekil 14. Sülfürik asit derişim salım optimizasyon grafiğı

Standart solüsyon olarak diosgenin (D1634 Sigma-Aldrich Diosgenin ≥93%) 10 mg tartılarak ve 100 ml etilasetat içinde 100 pbm derişimde diosgenin stok çözeltisi hazırlanmıştır. Bu stok çözeltiden 10, 100, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 6000, 8000 ve 10000 ppb derişimlerde standart çözelti seyreltme yoluyla hazırlanmış ve GC-MS ile analizi yapılmıştır. Derişime karşı pik yükseklikleri kaydedilerek kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur (Şekil 15 ve Şekil 16).



Şekil 15. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan standart diosgeninin kromatogramı



Şekil 16. Diosgenin standart eğrisi ve regresyon eşitliği

Diosgenin tayini için tarama (SCAN) modda MS spektrumları alınarak moleküler iyon, esas pik ve fragment iyonlar belirlenerek maddelerin teşhisi gerçekleştirilmiştir. Scan modda çalışıldığında (m/z) 139, 282, 69, 55 ve 271 iyonları görülmüş olup SIM modda base pik iyonu ile (m/z 139) çalışılarak hem safsızlıkları giderme hem de duyarlılığı arttırmada kullanılabileceği kanaati oluşarak analizde SIM mod seçilmiştir. Ayrıca GC-MS çalışma koşulları Tablo 4’ de belirtilmiştir.

Tablo 4. GC-MS Çalışma Koşulları

GC-MS	Agilent 6890N (Agilent Technologies, Palo Alto, CA)	
	Agilent 5973N CI/EI MS Dedektör, Agilent 7673 Autosampler	
Kolon	HB-5 kolon (0,25 µm, 30 m x 0,32mm)	
Taşıyıcı gaz	Helyum	
Akış hızı (mL/dak)	1.5	
Enjektör sıcaklığı (°C)	250	
Dedektör türü	MS	
Dedektör sıcaklığı (°C)	250	
Kolon sıcaklığı (°C)	170 °C / 1 dk / 40 °C /dk / 220 °C / 1 dk / 20 °C / dk 290 °C /9,5 dk	
Alıkonma zamanı (dak)	13.3 dakika	
İnjesiyon hacmi	µL splitless	



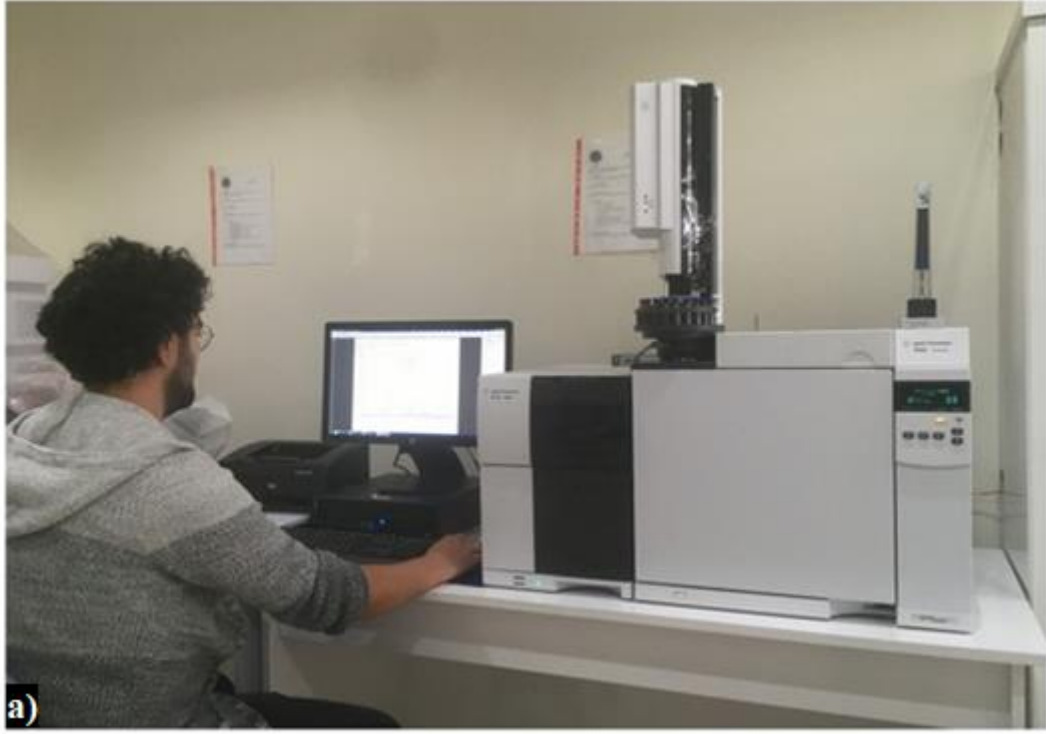
Şekil 17. Parsellerde yapılan ölçüm ve gözlemler



Şekil 18. Deneme alanından genel bir görüntü



Şekil 19. Harman işleminden bir görüntü



Şekil 20. Trigonelline ve diosgenin analizinde kullanılan a) GC-MS ve b) HPLC cihazları

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Farklı ekim normları ve azot dozlarının çemen (*Trigonella foenum-graecum*) bitkisinin verim ve verim unsurları üzerine etkisinin araştırıldığı bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda başlıklar altında sunulmuş ve tartışılmıştır.

Çiçeklenme Süresi (gün)

Araştırmada kullanılan çemen genotiplerinin yıllara, ekim normlarına ve azot dozlarına göre çiçeklenme sürelerine ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 5’de, bunlara ait ortalama değerler ile çoklu karşılaştırma sonuçları ise Tablo 6’ da verilmiştir.

Varyans analizi çizelgesinin (Tablo 5) incelenmesinden görüleceği üzere her iki deneme yılında da genotip, ekim normu ve azot uygulamalarının çiçeklenme sürelerine etkisi %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur. Öte yandan, 2017 yılındaki genotip x ekim normu ve genotip x azot dozu interaksyonu hariç, 2016 ve 2017 yıllarındaki diğer interaksyonların önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmanın ilk yılında incelenen genotipler arasındaki farklılık istatistiki olarak %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Tablo 5). Ortalama çiçeklenme süreleri Türkiye genotipinde 53,15 gün, İran genotipinde 66,92 gün olarak tespit edilmiştir (Tablo 6).

Tüm faktörlerin ortalaması olarak, 2016 yılında çiçeklenme süreleri bakımından ekim normları arasında farklılıklar saptanmış olup, bu farklılık istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Genotiplerin ortalaması olarak, ekim normlarına göre en kısa çiçeklenme süresi (59,10 gün) dekara 6 kg/da ekim normunda saptanırken, dekara atılacak tohum miktarlarının azalmasına bağlı olarak çiçeklenme süreleri gecikmiştir. Çiçeklenme süresi 2 ve 4 kg/da ekim normlarında sırasıyla 60,90 ile 60,10 gün olarak tespit edilmiştir (Tablo 6).

Uygulanan azot seviyelerine göre 2016 yılında çiçeklenme süresine ilişkin değerlerde, azot verilmeyen parsellerden (59,42 gün) dekara 6 kg azot uygulanan parsellere (60,38 gün) kadar bir gecikmenin olduğu ve 8 kg N dozunda çiçeklenme süresinin tekrar azaldığı belirlenmiştir. Tablo 5’in incelenmesinden görüleceği üzere, azot dozlarının çiçeklenme zamanına etkisi istatistiki olarak %5 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Tablo 5. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Çiçeklenme Sürelerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Çiçeklenme Süresi		
		F Değerleri		
		2016	2017	Ortalama
Yıl (Y)	1	-	-	1538,41**
Genotip (G)	1	3832,52**	4530,29**	8023,40**
Ekim Normu (E)	2	21,93**	12,80**	30,56**
Azot Dozu (A)	4	2,41*	53,69**	28,58**
Y X G	1	-	-	118,48**
Y X E	2	-	-	7,07**
Y X A	4	-	-	11,28**
G X E	2	0,16	4,95**	2,47
G X A	4	1,54	2,32*	2,66*
E X A	8	0,32	0,86	0,21
Y X G X E	2	-	-	1,11
Y X G X A	4	-	-	0,95
Y X E X A	8	-	-	0,79
G X E X A	8	0,89	0,93	0,86
Y X G X E X A	8	-	-	0,95
Hata	174			
Genel	239			

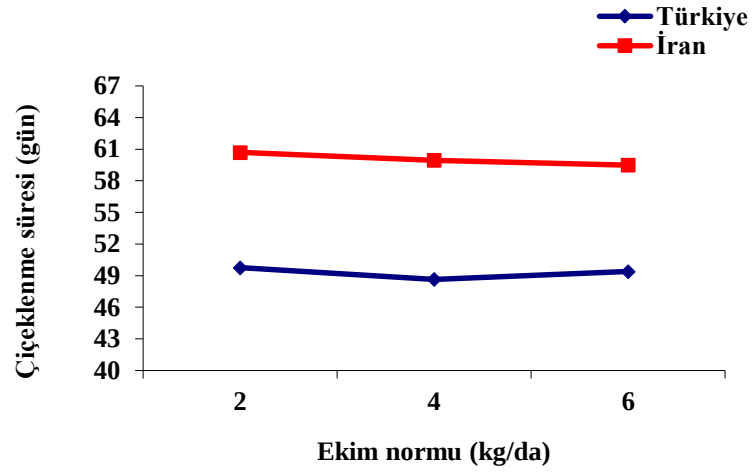
* İşaretili F değerleri %5, ** işaretili F değerleri ise %1 ihtimal seviyesinde önemlidir.

Araştırmanın ilk yılında olduğu gibi 2017 yılında da çiçeklenme süresi üzerine genotiplerin etkisi % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Tablo 5). Türkiye genotipinin ortalama çiçeklenme süresi 49,27 gün, İran genotipinin çiçeklenme süresinin ise 60,05 gün olduğu tespit edilmiştir (Tablo 6).

Araştırmada incelenen ekim normları arasındaki farklılıklar ikinci deneme yılında da istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) olmuştur (Tablo 5). En erken çiçeklenme zamanı dekara 4 kg ekim normu uygulamasında (48,65 gün), en geç çiçeklenme zamanı ise 49,75 gün ile 2 kg/da ekim normunda saptanmıştır. 6 kg/da ekim normunda ise çiçeklenme zamanı 49,40 gün olarak belirlenmiştir (Tablo 6).

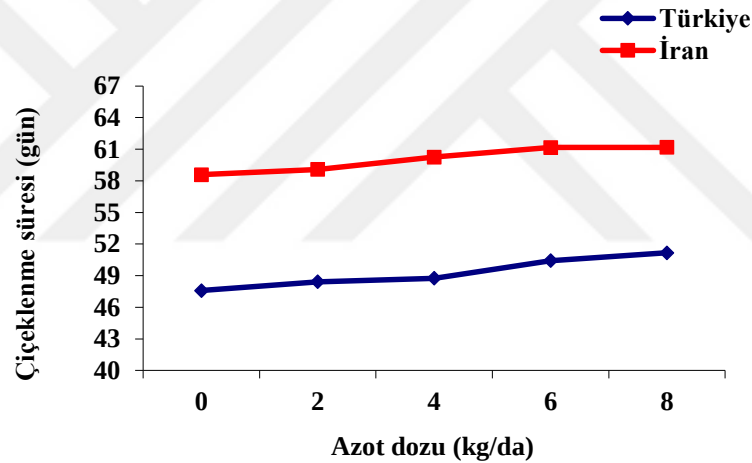
Dekara 0, 2, 4, 6 ve 8 kg azot uygulamalarında çemenin çiçeklenme süreleri sırasıyla 53,08, 53,75, 54,50, 55,79 ve 56,17 gün olarak ortaya çıkmış ve artan azot dozlarında linear bir artış belirlenmiş ve bu farklılığın istatistiki olarak %1 ihtimal sınırında önemli olduğu görülmüştür (Tablo 5).

Tablo 6' de verilen denemenin ikinci yılına ait varyans analizi sonuçları genotip ile ekim normu interaksiyonunun istatistiki olarak %1 ihtimal seviyesinde önemli olduğunu göstermiştir. Çiçeklenme süresi bakımından genotiplerin artan ekim normlarına karşı gösterdikleri tepkiler birbirinden farklı olduğu için interaksiyon önemli bulunmuştur (Tablo 5, Şekil 21).



Şekil 21. Çiçeklenme süresine ait genotip x ekim normu interaksyonu

Araştırmanın ikinci yılında Türkiye ve İran çemen genotiplerinde artan azot seviyelerine bağlı olarak çiçeklenme sürelerinde bir gecikme görülmüş olup, çiçeklenme zamanı açısından genotip ve azot seviyeleri arasındaki interaksyon istatistiki olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur (Şekil 22).



Şekil 22. Çiçeklenme süresine ait genotip x azot dozu interaksyonu

Yılların birlikte analizine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde (Tablo 5) çiçeklenme zamanı üzerine yıl, genotip, ekim normu ve azot doz uygulamalarının istatistiki açıdan önemli olduğu görülmektedir. Ayrıca, çiçeklenme zamanı üzerine yıl x genotip, yıl x ekim normu, yıl x azot dozu interaksyonlarının % 1, genotip x azot dozu interaksyonunun % 5 ihtimal seviyesinde önemli, diğer interaksyonların ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir (Tablo 5).

Tüm deneme faktörlerinin ortalaması olarak, çiçeklenme süreleri 2016 ve 2017 yıllarında sırasıyla 60,03 ve 54,66 gün olmuştur. Bir diğer ifadeyle çemen genotipleri ikinci yıl birinci yıla göre daha erken çiçeklenmiştir. Genotiplerin ortalama çiçeklenme zamanlarının deneme yıllarına göre farklı olması, birinci ürün yılının Haziran dönemindeki yağış miktarının ikinci ürün yılına göre daha fazla olması ile açıklanabilir. Kuraklık stresi sırasında bitkiler

hayatta kalma ve neslinin devamını sağlamak için, genellikle çiçeklenme sürecini hızlandırmaktadırlar (Franks *et al.* 2007). Ayrıca kuraklık çiçek gelişiminin erken tutuklanmasına neden olmaktadır (Su *et al.*, 2013). Öte yandan, Ahari *et al.* (2009) ve Pavlista and Santra (2016) çemen bitkisinin kurak koşullarda daha erken çiçeklendiklerini tespit etmişlerdir.

Yılların birlikte analizinde Türkiye ve İran çemen genotiplerinin ortalama çiçeklenme süreleri sırasıyla 51,21 ve 63,48 gün olarak tespit edilmiş (Tablo 6) ve genotipler arasındaki farklılıklar önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. İran genotipi her iki yılda da daha geç çiçeklenmiştir. Genotiplerin çiçeklenme sürelerinin farklı oluşu genetik yapıdan kaynaklanmış olabilir. Nitekim, birçok araştırmacı çemen genotipleri arasında çiçeklenme süreleri bakımından önemli farklılıkların olduğunu bildirmiştir (Jain *et al.* 2013; Sharanya 2017; Yadav *et al.* 2018). Yine, Sindhu *et al.* (2018), 90 çemen varyetesinde çiçeklenme sürelerinin 50-76 gün aralığında değiştiğini ve istatistiki olarak genotipik ve fenotipik varyasyon katsayısının önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Ekim normlarının çiçeklenme süreleri üzerine etkileri, yıllar ortalamasında farklılık göstermiştir ve bu farklılık istatistiki olarak % 1 seviyesinde önemli olmuştur. Çemen bitkisinde en erken çiçeklenme 56,78 gün ile 6 kg/da ekim normunda gözlenmiş olup, bunu 57,20 gün ile 4 kg/da ekim normu takip etmiştir. En geç çiçeklenme (58,06 gün) 2 kg/da ekim normunda gözlemlenmiştir. Dekara atılacak tohum miktarı azaldıkça bitkiler geç çiçeklenmiştir. Bu hususun tohum miktarın azalmasıyla, bitkilerin kuvvetli bir kök sistemi geliştirerek, topraktaki bitki besin elementlerini daha iyi kullanması, ışıklanma ve toprak nemi yönünden daha az bir rekabetle karşılaşmış olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Öte yandan, güneşlenme süresi ne kadar uzun olursa, çiçeklenme için gereken sıcaklık toplamı o kadar hızlı toplanacaktır (Roberts *et al.* 1985). Ekim normunun artmasıyla güneşlenme süresinin azaldığı ve böylelikle çiçeklenme süresinin azaldığı kanaatine varılmıştır. Nitekim Sharanya (2017)'da, yürüttüğü çalışmada çemen bitkisinde bitki sıklığının artması ile çiçeklenme süresinin azaldığını bildirmiştir.

Tablo 6. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Ortalama Çiçeklenme Süreleri (gün)

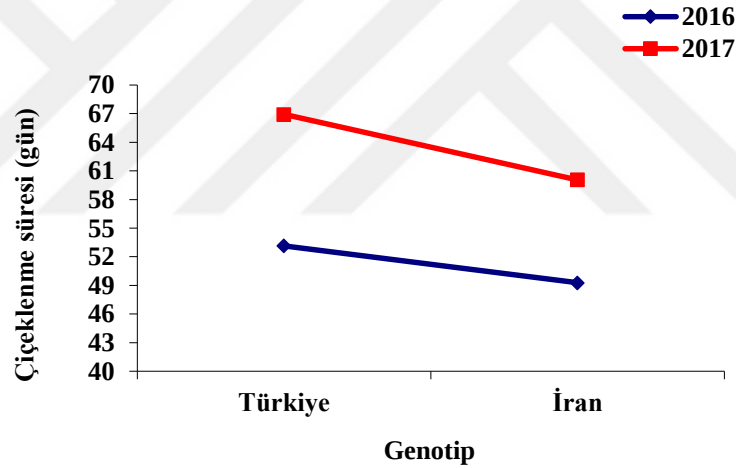
Yıl	Genotip	Ekim Normu (kg/da)	Azot Dozları (kg/da)					Ortalama
			0	2	4	6	8	
2016	Türkiye	2	52,75	53,75	54,25	54,25	54,75	53,95
		4	51,75	53,50	53,25	54,00	53,50	53,20
		6	51,75	51,50	53,00	52,50	52,75	52,30
		Ortalama	52,08	52,92	53,50	53,58	53,67	53,15 b
	İran	2	67,50	67,75	68,00	67,75	68,25	67,85
		4	67,25	66,50	67,50	67,25	66,50	67,00
		6	65,50	66,50	65,75	66,50	65,25	65,90
		Ortalama	66,75	66,92	67,08	67,17	66,67	66,92 a
	Genotip ortalama	2	60,13	60,75	61,13	61,00	61,50	60,90 a
		4	59,50	60,00	60,38	60,63	60,00	60,10 b
		6	58,63	59,00	59,38	59,50	59,00	59,10 c
	Genel Ortalama		59,42 b	59,92 ab	60,29 a	60,38 a	60,17 a	60,03 a
2017	Türkiye	2	48,00	48,50	49,25	51,50	51,50	49,75
		4	47,50	48,00	48,00	49,50	50,25	48,65
		6	47,25	48,75	49,00	50,25	51,75	49,40
		Ortalama	47,58	48,42	48,75	50,42	51,17	49,27 b
	İran	2	59,50	60,25	60,50	61,75	61,50	60,70
		4	58,50	58,75	60,50	61,00	61,00	59,95
		6	57,75	58,25	59,75	60,75	61,00	59,50
		Ortalama	58,58	59,08	60,25	61,17	61,17	60,05 a
	Genotip ortalama	2	53,75	54,38	54,88	56,63	56,50	55,23 a
		4	53,00	53,38	54,25	55,25	55,63	54,30 b
		6	52,50	53,50	54,38	55,50	56,38	54,45 b
	Genel Ortalama		53,08 d	53,75 c	54,50 b	55,79 a	56,17 a	54,66 b
Ortalama	Türkiye	2	50,38	51,13	51,75	52,88	53,13	51,85
		4	49,63	50,75	50,63	51,75	51,88	50,93
		6	49,50	50,13	51,00	51,38	52,25	50,85
		Ortalama	49,83	50,67	51,13	52,00	52,42	51,21 b
	İran	2	63,50	64,00	64,25	64,75	64,88	64,28
		4	62,88	62,63	64,00	64,13	63,75	63,48
		6	61,63	62,38	62,75	63,63	63,13	62,70
		Ortalama	62,67	63,00	63,67	64,17	63,92	63,48 a
	Genotip ortalama	2	56,94	57,56	58,00	58,81	59,00	58,06 a
		4	56,25	56,69	57,31	57,94	57,81	57,20 b
		6	55,56	56,25	56,88	57,50	57,69	56,78 c
	Genel Ortalama		56,25 d	56,83 c	57,40 b	58,08 a	58,17 a	57,35

Aynı harfle işaretlenen ortalamalar birbirinden farklıdır.

LSD; 2017 GxE: 0,72, GxA: 0,94; YxG:0,50, YxE:0,61, YxA:0,79, GxA:0,79

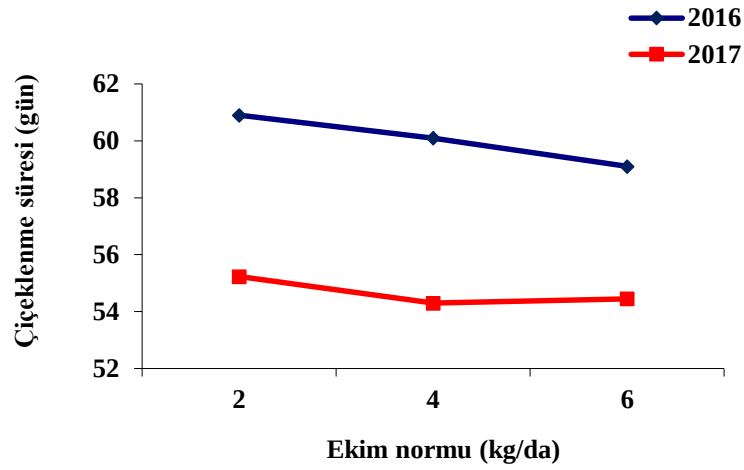
Deneme yıllarının ve faktörlerin ortalaması olarak, azot seviyelerinin değişmesiyle birlikte genotiplerin çiçeklenme sürelerinde farklılıklar meydana gelmiştir. Bu farklılıkların istatistiki olarak %1 ihtimal seviyesinde önemli olduğu görülmüştür. Azot dozlarındaki artışa bağlı olarak çemen bitkisinin çiçeklenmeleri gecikmiştir. Dekara 0, 2, 4, 6 ve 8 kg azot dozlarında çiçeklenme süreleri sırasıyla 56,25, 56,83, 57,40, 58,08 ve 58,17 gün olarak bulunmuştur. Bu verilerden görüldüğü gibi, artan azot seviyeleri çemenin çiçeklenme süresinin uzamasına neden olmuştur. Azotun vejetatif gelişmeyi teşvik ederek çiçeklenmeyi geciktirdiği düşünülmektedir. Konuyla ilgili daha önce yapılan araştırmalarda da (Jagdale and Dalve 2011; Mehta *et al.* 2012) benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır.

Yılların birlikte analizinde, çiçeklenme süresi bakımından yıl x genotip interaksyonun çok önemli ($p<0.01$) olduğu görülmüştür (Tablo 5). Her iki yılda da Türkiye genotipi, İran genotipinden daha erken çiçeklenmiştir. Ancak, 2017 yılında, 2016 yılına oranla iki genotip arasında çiçeklenme zamanı bakımından daha büyük farklılığın meydana gelmesi yıl x genotip interaksyonun önemli çıkmasına neden olmuştur (Tablo 5 ve Tablo 6, Şekil 23).



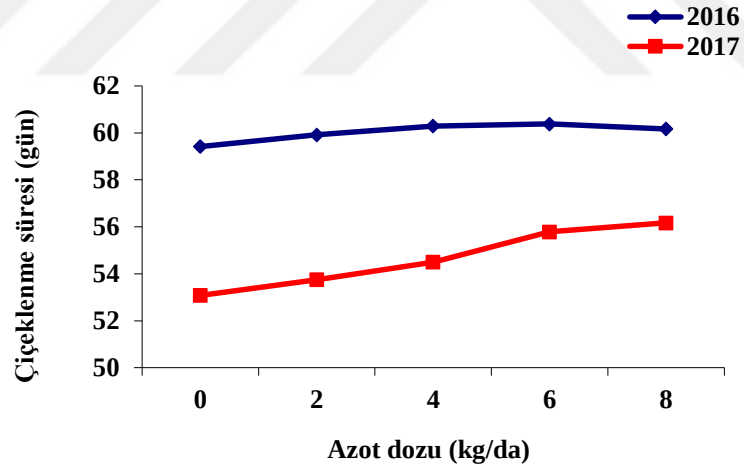
Şekil 23. Çiçeklenme süresine ait yıl x genotip interaksyonu

Tablo 5'deki varyans analizi sonuçları çiçeklenme süresi bakımından yıl x ekim normu interaksyonunun çok önemli ($p<0.01$) olduğunu ortaya koymuştur. Ekim normu uygulamalarının çiçeklenme zamanı üzerindeki etkileri yıllara göre önemli derecede değişmiştir. Nitekim ekim normunun 4 kg'dan 6 kg'a çıkarılması ile çiçeklenme süresi araştırmanın ilk yılında azalırken ikinci yılında çok azda olsa artmıştır (Tablo 6, Şekil 24).



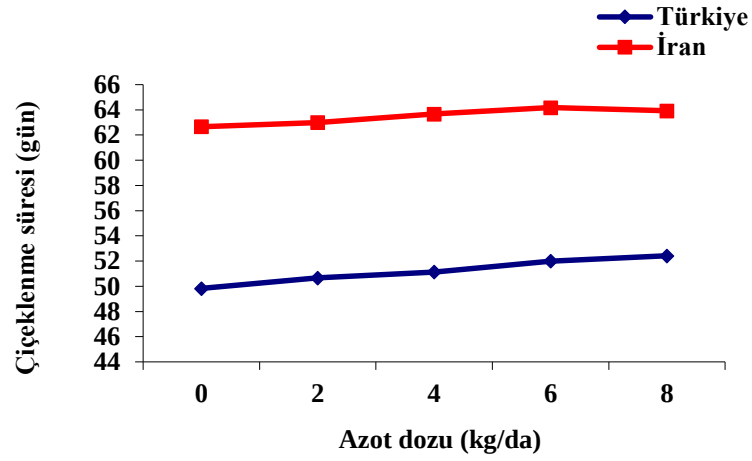
Şekil 24. Çiçeklenme süresine ait yıl x ekim normu interaksiyonu

Yıllar birlikte analiz edildiğinde, çiçeklenme zamanı açısından yıl x azot dozu interaksiyonunun istatistiki olarak çok önemli ($p < 0.01$) olduğu görülmüştür (Tablo 5). Denemenin ikinci yılında azot uygulanmadığında 53,08 gün olan çiçeklenme süresi dekara 8 kg azot uygulanması halinde önemli bir artış göstererek 56,17 güne çıkmıştır. Ancak araştırmanın ilk yılında bu artış 0,75 gün olarak kaydedilmiş ve ikinci yıla göre daha düşük bir değer elde edilmiştir. Ayrıca azot dozunun dekara 6 kg'dan 8 kg'a çıkarılması ile ilk yıl düşüş gözlenirken, ikinci yıl artış gözlemlenmiştir (Tablo 6, Şekil 25).



Şekil 25. Çiçeklenme süresine ait yıl x azot dozu interaksiyonu

İki yıllık analizde, çemen genotiplerinin çiçeklenme zamanı bakımından azot seviyelerine farklı tepki göstermelerine bağlı olarak genotip x azot dozu interaksiyonu istatistiki olarak %5 ihtimal seviyesinde önemli çıkmıştır (Tablo 5). Türkiye genotipinde 8 kg/da dozuna kadar azot seviyelerindeki artışlar çiçeklenme süresinde azda olsa artışlar olmuş; buna karşılık İran genotipinde çiçeklenme süresindeki bu artış 6 kg/da uygulamasına kadar devam etmiş ve bu dozdan sonra azalma görülmüştür (Şekil 26).



Şekil 26. Çiçeklenme süresine ait genotip x azot dozu interaksyonu

Yetiştirme Süresi (gün)

Farklı ekim normu ve azot dozlarında ekilen çemen genotiplerinin yetiştirme süresine ait varyans analiz sonuçları Tablo 7’de, belirlenen değerler ile çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Tablo 8’ de verilmiştir.

Varyans analizi çizelgesinden görüleceği üzere (Tablo 7), her iki deneme yılında da genotip ve azot dozu uygulamaları %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunurken, ekim normu uygulamaları ilk yıl $p < 0.01$, ikinci yılı $p < 0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Diğer taraftan, 2016 ve 2017 yıllarında sadece genotip x azot dozu interaksyonunun önemli olduğu belirlenmiştir.

Tablo 7. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Yetiştirme Sürelerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

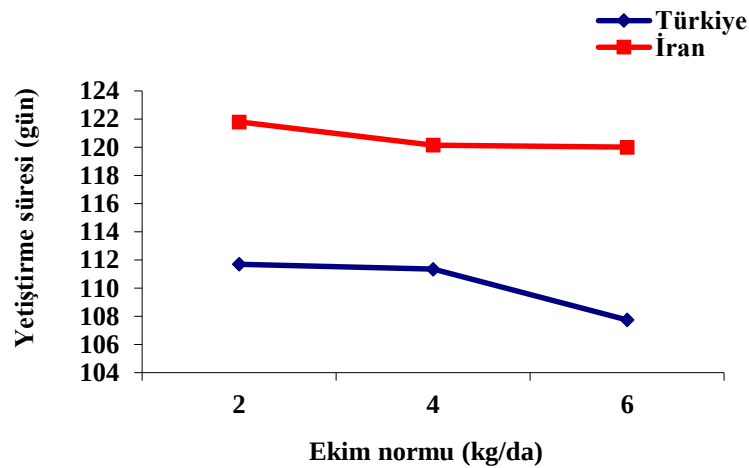
Varyasyon Kaynakları	SD	Yetiştirme Süresi		
		F Değerleri		
		2016	2017	Ortalama
Yıl (Y)	1	-	-	428,11**
Genotip (G)	1	4292,26**	1109,18**	3422,51**
Ekim Normu (E)	2	113,08**	11,37**	58,70**
Azot Dozu (A)	4	13,82**	2,88*	9,71**
Y X G	1	-	-	2,15
Y X E	2	-	-	2,58
Y X A	4	-	-	0,20
G X E	2	40,29**	4,17*	20,73**
G X A	4	1,09	0,25	0,54
E X A	8	1,47	0,68	0,69
Y X G X E	2	-	-	1,30
Y X G X A	4	-	-	0,28
Y X E X A	8	-	-	0,97
G X E X A	8	0,53	1,21	1,31
Y X G X E X A	8	-	-	0,85
Hata	174			
Genel	239			

* İşaretli F değerleri %5, ** işaretli F değerleri ise %1 ihtimal seviyesinde önemlidir.

Araştırmanın her iki yılında genotipler arasında yetiştirme süresi bakımından çok önemli ($p<0.01$) bir farklılık meydana gelmiştir. 2016 yılında İran genotipinin yetiştirme süresi 120,65 gün, Türkiye genotipinin 110,27 gün olarak tespit edilirken, 2017 yılında İran genotipi 117,15 gün, Türkiye genotipi ise 106,23 günde yetiştirme süresini tamamlamıştır. Her iki yılda da ekim normu ve azot dozu seviyelerinin ortalaması olarak, İran genotipinin, Türkiye genotipinden daha erken bir sürede yetiştirme süresini tamamladığı gözlemlenmiştir (Tablo 8).

Aynı ürün yılında, yetiştirme süreleri azot dozu uygulamalarından büyük ölçüde etkilenmiş ve elde edilen değerler istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Çemen bitkisinde uygulanan azot dozları arttıkça yetiştirme süresi de uzamış ve bitkinin geç olgunlaşmasına neden olmuştur. Nitekim, azot uygulanmayan parsellerde 114,50 gün olan yetiştirme süresi, dekara 8 kg N uygulanması durumunda 116,08 gün olarak belirlenmiştir (Tablo 8).

Denemenin birinci yılında çemen genotiplerinin farklı ekim normlarında sahip oldukları yetiştirme süreleri farklı bulunmuştur. Örneğin, İran genotipinde 4 kg/da ekim normu için gözlenen yetiştirme süresi (120,15 gün) 6 kg/da ekim normuna göre (120,00 gün) çok fazla değişim göstermezken, aynı ekim normlarında Türkiye genotipinde belirgin bir azalma gözlemlenmiştir. Bu durum, genotip x ekim normu interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur (Tablo 8, Şekil 27).

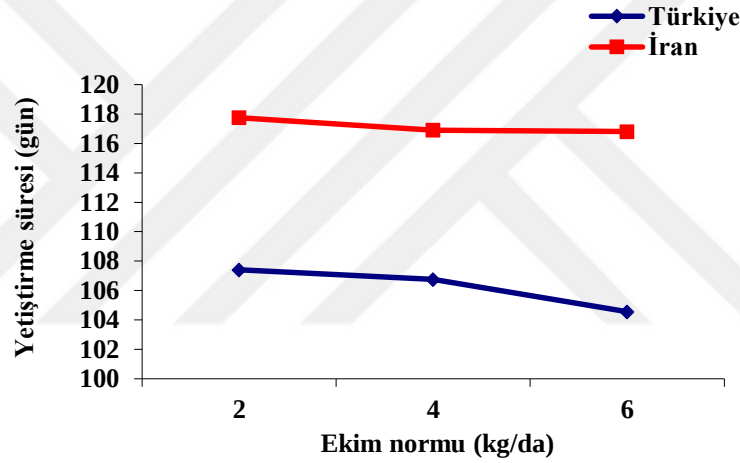


Şekil 27. Yetiştirme süresine ait genotip x ekim normu interaksyonu

Bir önceki yılda olduğu gibi, 2017 ürün yılında da yetiştirme süresi bakımından ekim normunun etkisi çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Tablo 7). Genotip ve azot dozlarının ortalaması alındığında dekara 6 kg ekim normuna ait bitkilerin (110,68 gün), 2 kg/da (112,58 gün) ve 4 kg/da (111,83 gün) ekim normundakilere göre daha erken bir sürede olgunlaştığı gözlemlenmiştir (Tablo 8).

İkinci ürün yılında azot dozu uygulamalarının, yetiştirme süresi üzerine etkisi %5 ihtimal sınırında önemli olmuştur (Tablo 7). Denemenin ilk yılında olduğu gibi, azot seviyelerindeki artışa paralel olarak yetiştirme süresinde gecikmeler olmuştur. Nitekim azot uygulanmayan parsellerdeki bitkilerin daha erken olgunlaştığı (111,00 gün) saptanmıştır. En uzun yetiştirme süresi ise azotun 6 ve 8 kg/da uygulamalarında 112,33 gün olarak gözlemlenmiştir (Tablo 8).

Araştırmanın ikinci yılında, her iki genotipte de dekara atılan tohum miktarının artmasıyla bitkiler daha erken olgunluğa ulaşmıştır. Ancak, bu erken olgunlaşma durumu Türkiye genotipinde daha belirgin olmuştur. Nitekim, 6 kg/da ekim normu uygulaması İran genotipinin yetiştirme süresini 2 kg/da ekim normuna göre 0,98 gün kısaltırken, Türkiye genotipinde bu tepkinin (2,88 gün) daha fazla olması genotip x ekim normu interaksyonunun istatistiki olarak %1 ihtimal seviyesinde önemli çıkmasına yol açmıştır (Tablo 7 ve Tablo 8, Şekil 28).



Şekil 28. Yetiştirme süresine ait genotip x ekim normu interaksyonu

Yılların birlikte analizine ait varyans analizi sonuçları (Tablo 7), yetiştirme süresi üzerine yıl, genotip, ekim normu ve azot uygulamalarının çok önemli ($p < 0.01$) etkide bulunduğunu, diğer taraftan yetiştirme süresi üzerine sadece genotip x ekim normu interaksyonunun önemli ($p < 0.05$) olduğunu göstermiştir (Tablo 8).

Deneme faktörlerin ortalaması olarak, yetiştirme süresi 2016 ve 2017 yıllarında sırasıyla 115,46 ve 111,69 gün olarak belirlenmiş (Tablo 8) ve yıllar arasındaki bu farklılık istatistiki olarak çok önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Tablo 7). Haziran- Eylül ayları arasındaki yağışın, birinci deneme yılında daha fazla olması, bu deneme yılında çemen bitkilerinin daha geç olgunlaşmasına neden olmuş olabilir. Nitekim, Ahari *et al.* (2009) kuraklığın çemenin yetiştirme sürelerinin kısalmasına sebep olduğuna dair bulgular sonuçlarımızı teyit eder niteliktedir.

Tablo 8. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Ortalama Yetiştirme Süreleri (gün)

Yıl	Genotip	Ekim Normu (kg/da)	Azot Dozları (kg/da)					Ortalama
			0	2	4	6	8	
2016	Türkiye	2	110,00	111,75	111,75	112,25	112,75	111,70
		4	110,50	111,25	111,25	111,50	112,25	111,35
		6	106,75	107,50	107,75	108,50	108,25	107,75
		Ortalama	109,08	110,17	110,25	110,75	111,08	110,27 b
	İran	2	120,75	121,00	121,75	122,25	123,25	121,80
		4	119,50	120,00	120,25	120,75	120,25	120,15
		6	119,50	119,50	120,25	121,00	119,75	120,00
		Ortalama	119,92	120,17	120,75	121,33	121,08	120,65 a
	Genotip ortalama	2	115,38	116,38	116,75	117,25	118,00	116,75 a
		4	115,00	115,63	115,75	116,13	116,25	115,75 b
		6	113,13	113,50	114,00	114,75	114,00	113,88 c
		Genel Ortalama	114,50 c	115,17 b	115,50 b	116,04 a	116,08 a	115,46 a
2017	Türkiye	2	107,50	107,50	107,25	108,00	106,75	107,40
		4	106,25	106,75	106,75	107,00	107,00	106,75
		6	102,50	103,50	103,75	106,25	106,75	104,55
		Ortalama	105,42	105,92	105,92	107,08	106,83	106,23 b
	İran	2	116,50	117,00	118,50	118,00	118,75	117,75
		4	116,75	116,75	116,00	117,25	117,75	116,90
		6	116,50	115,75	117,25	117,50	117,00	116,80
		Ortalama	116,58	116,50	117,25	117,58	117,83	117,15 a
	Genotip ortalama	2	112,00	112,25	112,88	113,00	112,75	112,58 a
		4	111,50	111,75	111,38	112,13	112,38	111,83 a
		6	109,50	109,63	110,50	111,88	111,88	110,68 b
		Genel Ortalama	111,00 b	111,21 b	111,58 ab	112,33 a	112,33 a	111,69 b
Ortalama	Türkiye	2	108,75	109,63	109,50	110,13	109,75	109,55
		4	108,38	109,00	109,00	109,25	109,63	109,05
		6	104,63	105,50	105,75	107,38	107,50	106,15
		Ortalama	107,25	108,04	108,08	108,92	108,96	108,25 b
	İran	2	118,63	119,00	120,13	120,13	121,00	119,78
		4	118,13	118,38	118,13	119,00	119,00	118,53
		6	118,00	117,63	118,75	119,25	118,38	118,40
		Ortalama	118,25	118,33	119,00	119,46	119,46	118,90 a
	Genotip ortalama	2	113,69	114,31	114,81	115,13	115,38	114,66 a
		4	113,25	113,69	113,56	114,13	114,31	113,79 b
		6	111,31	111,56	112,25	113,31	112,94	112,28 c
		Genel Ortalama	112,75 c	113,19 b	113,54 b	114,19 a	114,21 a	113,58

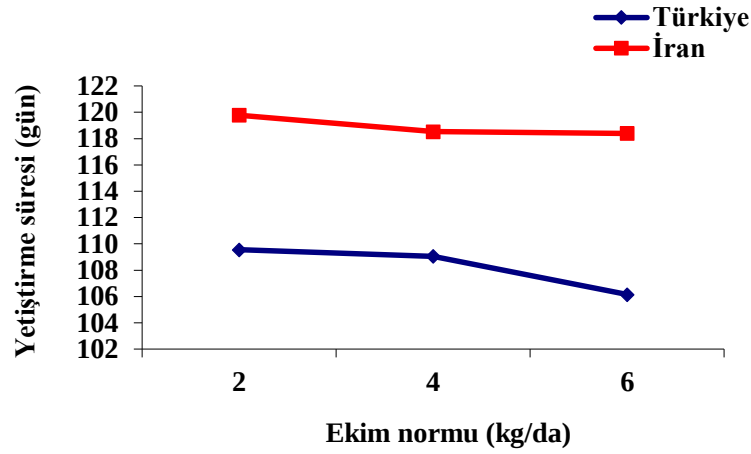
Aynı harfle işaretlenen ortalamalar birbirinden farklıdır.

LSD; 2016 GxE:0,72; 2017 GxE:1,49; GxE:0,81

Yıl, genotip ve azot dozu uygulamalarının ortalaması olarak, ekim normunun yetiştirme süresine etkisi %1 ihtimal seviyesinde önemli olmuştur (Tablo 7). En erken yetiştirme süresi en sık ekim olan 6 kg/da ekim normundan (112,28 gün) elde edilirken, en geç yetiştirme süresi ise 114,66 gün ile 2 kg/da ekim normundan elde edilmiştir (Tablo 8). Dekara atılacak tohum miktarındaki artışa bağlı olarak çemen bitkileri daha erken olgunlaşma göstermiştir. Bu hususun, ekim normu arttıkça toprak nemi ile güneşlenme süresi yönünden bitkilerin daha fazla rekabetle karşılaşmış olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim Sharanya (2017), çemen bitkisinde yetiştirme süresinin 128,4-134,2 gün arasında değiştiğini ve bitki sıklığının artmasıyla yetiştirme süresinin kısaldığını bildirmiştir.

Artan azot dozu uygulamalar, çemenin yetiştirme süresinin uzamasına neden olmuştur. Azot uygulanmadığında 112,75 gün olan yetiştirme süresi azot uygulamalarıyla birlikte (2, 4, 6 ve 8 kg/da) sırasıyla 113,19, 113,54, 114,19 ve 114,21 gün olarak belirlenmiştir (Tablo 8). Yetiştirme süresindeki bu farklılık istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) olmuştur (Tablo 7). Vejetatif gelişmeyi teşvik eden azot aynı zamanda generatif gelişmeyi geciktirmekte ve bitkinin daha gümrak gelişmesini sağlamaktadır (Barker and Pilbeam, 2015). Azot miktarının artırılması bitkinin yetiştirme periyodunun uzamasına neden olmakta ve bunun sonucunda geç olgunlaşmasına yol açmaktadır (Özer 2003). Nitekim, artan azot dozlarının çemen bitkisinde yetiştirme süresini uzattığını belirten Mehta *et al.* (2012), yetiştirme süresinin azot dozlarına göre 114,66-120,05 gün arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu durum çalışmamızla paralellik göstermiş olup, uygulanan azot dozlarındaki artış ile yetiştirme süresinin uzadığı tespit edilmiştir.

Yetiştirme süresi yönünden genotiplerin ekim normu uygulamalarına göstermiş olduğu tepki birbirinden farklı olmuş ve genotip x ekim normu interaksyonu çok önemli olduğu tespit edilmiştir. Nitekim, 2, 4 ve 6 kg/da'lık ekim normu uygulamalarında İran genotipi, Türkiye genotipinden daha geç bir süre içerisinde hasat olgunluğuna ulaşmıştır. Ekim normunun özellikle 4 kg'dan 6 kg'a çıkması Türkiye genotipinde yetiştirme süresini İran genotipine göre belirgin bir şekilde kısaltmıştır (Tablo 7, Şekil 29).



Şekil 29. Yetiştirme süresine ait genotip x ekim normu interaksyonu

Bitki Boyu (cm)

Araştırmada kullanılan çemen genotiplerinin farklı ekim normu ve azot dozlarına göre bitki boyuna ait varyans analiz sonuçları Tablo 9’da, belirlenen değerler ile çoklu karşılaştırma sonuçları ise Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 9. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Bitki Boyuna Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Bitki Boyu F Değerleri		
		2016	2017	Ortalama
Yıl (Y)	1	-	-	812,26**
Genotip (G)	1	48,43**	22,64**	5,77*
Ekim Normu (E)	2	29,46**	23,54**	52,68**
Azot Dozu (A)	4	3,81**	2,63*	6,03**
Y X G	1	-	-	70,60**
Y X E	2	-	-	1,54
Y X A	4	-	-	0,66
G X E	2	0,99	0,64	1,63
G X A	4	0,61	2,44*	2,13
E X A	8	1,65	0,47	0,98
Y X G X E	2	-	-	0,08
Y X G X A	4	-	-	0,55
Y X E X A	8	-	-	1,38
G X E X A	8	1,03	0,57	1,20
Y X G X E X A	8	-	-	0,50
Hata	174			
Genel	239			

* İşaretli F değerleri %5, ** işaretli F değerleri ise %1 ihtimal seviyesinde önemlidir.

Araştırmanın birinci yılına ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde, bitki boyu üzerine genotip, ekim normu ve azot dozu uygulamalarının etkisinin istatistiki olarak % 1 seviyesinde önemlilik ($p < 0.01$) arz ettiği, interaksyonların ise istatistiki olarak önemsiz çıktığı araştırmanın ikinci yılında ise bitki boyu üzerine genotip ve ekim normlarının etkisi %1 ihtimal

seviyesinde çok önemli bulunurken, azot dozu uygulamaları ve ekim normu x azot dozu interaksiyonunun %5 ihtimal seviyesinde önemli olmuştur (Tablo 9).

2016 ürün yılında faktörlerin ortalaması olarak, bitki boyu Türkiye genotipinde 51,49 cm olurken, İran genotipinde ise 58,22 cm olarak gerçekleşmiş ve genotipler arasında bitki boyu bakımından ortaya çıkan bu farklılık istatistiki olarak % 1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Tablo 9 ve Tablo 10).

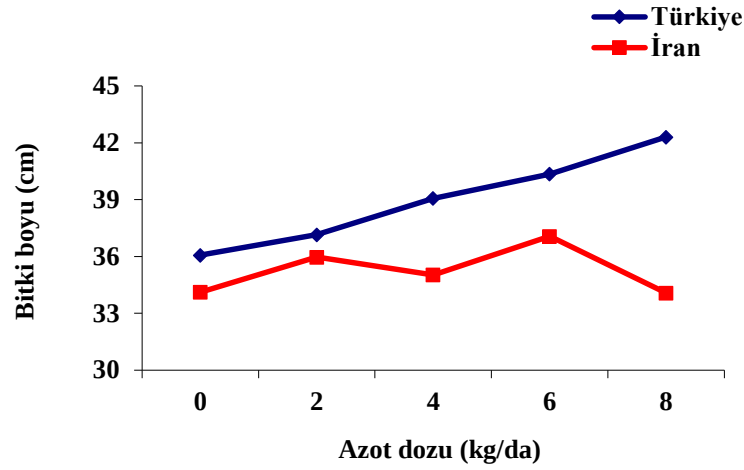
Tablo 9’da görüleceği üzere, araştırmanın birinci yılında ekim normu uygulamaları % 1 ihtimal seviyesinde çok önemli olduğu görülmüştür. En kısa bitki boyu 6 kg/da ekim normunda (50,69 cm), en uzun 2 kg/da ekim normunda (59,70) elde edilirken, dekara 4 kg tohumluk uygulamasında 54,18 cm bitki boyu değerleri tespit edilmiştir (Tablo 10).

Denemenin ilk yılında azot dozu uygulamaları bitki boyu üzerine çok önemli ($p<0.01$) etkide bulunmuştur (Tablo 9). Genotip ve ekim normu uygulamalarının ortalaması alındığında, en kısa bitki boyları (52,25 ve 53,17 cm) sırasıyla 0 ve 2 kg/da azot uygulanan parsellerden elde edilmiştir. Dekara 4, 6 ve 8 kg azot dozlarında bitki boyları artmaya devam ederek sırasıyla 55,65, 55,78 ve 57,44 cm olarak tespit edilmiştir (Tablo 10).

İkinci yılda da bitki boyu üzerine genotipin etkisi çok önemli bulunmuş ve deneme faktörlerinin ortalaması olarak Türkiye genotipinin bitki boyu (38,99 cm) İran genotipinden (35,25 cm) daha uzun olmuştur (Tablo 10).

2017 ürün yılında, ekim normu uygulamaları bitki boyunu istatistiki olarak %1 ihtimal düzeyinde etkilemiştir (Tablo 9). Genotiplerin ve azot dozlarının ortalaması olarak, bitki boyu 2, 4 ve 6 kg/da ekim normlarında sırasıyla 40,42, 37,11 ve 33,83 cm olarak tespit edilmiştir (Tablo 10).

Araştırmanın ikinci yılında 0, 2, 4, 6 ve 8 kg/da azot uygulamalarında ölçülen bitki boyları sırasıyla 35,09, 36,56, 37,05, 38,71 ve 38,19 cm olmuştur (Tablo 10). Önceki araştırma yılında olduğu gibi, farklı azot dozu uygulamaları sonucunda bitki boyunda gözlemlenen bu farklılıklar istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Genotiplerin bitki boyları azot dozlarına göre farklılık göstermesi genotip x azot dozu interaksiyonunun %5 ihtimal düzeyinde önemli çıkmasına sebep olmuştur (Tablo 9 ve Tablo 10, Şekil 30).



Şekil 30. Bitki boyuna ait genotip x azot dozu interaksyonu

Bitki boyu değerlerine ait yılların birlikte analizi yıl, ekim normu, azot dozu ve yıl x genotip interaksyonu istatistiki olarak % 1 seviyesinde, genotip % 5 seviyesinde önemli olduğunu; diğer faktörlerin ise istatistiki olarak önemsiz çıktığını göstermiştir (Tablo 9).

Çemen genotiplerinin bitki boyları 2016 yılında 54,86 cm, 2017 yılında ise 37,12 cm olmuştur (Tablo 10). Her iki deneme yılı arasında 17,74 cm' lik bir fark oluşmuş ve bu farklılığın istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) olduğu tespit edilmiştir.

Bitki boyu, bitkinin büyümesi ve gelişiminin önemli göstergelerinden birisi olup genetik yapı dışında çevresel faktörlerden de önemli düzeyde etkilenen bir özelliktir (Akhalkatsi and Lösch 2005). Kurak koşullar altında bozulan mitoz bölünme süreci, hücrelerin genişlemesi sonucu bitki boyunu azaltmaktadır (Farooq et al. 2009). Nitekim bitki boyu gelişme mevsimindeki toplam yağışın en fazla olduğu ve bu yağışın aylara dengeli bir dağılım gösterdiği 2016 yılında en yüksek, yağışın az olduğu 2017 yılında ise düşük bulunmuştur.

Deneme yıllarının ve faktörlerinin ortalaması olarak, Türkiye genotipinin bitki boyu ortalama 45,24 cm, İran genotipinin ise 46,74 cm olmuştur. Varyans analizi sonuçları genotiplerin bitki boyu üzerine etkilerinin önemli ($p<0.05$) olduğunu göstermiştir. Çemen genotipleri arasında bitki boyu bakımından istatistiki olarak önemli farklılıkların olabildiği Ahari et al. (2009) ve Yadav et al. (2018) gibi araştırmacılar tarafından da tespit edilmiştir. Araştırmamızdan elde edilen bitki boyu değerleri McCormick et al. (2009) tarafından çemen genotiplerinde belirtilen 27-51 cm ve 34-52 cm arasında değişen bitki boylarına ilişkin bulgular ile benzerlik göstermektedir.

Tablo 10. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Ortalama Bitki Boyları (cm)

Yıl	Genotip	Ekim Normu (kg/da)	Azot Dozları (kg/da)					Ortalama
			0	2	4	6	8	
2016	Türkiye	2	50,07	49,93	55,75	58,12	63,42	55,46
		4	51,78	48,73	50,50	51,43	52,17	50,92
		6	42,96	50,49	47,82	49,08	50,19	48,11
	Ortalama		48,27	49,71	51,36	52,88	55,26	51,49 b
	İran	2	60,09	62,60	68,29	65,55	63,19	63,95
		4	57,71	52,61	59,43	59,08	58,32	57,43
		6	50,89	54,66	52,08	51,39	57,38	53,28
	Ortalama		56,23	56,63	59,93	58,68	59,63	58,22 a
	Genotip ortalama	2	55,08	56,26	62,02	61,84	63,30	59,70 a
		4	54,74	50,67	54,97	55,25	55,24	54,18 b
		6	46,93	52,58	49,95	50,24	53,78	50,69 c
	Genel Ortalama		52,25 c	53,17 bc	55,65 ab	55,78 ab	57,44 a	54,86 a
2017	Türkiye	2	38,30	38,55	41,75	43,05	47,05	41,74
		4	34,90	38,15	39,90	40,35	41,60	38,98
		6	35,00	34,75	35,55	37,64	38,25	36,24
	Ortalama		36,07	37,15	39,07	40,35	42,30	38,99 a
	İran	2	40,15	39,00	37,33	42,55	36,50	39,11
		4	32,05	36,20	35,50	37,35	35,05	35,23
		6	30,15	32,70	32,25	31,30	30,70	31,42
	Ortalama		34,12	35,97	35,03	37,07	34,08	35,25 b
	Genotip ortalama	2	39,23	38,78	39,54	42,80	41,78	40,42 a
		4	33,48	37,18	37,70	38,85	38,33	37,11 b
		6	32,58	33,73	33,90	34,47	34,48	33,83 c
	Genel Ortalama		35,09 b	36,56 ab	37,05 ab	38,71 a	38,19 a	37,12 b
Ortalama	Türkiye	2	44,18	44,24	48,75	50,59	55,23	48,60
		4	43,34	43,44	45,20	45,89	46,88	44,95
		6	38,98	42,62	41,69	43,36	44,22	42,17
	Ortalama		42,17	43,43	45,21	46,61	48,78	45,24 b
	İran	2	50,12	50,80	52,81	54,05	49,85	51,53
		4	44,88	44,41	47,47	48,22	46,68	46,33
		6	40,52	43,68	42,16	41,35	44,04	42,35
	Ortalama		45,17	46,30	47,48	47,87	46,86	46,74 a
	Genotip ortalama	2	47,15	47,52	50,78	52,32	52,54	50,06 a
		4	44,11	43,92	46,33	47,05	46,78	45,64 b
		6	39,75	43,15	41,92	42,35	44,13	42,26 c
	Genel Ortalama		43,67 c	44,86 bc	46,35 ab	47,24 a	47,82 a	45,99

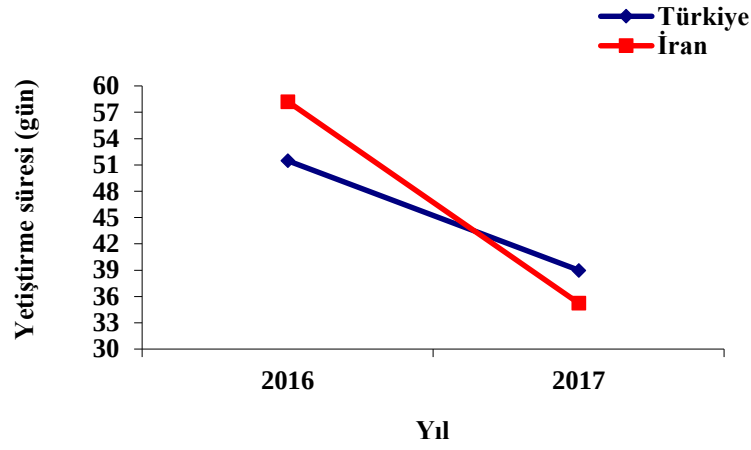
Aynı harfle işaretlenen ortalamalar birbirinden farklıdır.

LSD; 2017 GxA:4,60; YxG:2,28

Farklı ekim normlarında yetiştirilen çemen bitkisinin boyu 2 kg/da uygulamasında 50,06 cm, 4 kg/da uygulamasında 45,64 cm ve 6 kg/da ekim normu uygulamasında ise 42,26 cm olarak ölçülmüştür. Tablo 10'daki veriler incelendiğinde görüleceği gibi, ekim normlarının artmasıyla bitki boyunda bir azalış meydana gelmiştir. Birleştirilmiş analiz sonucunda, bitki boyları arasında görülen bu azalış istatistiki olarak % 1 önem seviyesinde farklılık göstermişlerdir. Bu farklılığın; ekim normu azaldıkça bitkilerin kuvvetli bir kök sistemi geliştirerek topraktaki bitki besin elementlerini daha iyi kullanması, ışıktan ve toprak nemi yönünden daha az bir rekabetle karşılaşmış olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim, Zandi *et al.* (2011) çemen bitkisinde ekim normunun bitki boyu üzerinde %1 seviyesinde istatistiki olarak önemli olduğunu bildirmiştir.

Yılların birlikte analizinde, farklı azot dozu uygulamalarının bitki boyu üzerine etkisinin %1 ihtimal seviyesinde çok önemli olduğu görülmüştür. Dekara 0, 2, 4, 6 ve 8 kg azot dozlarında ölçülen ortalama bitki boyları, sırasıyla 43,67, 44,86, 46,35, 47,24 ve 47,82 cm olarak bulunmuştur. Bu verilerden görüleceği üzere, en yüksek bitki boyu azotun dekara 8 kg uygulandığı parsellerden elde edilmiş olup, azot dozlarının artışına bağlı olarak bitki boyları lineer bir şekilde artmıştır. Artan azot dozlarında bitki boyunun artması azotun çemen bitkisinin gelişimi ile olan ilişkisinin bir sonucudur. Konuyla ilgili daha önce yapılan araştırmalarda da (Thapa and Maity 2004; Dutta *et al.* 2011; Tuncur *et al.* 2011; Datta *et al.* 2017; Singh *et al.* 2018) benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır. Bu durumun, bitkinin büyümesi ve gelişmesi için kök bölgesinde erkenden bol miktarda azotun bulunmasından ileri geldiği belirtilmiştir (Detroja *et al.* 1996).

Tablo 9' da görüldüğü gibi, bitki boyu için yapılan varyans analizi yıl x genotip interaksiyonunun çok önemli ($p < 0.01$) olduğunu ortaya koymuştur. Genotiplerin yıllara göre verim tepkilerinin farklı olmasından kaynaklandığı görülmüştür. Nitekim İran genotipinde 2016'dan 2017'ye geçişte bitki boyunun azalması, Türkiye genotipine göre daha belirgin olmuştur (Tablo 10, Şekil 31).



Şekil 31. Bitki boyuna ait yıl x genotip interaksyonu

Dal Sayısı (adet)

Çemende farklı ekim normları ve azot dozlarının, dal sayısına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 11’ de, dal sayısına ait ortalama değerler ve çoklu karşılaştırma sonuçları ise Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 11. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Dal Sayısına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Dal Sayısı		
		F Değerleri		Ortalama
		2016	2017	
Yıl (Y)	1	-	-	263,91**
Genotip (G)	1	1267,52**	41,19**	246,04**
Ekim Normu (E)	2	110,23**	10,19**	34,46**
Azot Dozu (A)	4	86,40**	8,55**	27,12**
Y X G	1	-	-	10,99**
Y X E	2	-	-	0,17
Y X A	4	-	-	1,06
G X E	2	27,22**	0,13	3,03*
G X A	4	5,89**	2,13	2,64*
E X A	8	7,17**	0,48	1,07
Y X G X E	2	-	-	1,09
Y X G X A	4	-	-	2,16
Y X E X A	8	-	-	0,84
G X E X A	8	5,77**	0,74	0,49
Y X G X E X A	8	-	-	1,72
Hata	174			
Genel	239			

* İşaretli F değerleri %5, ** işaretli F değerleri ise %1 ihtimal seviyesinde önemlidir.

Tablo 11’in incelenmesinden görüleceği üzere, farklı ekim normu ve azot dozlarının çemende dal sayısına etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre, her iki deneme yılında (2016 ve 2017) ve yılların birleştirilmesi durumunda (2016-2017); genotip, ekim normları ve azot dozları $p < 0.01$ düzeyinde; genotip x ekim normu, genotip x azot dozu ve ekim normu x azot dozu interaksyonları çalışmanın birinci yılında $p < 0.01$ düzeyinde önemli, ikinci yılında

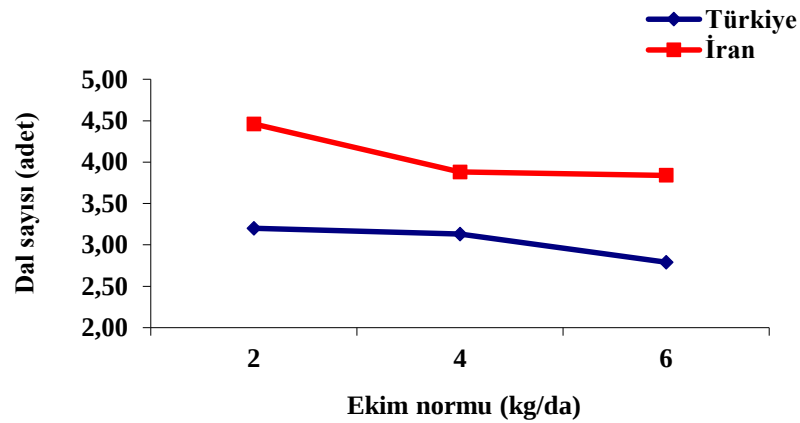
ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Ayrıca yılların birleştirilmiş analizinde; yıl ve yıl x genotip interaksyonu $p<0.01$ düzeyinde, genotip x ekim normu ve genotip x azot dozu interaksyonları ise $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Araştırmanın birinci yılında Türkiye genotipinin dal sayısı 3,04 adet, İran genotipinin ise 4,06 adet olarak tespit edilmiş ve genotipler arasındaki bu farkın istatistiki olarak %1 ihtimal düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Tablo 11 ve Tablo 12).

2016 yılı varyans analizi sonuçlarının yer aldığı Tablo 11'deki değerlere göre dal sayısına ekim normu uygulamalarının etkisi çok önemli ($p<0.01$) olmuştur. Farklı ekim normlarında yetiştirilen çemen genotiplerinde en fazla dal sayısı (3,83 adet) 2 kg/da ekim normundan elde edilmiş olup, bunu 3,51 adet ile 4 kg/da'lık ekim normu ve 3,31 adet ile 6 kg/da'lık ekim normu takip etmiş ve bitki sıklığının artmasıyla dal sayısı ortalamaları azalmıştır (Tablo 12).

2016 yılında, farklı azot dozu uygulamalarının dal sayısı üzerine etkileri çok önemli çıkmıştır (Tablo 11). Genotip ve ekim normu uygulamalarının ortalaması alındığında, en az dal sayısı (3,13 adet) kontrol parsellerindeki bitkilerden elde edilmiştir. Dekara 2 kg azot uygulamasında 3,39 adet olan dal sayısı, dekara 4, 6 ve 8 kg azot dozlarında ise sırasıyla 3,60, 3,79 ve 3,84 adet olarak tespit edilmiştir (Tablo 12).

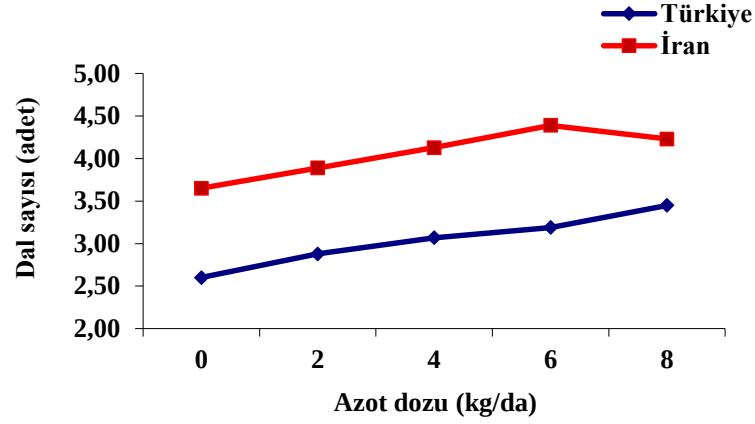
Çemen genotiplerinin dal sayısı bakımından ekim normlarına farklı reaksiyon göstermelerine bağlı olarak, 2016 yılında genotip x ekim normu interaksyonu %1 ihtimal seviyesinde çok önemli bulunmuştur (Tablo 11). Dal sayıları Türkiye genotipinde 2 kg/dan 4 kg'a çıkışta hafif artmış 6 kg dozunda ise azalmıştır. Oysa, İran genotipinde tam tersine 2 kg'dan 4 kg'a geçişte azalma, 4 kg'dan 6 kg'a geçişte ise artış gözlenmiştir (Tablo 12, Şekil 32).



Şekil 32. Dal sayısına ait genotip x ekim normu interaksyonu

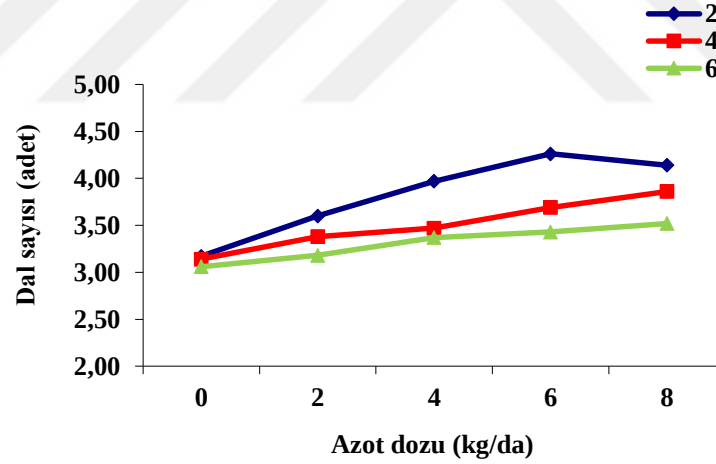
2016 yılında, dal sayısı bakımından genotip x azot dozu interaksyonu çok önemli olduğu tespit edilmiştir (Tablo 11). Çemen genotiplerinin aynı azot dozlarına tepkileri farklı

olmuştur. Özellikle, İran genotipinde 6 kg'dan 8 kg'a kadar artan azot dozunda tespit edilen dal sayısındaki azalış, Türkiye genotipinde tam tersi bir reaksiyon göstererek artış göstermiştir (Tablo 12, Şekil 33).



Şekil 33. Dal sayısına ait genotip x azot dozu interaksyonu

Denemenin ilk yılında, dal sayısı bakımından ekim normu x azot dozu interaksyonu çok önemli bulunmuştur (Tablo 11). Azot dozlarının artışıyla genelde tüm ekim normlarında bir artış olmasına karşın; diğerlerinde farklı olarak 2 kg'lık ekim normunda 6 kg N seviyelerinden 8 kg N seviyesine geçişte bir azalma olmuştur (Tablo 12, Şekil 34).



Şekil 34. Dal sayısına ait ekim normu x azot dozu interaksyonu

Araştırmanın ikinci yılında genotiplerin dal sayısı üzerine etkisinin $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Tablo 11). Denemenin ilk yılında olduğu gibi İran genotipine ait dal sayısı (3,01 adet), Türkiye genotipinden (2,35 adet) daha fazla olmuştur (Tablo 12).

İkinci yıl, ekim normları arasında dal sayısı bakımından çok önemli ($p < 0.01$) farklılıklar görülmüş (Tablo 11) ve deneme faktörlerinin ortalaması olarak en fazla dal sayısı 3,00 adet ile 2 kg/da ekim normundan edilmiş olup, en düşük dal sayısı ise 2,44 adet ile 6 kg/da ekim normundan elde edilmiştir (Tablo 12).

Dal sayısı yönünden, araştırmanın ikinci yılında azot dozlarının dal sayısı üzerine etkisinin istatistiki olarak % 1 seviyesinde önemli ($p<0.01$) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 11). En fazla dal sayısı (3,03 adet) 8 kg/da azot dozunda, en düşük dal sayısı (2,36 adet) ise hiç azot uygulanmayan parsellerden elde edilmiştir. Diğer azot dozlarından (2, 4 ve 6 kg/da) elde edilen dal sayıları ise sırasıyla 2,50, 2,71 ve 2,82 adet olarak tespit edilmiştir (Tablo 12).

Tablo 12'deki verilerin incelemesinden de anlaşılacağı üzere, 2016 ve 2017 ürün yıllarındaki dal sayıları sırasıyla 3,55 ve 2,68 adet olarak gerçekleşmiş ve yıllar arasında görülen bu farklılık istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) olmuştur (Tablo 11). Yıllara göre dal sayısında ortaya çıkan bu farklılık iklim faktörlerinden kaynaklanmış olabilir. Nitekim dal sayısı, gelişme mevsiminde düşen yağış miktarının daha az olduğu 2017 yılında (Tablo 1) düşük çıkmıştır. İkinci yıl yağış noksanlığı özellikle ilk çiçeklenme ile tohum olum dönemlerine denk gelmiştir. Bu dönemde yağışın az olması dal sayısını azaltmaktadır (Frederick *et al.* 2001). Tunctürk (2011) çemen bitkisinde dal sayısının yıllara göre farklılık gösterdiğini belirtmiştir.

Deneme yılları ve faktörlerin ortalaması olarak, İran genotipi (3,53 adet), Türkiye genotipinden (2,69 adet) daha fazla dallanmış (Tablo 12) ve genotiplerin dal sayısı değerleri %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Tablo 11). Dal sayısının genotiplere göre farklı olması kalıtsal yapılarından kaynaklanmış olabilir. Nitekim, Tamkoç vd (1997), Özdemir (1999), Kızıl ve Arslan (2003), Başbağ ve Tonçer (2005) ve Elçi (2010) tarafından yapılan çalışmalarda da dal sayılarının genotiplere göre değiştiği tespit edilmiştir.

Ekim normlarının dal sayısı üzerine etkileri karşılaştırıldığında, yıllar ortalamasında farklılıkların görüldüğü ve bu farklılıkların istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 11). Çemen bitkisinde en az dal sayısı (2,88 adet) 6 kg/da ekim normunda, en fazla dal sayısı ise (3,41 adet) 2 kg/da ekim normunda gözlenmiştir. Ekim normlarının artmasıyla dal sayısının önemli derecede azaldığı (Arslan 1994; Zandi *et al.* 2011) ve dal sayısı bakımından ekim normları arasında önemli farklılıkların olduğu önceki çalışmalarda da tespit edilmiştir (Kızıl ve Arslan 2003; Öz 2014).

Birleşik analiz sonucunda, azot dozu uygulamalarının dal sayısı üzerine çok önemli ($p<0.01$) etkide bulunduğu tespit edilmiştir (Tablo 11). Azotun 0, 2, 4, 6 ve 8 kg/da dozlarında elde edilen dal sayıları sırasıyla 2,74, 2,86, 3,13, 3,41 ve 3,43 adet olmuştur. Görüldüğü üzere artan azot seviyeleri dal sayısını artırmıştır. Azot uygulamalarının çemen bitkisinde dal sayısını arttırdığı Thapa and Maity (2004), Datta *et al.* (2005), Tunctürk *et al.* (2011) ve Zandi *et al.* (2011)'i tarafından yapılan çalışmalarla da belirlenmiştir.

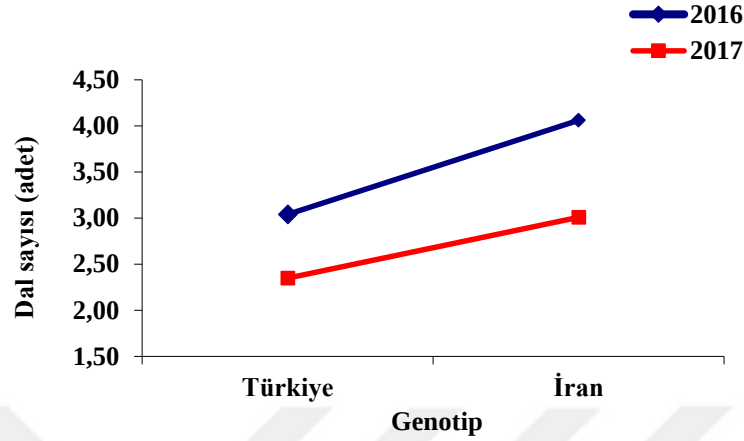
Tablo 12. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Ortalama Dal Sayıları (adet)

Yıl	Genotip	Ekim Normu (kg/da)	Azot Dozları (kg/da)					Ortalama
			0	2	4	6	8	
2016	Türkiye	2	2,72	2,90	3,21	3,45	3,71	3,20
		4	2,68	3,11	3,14	3,15	3,60	3,13
		6	2,42	2,63	2,87	2,98	3,05	2,79
		Ortalama	2,60	2,88	3,07	3,19	3,45	3,04 b
	İran	2	3,63	4,30	4,73	5,07	4,57	4,46
		4	3,61	3,64	3,80	4,23	4,13	3,88
		6	3,71	3,74	3,87	3,88	3,98	3,84
		Ortalama	3,65	3,89	4,13	4,39	4,23	4,06 a
	Genotip ortalama	2	3,17	3,60	3,97	4,26	4,14	3,83 a
		4	3,14	3,38	3,47	3,69	3,86	3,51 b
		6	3,06	3,18	3,37	3,43	3,52	3,31 c
		Genel Ortalama	3,13 d	3,39 c	3,60 b	3,79 a	3,84 a	3,55 a
2017	Türkiye	2	2,30	2,25	2,50	2,90	3,20	2,63
		4	2,30	2,05	2,30	2,35	2,50	2,30
		6	2,05	2,05	2,25	2,10	2,10	2,11
		Ortalama	2,22	2,12	2,35	2,45	2,60	2,35 b
	İran	2	3,05	2,85	3,30	3,80	3,80	3,36
		4	2,35	2,60	2,85	3,20	3,50	2,90
		6	2,10	2,20	2,75	3,75	3,05	2,77
		Ortalama	2,50	2,55	2,97	3,58	3,45	3,01 a
	Genotip ortalama	2	2,68	2,55	2,90	3,35	3,50	3,00 a
		4	2,33	2,33	2,58	2,78	3,00	2,60 b
		6	2,08	2,13	2,50	2,93	2,58	2,44 b
		Genel Ortalama	2,36 b	2,33 b	2,66 b	3,02 a	3,03 a	2,68 b
Ortalama	Türkiye	2	2,51	2,57	2,85	3,18	3,46	2,91
		4	2,49	2,58	2,72	2,75	3,05	2,72
		6	2,23	2,34	2,56	2,54	2,58	2,45
		Ortalama	2,41	2,50	2,71	2,82	3,03	2,69 b
	İran	2	3,34	3,58	4,02	4,44	4,19	3,91
		4	2,98	3,12	3,33	3,72	3,81	3,39
		6	2,90	2,97	3,31	3,82	3,52	3,30
		Ortalama	3,07	3,22	3,55	3,99	3,84	3,53 a
	Genotip ortalama	2	2,92	3,07	3,43	3,81	3,82	3,41 a
		4	2,73	2,85	3,02	3,23	3,43	3,05 b
		6	2,57	2,65	2,94	3,18	3,05	2,88 c
		Genel Ortalama	2,74 c	2,86 c	3,13 b	3,41 a	3,43 a	3,11

Aynı harfle işaretlenen ortalamalar birbirinden farklıdır.

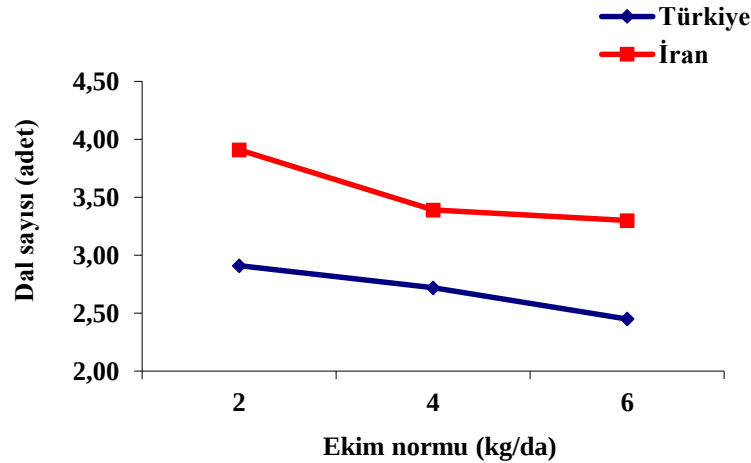
LSD: 2016 GxE: 0,13, GxA:0,16, ExA:0,21, GxExA:0,29; YxG:0,19, GxE:0,24, GxA:0,31

Araştırma yıllarına ait dal sayıları genotiplere farklı sonuç vermiş ve yıl x genotip interaksyonu %1 ihtimal düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 11). Nitekim, 2016 ve 2017 yıllarında dal sayılarında görülen değişimin boyutu İran genotipinde daha fazla olmuştur (Tablo 12, Şekil 35).



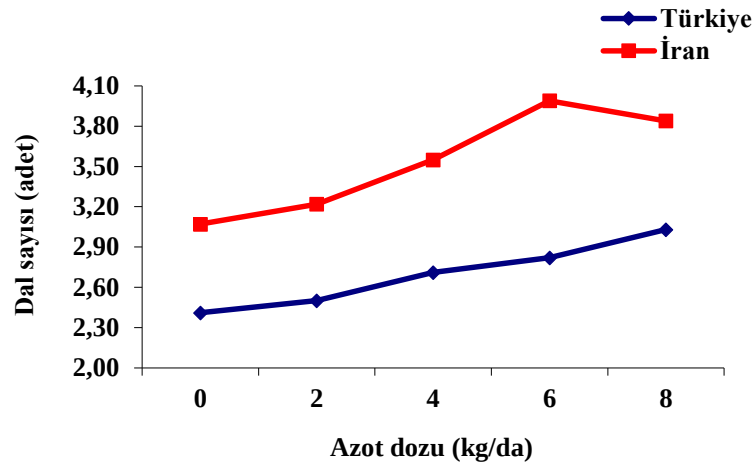
Şekil 35. Dal sayısına ait yıl x genotip interaksyonu

Birleşik analiz sonucunda, çemen genotiplerinin dal sayısı bakımından ekim normu uygulamalarına farklı tepki göstermelerine bağlı olarak genotip x ekim normu interaksyonunda önemli ($p < 0.05$) çıkmıştır (Tablo 11). Türkiye genotipinin dal sayısı 2 kg'dan 6 kg'a kadar küçük azalışlar gösterirken; İran genotipindeki değişimler çok daha fazla olmuştur (Tablo 12, Şekil 36).



Şekil 36. Dal sayısına ait genotip x ekim normu interaksyonu

Türkiye genotipinde azot dozlarındaki artışlar dal sayısını kararlı bir şekilde artırmış, oysa İran genotipinde bu artış 6 kg N dozuna kadar belirgin bir artış olmuş fakat akabinde 6 kg N dozundan 8 kg'a geçişte azalma yaşanmıştır. Bu durum genotip x azot dozu interaksyonun önemli çıkmasına neden olmuştur (Tablo 11, Tablo 12 ve Şekil 37)



Şekil 37. Dal sayısına ait genotip x azot dozu interaksyonu

Yatma Oranı

Araştırma kapsamında belirlenen yatma oranına ait varyans analizi Tablo 13’de ortalama değerler ile çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 14’de verilmiştir. Her iki deneme yılında yatma oranı üzerine, genotip ve ekim normu uygulamaların etkisi istatistiki olarak %1, azot dozlarının etkisi ise birinci yıl %1, ikinci yılı %5 ihtimal düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 13).

Tablo 13. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Yatma Oranına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Yatma Oranı		
		F Değerleri		
		2016	2017	Ortalama
Yıl (Y)	1			0,16
Genotip (G)	1	52,06**	70,40**	109,37**
Ekim Normu (E)	2	11,47**	20,27**	26,60**
Azot Dozu (A)	4	5,51*	10,72**	13,06**
Y X G	1			4,04*
Y X E	2			0,80
Y X A	4			0,59
G X E	2	1,72	5,75*	5,17**
G X A	4	2,86*	0,26	2,46
E X A	8	0,52	0,57	0,33
Y X G X E	2			0,31
Y X G X A	4			1,95
Y X E X A	8			0,74
G X E X A	8	0,62	1,01	0,83
Y X G X E X A	8			0,60
Hata	174			
Genel	239			

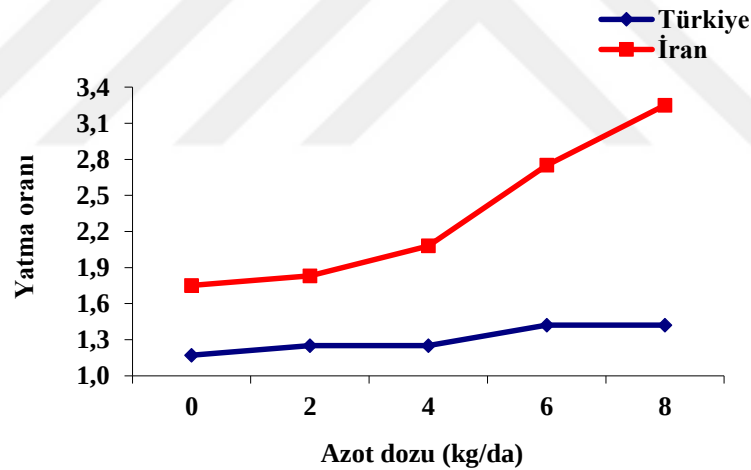
* İşaretli F değerleri %5, ** işaretli F değerleri ise %1 ihtimal seviyesinde önemlidir.

Tablo 14’deki verilerden görüleceği üzere 2016 ürün yılında deneme faktörlerinin ortalaması olarak, yatma oranı Türkiye genotipinde 1,30, İran genotipinde ise 2,33 olarak

gerçekleşmiş ve yapılan varyans analizi sonucunda yatma oranı üzerine genotiplerin çok önemli ($p<0.01$) etkide bulunduğu belirlenmiştir (Tablo 13).

2016 yılında yatma oranı üzerine farklı ekim normlarının etkisinin %1 ihtimal düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir (Tablo 13). Genotiplerin ve azot dozlarının ortalaması olarak yatma oranı 6 kg/da ekim normunda en fazla (2,28), 2 kg/da ekim normunda ise en az (1,45) olmuştur (Tablo 14). Aynı ürün yılında, yatma oranı azot dozlardan etkilenmiş olup, uygulanan azot seviyeleri arttıkça yatma oranı artmıştır. Bu etkilenme istatistiki olarak %5 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Tablo 13). Azot uygulaması çemen bitkilerinin daha fazla yatmasına neden olmuştur. Zira azot uygulanmadığında 1,46 olan yatma oranı, dekara 8 kg azot uygulandığında 2,33 olarak belirlenmiştir (Tablo 14).

Denemenin ilk yılında, genotiplerin yatma oranı bakımından azot uygulamalarına farklı tepki göstermelerine bağlı olarak genotip x azot dozu interaksyonu önemli ($p<0.05$) olmuştur (Tablo 13). Türkiye genotipinde yatma oranı azot dozlarına göre çok fazla değişim göstermemiş, oysa İran genotipinde 4 kg N' dan sonra değişim fazla olmuş ve bu da genotip x azot dozu interaksyonunun önemli çıkmasını sebep olmuştur (Tablo 14, Sekil 18).



Şekil 38. Yatma oranına ait genotip x azot dozu interaksyonu

Bir önceki yılda olduğu gibi 2017 ürün yılında da yatma oranı üzerine genotip etkisi çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Tablo 13). Türkiye genotipinin (1,43) İran genotipinden (2,13) daha az yatma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir (Tablo 14).

İkinci ürün yılında ekim normu uygulamalarının yatma oranı üzerine etkisi %1 ihtimal düzeyinde çok önemli olmuştur (Tablo 13). Denemenin ilk yılında olduğu gibi, 2 kg/da ekim normunda bitkilerde daha az yatma (1,45) görüldüğü saptanmıştır. Dekara 4 ve 6 kg ekim normu uygulamalarına ait değerler ise sırasıyla 1,80 ve 2,10 olarak belirlenmiştir (Tablo 14). Diğer bir ifadeyle, artan ekim dozları yatma oranlarında artışa yol açmıştır.

Tablo 14. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Ortalama Yatma Oranları

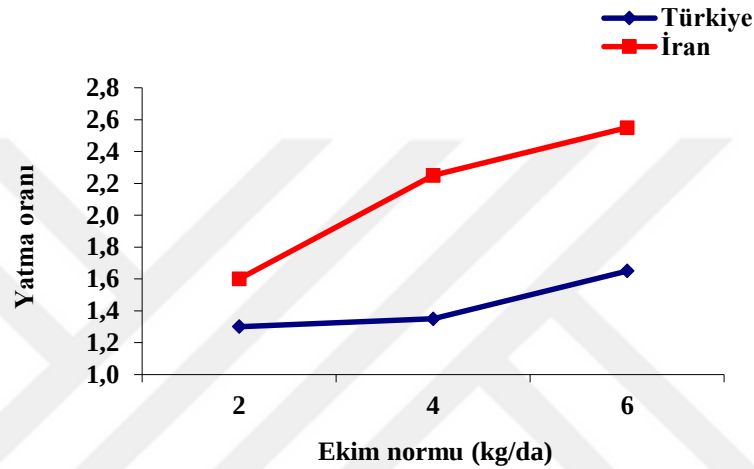
Yıl	Genotip	Ekim Normu (kg/da)	Azot Dozları (kg/da)					Ortalama
			0	2	4	6	8	
2016	Türkiye	2	1,00	1,00	1,00	1,25	1,25	1,10
		4	1,00	1,25	1,25	1,25	1,25	1,20
		6	1,50	1,50	1,50	1,75	1,75	1,60
		Ortalama	1,17	1,25	1,25	1,42	1,42	1,30 b
	İran	2	1,25	1,75	1,75	2,00	2,25	1,80
		4	1,50	1,75	1,75	2,50	3,75	2,25
		6	2,50	2,00	2,75	3,75	3,75	2,95
		Ortalama	1,75	1,83	2,08	2,75	3,25	2,33 a
	Genotip ortalama	2	1,13	1,38	1,38	1,63	1,75	1,45 b
		4	1,25	1,50	1,50	1,88	2,50	1,73 b
		6	2,00	1,75	2,13	2,75	2,75	2,28 a
		Genel Ortalama	1,46 c	1,54 c	1,67 bc	2,08 ab	2,33 a	1,82
2017	Türkiye	2	1,00	1,00	1,00	1,75	1,75	1,30
		4	1,00	1,00	1,50	1,50	1,75	1,35
		6	1,25	1,75	1,75	1,75	1,75	1,65
		Ortalama	1,08	1,25	1,42	1,67	1,75	1,43 b
	İran	2	1,25	1,25	1,75	1,75	2,00	1,60
		4	1,50	2,25	2,50	2,50	2,50	2,25
		6	2,25	2,25	2,50	2,75	3,00	2,55
		Ortalama	1,67	1,92	2,25	2,33	2,50	2,13 a
	Genotip ortalama	2	1,13	1,13	1,38	1,75	1,88	1,45 c
		4	1,25	1,63	2,00	2,00	2,13	1,80 b
		6	1,75	2,00	2,13	2,25	2,38	2,10 a
		Genel Ortalama	1,38 d	1,58 cd	1,83 bc	2,00 ab	2,13 a	1,78
Ortalama	Türkiye	2	1,00	1,00	1,00	1,50	1,50	1,20
		4	1,00	1,13	1,38	1,38	1,50	1,28
		6	1,38	1,63	1,63	1,75	1,75	1,63
		Ortalama	1,13	1,25	1,33	1,54	1,58	1,37 b
	İran	2	1,25	1,50	1,75	1,88	2,13	1,70
		4	1,50	2,00	2,13	2,50	3,13	2,25
		6	2,38	2,13	2,63	3,25	3,38	2,75
		Ortalama	1,71	1,88	2,17	2,54	2,88	2,23 a
	Genotip ortalama	2	1,13	1,25	1,38	1,69	1,81	1,45 c
		4	1,25	1,56	1,75	1,94	2,31	1,76 b
		6	1,88	1,88	2,13	2,50	2,56	2,19 a
		Genel Ortalama	1,42 d	1,56 bc	1,75 b	2,04 a	2,23 a	1,80

Aynı harfle işaretlenen ortalamalar birbirinden farklıdır.

LSD: 2016 GxA:0,84; 2017 GxE:0,38; YxG:0,30, GxE: 0,37

Bir önceki yılda olduğu gibi ikinci ürün yılında da azot seviyelerindeki artışa paralel olarak çemen bitkilerin yatma oranında artışlar gözlemlenmiş (Tablo 14) ve azotun bu etkisi istatistiki olarak çok önemli olmuştur (Tablo 13). En fazla yatma oranı (2,13) dekara 8 kg azot uygulanmış, en az yatma oranı (1,38) ise azot uygulanmayan kontrol parsellerinde belirlenmiştir.

Denemenin ikinci yılında farklı ekim normlarında çemen genotiplerinin yatma oranları farklı bulunmuştur. İran genotipinde 2 kg'dan 4 kg'a geçişte yatma oranında belirgin bir artış olurken, Türkiye genotipinde çok fazla bir değişiklik olmamıştır (Şekil 39). Bu durum, genotip x ekim normu interaksyonunun önemli ($p<0.05$) çıkmasına neden olmuştur (Tablo 13).



Şekil 39. Yatma oranına ait genotip x ekim normu interaksyonu

Yılların birlikte analizi sonucunda genotip, ekim normu ve azot uygulamalarının yatma oranı üzerine etkisinin %1 ihtimal düzeyinde önemli, yıl x genotip ve genotip x ekim normu interaksyonları hariç varyasyon kaynağını oluşturan diğer interaksyonların ise önemsiz olduğu belirlenmiştir (Tablo 13).

Tablo 13'den anlaşılacağı üzere, yatma oranı yönünden yıllar arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur. Denemeye konu olan tüm faktörlerin ortalaması olarak 2016 ve 2017 ürün yıllarında yatma oranı sırasıyla 1,82 ve 1,78 olmuştur (Tablo 14).

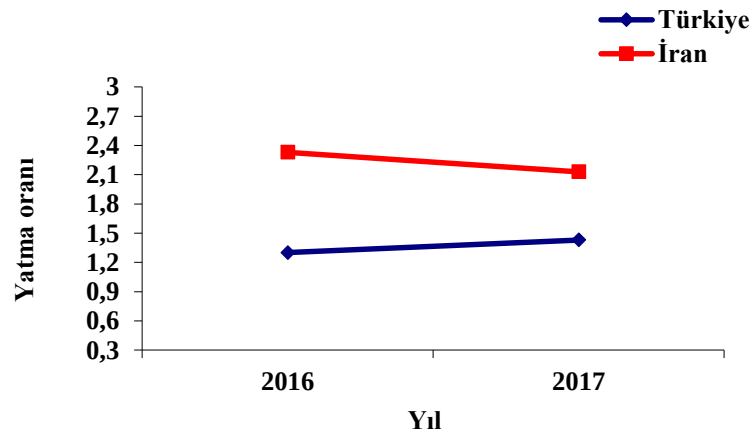
Deneme yıllarının ortalaması olarak yatma oranı Türkiye genotipinde 1,37, İran genotipinde ise 2,23 olarak gerçekleşmiş (Tablo 14) ve genotipler arasında yatma oranı yönünden ortaya çıkan bu farklılık istatistiki olarak $p<0.01$ seviyesinde önemli olmuştur (Tablo 13). Bu sonuçlardan İran genotipinin yatmaya karşı daha hassas olduğu anlaşılmaktadır. Çemen bitkisinin gövdesi her ne kadar dik ve güçlü olsa da kuvvetli rüzgâr ve yağmurlardan etkilenmektedir. Bu yüzden yatmaya dayanıklı çeşitlerin ıslahı önemli bir husustur (Petropoulos 2002). Öte yandan yatma oranı tane verimini etkileyen önemli verim komponentlerinden biridir (Zivanov *et al.* 2018). Nitekim, Annicchiarico and Iannucci (2008), yatma oranı ile tane verimi arasında negatif bir ilişki bulmuşlardır. Petropoulos (1973)' de, farklı çemen genotipleri

(Fluorescent, Etiyopya, Kenya, Fas) arasında yatma oranı bakımından çalışmamızda olduğu gibi önemli farklılıklar olduğunu belirlemiştir.

Yılların birlikte analizi, farklı ekim normlarında yetiştirilen çemen bitkilerine ait yatma oranları dekara 2 kg'lık ekim normundan 6 kg'a kadar artarak sırasıyla 1,45, 1,76 ve 2,19'luk değerlere çıkmıştır. Ekim normlarına göre elde edilen yatma oranları arasındaki bu farklılık %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Tablo 13). Tarımsal üretimde m²'deki bitki sayısının artırılması optimum seviyeden sonra tohum verimini azaltıcı bir etki yapmaktadır. Bitki yoğunluğunun artırılması, bitkiler arasında mevcut ışık ve topraktaki besin elementleri için rekabet oluşturacağından ince gövdeli bitkilerin oluşumuna neden olarak yatmayı arttırmaktadır (Shi *et al.* 2016).

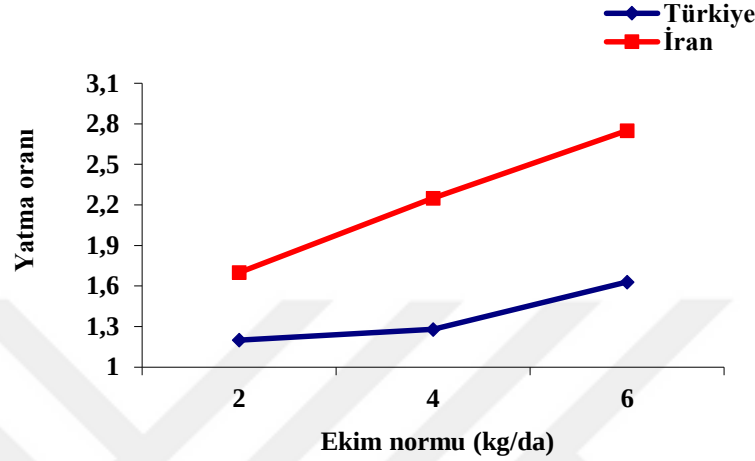
Birleşik analiz sonucunda, azot uygulanmadığında 1,42 olan yatma oranı artan azot uygulamalarıyla birlikte sırasıyla 1,56, 1,75, 2,04 ve 2,23 olarak tespit edilmiştir (Tablo 14). Yatma oranlarındaki bu farklılığın %1 ihtimal seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir (Tablo 13). Optimum azot seviyeleri, lignin biyosentezini düzenleyen temel enzimlerin aktivitesini düzenlemek suretiyle, lignin içeriğini ve sap çapını artırarak yatma direnci artırılabilir (Peng *et al.* 2014). Ancak aşırı azotlu gübreleme bitkinin kök direncini zayıflatmakta ve buna bağlı olarak yatmanın artmasına sebep olmaktadır (Zhang *et al.* 2014) ve bu sonuçlar çalışmamızla uyum göstermektedir.

Tablo 13'deki varyans analizi sonuçlarından görüleceği üzere, yatma oranı bakımından yıl x genotip interaksyonunun çok önemli olduğu tespit edilmiştir. Her iki genotipte de yıllara göre artış olmakla birlikte İran genotipinde bu artış daha fazla olmuştur. Genotiplerin yatma oranı bakımından yıllara göre göstermiş olduğu bu farklılık sonucu yıl x genotip interaksyonu önemli ($p<0.05$) olmuştur (Şekil 40).



Şekil 40. Yatma oranına ait yıl x genotip interaksyonu

Yılların birlikte analizi, yatma oranı bakımından genotip x ekim normu interaksiyonunun çok önemli ($p<0.01$) olduğunu göstermiştir (Tablo 13). Ekim normu uygulamalarının yatma üzerindeki etkileri genotiplere göre önemli derecede değişmiştir. Şekil 4.10'daki rakamlardan anlaşılacağı üzere, yatma oranı Türkiye ve İran genotiplerinin her ikisinde de ekim normu arttıkça artmış, ancak bu artış İran genotipinde daha fazla gözlemlenmiştir (Şekil 41).



Şekil 41. Yatma oranına ait genotip x ekim normu interaksiyonu

Bakla Uzunluğu (cm)

Erzurum koşullarında 2016 ve 2017 yıllarında farklı ekim normları ve azot dozlarında yetiştirilen çemen genotiplerinin bakla uzunluğuna ait varyans analizi Tablo 15'de, ortalama değerler ile çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 15'in incelenmesinden de görüleceği gibi, bakla uzunluğuna genotiplerin etkisi her iki araştırma yılında da çok önemli ($p<0.01$) olurken, ekim normu, azot dozu uygulamaları ve interaksiyonların etkisi önemsiz olmuştur.

Araştırmanın birinci ve ikinci yılında genotipler, bakla uzunluğu üzerine % 1 önem seviyesinde ($p<0.01$) farklılık arz etmiştir (Tablo 15). Bakla uzunluğu, araştırmanın birinci yılında Türkiye genotipinde 12,02 cm, İran genotipinde 9,73 cm; ikinci deneme yılında ise Türkiye genotipinde 10,84, İran genotipinde ise 9,20 cm olarak ölçülmüştür. Netice itibarıyla, her iki araştırma yılında da Türkiye genotipi, İran genotipinden daha yüksek bakla uzunluğuna sahip olmuştur (Tablo 16).

Bakla uzunluğu araştırmanın yürütüldüğü 2016 yılında azalan ekim normu uygulamalarına göre sırasıyla 10,73 cm (6 kg/da), 10,85 cm (4 kg/da) ve 11,04 cm (2 kg/da), 2017 yılında ise 9,73 cm (6 kg/da), 10,14 cm (4 kg/da) ve 10,18 cm (2 kg/da) olarak ölçülmüş ve her iki yılda da ekim normu uygulamalarının bakla uzunluğu üzerindeki etkisi önemli olmamıştır (Tablo 15, Tablo 16).

Tablo 15. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Bakla Uzunluklarına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Bakla Uzunluğu		
		F Değerleri		
		2016	2017	Ortalama
Yıl (Y)	1	-	-	30,92**
Genotip (G)	1	89,92**	68,00**	157,82**
Ekim Normu (E)	2	0,57	2,07	2,09
Azot Dozu (A)	4	1,50	1,39	2,76*
Y X G	1	-	-	4,26*
Y X E	2	-	-	0,28
Y X A	4	-	-	0,15
G X E	2	0,42	1,12	0,42
G X A	4	0,70	0,41	0,84
E X A	8	0,56	0,46	0,18
Y X G X E	2	-	-	0,99
Y X G X A	4	-	-	0,32
Y X E X A	8	-	-	0,86
G X E X A	8	1,96	1,09	0,99
Y X G X E X A	8	-	-	2,22*
Hata	174			
Genel	239			

* İşaretli F değerleri %5, ** işaretli F değerleri ise %1 ihtimal seviyesinde önemlidir.

Dekara 0, 2, 4, 6 ve 8 kg azot uygulamasında çemen genotiplerinin bakla uzunluğu araştırmanın birinci yılında sırasıyla 10,44, 10,88, 11,36, 10,77 ve 10,93 cm; ikinci yılında ise 9,59, 10,14, 10,28, 10,00 ve 10,09 cm olarak belirlenmiştir (Tablo 16). Varyans analiz sonuçlarına göre her iki araştırma yılında da bakla uzunluğu arasındaki farklılıkların istatistiki açıdan önemli olmadığı görülmüştür (Tablo 15).

Yılların birlikte analizinde yıl ve genotip faktörlerinin bakla uzunluğunu çok önemli ($p<0.01$), azot dozu, yıl x genotip ve yıl x genotip x ekim normu x azot dozu interaksiyonunun ise önemli ($p<0.05$) seviyede etkilediği tespit edilmiştir (Tablo 15).

Tablo 16’da görüleceği gibi, bakla uzunluğu bakımından yıllar arasında % 1 ihtimal düzeyinde çok önemli bir farklılığın olduğu saptanmıştır. Tüm deneme faktörlerinin ortalaması olarak, bakla uzunluğu 2016 ve 2017 araştırma yıllarında sırasıyla 10,87 ve 10,02 cm olmuştur (Tablo 16). Genotiplerin ortalama bakla uzunluklarının deneme yıllarına göre farklı olması, birinci ürün yılının çiçeklenme ve tohum oluşumu dönemlerindeki (Haziran-Temmuz) yağış miktarının ikinci ürün yılına göre olmasıyla açıklanabilir. Nitekim Durigon *et al.* (2019) baklagillerde çiçeklenme zamanı ve tohum oluşumu dönemlerinde meydana gelen kuraklıkların bakla uzunluğunu önemli derecede azalttığını bildirmişlerdir. İklim faktörlerine bağlı olarak, bakla uzunluğunun ürün yıllarına göre farklılık gösterdiği Tuncurk *et al.* (2011) tarafından yapılan çalışmada da tespit edilmiştir.

Tablo 16. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Ortalama Bakla Uzunlukları (cm)

Yıl	Genotip	Ekim Normu (kg/da)	Azot Dozları (kg/da)					Ortalama
			0	2	4	6	8	
2016	Türkiye	2	11,06	11,66	12,72	11,92	13,27	12,12
		4	12,02	11,51	12,94	11,76	12,51	12,15
		6	11,10	12,81	12,83	11,41	10,74	11,77
	Ortalama		11,39	11,99	12,83	11,70	12,17	12,02 a
	İran	2	10,16	9,80	10,52	9,88	9,45	9,96
		4	8,42	9,76	10,42	9,93	9,25	9,56
		6	9,91	9,73	8,74	9,70	10,34	9,68
	Ortalama		9,50	9,76	9,89	9,84	9,68	9,73 b
	Genotip ortalama	2	10,61	10,73	11,62	10,90	11,36	11,04
		4	10,22	10,64	11,68	10,85	10,88	10,85
		6	10,50	11,27	10,78	10,56	10,54	10,73
	Genel Ortalama		10,44	10,88	11,36	10,77	10,93	10,87 a
2017	Türkiye	2	10,41	11,76	11,41	11,11	11,37	11,21
		4	10,44	10,44	11,29	11,02	11,05	10,85
		6	10,08	10,27	10,71	10,23	10,99	10,46
	Ortalama		11,52	11,15	10,98	11,12	11,47	10,84 a
	İran	2	8,88	9,08	9,35	9,69	8,77	9,15
		4	9,65	10,01	8,99	8,78	9,75	9,43
		6	8,07	9,30	9,91	9,15	8,64	9,01
	Ortalama		8,86	9,46	9,42	9,20	9,05	9,20 b
	Genotip ortalama	2	9,65	10,42	10,38	10,40	10,07	10,18
		4	10,04	10,23	10,14	9,90	10,40	10,14
		6	9,07	9,79	10,31	9,69	9,82	9,73
	Genel Ortalama		9,59	10,14	10,28	10,00	10,09	10,02 b
Ortalama	Türkiye	2	10,74	11,71	12,07	11,52	12,32	11,67
		4	11,23	10,98	12,12	11,39	11,78	11,50
		6	10,59	11,54	11,77	10,82	10,86	11,12
	Ortalama		10,85	11,41	11,98	11,24	11,65	11,43 a
	İran	2	9,52	9,44	9,93	9,78	9,11	9,56
		4	9,03	9,89	9,70	9,35	9,50	9,50
		6	8,99	9,51	9,33	9,42	9,49	9,35
	Ortalama		9,18	9,61	9,65	9,52	9,37	9,47 b
	Genotip ortalama	2	10,13	10,57	11,00	10,65	10,71	10,62
		4	10,13	10,43	10,91	10,37	10,64	10,49
		6	9,79	10,53	10,55	10,12	10,18	10,23
	Genel Ortalama		10,02 b	10,51 ab	10,82 a	10,38 ab	10,51 ab	10,45

Aynı harfle işaretlenen ortalamalar birbirinden farklıdır.

LSD: YxG:0,57, YxGxExA:2,22

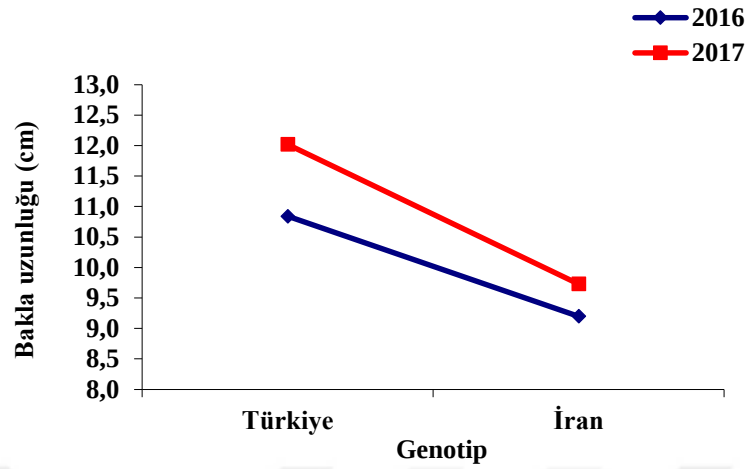
Birleşik analizde farklı ekim normları ve farklı azot seviyelerinin uygulandığı İran ve Türkiye genotiplerinin bakla uzunluğu değerleri sırasıyla 9,47 ve 11,43 cm olarak tespit edilmiştir (Tablo 16). Bu iki genotip arasındaki farklılıklar istatistiki olarak % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Tablo 15). Türkiye genotipinin her iki yılda da bakla uzunluğu yüksek olmuştur. Genotiplerin bakla uzunluklarının farklı oluşu genetik yapıdaki farklılıklardan kaynaklanmış olabilir. Araştırmamıza benzer şekilde, pek çok çalışmada da çemen genotipleri arasında bakla uzunluğu bakımından önemli farklılıkların olduğu bildirilmektedir (Kakani *et al.* 2011; Hosamath *et al.* 2017; Yadav *et al.* 2018). Nitekim, Mamatha *et al.* (2017) 150 farklı çemen genotipinde bakla uzunluğunu 7,34-14,42 cm; Hosamath *et al.* (2017) 35 farklı çemen genotipinde 8,03-11,48 cm ve Sarada *et al.* (2008) 12 farklı çemen genotipinde 8,06-10,43 cm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca, ülkemizde yapılan bir araştırmada bakla uzunluğunun genotiplere göre 10,4 ile 12,0 cm arasında değiştiği bildirilmiştir (Elçi 2010). Bu çalışmada elde edilen değerler yukarıda bahsedilen araştırmacıların bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Deneme yıllarının ve faktörlerin ortalaması olarak, ekim normlarının değişmesiyle genotiplerin bakla uzunluklarında farklılıklar meydana gelmiş, ancak bu farklılıklar önemsiz bulunmuştur (Tablo 15). Uygulanan ekim normlarına göre en kısa bakla uzunluğu 6 kg/da (10,23 cm) uygulamasından; en uzun ise 2 kg/da (10,62 cm) uygulamasından elde edilmiştir (Tablo 16). Öte yandan Zandi *et al.* (2011)'nin yürütmüş oldukları bir çalışmada da, çemen bitkisinde bitki sıklıklarının bakla uzunluğu üzerine etkisinin istatistiki olarak önemsiz olduğunu belirlemişlerdir.

Azot dozlarının bakla uzunluğu üzerine etkileri, yıllar ortalamasına göre farklılık göstermiş ve bu farklılıklar istatistiki açıdan önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Tablo 15). Bakla uzunluğu kontrol parsellerinde en düşük (10,02 cm), dekara 4 kg azot uygulanan parsellerde ise en yüksek (10,82 cm) olmuştur. Azot dozunun 4 kg/da' a çıkarılması bakla uzunluğunu önemli oranda artırırken, 6 kg/da' a çıkarılması durumunda bakla uzunluğunda azalış görülmüştür (Tablo 16). Bu bulgular, bakla uzunluğunun 5 kg/da azot seviyesine kadar arttığını bildiren Datta *et al.* (2005) ve Thapa and Maity, (2004)'nin bulgularına benzerlik göstermiştir. Konuyla ilgili araştırmaların çoğunda, bu araştırmada olduğu gibi azot dozlarının artmasıyla bakla uzunluğunda artış olduğu, fakat belli bir azot seviyesinden sonra kararsız olduğu belirlenmiştir (Tuncurk *et al.* 2011; Datta *et al.* 2017).

Birleşik analiz sonucunda, bakla uzunluğu yönünden yıl x genotip interaksiyonunun önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır (Tablo 15). Genotiplerin bakla uzunluğu bakımından yıllara göre farklı tepkiler göstermesi söz konusu interaksiyonun önemli çıkmasına neden

olmuştur. Araştırmanın hem birinci hem de ikinci yılında Türkiye genotipi, İran genotipinden daha uzun bakla oluşturmuştur. Yıllara göre Türkiye genotipinde bakla uzunluğu değerindeki azalış oranı İran genotiplerine göre daha fazla olmuştur (Tablo 16, Şekil 42).



Şekil 42. Bakla uzunluğuna ait yıl x genotip interaksyonu

Bitkideki Bakla Sayısı (adet)

Farklı ekim normları ve azot seviyelerinde yetiştirilen Türkiye ve İran çemen genotiplerinin bitkide bakla sayısına ait varyans analiz sonuçları Tablo 17’de, belirlenen değerler ile çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 17. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Bitkideki Bakla Sayısına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Bitkideki Bakla Sayısı		
		F Değerleri		Ortalama
		2016	2017	
Yıl (Y)	1			36,72**
Genotip (G)	1	192,32**	55,67**	157,72**
Ekim Normu (E)	2	30,62**	14,87**	33,15**
Azot Dozu (A)	4	84,69**	10,16**	45,15**
Y X G	1			1,02
Y X E	2			2,05
Y X A	4			1,02
G X E	2	1,36	0,58	0,59
G X A	4	1,90	0,28	0,46
E X A	8	1,01	0,65	0,68
Y X G X E	2			0,85
Y X G X A	4			0,66
Y X E X A	8			0,75
G X E X A	8	0,80	0,27	0,38
Y X G X E X A	8			0,34
Hata	174			
Genel	239			

* İşaretli F değerleri %5, ** işaretli F değerleri ise %1 ihtimal seviyesinde önemlidir.

Tablo 17'nin incelenmesinden de görüleceği gibi, bitkide bakla sayısı bakımından her iki yılda da genotip, ekim normu ve azot dozu uygulamalarının etkisi çok önemli ($p<0.01$) olmuştur.

Denemenin ilk yılında çemen genotiplerinin bitkideki bakla sayısı, Türkiye genotipinde 13,13 adet, İran genotipinde ise 10,62 adet olarak gerçekleşmiş ve genotiplerin bitkideki bakla sayısı üzerine çok önemli etkide bulunduğu belirlenmiştir (Tablo 18).

2016 yılı varyans analizi sonuçlarına göre, bitkide bakla sayısı üzerine ekim normu uygulamalarının etkisi çok önemli olmuştur (Tablo 17). Farklı ekim normlarında yetiştirilen çemen bitkilerinde en fazla bitkide bakla sayısı (12,62 adet) 4 kg/da ekim normunda elde edilmiş olup, bunu sırasıyla 2 kg/da (12,09 adet) ve 6 kg/da'lık (10,97 adet) ekim normu uygulamaları takip etmiştir. Diğer bir ifadeyle 4 kg/da ekim normuna kadar bitkideki bakla sayısı artmış ve sonrasında azalmıştır. Ayrıca, dekara 2 ve 4 kg'lık ekim normlarının bitkide bakla sayısı bir birine yakın olmuş ve yapılan çoklu karşılaştırma testine göre aynı grupta yer almışlardır (Tablo 18).

Azot uygulamalarının 2016 yılında, bitkideki bakla sayısı üzerine etkisi istatistiki olarak $p<0.01$ (Tablo 17) düzeyinde çok önemli bulunmuştur. Tablo 18'den görüleceği üzere azot dozlarının dekara 4 kg'a kadar artmasıyla bitkideki bakla sayısı artış göstermiş daha sonraki dozlarda tedrici olarak azalma olmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, en fazla bitki başına bakla sayısı 13,68 adet ile dekara 4 kg azot uygulamasından, en az bakla sayısı ise 8,87 adet ile azot verilmeyen kontrol parsellerinden elde edilmiştir.

Araştırmanın ilk yılında olduğu gibi, 2017 ürün yılında da bitkideki bakla sayısı üzerine genotipin etkisi çok önemli ($p<0.01$) bulunmuş (Tablo 17) ve deneme faktörlerinin ortalaması olarak, İran genotipinin bitkide bakla sayısı (9,08 adet), Türkiye genotipinden (12,03 adet) daha az olmuştur (Tablo 18).

2017 ürün yılında, ekim normu uygulamaları bitkide bakla sayısını istatistiki olarak %1 ihtimal seviyesinde etkilemiştir (Tablo 17). Genotiplerin ve azot dozlarının ortalaması olarak, bitkideki bakla sayısı artan ekim normu uygulamalarında sırasıyla, 8,91, 10,74 ve 7,60 adet olmuş ve yapılan çoklu karşılaştırma testine göre ekim normlarının tamamı farklı gruplara ayrılmışlardır (Tablo 18).

Araştırmanın ikinci yılında 0, 2, 4, 6 ve 8 kg/da azot uygulamalarında bitki başına bakla sayıları sırasıyla 8,19; 10,57; 11,76; 11,47 ve 10,79 adet olmuş (Tablo 18) ve önceki araştırma yılında olduğu gibi, azot uygulaması sonucunda bakla sayısında kaydedilen bu artış istatistiki olarak % 1 seviyesinde ($p<0.01$) önemli çıkmıştır (Tablo 17).

Tablo 18. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Ortalama Bitkideki Bakla Sayısı (adet)

Yıl	Genotip	Ekim Normu (kg/da)	Azot Dozları (kg/da)					Ortalama
			0	2	4	6	8	
2016	Türkiye	2	10,51	13,92	14,80	14,70	13,73	13,53
		4	11,12	14,01	15,63	15,08	13,46	13,86
		6	9,46	12,40	13,50	12,67	11,97	12,00
		Ortalama	10,37	13,44	14,65	14,15	13,05	13,13 a
	İran	2	7,09	9,56	12,74	12,65	11,19	10,64
		4	8,46	11,85	13,62	12,25	10,71	11,37
		6	6,56	9,40	11,77	11,46	10,02	9,84
		Ortalama	7,37	10,27	12,71	12,12	10,64	10,62 b
	Genotip ortalama	2	8,80	11,74	13,77	13,67	12,46	12,09 b
		4	9,79	12,93	14,62	13,66	12,08	12,62 a
		6	8,01	10,90	12,63	12,07	10,99	10,92 c
		Genel Ortalama	8,87 c	11,85 b	13,68 a	13,13 a	11,84 b	11,87 a
2017	Türkiye	2	8,90	12,23	14,66	12,77	11,54	12,02
		4	9,79	13,32	14,52	14,58	13,30	13,10
		6	9,33	11,29	11,14	11,42	11,68	10,97
		Ortalama	9,34	12,28	13,44	12,92	12,17	12,03 a
	İran	2	7,28	8,36	9,75	9,96	9,23	8,91
		4	7,63	10,76	12,14	12,07	11,08	10,74
		6	6,22	7,43	8,33	8,06	7,95	7,60
		Ortalama	7,04	8,85	10,07	10,03	9,42	9,08 b
	Genotip ortalama	2	8,09	10,30	12,21	11,36	10,38	10,47 b
		4	8,71	12,04	13,33	13,32	12,19	11,92 a
		6	7,78	9,36	9,73	9,74	9,81	9,28 c
		Genel Ortalama	8,19 b	10,57 a	11,76 a	11,47 a	10,79 a	10,56 b
Ortalama	Türkiye	2	9,70	13,08	14,73	13,73	12,63	12,78
		4	10,46	13,66	15,07	14,83	13,38	13,48
		6	9,40	11,84	12,32	12,04	11,82	11,49
		Ortalama	9,85	12,86	14,04	13,53	12,61	12,58 a
	İran	2	7,18	8,96	11,24	11,30	10,21	9,78
		4	8,04	11,30	12,88	12,16	10,89	11,06
		6	6,39	8,41	10,05	9,76	8,98	8,72
		Ortalama	7,21	9,56	11,39	11,07	10,03	9,85 b
	Genotip ortalama	2	8,44	11,02	12,99	12,52	11,42	11,28 b
		4	9,25	12,48	13,98	13,49	12,13	12,27 a
		6	7,90	10,13	11,18	10,90	10,40	10,10 c
		Genel Ortalama	8,53 c	11,21 b	12,72 a	12,30 a	11,32 b	11,22

Aynı harfle işaretlenen ortalamalar birbirinden farklıdır.

Yılların birlikte analizine ait varyans analizi sonuçları, bitkide bakla sayısı üzerine yıl, genotip, ekim normu ve azot uygulamalarının çok önemli ($p<0.01$) etkide bulunduğunu, diğer taraftan bitkide bakla sayısı bakımından varyasyon kaynağını oluşturan interaksiyonlarının etkisi önemsiz bulunmuştur (Tablo 17).

Deneme faktörlerin ortalaması olarak, bitkide bakla sayısı 2016 ve 2017 yıllarında sırasıyla 11,87 ve 10,56 adet olarak belirlenmiş (Tablo 18) ve yıllar arasındaki bu farklılık istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Tablo 17). Ekolojik koşulların yetiştirme süresi boyunca ilk yıl daha elverişli olması, bitki başına daha fazla bakla oluşmasına imkan sağlamış olabilir (Tablo 1). İklim faktörlerine bağlı olarak, bitkideki bakla sayısının deneme yıllarına göre farklılık gösterdiği, Tunçtürk *et al.* (2011) tarafından da belirlenmiştir.

Yılların birlikte analizinde, bitkide bakla sayısı bakımından genotipin etkisi önemli bulunmuş (Tablo 17) ve deneme faktörlerinin ortalaması olarak, İran genotipi (9,85 adet) Türkiye genotipinden (12,58 adet) daha az bakla oluşturmuştur (Tablo 18). Bitkideki bakla sayısının genotiplere göre farklı bulunması genotiplerin kalıtsal yapısından kaynaklanmış olabilir. Nitekim, bitkideki bakla sayısı bakımından çemen genotipleri arasında yüksek genotipik ve fenotipik varyasyon katsayısının olduğu bir çok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Balai *et al.* 2006; Singh 2009; Singh *et al.* 2013).

Yıllar ortalamasına göre, çemen bitkilerinde bitkideki bakla sayısı ekim normlarına göre değişmiş ve en fazla bakla sayısı 12,27 adet ile 4 kg/da ekim normunda belirlenmiştir. Tablo 18'in incelenmesinden de görüleceği gibi, ekim normunun 2 kg'dan 4 kg'a çıkarılması ile artış; 6 kg'a çıkarılması ile de azalış meydana gelmiş ve en düşük değer (10,10 adet) 6 kg/da ekim normunda tespit edilmiştir. Ekim normları arasında oluşan bu farklılık istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) olmuştur (Tablo 17). Dekara atılan tohum miktarı arttıkça, bitkilere düşen ışık, nem ve bitki besin maddelerinden yararlanma etkinliğinin azalması sebebiyle, bitkide bakla sayısı ekim normlarının artmasına bağlı olarak azalmaktadır. Nitekim, çemen bitkisinde ekim normu uygulamalarının etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada Taneja *et al.* (1985), dekara 3 ve 4.5 kg ekim normu uygulamalarında bakla sayısını sırasıyla 19,7 ve 17,4 adet olarak belirlemişler ve dekara 6 kg/da uygulamasına göre daha fazla bakla elde etmişlerdir. Ayrıca, Bommi *et al.* (2010) çemen bitkisinde en fazla bakla sayısını çalışmamızda olduğu gibi dekara 4 kg tohum uygulamasından elde etmişlerdir.

Yıl, genotip ve ekim normu uygulamalarının ortalaması olarak, azotun bitkideki bakla sayısı üzerine etkisinin çok önemli ($p<0.01$) olduğu görülmüştür (Tablo 17). Azot seviyelerindeki artışa bağlı olarak çemen bitkilerinin bitkide bakla sayıları artmıştır. Buna göre, hiç azot verilmeyen parsellerde ortalama 8,53 adet olarak belirlenen bitkide bakla sayısı, 2 kg

azot verilmesi halinde 11,21 adet'e, 4 kg azotun verildiği koşullarda 12,72 adet'e, 6 ve 8 kg azot dozlarının verildiği parsellerde ise sırasıyla 12,30 ve 11,32 adet'e ulaşmıştır (Tablo 18). Zandi *et al.* (2011) çemen bitkisinde en yüksek bakla sayısını dekara 2.5 kg N uygulamasında elde etmiş ve azot dozunun 5 ve 7,5 kg' a çıkarılmasıyla bitki bakla sayısında sırasıyla %5,44' lük ve 10,17' lik bir azalmanın gözlemlendiğini ve istatistiki olarak bu azalmanın önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Baklada Tane Sayısı (adet)

Çemen genotiplerinin farklı ekim normları ve azot dozlarına göre baklada tane sayısına ait varyans analiz sonuçları Tablo 19'da, ortalama değerler ile çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 20'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarından (Tablo 19) görüleceği üzere, araştırmanın her iki yılında da bakladaki tane sayısı üzerine genotip, ekim normu ve azot dozunun etkisi %1 seviyesinde önemli olmuştur. Birinci ürün yılında genotip x azot dozu ve ekim normu x azot dozu interaksyonu istatistiki olarak %1, ikinci ürün yılında ise genotip x ekim normu x azot dozu interaksyonu %5 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Tablo 19. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Baklada Tane Sayısına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Baklada Tane Sayısı		
		F Değerleri		
		2016	2017	Ortalama
Yıl (Y)	1	-	-	84,12**
Genotip (G)	1	201,81**	64,11**	255,73**
Ekim Normu (E)	2	26,08**	21,76**	47,26**
Azot Dozu (A)	4	30,21**	22,61**	48,12**
Y X G	1	-	-	30,81**
Y X E	2	-	-	1,23
Y X A	4	-	-	5,84**
G X E	2	1,30	0,62	0,26
G X A	4	5,77**	0,76	3,43*
E X A	8	2,82 **	1,63	4,10**
Y X G X E	2	-	-	1,77
Y X G X A	4	-	-	3,85*
Y X E X A	8	-	-	0,53
G X E X A	8	1,13	2,06 *	1,84
Y X G X E X A	8	-	-	1,22
Hata	174			
Genel	239			

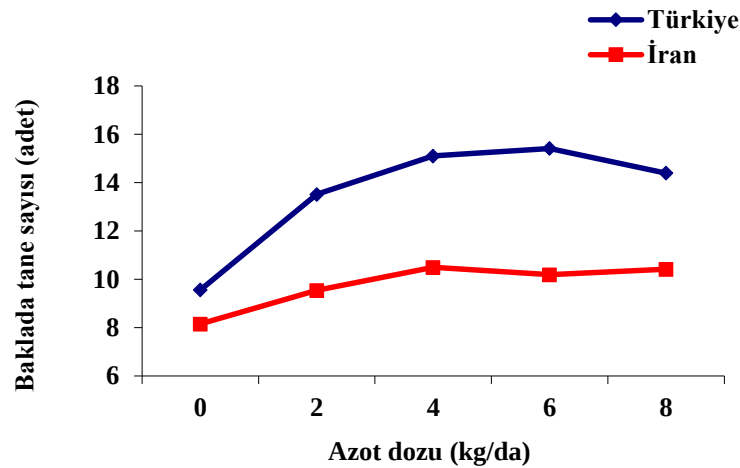
* İşaretli F değerleri %5, ** işaretli F değerleri ise %1 ihtimal seviyesinde önemlidir.

2016 ürün yılında, bakladaki tane sayısı İran genotipinde 9,76, Türkiye genotipinde 13,59 adet olarak belirlenmiş ve genotipler arasında ortaya çıkan bu farklılık istatistiki olarak %1 ihtimal seviyesinde önemli olmuştur (Tablo 19, Tablo 20).

Aynı ürün yılında, baklada tane sayısı üzerine farklı ekim normlarının etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Tablo 19). Baklada tane sayısına ilişkin ortalama değerler genellikle ekim normunun 4 kg/da'a çıkmasıyla artmış, 6 kg/da uygulamasında ise azalmıştır. Baklada tane sayısı 2, 4 ve 6 kg/da ekim normlarında sırasıyla 11,99, 12,68 ve 10,35 adet olmuştur (Tablo 20).

Ekim normlarında olduğu gibi farklı azot seviyelerinin de birinci deneme yılında, çemen genotiplerinin bakladaki tane sayılarına etkisi %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Tablo 19). Bakladaki tane sayısının kontrol parselleri ve dekara 2 kg N seviyelerinde düşük (8,85 ve 11,52 adet), 4, 6 ve 8 kg N seviyelerinde ise sırasıyla 12,80, 12,80 ve 12,40 adetlik ortalamalarla yüksek sonuçlar vermiş olduğu tespit edilmiştir (Tablo 20).

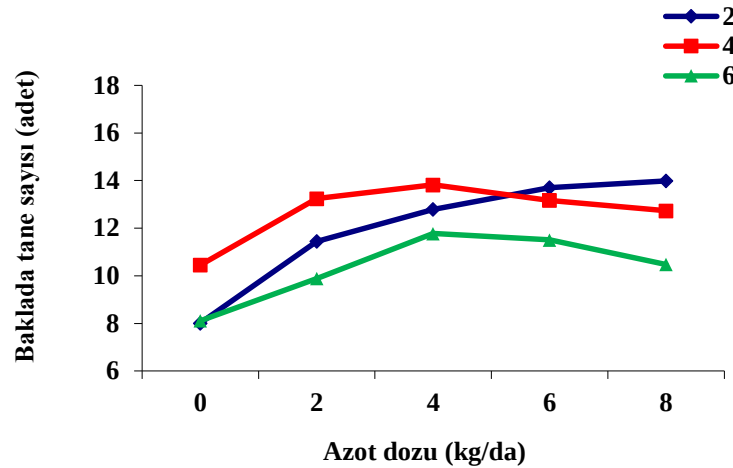
Araştırmanın birinci yılında, bakladaki tane sayısı bakımından genotip x azot dozu interaksiyonunun önemli ($p<0.01$) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 19). Deneme faktörlerinin ortalaması olarak, çemen genotiplerinin azot seviyelerine tepkisi farklı olmuştur. Örneğin, Türkiye genotipinde kontrol uygulamasından 2 kg/da azot dozuna geçişte tespit edilen bakladaki tane sayısı artış miktarı, aynı azot dozunda İran genotipinde belirlenen artış miktarından daha fazla olmuştur. Ayrıca 4 kg'dan 6 kg'a ve 6 kg'dan 8 kg'a geçişte genotiplerin azota karşı tepkisinde belirgin farklılıklar olmuştur (Şekil 43). Tüm bu tepkiler genotip x azot dozu interaksiyonunun önemli çıkmasına yol açmıştır (Tablo 20).



Şekil 43. Baklada tane sayısına ait genotip x azot dozu interaksiyonu

Yine, 2016 ürün yılında ekim normlarının baklada tane sayısı yönünden azot uygulamalarına farklı tepkiler göstermeleri ekim normu x azot interaksiyonunun önemli çıkmasını sağlamıştır (Tablo 19). Söz konusu interaksiyonun oluşumunda, farklı ekim normlarında dekara 4 kg'a kadar artan azot dozlarına göre elde edilen baklada tane sayısının farklı miktarlarda artış göstermesi ve genellikle 4 ve 6 kg/da ekim normunda 4 kg N

seviyesinden itibaren azalma; 2 kg/da N seviyesinden itibaren ise artışın olması interaksyonun önemli çıkmasına neden olmuştur (Tablo 20, Şekil 44).



Şekil 44. Baklada tane sayısına ait ekim normu x azot dozu interaksyonu

Genotipler arasında 2017 ürün yılında bakladaki tane sayısı değerleri bakımından farklılıklar belirlenmiş ve varyans analizi sonucunda bu farklılıklar çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Tablo 19). Bu deneme yılında bakladaki tane sayısı Türkiye genotipinde daha fazla bulunmuştur. Türkiye genotipinde 10,97 adet olan bu değer, İran genotipinde 9,11 adet olarak tespit edilmiştir (Tablo 20).

Tablo 20’den görüleceği üzere, ikinci deneme yılında farklı ekim normlarında ekilen çemen genotiplerinin bakladaki tane sayısı değerleri, bitki sıklığının azalmasına paralel olarak önce artış sonra azalış göstermiştir. Ekim normlarının bakladaki tane sayısı üzerine olan etkileri $p<0.01$ önem seviyesinde önemli çıkmıştır (Tablo 19). Bakladaki tane sayısı dekara en fazla tohum kullanılan ekim normu olan 6 kg/da uygulamasında 9,09 adet olmuş, ekim normunun azalmasına bağlı olarak artış göstermiş ve en yüksek değere 4 kg/da ekim normunda (10,97 adet) ulaşılmıştır.

İkinci deneme yılında, bakladaki tane sayısı bakımından azotun etkisi çok önemli bulunmuştur (Tablo 19). Azotlu gübre uygulamasıyla, baklada tane sayısında dekara 4 kg azot seviyesine kadar artışların kaydedildiği 2017 yılında, dekara 0, 2, 4, 6 ve 8 kg N verildiğinde bakladaki tane sayıları sırasıyla 8,11, 10,90, 11,08, 10,59 ve 9,52 adet olmuştur (Tablo 20).

Tablo 20. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Ortalama Baklada Tane Sayıları (adet)

Yıl	Genotip	Ekim Normu (kg/da)	Azot Dozları (kg/da)					Ortalama
			0	2	4	6	8	
2016	Türkiye	2	8,11	13,19	15,26	16,70	16,35	13,92
		4	11,27	15,30	16,30	16,05	15,40	14,86
		6	9,30	12,05	13,76	13,48	11,43	12,00
		Ortalama	9,56	13,51	15,10	15,41	14,39	13,59 a
	İran	2	7,90	9,72	10,33	10,73	11,64	10,06
		4	9,63	11,17	11,35	10,28	10,07	10,50
		6	6,91	7,73	9,80	9,55	9,54	8,71
		Ortalama	8,15	9,54	10,49	10,19	10,41	9,76 b
	Genotip ortalama	2	8,01	11,45	12,79	13,71	13,99	11,99 b
		4	10,45	13,24	13,82	13,17	12,73	12,68 a
		6	8,11	9,89	11,78	11,51	10,48	10,35 c
	Genel Ortalama		8,85 c	11,52 b	12,80 a	12,80 a	12,40 a	11,68 a
2017	Türkiye	2	8,83	11,38	10,88	11,53	11,83	10,89
		4	10,35	12,30	13,33	12,63	10,51	11,82
		6	8,41	11,75	12,18	10,85	7,85	10,21
		Ortalama	9,19	11,81	12,13	11,67	10,06	10,97 a
	İran	2	6,73	9,33	10,48	10,40	9,23	9,23
		4	8,00	11,93	11,05	9,98	9,65	10,12
		6	6,38	8,70	8,60	8,18	8,05	7,98
		Ortalama	7,03	9,98	10,04	9,52	8,98	9,11 b
	Genotip ortalama	2	7,78	10,35	10,68	10,96	10,53	10,06 b
		4	9,18	12,11	12,19	11,30	10,08	10,97 a
		6	7,39	10,23	10,39	9,51	7,95	9,09 c
	Genel Ortalama		8,11 c	10,90 a	11,08 a	10,59 a	9,52 b	10,04 b
Ortalama	Türkiye	2	8,47	12,28	13,07	14,11	14,09	12,40
		4	10,81	13,80	14,81	14,34	12,95	13,34
		6	8,85	11,90	12,97	12,16	9,64	11,10
		Ortalama	9,38	12,66	13,61	13,54	12,23	12,28 a
	İran	2	7,31	9,52	10,40	10,57	10,43	9,65
		4	8,82	11,55	11,20	10,13	9,86	10,31
		6	6,64	8,21	9,20	8,86	8,80	8,34
		Ortalama	7,59	9,76	10,27	9,85	9,69	9,43 b
	Genotip ortalama	2	7,89	10,90	11,73	12,34	12,26	11,02 b
		4	9,81	12,67	13,01	12,23	11,41	11,83 a
		6	7,75	10,06	11,08	10,51	9,22	9,72 c
	Genel Ortalama		8,48 d	11,21bc	11,94 a	11,69 ab	10,96 c	10,86

Aynı harfle işaretlenen ortalamalar birbirinden farklıdır.

LSD: 2016 GxA:1,59, ExA:1,94; 2017 GxExA:2,36; Yıl. Ort. YxG:0,73, YxA:1,03 GxA:1,03, ExA:1,27, YxGxA:1,46

Yılların birlikte varyans analizi sonuçları, baklada tane sayısı bakımından genotip, ekim normu ve azot uygulamalarının etkilerinin %1 ihtimal seviyesinde önemli olduğunu göstermiştir. Birleştirilmiş analizde ayrıca yıl x genotip, yıl x azot dozu ve ekim normu x azot dozu interaksyonunun istatistiki olarak $p<0.01$ düzeyinde, genotip x azot dozu ve yıl x genotip x azot dozu interaksyonlarının ise $p<0.05$ düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur (Tablo 19).

Çemen genotiplerinin farklı ekim normları ve farklı azot seviyelerinde yetiştirilmesi sonucunda elde edilen bakladaki tane sayısı değerleri denemenin birinci yılında 11,68 adet, ikinci yılında ise 10,04 adet olmuştur (Tablo 20). Yıllar arasında oluşan bu farklılık %1 ihtimal düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 19). Araştırmanın birinci yılında, tohum oluşumu dönemindeki yağış ve sıcaklığın daha uygun olması, bu yılda çemen genotiplerinde baklada daha fazla tane sayısı oluşmasına katkıda bulunmuştur. Nitekim, Tuncurk (2011) yürütmüş olduğu çalışmada, bakladaki tane sayısı bakımından yıllara göre farklılıkların ortaya çıkmasında çemen bitkisinde yetiştirme dönemi boyunca düşen yağışın etkili olduğunu ve yetiştirme dönemi boyunca daha fazla yağış düşen deneme yılında baklada daha fazla tane oluştuğunu bildirmiştir. Yine, Ramniwas (2016) ve Chauhan *et al.* (2017) kurak koşulların hakim olduğu durumlarda bakladaki tane sayısının azaldığını ifade etmişlerdir.

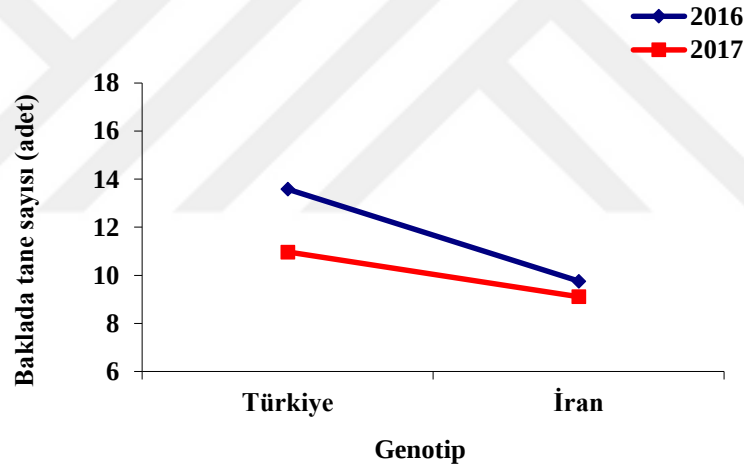
Yılların ve deneme faktörlerinin ortalaması olarak bakladaki tane sayısı Türkiye ve İran genotiplerinde sırasıyla 12,28 ve 9,43 adet olarak belirlenmiştir (Tablo 20). Genotipler arasındaki bu farklılık istatistiki olarak % 1 seviyesinde önemli olmuştur (Tablo 19). Bakladaki tane sayısı bakımından çemen genotipleri arasında önemli farklılıkların olduğu diğer araştırmalarda da ortaya konulmuştur (Ahari *et al.* 2009; Patahk *et al.* 2014; Mamatha *et al.* 2017; Yadav *et al.* 2018). Öte yandan, ülkemizde yürütülen çalışmalarda genotiplere ilişkin bakladaki tane sayıları, Tamkoç vd (1997), Ayanoğlu ve Mert (1999), Özdemir (1999) ve Elçi (2010)'nin bildirdiği ortalama değerler ile benzerlik göstermektedir.

Birleşik analizde, farklı ekim normu uygulamalarının baklada tane sayısı üzerine etkisinin çok önemli ($p<0.01$) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 19). Ekim normunun dekarda 2 kg'dan 4 kg'a çıkarılmasıyla bakladaki tane sayısı 11,02'den 11,83'e çıkmış, 6 kg/da normunda ise 9,72'ye düşmüştür. Ekim normunun belli bir düzeye çıkarılması neticesinde bakladaki tane sayısında ortaya çıkan artışlarda bitkilerin toprak nemi ve ışıklandırma yönünden daha az rekabetle karşılaşmalarının etkili olabileceği düşünülmektedir. Çalışmamızda olduğu gibi diğer araştırmalarda da, bitki sıklığının artması bakladaki tane sayısını azaltmıştır (Kızıl ve Arslan 2003; Bommi *et al.* 2010; Sharanya, 2017).

Deneme yılları ve faktörleri ortalaması olarak, bakladaki tane sayısı kontrol parsellerinde en düşük (8,48 adet), dekara 4 kg azot verilen parsellerde ise en yüksek (11,94)

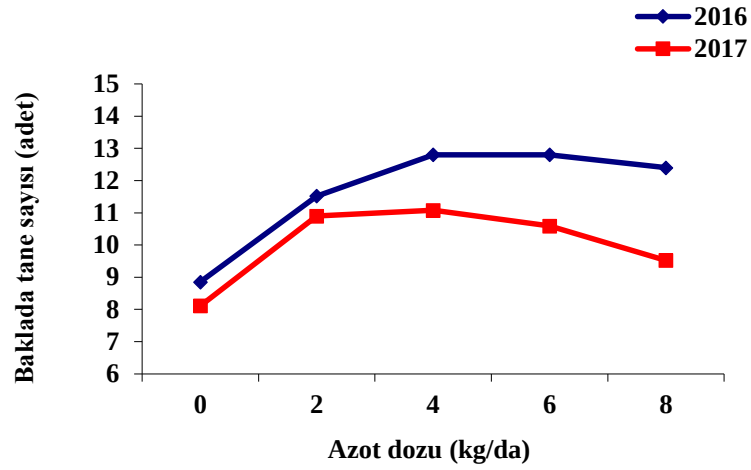
olmuştur. Buna göre, azotun dekara 6 ve 8 kg'a çıkmasıyla baklada tane sayısında sırasıyla 11,69 ve 10,96 adet değerleri elde edilerek önemli azalışların olduğu tespit edilmiştir (Tablo 20). Bakladaki tane sayısı bakımından azot dozları arasındaki farklılık %1 ihtimal düzeyinde çok önemli bulunmuştur (Tablo 19). Çemen bitkisiyle yürütülen bir araştırmada (Datta *et al.* 2017), azot dozu uygulamalarının bakladaki tane sayısını belli bir doza kadar (6 kg/da) arttırdığı ve daha yüksek dozlarda ise azalttığı belirlenmiştir. Yine, Tuncurk *et al.* (2011) çemen bitkisinde azot dozu uygulamalarının baklada tane sayısı üzerine etkisinin istatistiki olarak önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Birleşik analiz sonucunda, bakladaki tane sayısı yönünden yıl x genotip interaksiyonunun çok önemli olduğu saptanmıştır (Tablo 19). Genotiplerin baklada tane sayısı bakımından yıllara göre farklı tepkiler göstermesi yıl x genotip interaksiyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur. Her iki genotipte de bakladaki tane sayısı 2017 yılında düşük olmasına rağmen 2016 yılında Türkiye genotipi İran genotipine göre tane sayısında belirgin bir artış göstermiştir (Tablo 20, Şekil 45).



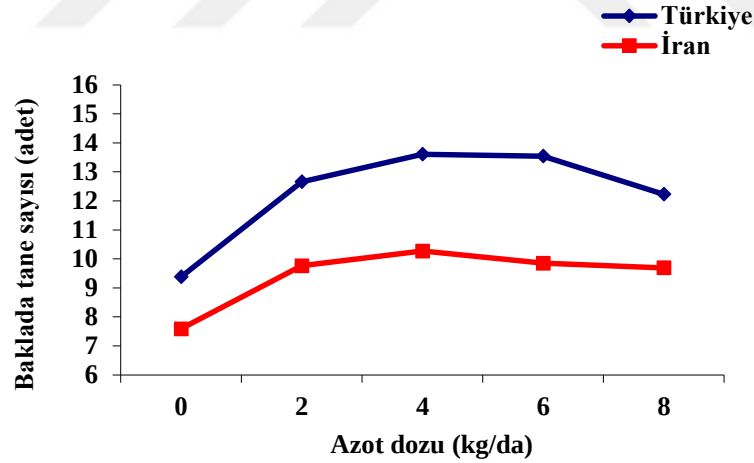
Şekil 45. Baklada tane sayısına ait yıl x genotip interaksiyonu

Azot uygulamalarının bakladaki tane sayısı üzerine etkisinin yıllara göre değişim göstermesi yıl x azot dozu interaksiyonunun % 1 seviyesinde önemli çıkmasına neden olmuştur (Tablo 19). Genotip ve ekim normu uygulamalarının ortalaması olarak, 2017 yılında dekara 2 kg'dan 4 kg'a çıkarken bakladaki tane sayısı yönünden istatistiki olarak önemli bir farklılık görülmezken, 2016 yılında aynı azot dozları arasında daha büyük bir artış kaydedilmiştir (Tablo 20, Şekil 46).



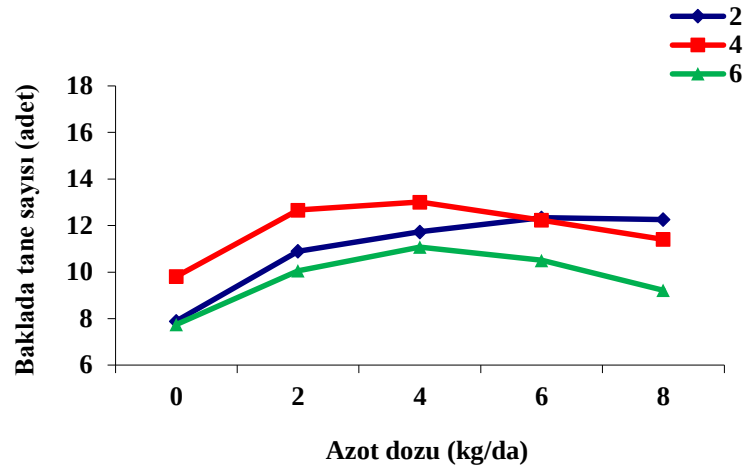
Şekil 46. Baklada tane sayısına ait yıl x azot dozu interaksyonu

Dekara 6 kg'a kadar azot dozlarındaki artışlara bağlı olarak Türkiye ve İran genotiplerinin baklada tane sayısında tespit edilen artış miktarları farklılık göstermiştir. Nitekim, Türkiye genotipinde dekara 0 kg azot dozunda 9,38 adet olan baklada tane sayısı, azotun 6 kg/da dozuna çıkarılmasıyla 13,61 adete ulaşırken, aynı azot dozları arasındaki artış İran genotipinde daha az olmuş ve 0 kg/da azot seviyesinde 7,59 adet olan baklada tane sayısı 6 kg/da N seviyesinde 10,27 adet olarak belirlenmiştir (Tablo 20). Bu durum, genotip x azot dozu interaksyonunun istatistiki olarak % 5 seviyesinde önemli bulunmasına neden olmuştur (Tablo 19, Şekil 47).



Şekil 47. Baklada tane sayısına ait genotip x azot dozu interaksyonu

Yıllar birlikte değerlendirildiğinde farklı ekim normlarında farklı azot seviyelerinin çemen bitkisinin baklada tane sayısına olan etkilerinin farklı olduğu tespit edilmiş ve ekim normu x azot dozu interaksyonu çok önemli ($p < 0.01$) çıkmıştır (Tablo 19). Bakladaki tane sayısı 2 kg/da ekim normunda artan azot dozlarıyla sürekli artış gösterirken 4 ve 6 kg/da ekim normunda 4 kg/da N dozundan itibaren, bakladaki tane sayılarında azalış trendi göstermiştir (Tablo 20, Şekil 48).



Şekil 48. Baklada tane sayısına ait ekim normu x azot dozu etkisi

Bin Tane Ağırlığı (g)

İki yıl süre ile üç farklı ekim normunda ve beş farklı azot dozunda ekilen iki çemen genotipinin bin tane ağırlığına ait varyans analizi sonuçları ve ortalama değerler ile çoklu karşılaştırma testi sonuçları sırasıyla Tablo 21’de ve Tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 21’in incelenmesinden de görüleceği gibi, araştırmanın ilk yılında bin tane ağırlığı üzerine genotip, ekim normu ve azot dozu uygulamalarının etkisi istatistiki olarak çok önemli ($p < 0.01$) olmuştur. Ayrıca 2016 ürün yılında, genotip x azot dozu etkisinin istatistiki olarak %5 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur.

Tablo 21. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarının Çemen Genotiplerinin Bin Tane Ağırlığına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Bin tane ağırlığı		
		F Değerleri		
		2016	2017	Ortalama
Yıl (Y)	1	-	-	38,37**
Genotip (G)	1	597,04**	1134,06**	1672,84**
Ekim Normu (E)	2	16,98**	17,60**	34,21**
Azot Dozu (A)	4	9,37**	2,65*	9,65**
Y X G	1	-	-	29,51**
Y X E	2	-	-	0,33
Y X A	4	-	-	2,73*
G X E	2	0,99	1,38	2,27
G X A	4	2,78*	0,05	1,31
E X A	8	1,08	0,27	0,62
Y X G X E	2	-	-	0,07
Y X G X A	4	-	-	1,66
Y X E X A	8	-	-	0,76
G X E X A	8	0,09	0,09	0,10
Y X G X E X A	8	-	-	0,09
Hata	174			
Genel	239			

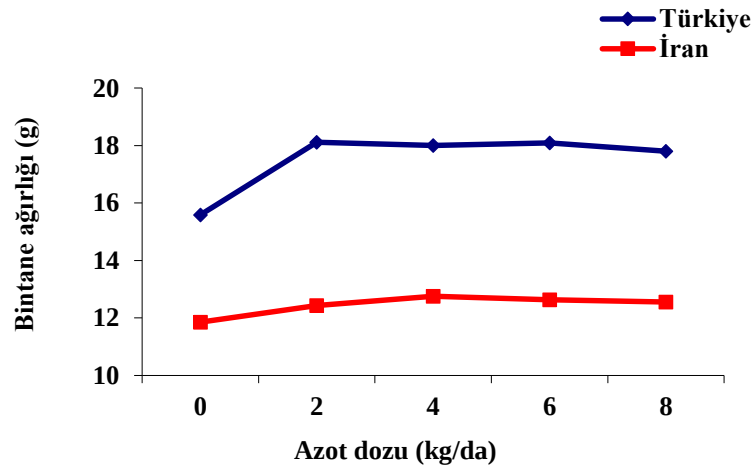
* İşaretli F değerleri %5, ** işaretli F değerleri ise %1 ihtimal seviyesinde önemlidir.

Araştırmanın ilk yılında genotipler bin tane ağırlığı üzerine önemli etkide bulunmuş (Tablo 21) ve deneme faktörlerin ortalaması olarak Türkiye genotipindeki bin tane ağırlığı (17,52 g) İran genotipinden (12,44 g) daha yüksek olmuştur (Tablo 22).

Araştırmada dekara 2, 4 ve 6 kg'lık ekim normlarına göre ekilen çemen bitkilerinin bin tane ağırlığı sırasıyla 15,64, 15,12 ve 14,18 g olarak tespit edilmiştir. Ekim normlarının bin tane ağırlığı üzerine olan etkisi istatistiki olarak %1 ihtimal sınırında çok önemli bulunmuştur (Tablo 21). Bu rakamlara göre, yapılan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre üç farklı grup oluşmuş ve ortalamalar farklı gruplara dahil olmuştur (Tablo 22).

Varyans analizi sonuçları, 2016 yılında azot dozlarının bin tane ağırlığına etkisinin istatistiki olarak $p<0.01$ seviyesinde çok önemli olduğunu göstermiştir (Tablo 21). Azotlu gübre uygulanmasıyla bin tane ağırlığı belli bir seviyeye kadar (4 kg/da) artış göstermiştir. Dekara 0, 2, 4, 6 ve 8 kg N verildiğinde genotiplerin ortalama bin tane ağırlıkları sırasıyla 13,71, 15,27, 15,37, 15,36 ve 15,17 g olmuştur (Tablo 22).

Araştırmanın birinci yılında, farklı azot dozlarında tespit edilen bin tane ağırlığı genotiplere göre farklılık göstermiş ve bu farklılık genotip x azot dozu interaksiyonunun %5 ihtimal seviyesinde önemli bulunmasına neden olmuştur. Örneğin, 2 kg/da azot dozunda elde edilen bin tane ağırlığı, kontrol parsellere göre Türkiye genotipinde 2,53 g'lık bir artışı gösterirken, İran genotipinde bu artış daha düşük (0,58 g) olmuştur (Tablo 21 ve Tablo 22, Şekil 49).



Şekil 49. Bin tane ağırlığına ait genotip x azot dozu interaksiyonu

İkinci ürün yılında, genotip ve ekim normu uygulamaları bin tane ağırlığı üzerine istatistiki olarak %1, azot uygulamaları ise %5 ihtimal seviyesinde önemli etkide bulunmuş, ayrıca interaksiyonların tamamı önemsiz olmuştur (Tablo 21).

Araştırmada incelenen karakterlerden biri olan bin tane ağırlığına ait 2017 yılı sonuçlarının verildiği Tablo 22'den de görüldüğü gibi, Türkiye genotipi (17,41 g), İran

genotipinden (10,77 g) daha yüksek bin tane ağırlığına sahip olmuştur. Genotipler arasındaki bu farklılık istatistiki olarak $p<0.01$ seviyesinde çok önemli bulunmuştur (Tablo 21).

Tablo 22’de görüleceği üzere, dekara 2, 4 ve 6 kg ekim normu uygulamalarının bin tane ağırlıkları 2017 ürün yılında sırasıyla 14,62, 14,38 ve 13,28 g olmuş ve bu farklılık istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. En düşük bin tane ağırlığı dekara 6 kg ekim normunda ekilen bitkilerde, en yüksek bin tane ağırlığı ise 2 kg/da ekim normunda ekilen bitkilerde saptanmıştır. Ancak, yapılan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, dekara 2 ve 4 kg ekim normu arasında görülen farklılık önemsiz bulunmuştur (Tablo 21).

Azot seviyelerinin bin tane ağırlığı üzerine etkisi ikinci yılda istatistiki olarak %5 ihtimal seviyesinde önemli olmuştur (Tablo 21). Artan azot dozlarıyla birlikte bin tane ağırlıkları da artış göstermiştir. Dekara 0, 2, 4, 6 ve 8 kg azotun uygulandığı koşullarda tespit edilen bin tane ağırlıkları sırasıyla 13,62, 13,90, 14,08, 14,31 ve 14,54 g olmuştur (Tablo 22).

Yılların birlikte analizi sonucunda, bin tane ağırlığı üzerine yıl, genotip, ekim normu, azot dozu, yıl x genotip ve yıl azot dozu interaksiyonunun önemli etkide bulunduğu gözlenmiştir (Tablo 21).

Tablo 21’deki varyans analiz sonuçları, bin tane ağırlığı bakımından araştırma yılları arasında istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) farklılığın olduğunu ortaya koymuştur 2016 ve 2017 deneme yıllarında bin tane ağırlıkları sırasıyla 14,98 ve 14,09 g olmuştur (Tablo 22). En düşük bin tane ağırlığı gelişme periyodunun birinci yıla oranla daha kurak geçtiği 2017 yılında (Tablo 1) belirlenmiştir. Bin tane ağırlığı bakımından meydana gelen bu değişim iklim faktörlerinden kaynaklanmış olabilir. Nitekim, çemen bitkisinde bin tane ağırlığının ekolojik şartlardan, özellikle de yıllar arasında ortaya çıkan yağış, nem ve sıcaklık gibi iklim faktörlerindeki değişimlerden önemli ölçüde etkilendiği bildirilmiştir (Basu *et al.* 2009; Tuncturk, 2011; Tuncturk *et al.* 2011).

Farklı ekim normu ve azot dozlarının uygulandığı koşullarda yetiştirilen çemen genotiplerinin bin tane ağırlığı üzerine etkisi yıllar ortalamasında istatistiki olarak $p<0.01$ seviyesinde çok önemli çıkmıştır (Tablo 21). Tablo 22’den görüleceği üzere, bin tane ağırlığı 17,46 g olan Türkiye genotipi, 11,61 g bin tane ağırlığına sahip İran genotipinden %33.5 oranında daha yüksek bulunmuştur. Bin tane ağırlığı, araştırmacıların tohum büyüklüğü varyasyonlarını hesaplamada yardımcı olabileceğinden, ürün araştırmalarında önemli bir verim bileşeni özelliği olarak karşımıza çıkmaktadır (Ellis 1991). Yüksek bin tane ağırlığı, daha büyük tohumla ilişkili olup daha iyi tohum canlılığı, daha hızlı fide büyümesi ve yeniden üretim oranları açısından faydalar sağlayabilir (Halpern, 2005). Ayrıca, bin tane ağırlığı bir çeşidin/genotipin genetik özelliklerinden biri olarak kabul edilir (Seghatoleslami *et al.* 2010).

Tablo 22. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Ortalama Bin Tane Ağırlığı (g)

Yıl	Genotip	Ekim Dozu (kg/da)	Azot Dozları (kg/da)					Ortalama
			0	2	4	6	8	
2016	Türkiye	2	16,75	18,81	18,56	18,14	18,78	18,20
		4	15,69	18,19	18,15	18,87	18,22	17,82
		6	14,31	17,35	17,31	17,28	16,40	16,53
	Ortalama		15,58	18,11	18,00	18,09	17,80	17,52 a
	İran	2	12,94	12,96	13,05	12,84	13,60	13,08
		4	11,74	12,51	12,51	12,76	12,57	12,42
		6	10,87	11,83	12,69	12,29	11,47	11,83
	Ortalama		11,85	12,43	12,75	12,63	12,55	12,44 b
	Genotip ortalama	2	14,84	15,88	15,80	15,49	16,19	15,64 a
		4	13,71	15,35	15,33	15,81	15,39	15,12 b
		6	12,59	14,59	15,00	14,78	13,93	14,18 c
	Genel Ortalama		13,71 b	15,27 a	15,37 a	15,36 a	15,17 a	14,98 a
2017	Türkiye	2	17,37	17,60	17,99	18,33	18,88	18,03
		4	17,47	17,65	17,91	18,00	18,09	17,82
		6	16,06	16,31	16,49	16,45	16,50	16,36
	Ortalama		16,97	17,19	17,46	17,59	17,82	17,41 a
	İran	2	10,38	11,03	11,19	11,49	11,91	11,20
		4	10,58	10,97	10,83	11,14	11,16	10,93
		6	9,85	9,84	10,08	10,46	10,72	10,19
	Ortalama		10,27	10,61	10,70	11,03	11,26	10,77 b
	Genotip ortalama	2	13,87	14,32	14,59	14,91	15,40	14,62 a
		4	14,02	14,31	14,37	14,57	14,62	14,38 a
		6	12,95	13,08	13,28	13,45	13,61	13,28 b
	Genel Ortalama		13,62 b	13,90 ab	14,08 ab	14,31 a	14,54 a	14,09 b
Ortalama	Türkiye	2	17,06	18,20	18,27	18,23	18,83	18,12
		4	16,58	17,92	18,03	18,43	18,15	17,82
		6	15,18	16,83	16,90	16,86	16,45	16,44
	Ortalama		16,27	17,65	17,73	17,84	17,81	17,46 a
	İran	2	11,66	11,99	12,12	12,16	12,75	12,14
		4	11,16	11,74	11,67	11,95	11,86	11,67
		6	10,36	10,84	11,38	11,37	11,10	11,01
	Ortalama		11,06	11,52	11,72	11,83	11,90	11,61 b
	Genotip ortalama	2	14,36	15,10	15,19	15,20	15,79	15,13 a
		4	13,87	14,83	14,85	15,19	15,01	14,75 b
		6	12,77	13,83	14,14	14,12	13,77	13,73 c
	Genel Ortalama		13,67 b	14,59 a	14,73 a	14,84 a	14,86 a	14,53

Aynı harfle işaretlenen ortalamalar birbirinden farklıdır.

LSD: 2016 GxA:1,22; Yıllar Ort. YxG:0,58, YxA:0,83

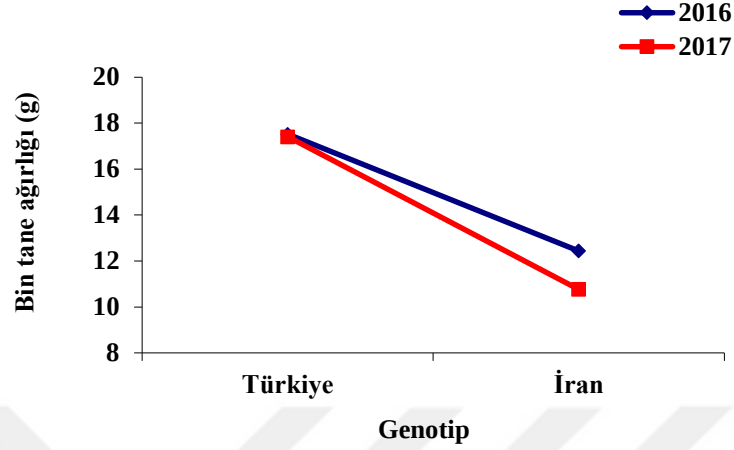
Çemen genotipleri arasında bin tane ağırlığı bakımından önemli farklılıkların olabildiği Arslan vd (1989), Tamkoç vd (1997), McCormick *et al.* (2009), Aydın (2010), Elçi (2010) ve Ahari *et al.* (2009) gibi bir çok araştırmacı tarafından da tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda elde ettiğimiz değerler McCormick *et al.* (2009)'nın iki farklı denemede elde ettiği değerler (14,2-22,6 ve 9,4-21,5 g) ve Arslan vd (1989)'nın farklı Türk genotiplerinin materyal olarak kullanıldığı çalışmada elde ettiği değerler (14,83-16,36 g) ile yakınlık göstermektedir. Ancak, Ahari *et al.* (2009) tarafından yürütülen çalışmada İran genotiplerinin bin tane ağırlıklarının 4,1-8,7 g arasında değiştiği bildirilmiştir. Bu değerler araştırmamızda elde edilen genotip ortalamalarına göre oldukça düşük kalmış fakat çalışmamızda kullanılan İran genotipine kısmen yakınlık göstermiştir.

Deneme yıllarına ait çemen genotiplerinin bin tane ağırlıklarının gösterildiği Tablo 22'den görüleceği gibi, ekim normlarının artması bin tane ağırlığının azalmasına neden olmuş ve bitki sıklığının bin tane ağırlığına olan etkisi çok önemli bulunmuştur (Tablo 21). Genotiplerin ortalaması olarak en yüksek bin tane ağırlığı dekara 2 kg ekim normundan (15,13 g) elde edilmiş olup, en düşük bin tane ağırlığı ise 6 kg/da (13,73 g) ekim normunda belirlenmiştir (Tablo 22). Yüksek bitki sıklıklarında bitkiler arası rekabetin artması yüzünden, fotosentez organlarındaki gelişme daha zayıf olmakta ve özellikle tohum bağlama döneminde tohum gelişmesini olumsuz etkilemektedir. Nitekim araştırmamızda artan ekim normlarında bin tane ağırlığında azalışlar meydana gelmiştir. Bismillah *et al.* (2005) ve Zandi *et al.* (2011) çemen bitkisinde artan bitki sıklığının bin tane ağırlığını azalttığı fakat istatistiki olarak önemsiz olduğunu bildirmişlerdir. Ancak çalışmamızda bu konu istatistiki olarak önemli çıkmıştır. Önem derecesindeki, bu farklılığın çevre koşullarından ve kültürel uygulamalardan ileri geldiği düşünülmektedir.

Birleşik analizde, azot dozu uygulamalarının bin tane ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak %1 ihtimal sınırında çok önemli bulunmuştur (Tablo 21). Azot verilmeyen kontrol parsellerinde 13,67 g olarak belirlenen bin tane ağırlığı, 2 kg N dozunda 14,59 g, 4 kg N dozunda 14,73 g, 6 kg N dozunda 14,84 g ve 8 kg N dozunda ise 14,86 g olarak tespit edilmiştir (Tablo 22). Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, dekara 2 kg azot dozundan sonra azot uygulamalarının tamamı aynı grup içerisinde yer almıştır. Bin tane ağırlığının azota tepkisi olumlu olmuş ve azot miktarlarındaki artışa bağlı olarak bin tane ağırlığında artma eğilimi gözlenmiştir. Azot dozlarındaki artışların bin tane ağırlığını artırdığı önceki araştırmalarla da ortaya konulmuştur (Tuncurk *et al.* 2011; Singh *et al.* 2018).

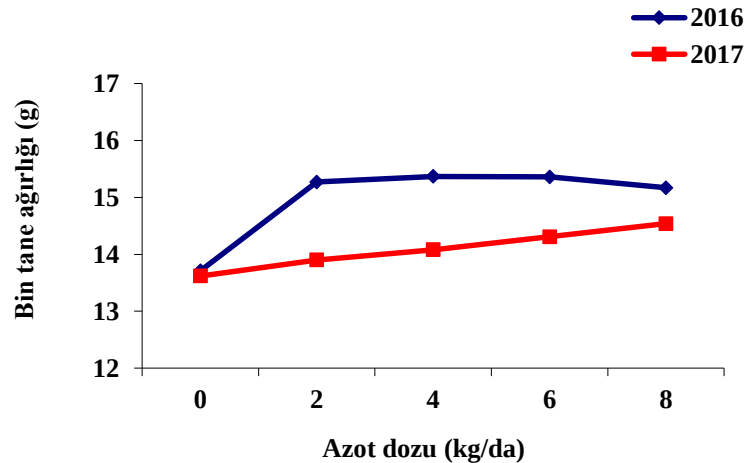
Yılların ortalaması olarak, bin tane ağırlığı bakımından yıl x genotip interaksiyonunun istatistiki olarak %1 ihtimal sınırında önemli olduğu belirlenmiştir (Tablo 21). Deneme

faktörlerinin ortalaması alındığında, her iki deneme yılında da Türkiye genotipi İran genotipinden daha yüksek bin tane ağırlığına sahip olmasına rağmen, ikinci yılda genotipler arasında bin tane ağırlığı bakımından birinci yıla göre daha fazla farklılığın meydana gelmiş olması yıl x genotip interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur (Şekil 50).



Şekil 50. Bin tane ağırlığına ait yıl x genotip interaksyonu

Yıl x genotip interaksyonuna benzer şekilde bin tane ağırlığı açısından yıl x azot dozu interaksyonunda istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Tablo 21). Denemenin ilk yılında ekim normu uygulamalarının ortalaması olarak azot uygulanmadığında 13,71 g olan bin tane ağırlığı dekara 2 kg azot uygulanması halinde önemli bir artış göstererek 15,27 g'a yükselmiştir. Ancak denemenin ikinci yılında bu artış söz konusu dozlarda 13,62 g'dan 13,90 g'a yükselerek ilk yıla göre daha düşük olmuştur. Öte yandan, araştırmanın ikinci yılında azot seviyelerinin artmasıyla bin tane ağırlığı tedrici olarak artarken, araştırmanın ilk yılında bu eğilim daha kararsız olmuştur (Tablo 22, Şekil 51).



Şekil 51. Bin tane ağırlığına ait yıl x azot dozu interaksyonu

Tohum Verimi (kg/da)

Az girdi ile maksimum verim elde etmek yetiştiricilerin temel önceliğidir. Bütün kültür bitkilerinde birim alandan yüksek verim elde edilmesi genotip, çevre faktörleri ve agronomik uygulamalara bağlıdır.

Farklı ekim normlarının ve azot dozları uygulamalarının iki çemen genotipinin tohum verimi üzerindeki etkilerine ilişkin 2016 ve 2017 ürün yıllarına ve birleşik analizine ait varyans analiz sonuçları Tablo 23’de, ürün yıllarına ve yılların ortalamasına ait değerler ise Tablo 24’de verilmiştir.

Tablo 23. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Tohum Verimine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Tohum verimi		
		F Değerleri		
		2016	2017	Ortalama
Yıl (Y)	1	-	-	42,14**
Genotip (G)	1	153,69**	169,97**	315,44**
Ekim Normu (E)	2	25,86**	63,43**	78,36**
Azot Dozu (A)	4	45,96**	31,86**	77,48**
Y X G	1	-	-	3,88*
Y X E	2	-	-	0,92
Y X A	4	-	-	4,09*
G X E	2	1,56	1,26	2,78
G X A	4	2,92*	2,62*	5,01**
E X A	8	2,93*	2,72**	4,91**
Y X G X E	2	-	-	0,12
Y X G X A	4	-	-	0,60
Y X E X A	8	-	-	0,80
G X E X A	8	1,09	2,66*	2,40*
Y X G X E X A	8	-	-	0,94
Hata	174			
Genel	239			

* İşaretli F değerleri %5, ** işaretli F değerleri ise %1 ihtimal seviyesinde önemlidir.

Tohum verimi üzerine araştırmanın birinci ve ikinci yılında genotip, ekim normu ve azot dozu uygulamaların etkilerinin çok önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, araştırma yıllarında genotip x azot dozu ve ekim normu x azot dozu interaksyonu önemli bulunmuştur (Tablo 23).

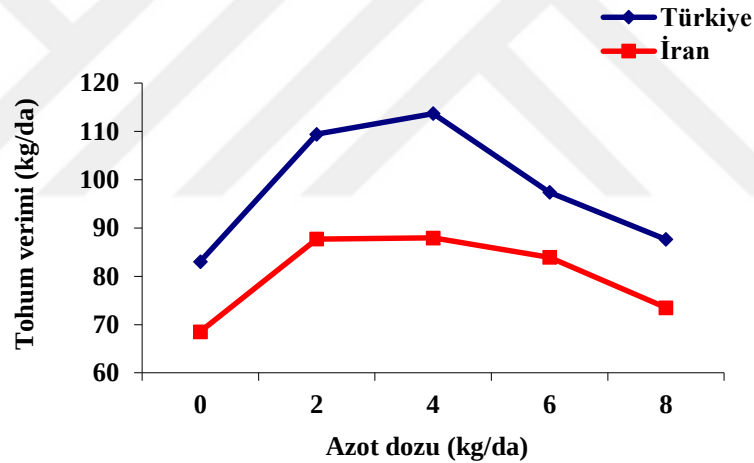
Birinci ürün yılında, tohum verimi üzerine genotipin etkisi $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuş (Tablo 23) ve deneme faktörlerinin ortalaması olarak, Türkiye genotipine ait tohum verimi (98,22 kg/da) İran genotipinden (80,32 kg/da) önemli seviyede yüksek olmuştur (Tablo 24).

Araştırmanın ilk yılında, ekim normlarının tohum verimi üzerine etkisi çok önemli ($p<0,01$) olmuş (Tablo 23) ve en yüksek tohum verimi dekara 96,10 kg ile 4 kg/da ekim

normundan elde edilmiştir (Tablo 24). Dekara 4 kg tohum ile ekimi yapılan parsellerde belirlenen tohum verimi 2 kg/da ekim normuna göre 7,90 kg, 6 kg/da ekim normuna göre ise 12,58 kg daha fazla olmuştur (Tablo 24).

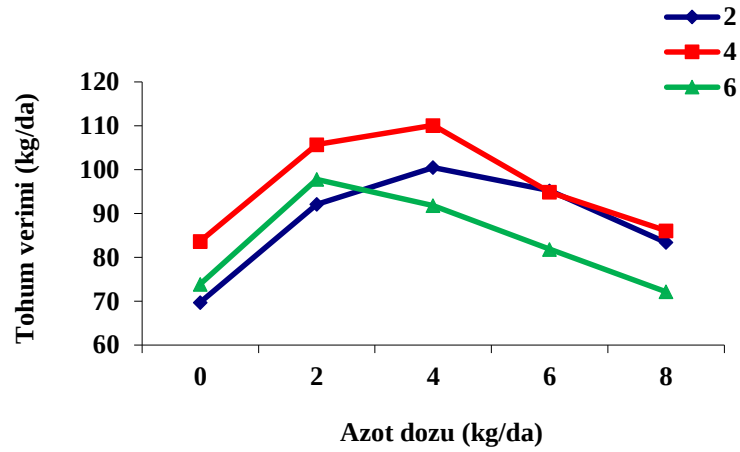
Tablo 23’ de görüleceği gibi, azot uygulamalarının tohum verimine etkisi 2016 yılında önemli bulunmuş olup, 4 kg/da azot seviyesine kadar tohum verimi artmış, 6 kg N seviyesinden sonra ise azalmıştır. Azotun dekara 0, 2, 4, 6 ve 8 kg olarak uygulandığı koşullarda elde edilen tohum verimleri sırasıyla 75,77, 98,56, 100,81, 90,65 ve 80,57 kg olmuştur (Tablo 24).

Varyans analiz sonuçlarına göre, araştırmanın birinci yılında genotip x azot dozu interaksyonu önemli bulunmuştur (Tablo 23). Bu interaksyonun oluşumunda, Türkiye genotipinde azot dozunun dekara 4 kg’dan 6 kg’a artırılması ile tohum veriminde %16,31’lik bir azalışa sebep olurken, İran genotipinde ise %4,55’ lik bir azalışa sebep olarak, Türkiye genotipine göre tohum verimine tepkisinin daha az olması etkili olmuştur. Genotiplerin, azot dozu uygulamalarına farklı tepki göstermesi genotip x azot dozu interaksyonunun istatistiki olarak $p<0,05$ ihtimal seviyesinde önemli olmasına neden olmuştur (Tablo 24, Şekil 52).



Şekil 52. Tohum verimine ait genotip x ekim normu interaksyonu

2016 yılında farklı ekim normlarında, azot dozlarına göre tohum veriminde tespit edilen değerlerin azalma ve artma eğilimlerinin farklı olması, ekim normu x azot dozu interaksyonunun $p<0,05$ seviyesinde önemli çıkmasına neden olmuştur (Tablo 23). Örneğin, 2 ve 4 kg/da ekim normu uygulamalarında, azot dozunun dekara 2 kg’dan 4 kg’a çıkarılmasıyla tohum veriminde artış olurken, 6 kg/da ekim normu uygulamasında bir önceki doza göre (4 kg/da) azalma gözlenmiştir. Öte yandan, 2 kg ekim normu uygulamasında azotun 4 kg dozuna kadar artış gözlenirken, 6 kg’lık ekim normunda azotun 2 kg dozuna kadar artış; sonrasında ise azalış olmuştur (Tablo 24, Şekil 53). Bu durum ekim normu x azot dozu interaksyonunun önemli çıkmasına sebep olmuştur.



Şekil 53. Tohum verimine ait ekim normu x azot dozu interaksyonu

2017 ürün yılının ortalama tohum verimlerinin yer aldığı Tablo 24'ün incelenmesinden anlaşılabacağı gibi, Türkiye genotipi dekara 90,55 kg'lık ortalama ile İran genotipine (76,22 kg/da) göre daha fazla tohum verimi sağlamış ve genotipler arasındaki bu fark istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Tablo 23).

Birinci yılda olduğu gibi, araştırmanın ikinci yılında da ekim normunun 2 kg' dan 4 kg' a yükseltilmesi ile tohum veriminde artış, 6 kg' a yükseltilmesi ile de azalış gözlemlenmiştir. Bu durum, ekim normlarının çemen genotipleri üzerine etkisinin %1 ihtimal seviyesinde önemli çıkmasını sağlamıştır (Tablo 23). En yüksek tohum verimi 91,04 kg/da'lık verim ortalamasıyla 4 kg/da ekim normunda; en düşük tohum verimi ise dekara 75,89 kg ile 6 kg/da ekim normunda tespit edilmiştir (Çizelge 4. 20).

Azot dozu uygulamalarının ikinci deneme yılındaki tohum verimleri karşılaştırıldığında, dekara 4 kg'a kadar artan azot uygulamalarında tohum veriminin arttığı ve sonraki dozlarda azaldığı belirlenmiştir. En yüksek tohum verimi (90,66 kg/da) dekara 4 kg ekim normu uygulanan parsellerden elde edilmiş ve bunu sırasıyla 2 kg/da (88,68 kg), 6 kg/da (84,84 kg), 8 kg/da (78,67 kg) azot dozları ve kontrol parselleri (74,06 kg) izlemiştir (Tablo 24). Azot dozlarının tohum verimi üzerine etkisi istatistiki olarak %1 ihtimal sınırında önemli bulunmuştur (Tablo 23).

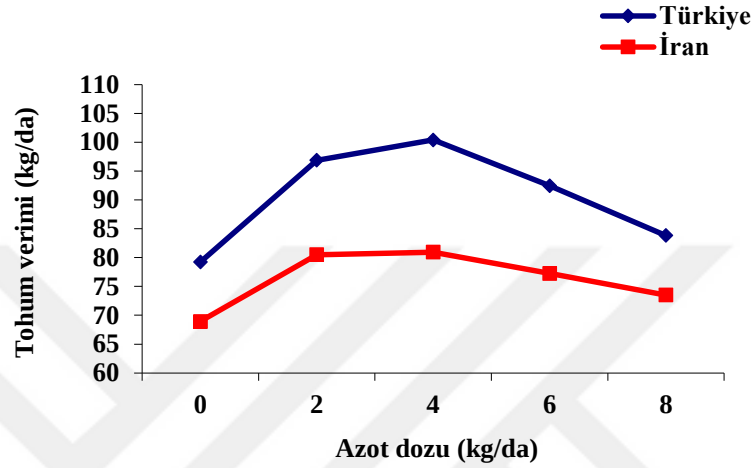
Tablo 24. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Tohum Verimleri (kg/da)

Yıl	Genotip	Ekim Normu (kg/da)	Azot Dozları (kg/da)					Ortalama
			0	2	4	6	8	
2016	Türkiye	2	75,06	98,92	113,14	101,96	90,52	95,92
		4	93,39	117,05	122,49	103,02	98,06	106,80
		6	80,66	112,23	105,41	87,13	74,32	91,95
		Ortalama	83,04	109,40	113,68	97,37	87,63	98,22 a
	İran	2	64,43	85,35	87,85	88,49	76,33	80,49
		4	73,98	94,40	97,71	86,73	74,14	85,39
		6	67,11	83,39	78,25	76,60	70,07	75,08
		Ortalama	68,51	87,71	87,94	83,94	73,51	80,32 b
	Genotip ortalama	2	69,75	92,13	100,49	95,22	83,42	88,20 b
		4	83,69	105,73	110,10	94,87	86,10	96,10 a
		6	73,89	97,81	91,83	81,86	72,20	83,52 c
	Genel Ortalama		75,77 d	98,56 a	100,81 a	90,65 b	80,57 c	89,27 a
2017	Türkiye	2	74,33	92,21	93,84	98,00	90,14	89,70
		4	86,19	104,10	115,66	102,38	88,88	99,44
		6	77,11	94,28	91,64	76,97	72,46	82,49
		Ortalama	79,21	96,86	100,38	92,45	83,83	90,55 a
	İran	2	69,26	81,98	81,56	77,42	73,40	76,72
		4	73,18	87,72	90,40	82,29	79,65	82,65
		6	64,29	71,78	70,87	72,00	67,49	69,29
		Ortalama	68,91	80,49	80,94	77,24	73,51	76,22 b
	Genotip ortalama	2	71,79	87,09	87,70	87,71	81,77	83,21 b
		4	79,68	95,91	103,03	92,34	84,26	91,04 a
		6	70,70	83,03	81,25	74,49	69,98	75,89 c
	Genel Ortalama		74,06 d	88,68 a	90,66 a	84,84 b	78,67 c	83,38 b
Ortalama	Türkiye	2	74,69	95,56	103,49	99,98	90,33	92,81
		4	89,79	110,58	119,07	102,70	93,47	103,12
		6	78,88	103,25	98,52	82,05	73,39	87,22
		Ortalama	81,12	103,13	107,03	94,91	85,73	94,38 a
	İran	2	66,84	83,67	84,71	82,96	74,87	78,61
		4	73,58	91,06	94,06	84,51	76,89	84,02
		6	65,70	77,58	74,56	74,30	68,78	72,18
		Ortalama	68,71	84,10	84,44	80,59	73,51	78,27 b
	Genotip ortalama	2	70,77	89,61	94,10	91,47	82,60	85,71 b
		4	81,68	100,82	106,56	93,60	85,18	93,57 a
		6	72,29	90,42	86,54	78,17	71,09	79,70 c
	Genel Ortalama		74,92 d	93,62 a	95,73 a	87,75 b	79,62 c	86,33

Aynı harfle işaretlenen ortalamalar birbirinden farklıdır.

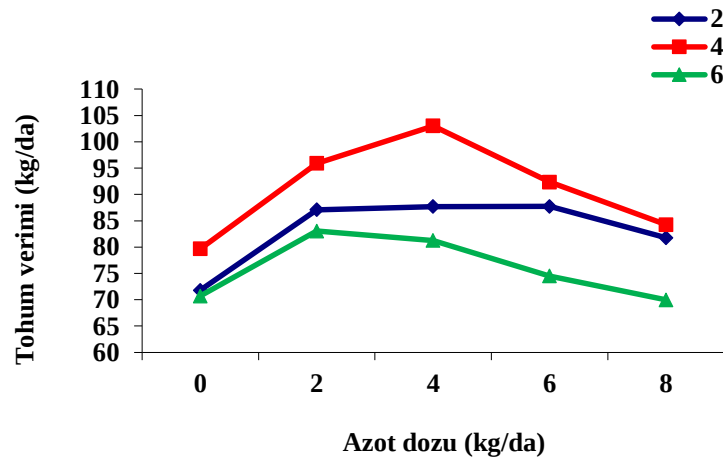
LSD: 2016 GxA:6,49, ExA:7,39; 2017 GxA:4,46, ExA:5,91, GxExA:9,19; Yıl. Ort. YxG:2,67, YxA:4,23, GxA:4,23, ExA:6,53, GxExA:8,24

2017 yılında, genotiplerin tohum verimi bakımından azot dozu uygulamalarına farklı tepkileri genotip x azot dozu interaksiyonunun önemli ($p<0,05$) çıkmasını sağlamıştır (Tablo 23). Türkiye genotipi özellikle 4 kg'a kadar İran genotipine göre daha belirgin bir artış göstermiştir. Diğer bir ifadeyle azot dozunun kontrol uygulamasından 4 kg'a yükseltilmesi sonucu, Türkiye genotipinde % 26,78'lik artış gözlemlenirken, İran genotipinde %17,37'lik bir artış tespit edilmiştir. Genotiplerin, tohum veriminde göstermiş olduğu bu değişim, söz konusu interaksiyonunun önemli çıkmasını sağlamıştır (Tablo 24, Şekil 54).



Şekil 54. Tohum verimine ait genotip x azot dozu interaksiyonu

Denemenin ikinci yılında ekim normlarının değişen azot seviyelerinde sahip oldukları tohum verimleri farklı bulunmuştur. Bu farklılık ekim normu x azot dozu interaksiyonunun istatistiki olarak %1 ihtimal seviyesinde önemli çıkmasına sebep olmuştur (Tablo 23). Tohum verimi tüm ekim normlarında 2 kg N dozuna kadar belirgin bir artış göstermiştir. 4 kg/da ekim normunda 4 kg N dozuna kadar belirgin bir artış olurken, 2 ve 6 kg N dozlarında artış olmamış; 4 kg'dan sonraki azot dozlarında ise (özellikle 4 ve 6 kg ekim normlarında) azalış söz konusu olmuştur (Tablo 24, Şekil 55).



Şekil 55. Tohum verimine ait ekim normu x azot dozu interaksiyonu

Tohum verimi bakımından yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Tablo 23). Araştırmamızda belirlenen tohum verimleri incelendiğinde (Tablo 24), deneme faktörlerinin ortalaması olarak 2016 ve 2017 deneme yıllarında tohum verimleri sırasıyla 89,27 ve 83,28 kg/da olarak belirlenmiştir. Çemen yetiştiriciliği yönünden ekolojik şartların ikinci araştırma yılına göre birinci araştırma yılında daha elverişli olması (Tablo 1), bu araştırma yılında daha yüksek tohum verimlerinin elde edilmesine olanak sağlamıştır. Tohum verimi bakımından deneme yıllarına göre ortaya çıkan farklılıkların, vejetasyon süresince düşen yağış, çiçeklenme dönemindeki sıcaklık dereceleri ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Nitekim, Chauhan *et al.* (2017) çemen bitkisinde kurak şartlar altında tohum veriminin oldukça düştüğünü bildirmişlerdir. Araştırmanın birinci yılındaki daha elverişli ekolojik koşullara bağlı olarak bakla uzunluğu, bitki başına bakla sayısı, baklada tane sayısının artmasına pozitif etki yapmış ve böylelikle tohum verimin artmasını sağlamıştır. Bu husus birçok çalışmada rapor edilmiştir (Saha and Kole 2001; Kole 2004; Singh and Kaur 2007; Gangopadhyay *et al.* 2009; Dashora *et al.* 2011; Sindhu *et al.*, 2018). Ayrıca, ülkemizde Van ekolojisinde yapılan bir çalışmada (Tuncturk *et al.* 2011) çemen bitkisinin tohum veriminin ilk yıl 70,4 kg/da ikinci yıl 67,0 kg/da olarak elde edildiğini ve bu farklılığın yıllar arasındaki meteorolojik farklılıklardan ileri geldiği bildirilmiştir.

Deneme yılları ve faktörlerinin ortalaması olarak, en yüksek tohum verimi 94,38 kg/da ile Türkiye genotipinde elde edilirken, İran genotipinde tohum verimi 78,27 kg/da olarak belirlenmiş ve genotiplerin etkisi çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Tablo 23, Tablo 24). Tohum veriminin iyileştirilmesi için kullanılan genotipler, birçok kalite özelliğinin kalıtsallığını gösterdiği için oldukça önemlidir. Diğer kültür bitkilerinde olduğu gibi çemen bitkisinde de tohum verimini artırmada, diğer kültürel uygulamaların yanı sıra uygun genotiplerin ekilmesi büyük önem arz etmektedir. Araştırmamızda olduğu gibi yapılan pek çok araştırma da çemen genotipleri arasında tohum verimi bakımından önemli farklılıkların olduğu bildirilmektedir (Arslan vd 1989; Tamkoç vd 1997; Kızıl ve Aslan 2003; Başbağ ve Tonçer 2005; McCormick *et al.* 2009; Basu *et al.* 2009; Aydın 2010; Yadav *et al.* 2018). Öte yandan, ülkemizde çemen üzerinde araştırmalar yapan Arslan vd (1989) elde ettiği 63,0-87,4 kg/da tohum verimi, Tuncturk *et al.* (2011)' in 50,3-79,9 kg/da'lık tohum verimi, Öz (2014)'ün elde ettiği 54,30-177,10 kg/da'lık tohum verimleri ile araştırmamızdan elde edilen tohum verimleri benzerlik göstermektedir.

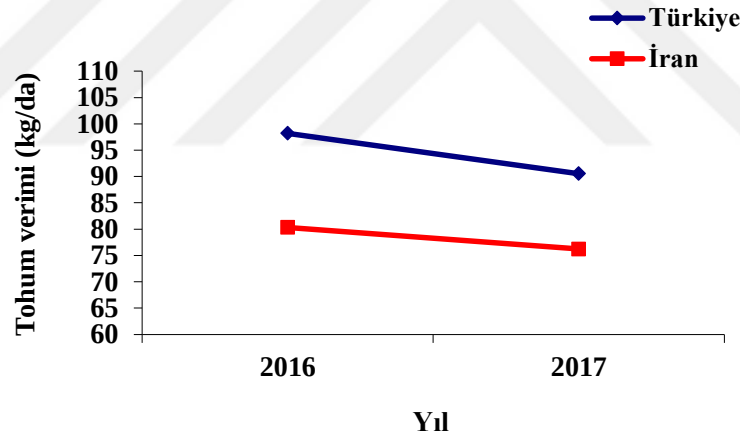
Birleşik analiz neticesinde, ekim normu uygulamalarının tohum verimini istatistiki olarak %1 ihtimal seviyesinde etkilediği belirlenmiştir (Tablo 23). Yıl, genotip ve azot dozlarının ortalaması olarak, en yüksek tohum veriminin 96,57 kg ile 4 kg/da ekim normundan,

en düşük tohum veriminin ise 79,70 kg ile dekara 6 kg tohumluk kullanılan parsellerden alındığı tespit edilmiştir. Tablo 24' den görüleceği üzere, dekara atılan tohumluk miktarı 4 kg'dan 6 kg'a çıkarıldığında %14,82'lik, 2 kg'a düşürüldüğünde %8,40'lık tohum verim kaybı söz konusu olmuştur. 4 kg/da ekim normu uygulamasında yüksek tohum veriminin elde ediliş olması, çalışmamızda incelenen verim komponentleri (bitkide bakla sayısı, baklada tane sayısı) ile uyum göstermiştir. Vejetatif ve generatif gelişim, genetik potansiyelin dışında ekim normu, bitki sıklığı gibi topraktan maksimum verimlilik elde etme unsurlarından da etkilenmektedir. Bitki popülasyonu azaldıkça bitkiler daha yatay ve sürekli vejetatif büyüme sergilemekte, bu nedenle birim alan başına daha az verim elde edilmektedir (Willey and Osiru 1972). Deneme alanlarında yapılan gözlemlerde sık ekimlerde toprak yüzeyinin daha fazla gölgelemeye neden olduğu gözlenmiştir. Ayrıca uygun ekim normunda yetiştirilen bitkiler birim alan başına optimum bitki sıklığına sahip olarak, fotosentez aktivitesi ve asimilasyon birikimini optimal düzeye çıkarıp yüksek tohum veriminin yükselmesini sağlamaktadır (Mazumdar *et al.* 2007). Çalışmamızda çemen bitkisinde tohum verimi açısından optimum ekim normu 4 kg/da olarak belirlenmiştir. Konuyla ilgili yapılan çalışmalarda, çemen bitkisinin tohum veriminde genotipler arasında istatistiki olarak önemli farklılıkların olabildiği Kızıl ve Arslan (2003) ve Sharanya (2017) gibi araştırmacılar tarafından da tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmamızda olduğu gibi, Özel vd (2008) ve Öz (2014)' ün çemen bitkisinde optimum ekim normunun konu olduğu araştırmalarında da dekara 4 kg ekim dozu en uygun doz olarak belirlenmiştir.

Farklı azot dozu uygulamalarının tohum verimi üzerine etkisi yıllar ortalamasında istatistiki olarak $p < 0,01$ seviyesinde çok önemli bulunmuştur (Tablo 23). Dekara 0, 2, 4, 6 ve 8 kg/da N uygulamasında elde edilen tohum verimi miktarları sırasıyla 74,92, 93,62, 95,73, 87,75 ve 79,62 kg/da olarak belirlenmiştir (Tablo 24). Kontrol parsellerinde ve dekara 8 kg N uygulamasında belirlenen tohum verimi diğer azot dozu uygulamalarına göre çok daha düşük olmuştur. Azot uygulamaları, bitkide bakla sayısı ve baklada tane sayısını olumlu yönde etkilemek suretiyle belli bir doza kadar tohum veriminin artmasına katkı sağlamıştır. En fazla tohum verimi 4 kg azot dozundan elde edilmesine karşılık, 6 ve 8 kg azot dozlarında tohum verimi azalmıştır. Diğer çalışmalarda da, azot dozunun artmasıyla tohum veriminin önemli ölçüde arttığı ve tohum verimi bakımından azot dozları arasında önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir (Tuncturk *et al.* 2011; Zandi *et al.* 2011; Singh *et al.* 2018). Kumar *et al.* (2009) ve Singh *et al.* (2010) tarafından yürütülen çalışmalarda 4 kg/da azot uygulamasının gelişme, tohum verimi ve azot alımını önemli ölçüde iyileştirdiği öne sürülmüştür. Ek olarak, Detroja *et al.* (1996), 3 kg/da N uygulamasının kontrol ve 6 kg/da N dozuna göre en yüksek tohum verimini sağladığını ve N, P ve K alımını arttırdığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda 2 ve 4 kg/da azot dozları uygulamalarından elde edilen verim değerleri sırasıyla 93.62 ve 95.73 olarak

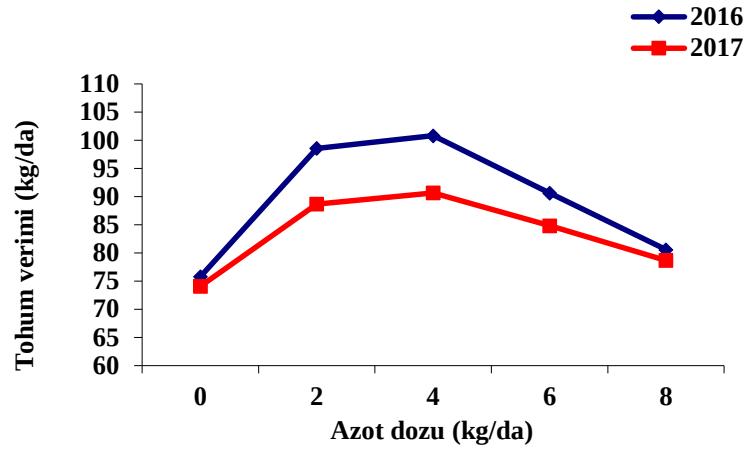
belirlenmiştir. Buradan anlaşılabacağı üzere, her ne kadar en yüksek tohum verimi dekara 4 kg azot seviyesinden alınmış olsa da, 2 ve 4 kg'lık dozlardan elde edilen verim farkının çok az (2,11 kg) olması nedeniyle ekonomik yönden 2 kg azot uygulamasının daha uygun olacağı kanaatine varılmıştır. Burada, azotun 4 kg dozunda çok fazla bir artış tepkisinin gözlenmemesi nuhtemelen deneme alanı topraklarında çemende nodozite oluşturan doğal *Rhizobium meliloti* suşlarının olabileceğine işaret etmektedir (Osei *et al.* 2020). Nitekim, herhangi bir ölçüm yapılmamakla birlikte bazı çemen bitkilerinde kökler üzerinde nodul oluşumunun olduğu gözlenmiştir. Netice itibariyle, bu konuda sağlıklı bir değerlendirme yapılabilmesi ilerde yapılacak çalışmalarla mümkün olabilecektir.

Yılların birlikte analiz edilmesi sonucunda, genotiplerin birinci yıldaki tohum verimlerinin, ikinci yıla göre daha yüksek olması (Tablo 24) yıl x genotip interaksiyonunun $p<0,05$ seviyesinde önemli çıkmasına sebep olmuştur (Tablo 23, Şekil 56). Genotiplerin yıllara göre verim tepkilerinin farklı olmasından kaynaklandığı görülmüştür. Nitekim Türkiye genotipinde 2016'dan 2017'ye geçişte verim düşüşü, İran genotipine göre daha belirgin olmuştur.



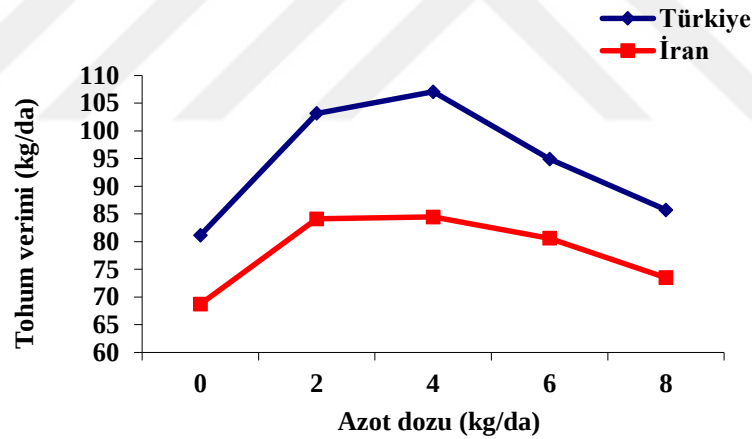
Şekil 56. Tohum verimine ait yıl x genotip interaksiyonu

Tablo 23'ün incelemesinden görüleceği üzere, tohum verimi bakımından yıl x azot dozu interaksiyonu önemli ($p<0,05$) olmuştur. Genotip ve ekim normlarının ortalaması olarak her iki deneme yılında kontrol parselleri ve 8 kg N uygulamasının tohum verimleri benzerlik gösterirken; dekara 2, 4 ve 6 kg N uygulamaları birinci yıl, ikinci yıla göre sırasıyla %11,14, %11,19 ve %6,84'lük oranla daha yüksek bir değere sahip olmuştur (Tablo 24, Şekil 57).



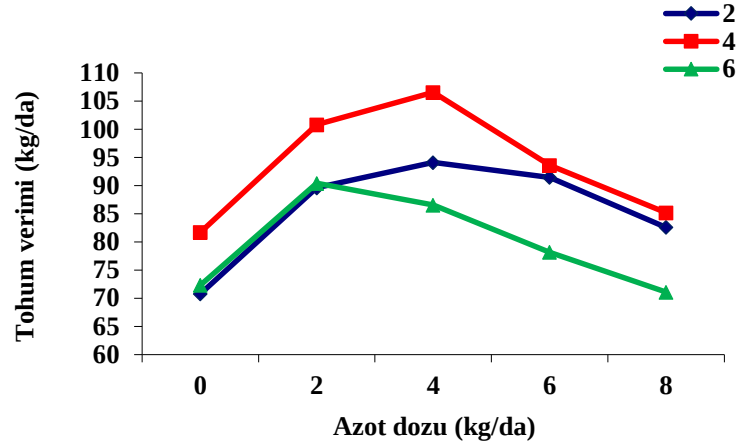
Şekil 57. Tohum verimine ait yıl x azot dozu interaksyonu

İki yıllık birleştirilmiş analiz sonucunda denemede kullanılan çemen genotiplerinin azot dozu uygulamalarında gözlenen verim değerlerinin farklı olması, genotip x azot dozu interaksyonun istatistiki olarak %1 ihtimal seviyesinde çok önemli çıkmasını sağlamıştır (Tablo 23). Azotun 0 kg dozundan dekara 4 kg dozuna çıkarılması halinde Türkiye genotipinde tespit edilen tohum verim artışı (% 31,94), İran genotipinde belirlenen artıştan (% 22,83) daha fazla olmuştur (Tablo 24, Şekil 58).



Şekil 58. Tohum verimine ait genotip x azot dozu interaksyonu

Dekara 4 kg'a kadar artan azot seviyelerinde, 2 ve 4 kg/da ekim normu uygulamalarının tohum veriminde giderek bir artış gözlemlenirken, 6 kg/da ekim normunda dekara 2 kg N uygulamasından sonra azalma eğilimine geçtiği gözlemlenmiştir. Dekara 2 kg N uygulamasında tohum verimi, 2 ve 6 kg ekim normunda hemen hemen aynı sonuçları verirken (89,61 ve 90,42 kg/da), 4 kg/da ekim normunda (100,82 kg/da) daha yüksek bulunmuştur. Bu durum ekim normu x azot dozu interaksyonun çok önemli ($p < 0,01$) çıkmasına sebep olmuştur (Tablo 23 ve Tablo 24, Şekil 59).



Şekil 59. Tohum verimine ait ekim normu x azot dozu interaksiyonu

Hasat İndeksi (%)

Farklı ekim normları ve azot dozlarının, araştırma yıllarında ve yıllar ortalamasındaki çemen genotiplerinin hasat indekslerine ait ortalama değerler Tablo 25’de, ilgili varyans analizi sonuçları ise Tablo 26’da gösterilmiştir.

Tablo 25. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Hasat İndeksine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Hasat İndeksi		
		F Değerleri		
		2016	2017	Ortalama
Yıl (Y)	1	-	-	1,92
Genotip (G)	1	40,10**	103,24**	92,46**
Ekim Normu (E)	2	2,62*	31,36**	12,62**
Azot Dozu (A)	4	5,51**	25,76**	15,21**
Y X G	1	-	-	4,71*
Y X E	2	-	-	0,34
Y X A	4	-	-	1,24
G X E	2	0,27	1,57	0,10
G X A	4	0,48	2,20*	1,06
E X A	8	0,61	0,67	0,69
Y X G X E	2	-	-	0,78
Y X G X A	4	-	-	0,35
Y X E X A	8	-	-	0,55
G X E X A	8	0,38	0,87	0,44
Y X G X E X A	8	-	-	0,45
Hata	174			
Genel	239			

* İşaretli F değerleri %5, ** işaretli F değerleri ise %1 ihtimal seviyesinde önemlidir.

Varyans analizi çizelgesinin incelenmesinden görüleceği üzere (Tablo 25), her iki deneme yılında da genotip ve azot dozu uygulamaları %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunurken, ekim normu uygulamaları ilk yıl $p < 0.05$, ikinci yılı $p < 0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Diğer taraftan, 2017 yılındaki genotip x azot dozu interaksiyonu hariç, 2016 ve

2017 yıllarındaki varyasyon kaynağını oluşturan diğer interaksiyonların önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Tüm faktörlerin ortalaması olarak, 2016 yılında hasat indeksleri bakımından genotipler arasında farklılık belirlenmiş olup, bu farklılık istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) olmuştur (Tablo 25). Ortalama hasat indeksleri İran genotipinde %25,15, Türkiye genotipinde ise %30,42 olarak belirlenmiştir (Tablo 26).

Denemenin ilk yılında, ekim normlarının hasat indeksi üzerine etkisinin istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 25). Genotip ve azot dozlarının ortalaması olarak, ekim normlarına göre en yüksek hasat indeksi (%29,12) 4 kg/da ekim normunda saptanırken ekim normunun 2 kg' a (%27,33) azaltılması ve 6 kg'a (%26,92) çıkartılmasına bağlı olarak hasat indekslerinde azalmalar meydana gelmiştir (Tablo 26).

Dekara 0, 2, 4, 6 ve 8 kg azot uygulamasında çemenin hasat indeksleri sırasıyla, %25,60, 29,37, 30,45, 27,90 ve 25,62 olarak hesaplanmış ve yapılan varyans analizine göre hasat indeksleri arasındaki farklılıkların %1 ihtimal düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir (Tablo 25 ve Tablo 26).

İkinci deneme yılında, İran genotipinin ortalama hasat indeksinin %25,50, Türkiye genotipinin hasat indeksinin ise %28,83 olduğu tespit edilmiştir (Tablo 26). Bu sonuçlar her iki yılda da hasat indeksinin Türkiye genotipinde daha yüksek olduğunu göstermiştir. Genotipler arasında hasat indeksi bakımından oluşan bu farklılığın da $p<0.01$ seviyesinde çok önemli olduğu belirlenmiştir (Tablo 25).

Uygulanan ekim normlarına göre yapılan sıralamada hasat indeksinde, en yüksek değer 4 kg/da (%29,00) ekim normundan elde edilmiş olup, 2 ve 6 kg/da ekim normlarında sırasıyla %26,33 ve 26,17 değerleri elde edilmiştir (Tablo 26). Varyans analizi sonuçlarına göre, hasat indeksi üzerine ekim normlarının etkisi çok önemli ($p<0.01$) olmuştur (Tablo 25).

Denemenin ilk yılında olduğu gibi, ikinci yılında da hasat indeksi üzerine azot dozu uygulamalarının etkisi istatistiki olarak %1 ihtimal seviyesinde çok önemli bulunmuştur (Tablo 25). Uygulanan azot dozlarına göre yapılan sıralamada hasat indeksinin, hiç azot uygulanmayan parsellerden (%24,65) dekara 4 kg azot uygulanan parsellere (%29,34) doğru bir artış gösterdiği ortaya çıkmıştır (Tablo 26).

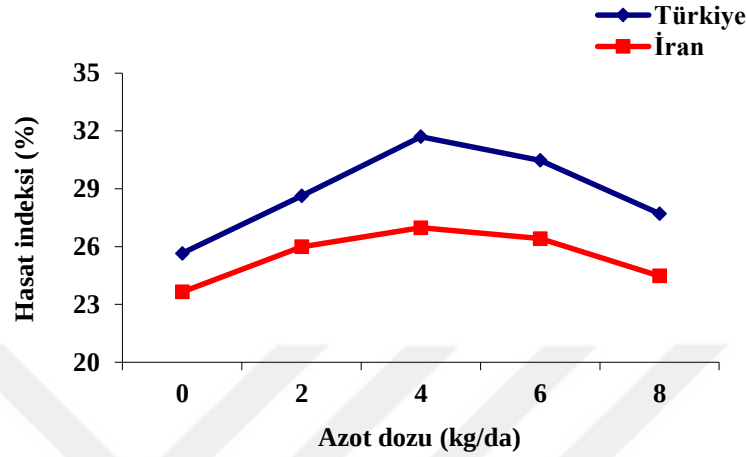
Tablo 26. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Ortalama Hasat İndeks Değerleri (%)

Yıl	Genotip	Ekim Normu (kg/da)	Azot Dozları (kg/da)					Ortalama
			0	2	4	6	8	
2016	Türkiye	2	27,47	29,98	33,45	31,67	28,29	30,17
		4	29,11	34,95	34,81	29,71	28,03	31,32
		6	26,39	32,85	33,01	30,36	26,28	29,78
	Ortalama		27,66	32,59	33,76	30,58	27,53	30,42 a
	İran	2	22,79	24,48	28,46	23,70	22,98	24,48
		4	24,85	29,21	30,00	25,97	24,52	26,91
		6	22,99	24,76	22,95	26,00	23,61	24,06
	Ortalama		23,54	26,15	27,14	25,22	23,70	25,15 b
	Genotip ortalama	2	25,13	27,23	30,95	27,68	25,64	27,33 ab
		4	26,98	32,08	32,40	27,84	26,28	29,12 a
		6	24,69	28,80	27,98	28,18	24,94	26,92 b
	Genel Ortalama		25,60 b	29,37 a	30,45 a	27,90 ab	25,62 b	27,79
2017	Türkiye	2	25,08	27,12	30,80	30,60	26,78	28,07
		4	27,37	30,57	34,21	32,46	30,30	30,98
		6	24,51	28,21	30,11	28,36	26,05	27,45
	Ortalama		25,65	28,63	31,70	30,47	27,71	28,83 a
	İran	2	21,70	24,71	26,78	26,07	23,71	24,59
		4	25,85	28,38	27,14	27,52	26,24	27,02
		6	23,40	24,88	27,01	25,65	23,51	24,89
	Ortalama		23,65	25,99	26,98	26,41	24,48	25,50 b
	Genotip ortalama	2	23,39	25,91	28,79	28,33	25,25	26,33 b
		4	26,61	29,47	30,67	29,99	28,27	29,00 a
		6	23,96	26,55	28,56	27,01	24,78	26,17 b
	Genel Ortalama		24,65 d	27,31 b	29,34 a	28,44 a	26,10 c	27,17
Ortalama	Türkiye	2	26,28	28,55	32,12	31,13	27,54	29,12
		4	28,24	32,76	34,51	31,08	29,16	31,15
		6	25,45	30,53	31,56	29,36	26,16	28,61
	Ortalama		26,66	30,61	32,73	30,52	27,62	29,63 a
	İran	2	22,24	24,60	27,62	24,88	23,35	24,54
		4	25,35	28,79	28,57	26,75	25,38	26,97
		6	23,20	24,82	24,98	25,83	23,56	24,48
	Ortalama		23,60	26,07	27,06	25,82	24,09	25,33 b
	Genotip ortalama	2	24,26	26,57	29,87	28,01	25,44	26,83 b
		4	26,80	30,78	31,54	28,91	27,27	29,06 a
		6	24,32	27,67	28,27	27,59	24,86	26,54 b
	Genel Ortalama		25,13 c	28,34 b	29,89 a	28,17 b	25,86 c	27,48

Aynı harfle işaretlenen ortalamalar birbirinden farklıdır.

LSD: 2017 GxA:1,92; Yıl. Ort. YxG:1,86

Araştırmanın ikinci yılında hasat indeksi açısından, genotip x azot dozu interaksyonu $p<0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Tablo 25). Türkiye ve İran genotiplerinin dekara 4 kg'lık azot dozuna kadar hasat indeksinde artış görülmüştür. Oysa bu seviyeden sonra Türkiye ve İran genotipinde azalışlar meydana gelmiş ve Türkiye genotipinin bu azalış tepkisi daha fazla olmuştur (Tablo 26, Şekil 60).



Şekil 60. Hasat indeksine ait genotip x azot dozu interaksyonu

Yılların birlikte analizine ait varyans analizi sonuçları (Tablo 25) hasat indeksi üzerine genotip, ekim normu ve azot dozu uygulamalarının çok önemli ($p<0.01$) etkide bulunduğunu; yıl varyasyon kaynağının ise önemsiz olduğunu göstermiştir. Ayrıca, hasat indeksi üzerine yıl x genotip interaksyonunun önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

Tüm deneme faktörlerinin ortalaması olarak, hasat indeksi 2016 ve 2017 araştırma yıllarında sırasıyla %27,79 ve %27,17 olarak birbirine yakın değerler almış ve yapılan varyans analizi sonucunda hasat indeksi bakımından yılların etkisi önemsiz olmuştur (Tablo 25 ve Tablo 26).

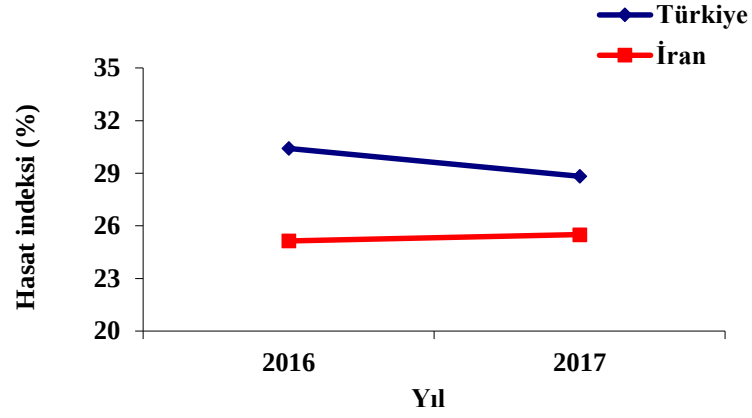
Birleşik analizde, farklı ekim normlarının ve azot dozlarının uygulandığı Türkiye ve İran genotiplerinin hasat indeksleri sırasıyla %29,63 ve 25,33 olarak belirlenmiştir. Bu iki genotip arasındaki istatistikî farklılık ($p<0.01$) seviyesinde çok önemli olmuştur (Tablo 25). Türkiye genotipi her iki yılda da daha yüksek hasat indeksi değerine sahip olmuştur. Bitkilerin ve özellikle de tohum oranla vejetatif aksamı fazla olan baklagillerin maksimum vejetatif gelişim sağlamalarında yağış, sıcaklık ve nem gibi iklimsel faktörlerin etkisi önemli olup, farklı genotiplerde bu karakterler değişkenlik göstermektedir (Prasad *et al.* 2008; Hatfield and Prueger 2015). Nitekim, Verma and Ali (2012) 20 farklı çemen genotipinde hasat indeksinin %11,40-30,20 arasında değiştiğini, genotipler arasında genotipik varyasyon katsayısının (%24,72) ve fenotipik varyasyon katsayısının (%25,86) oldukça yüksek değerlerde aldığını bildirmişlerdir. Hasat indeksi bakımından genotipler arasında önemli varyasyonların ortaya

çıkıldığı, diğer çalışmalarda da tespit edilmiştir (McCormick *et al.* 2009; Ahari *et al.* 2009, Elçi 2010; Dashora *et al.* 2011).

Farklı azot dozu uygulanan koşullarda yetiştirilen çemen bitkisinin hasat indeksleri %25,13-29,89 arasında değişim göstermiştir. Tablo 26'daki veriler incelendiğinde, azot dozlarının dekara 4 kg'a kadar artmasıyla hasat indekslerinde bir artış meydana gelmiştir. Buna göre kontrol parsellerinde %25,13 olan hasat indeksi ortalaması, müteakip azot dozlarında sırasıyla % 28,34, 29,89 28,17 ve 25,86 olarak tespit edilmiştir. Yıllar ortalamasında, hasat indeksleri arasında görülen bu farklılık istatistiki olarak %1 ihtimal düzeyinde çok önemli bulunmuştur (Tablo 25). Bu husus yüksek azot dozlarının çemen bitkisinde vejetatif gelişmenin artışına paralel olarak bitkinin biyolojik veriminin artmasını sağlamıştır. Ancak yüksek azot dozlarının çemende tohum verimini azaltmasına bağlı olarak hasat indeksinin optimum azot seviyesinden sonra azalış gösterdiği tespit edilmiştir. Bu durum birçok araştırmacı tarafından da (Deepak *et al.* 2000; Zandi *et al.* 2011; Singh *et al.* 2018) ifade edilmiştir.

Yılların birlikte analizi sonucunda, farklı ekim normu uygulamalarında yetiştirilen çemen bitkilerine ait hasat indeksleri 2 kg/da ekim normundan 6 kg/da ekim normuna kadar artış ve azalış göstererek sırasıyla % 26,83, 29,06 ve 26,54 olarak belirlenmiştir. Hasat indekslerindeki bu farklılık %1 ihtimal seviyesinde çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Tablo 25). Tarımsal faaliyetlerde yüksek tohum verimleri daha fazla kuru ağırlığa sahip bitkilerden elde edilmektedir. Ancak genel olarak, söz konusu verimin artışı biomas artışından ziyade hasat indeksindeki artışın bir sonucudur (Rabiee *et al.* 2004). Bu bilgiler doğrultusunda en yüksek tohum veriminin elde edildiği 4 kg/da ekim normu uygulamasının en yüksek hasat indeksi yüzdesine de sahip olduğu belirlenmiştir. Nitekim McCormick *et al.* (2009) çemen bitkisinde hasat indeksi ile tohum verimi arasında pozitif ve istatistiki olarak da önemli bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir.

Tablo 25'de görüleceği gibi, hasat indeksi bakımından yıl x genotip interaksiyonunun istatistiki olarak %5 ihtimal seviyesinde önemli olduğu saptanmıştır. Genotiplerin hasat indeksleri bakımından yıllara göre farklı tepki göstermesi yıl x genotip interaksiyonun önemli çıkmasına neden olmuştur. Nitekim, Türkiye genotipinde araştırmanın birinci yılından ikinci yılına geçişte azalma olurken İran genotipinde artış olmuştur (Tablo 26, Şekil 61).



Şekil 61. Hasat indeksine ait yıl x genotip interaksyonu

Protein Oranı (%)

Farklı ekim normu ve azot uygulamalarının çemen genotiplerinin protein oranı üzerine olan etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 27’ de, ortalama değerler ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 28’ de verilmiştir.

Tablo 27. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Protein Oranına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Protein oranı		
		F Değerleri		Ortalama
		2016	2017	
Yıl (Y)	1	-	-	69,34**
Genotip (G)	1	3,77*	340,43**	47,87**
Ekim Normu (E)	2	1,83	9,57**	0,71
Azot Dozu (A)	4	0,47	14,32**	2,55*
Y X G	1	-	-	10,14**
Y X E	2	-	-	4,11*
Y X A	4	-	-	0,46
G X E	2	0,40	3,78*	0,02
G X A	4	0,67	1,89	1,21
E X A	8	1,39	0,83	0,95
Y X G X E	2	-	-	1,29
Y X G X A	4	-	-	0,31
Y X E X A	8	-	-	1,74
G X E X A	8	1,79	1,35	1,79
Y X G X E X A	8	-	-	1,73
Hata	174			
Genel	239			

* İşaretli F değerleri %5, ** işaretli F değerleri ise %1 ihtimal seviyesinde önemlidir.

Varyans analizi çizelgesinden (Tablo 27) görüleceği gibi, denemenin ilk yılında genotipin protein oranı üzerine etkisi önemli ($p < 0.05$) olurken, ekim normu ve azot uygulamaları önemsiz bulunmuştur. Araştırmanın ikinci yılında birinci yılın aksine genotip, ekim normu ve azot dozu uygulamalarının protein oranı üzerine etkisinin çok önemli ($p < 0.01$)

olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan, birinci yıl interaksyonlar önemsiz bulunurken, ikinci yıl sadece genotip x azot dozu interaksyonu önemli ($p<0.05$) olmuştur.

2016 yılında, genotipler arasında protein oranı yönünden önemli farklılıklar görülmüştür. İran genotipinde %31,41 olan protein oranı, Türkiye genotipinde %29,96 olarak gerçekleşmiştir. Genotipler arasında ortaya çıkan bu fark %5 ihtimal seviyesinde önemli olmuştur (Tablo 27 ve Tablo 28).

İlk yıl sonuçlarına göre, ekim normlarının protein oranına etkisinin önemli olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 27). Dekara 6 kg ekim normunda %31,61 olan protein oranı, 4 kg/da' da %29,89 ve 2 kg/da ekim normunda ise %30,55 olmuştur (Tablo 28).

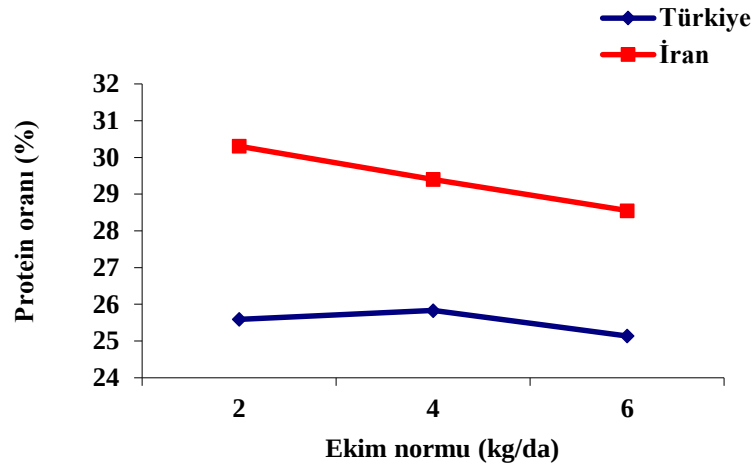
Denemenin birinci yılında, farklı azot dozlarının protein oranı üzerine etkilerinin önemli olmadığı belirlenmiştir (Tablo 27). Azot uygulanmayan parsellerden en düşük protein oranı (%29,80) elde edilirken, diğer azot dozlarında (2, 4, 6 ve 8 kg/da) tohumdaki protein oranı sırasıyla %30,49, %31,02, %31,24 ve %30,88 olarak tespit edilmiştir (Tablo 28).

Araştırmanın ilk yılında olduğu gibi 2017 üretim yılında da ekim normu ve azot dozu uygulamalarının ortalaması olarak, İran genotipinin protein oranının (%29,42) Türkiye genotipinden (%25,52) daha fazla olduğu saptanmıştır (Tablo 28). Bu değerler istatistiki değerlendirmede %5 önem seviyesinde farklılık göstermiştir (Tablo 27).

Önceki deneme yılının aksine 2017 ürün yılında, ekim normunun artmasıyla protein oranında azalma ortaya çıkmış ve dekara 2 kg (%27,95), 4 kg (%27,62) ve 6 kg (%26,85) ekim normu uygulamaları arasında istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) farklılıklar belirlenmiştir (Tablo 27 ve Tablo 28).

Araştırmanın ikinci yılında protein oranı üzerine azot dozu uygulamalarının etkisi çok önemli ($p<0.01$) olmuştur (Tablo 27). Azot dozlarının etkisi yıllara göre değişmekle birlikte, 8 kg N seviyesi hariç artan azot dozu seviyeleri protein oranını olumlu yönde etkilemiştir. Protein oranı dekara 4 kg N dozunda en yüksek (%28,27), azot uygulanmayan (%26,29) ve dekara 8 kg N uygulanan (%26,78) parsellerde ise düşük olmuştur (Tablo 28).

Araştırmanın ikinci yılında, genotip x ekim normu interaksyonu önemli ($p<0.05$) çıkmış olup; bu interaksyonun oluşmasında, Türkiye genotipinin ekim normunun 2 kg'dan 4 kg'a çıkarılması durumunda tespit edilen protein oranının artış göstermesi, buna karşın İran genotipinde aynı ekim normunda azalış göstermesi etkili olmuştur (Tablo 27 ve Tablo 28, Şekil 62).



Şekil 62. Protein oranına ait genotip x ekim normu interaksyonu

Yılların birlikte analizi, protein oranı üzerine yıl ve genotipin istatistiki olarak %1, azot uygulamalarının %5 ihtimal seviyesinde önemli etkide bulunduğunu, ekim normu uygulamalarının etkisinin ise önemsiz olduğunu göstermiştir. Yılların birlikte analizi ayrıca, protein oranı bakımından yıl x genotipi interaksyonunun $p < 0.01$, yıl x ekim normu interaksyonunun ise $p < 0.05$ önem seviyesinde önemli olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 27).

Birleşik analizde, protein oranı yönünden yıllar arasında $p < 0.01$ önem seviyesinde farklılıklar saptanmıştır (Tablo 27). 2016 ve 2017 ürün yıllarında protein oranı sırasıyla %30,69 ve %27,47 olmuştur (Tablo 28). 2016 yılında 2017 yılına göre 107,58 mm daha fazla yağış düşmüş olup 2017 araştırma yılı oldukça kurak geçmiştir. Bitkilerde kuraklık stresi fotosentez hızını düşmekte ve reaktif oksijen bileşikleri oluşmaktadır. Kuraklık stresinde oluşan reaktif oksijen bileşikleri, protein indirgenmesini tetiklemekte ve oranını azaltmaktadır (Farooq *et al.* 2009). Nitekim protein oranı bakımından yıllar arasında önemli varyasyonların görülebildiği diğer araştırma sonuçlarında da tespit edilmiştir (Tuncurk 2011; Tuncurk *et al.* 2011).

Araştırma yıllarının ortalaması olarak, protein oranı bakımından genotip etkisinin %1 ihtimal düzeyinde çok önemli olduğu tespit edilmiş (Tablo 27) ve protein oranı İran genotipinde %30,41, Türkiye genotipinde ise %27,74 olarak belirlenmiştir (Tablo 28). Çemen bitkisinde protein oranı genotiplere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Genotipler arasında protein oranı bakımından ortaya çıkan bu farklılık genotiplerin genetik özelliğine bağlanabilir. Nitekim, yapılan pek çok çalışmada çemen genotipleri arasında protein oranı bakımından önemli farklılıkların olduğu bildirilmiştir (Çalık 1996; Aydın 2010; Bairwa *et al.* 2010; Mutlu 2011; Gurjar *et al.* 2016).

Tablo 28. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Protein Oranları (%)

Yıl	Genotip	Ekim Normu (kg/da)	Azot Dozları (kg/da)					Ortalama
			0	2	4	6	8	
2016	Türkiye	2	28,86	30,13	29,57	28,94	33,87	30,27
		4	30,24	29,04	27,73	30,02	28,40	29,08
		6	26,11	29,42	33,49	32,01	31,64	30,53
		Ortalama	28,40	29,53	30,26	30,33	31,30	29,96 b
	İran	2	31,41	28,38	28,16	34,01	32,19	30,83
		4	28,53	32,50	34,15	31,77	26,55	30,70
		6	33,63	33,48	33,04	30,67	32,66	32,69
		Ortalama	31,19	31,45	31,78	32,15	30,47	31,41 a
	Genotip ortalama	2	30,13	29,26	28,87	31,47	33,03	30,55
		4	29,39	30,77	30,94	30,90	27,47	29,89
		6	29,87	31,45	33,27	31,34	32,15	31,61
		Genel Ortalama	29,80	30,49	31,02	31,24	30,88	30,69 a
2017	Türkiye	2	23,51	25,99	26,78	26,24	25,44	25,59
		4	24,39	26,11	26,25	26,57	25,86	25,83
		6	24,56	25,68	24,79	26,02	24,63	25,14
		Ortalama	24,15	25,93	25,94	26,28	25,31	25,52 b
	İran	2	29,97	30,63	31,74	31,18	28,03	30,31
		4	27,89	29,73	30,39	30,57	28,42	29,40
		6	27,43	28,48	29,65	28,93	28,29	28,55
		Ortalama	28,43	29,61	30,59	30,23	28,25	29,42 a
	Genotip ortalama	2	26,74	28,31	29,26	28,71	26,74	27,95 a
		4	26,14	27,92	28,32	28,57	27,14	27,62 a
		6	25,99	27,08	27,22	27,48	26,46	26,85 b
		Genel Ortalama	26,29 b	27,77 a	28,27 a	28,25 a	26,78 b	27,47 b
Ortalama	Türkiye	2	26,18	28,06	28,17	27,59	29,66	27,93
		4	27,31	27,57	26,99	28,29	27,13	27,46
		6	25,33	27,55	29,14	29,02	28,13	27,84
		Ortalama	26,28	27,73	28,10	28,30	28,30	27,74 b
	İran	2	30,69	29,50	29,95	32,59	30,11	30,57
		4	28,21	31,11	32,27	31,17	27,48	30,05
		6	30,53	30,98	31,35	29,80	30,47	30,62
		Ortalama	29,81	30,53	31,19	31,19	29,36	30,41 a
	Genotip ortalama	2	28,44	28,78	29,06	30,09	29,88	29,25
		4	27,76	29,34	29,63	29,73	27,30	28,75
		6	27,93	29,26	30,25	29,41	29,30	29,23
		Genel Ortalama	28,04 b	29,13 ab	29,64 a	29,74 a	28,83 ab	29,08

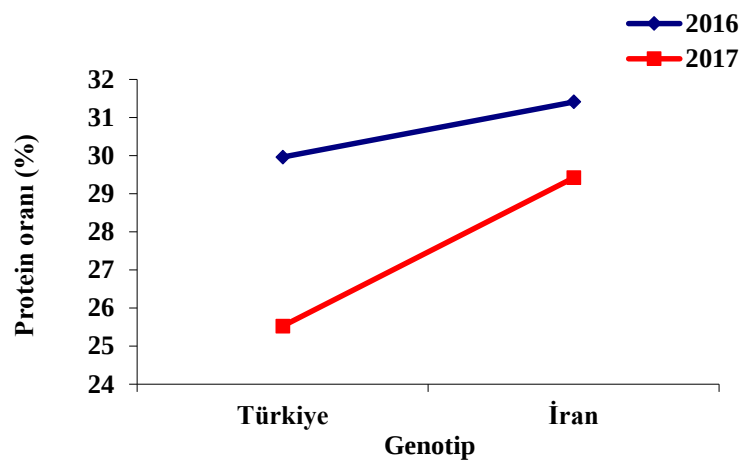
Aynı harfle işaretlenen ortalamalar birbirinden farklıdır.

LSD: 2017 GxE:1,07; Yıl. Ort. YxG:1,58, YxE:1,94

Tablo 27'deki yılların birlikte analizi, ekim normu uygulamalarının protein oranı üzerine etkisinin önemsiz olduğunu göstermiştir. Yılların ve genotiplerin ortalaması olarak, ekim normunun 2, 4 ve 6 kg/da olarak uygulandığı şartlarda elde edilen protein oranları sırasıyla %29,25, 28,75 ve 29,83 olmuştur (Tablo 28).

Deneme yıllarının ve faktörlerin ortalaması olarak, azot dozu uygulamaları arasında tohumdaki protein oranı bakımından en düşük değer %28,04 ile azot uygulanmayan parsellerden elde edilirken, en yüksek değer %29,74 ile 6 kg/da N uygulamasından elde edilmiştir. Azot dozları arasında protein oranları yönünden gözlenen farklılıklar $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 27 ve Tablo 28). Konuyla ilgili daha önce çemen bitkisinde yürütülen araştırmalarda (Tuncturk *et al.* 2011; Mehta ve ark., 2012) azot dozlarının protein oranı bakımından önemli etkilerinin olduğu belirtilmiştir. Karbonhidrat birikimiyle sağlanan karbon kaynakları, yağ asitleri ve amino asitlerin biyosentezi için gereklidir. Azotlu gübre artışı, karbonhidratlar için yağ asidi biyosentezi ile rekabet eden tohumun azot metabolizmasını iyileştirmekte ve protein içeriğini arttırmaktadır (Cheema *et al.* 2001). Benzer şekilde araştırmamızda da artan azot dozlarında protein oranı tedrici olarak artış göstermiştir.

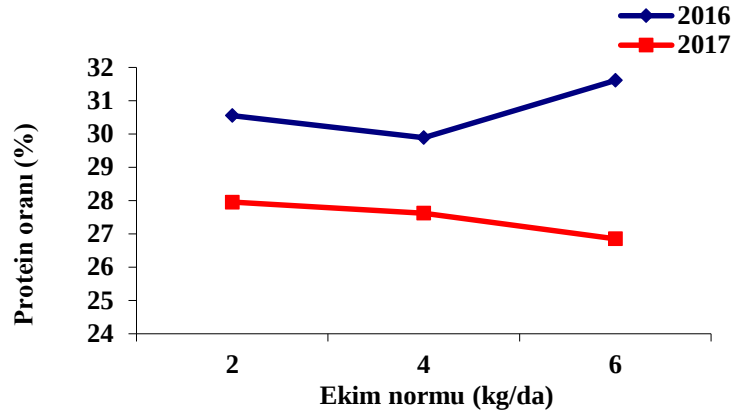
Yılların birlikte analizine ait varyans analizi sonuçları protein oranı bakımından yıl x genotip interaksiyonunun çok önemli ($p<0.01$) olduğunu ortaya çıkarmıştır (Tablo 27). Her iki araştırma yılında da İran genotipi, Türkiye genotipinden daha yüksek protein oranına sahip olmuştur. Ancak 2016 yılına oranla, 2017 yılında iki genotip arasında protein oranı bakımından daha büyük bir farklılığın meydana gelmesi yıl x genotip interaksiyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur (Tablo 28, Şekil 63).



Şekil 63. Protein oranına ait yıl x genotip interaksiyonu

Değişik ekim normu uygulamalarında tespit edilen protein oranları yıllara göre farklılık göstermiştir (Tablo 28). Her iki deneme yılında da ekim normunun 4 kg/da'a kadar artırılmasıyla protein oranı azalmıştır. Ancak ekim normunun dekara 6 kg'a çıkarılması ile

birinci yılda gösterilen tepkinin artma eğiliminde olması ve ikinci yılda bu tepkinin azalışa geçmesi yıl x ekim normu interaksyonunun önemli ($p<0.05$) çıkmasına neden olmuştur (Tablo 27, Şekil 64).



Şekil 64. Protein oranına ait yıl x ekim normu interaksyonu

Yağ Oranı (%)

Deneme faktörlerinin 2016, 2017 yılları ve yılların birlikte analizi ile ilgili varyans analizi Tablo 29’da, yağ oranına ait ortalama değerler ve çoklu karşılaştırmalar ise Tablo 30’da sunulmuştur.

Tablo 29. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Yağ Oranına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Yağ Oranı		
		F Değerleri		
		2016	2017	Ortalama
Yıl (Y)	1	-	-	149,43**
Genotip (G)	1	9,99*	0,01	5,60*
Ekim Normu (E)	2	1,31	1,26	0,10
Azot Dozu (A)	4	1,57	6,33**	4,72**
Y X G	1	-	-	4,84*
Y X E	2	-	-	2,48
Y X A	4	-	-	2,97*
G X E	2	0,36	0,03	0,31
G X A	4	0,69	0,57	0,64
E X A	8	0,83	0,35	0,80
Y X G X E	2	-	-	0,10
Y X G X A	4	-	-	0,62
Y X E X A	8	-	-	0,40
G X E X A	8	0,86	0,19	0,57
Y X G X E X A	8	-	-	0,51
Hata	174			
Genel	239			

* İşaretli F değerleri %5, ** işaretli F değerleri ise %1 ihtimal seviyesinde önemlidir.

Varyans analizi sonuçlarının (Tablo 29) incelenmesinde görüleceği üzere, yağ oranı üzerine genotiplerin etkisi sadece araştırmanın birinci yılında $p<0.05$ önem seviyesinde, azot dozu uygulamalarının etkisi yalnızca denemenin ikinci yılında $p<0.01$ seviyesinde önemli olurken, diğer varyasyon kaynaklarının etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Yılların

birlikte analizinde ise yıl ve azot dozu uygulamalarının istatistik olarak %1, genotip, yıl x genotip ve yıl x azot dozu interaksiyonunun ise %5 ihtimal düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Araştırmanın birinci yılında genotiplerin yağ oranı üzerine etkisi önemli bulunurken ikinci yıl istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo 29). Yağ oranı araştırmanın birinci yılında Türkiye genotipinde %5,75, İran genotipinde %5,35; ikinci deneme yılında ise Türkiye genotipinde %6,62, İran genotipinde %6,61 olup, her iki yılda da Türkiye genotipi, İran genotipinden daha yüksek yağ oranına sahip olmuştur (Tablo 30).

Araştırmanın birinci ve ikinci yıllarında ekim normu uygulamalarının yağ oranı üzerindeki etkisi önemli olmamıştır. Yağ oranı, denemenin yürütüldüğü 2016 yılında ekim normu uygulamalarına göre %5,41 (4 kg/da) ile %5,64 (2 kg/da), 2017 yılında ise %6,50 (2 kg/da) ile %6,73 (4 kg/da) arasında değişim göstermiştir (Tablo 29 ve Tablo 30).

2017 ürün yılında, araştırmanın ilk yılından farklı olarak dekara 0, 2, 4, 6 ve 8 kg N azot dozu uygulamalarının yağ oranı üzerindeki etkisi $p<0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Tablo 29). Araştırmanın ikinci yılında kontrol ve 2 kg/da N dozu uygulanan parseller sırasıyla %6,96 ve 6,85 ile en yüksek yağ oranına sahip olmuşlardır. Yağ oranı, dekara 4, 6 ve 8 kg azot uygulamalarında sırasıyla %6,73, 6,39 ve 6,14 olarak belirlenmiştir (Tablo 30).

Tablo 31'deki varyans analiz sonuçları, yağ oranı açısından araştırma yılları arasında istatistiki olarak $p<0.01$ seviyesinde çok önemli farklılığın olduğunu ortaya koymuştur. Deneme faktörlerin ortalaması olarak, 2016 ve 2017 araştırma yıllarında yağ oranı sırasıyla %5,55 ve %6,61 olmuştur (Tablo 30). En yüksek yağ oranı yetiştirme periyodunun birinci yılına oranla daha az yağışlı ve kurak geçen araştırmanın ikinci yılında (Tablo 1) belirlenmiştir. Nitekim çemen bitkisinde yağ oranının sıcaklık değişimlerinden önemli ölçüde etkilendiği Saxena *et al.* (2017) tarafından da ifade edilmiştir.

İki yıllık ortalamaya göre yağ oranı Türkiye genotipinde %6,19, İran genotipinde ise %5,98 olarak gerçekleşmiştir (Tablo 30). Genotipler arasında yağ oranının farklılık göstermesi, genetik yapıdaki farklılıklara bağlı olmakla beraber, ekolojik koşullar ve agronomik uygulamalardan da etkilenebilmektedir. Birçok araştırmacı tarafından çemen genotipleri arasında yağ oranı açısından önemli farklılıkların olabileceği bildirilmektedir (Ciftci *et al.* 2011; Saxena *et al.* 2017). Nitekim, Türkiye, Suudi Arabistan, Hindistan ve Yemen orijinli çemen genotipleriyle çalışan Aljuhaimi *et al.* (2018) tarafından belirtilen %5,06-6,33 değerleri ile ülkemizin belli bölgelerinden temin edilen çemen genotiplerinin yağ oranının % 4,18-7,58 arasında değiştiğini belirten Çalık (1996)'ın değerleri elde ettiğimiz yağ oranları ile paralellik göstermektedir.

Tablo 30. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Ortalama Yağ Oranları (%)

Yıl	Genotip	Ekim Normu (kg/da)	Azot Dozları (kg/da)					Ortalama
			0	2	4	6	8	
2016	Türkiye	2	5,41	6,26	6,01	5,35	5,79	5,76
		4	5,87	5,55	5,43	5,87	5,58	5,66
		6	5,93	5,67	5,54	6,22	5,77	5,83
		Ortalama	5,73	5,83	5,66	5,81	5,71	5,75 a
	İran	2	5,52	5,36	5,49	5,82	5,38	5,51
		4	5,54	5,49	4,77	5,48	4,49	5,15
		6	5,11	5,78	5,17	5,80	5,08	5,39
		Ortalama	5,39	5,54	5,14	5,70	4,99	5,35 b
	Genotip ortalama	2	5,46	5,81	5,75	5,58	5,59	5,64
		4	5,70	5,52	5,10	5,68	5,04	5,41
		6	5,52	5,73	5,36	6,01	5,42	5,61
		Genel Ortalama	5,56	5,68	5,40	5,76	5,35	5,55 b
2017	Türkiye	2	6,85	6,74	6,58	6,32	5,95	6,49
		4	7,34	6,86	6,79	6,60	6,18	6,75
		6	6,68	6,56	6,71	6,63	6,56	6,63
		Ortalama	6,95	6,72	6,69	6,52	6,23	6,62
	İran	2	6,92	6,91	6,57	6,10	6,06	6,51
		4	7,06	7,20	6,89	6,39	6,03	6,71
		6	6,92	6,83	6,84	6,30	6,10	6,60
		Ortalama	6,97	6,98	6,77	6,26	6,06	6,61
	Genotip ortalama	2	6,88	6,83	6,57	6,21	6,00	6,50
		4	7,20	7,03	6,84	6,49	6,10	6,73
		6	6,80	6,70	6,77	6,46	6,33	6,61
		Genel Ortalama	6,96 a	6,85 a	6,73 ab	6,39 bc	6,14 c	6,61 a
Ortalama	Türkiye	2	6,13	6,50	6,29	5,83	5,87	6,12
		4	6,60	6,20	6,11	6,24	5,88	6,21
		6	6,30	6,12	6,12	6,43	6,16	6,23
		Ortalama	6,34	6,27	6,18	6,17	5,97	6,19 a
	İran	2	6,22	6,13	6,03	5,96	5,72	6,01
		4	6,30	6,34	5,83	5,93	5,26	5,93
		6	6,01	6,31	6,01	6,05	5,59	5,99
		Ortalama	6,18	6,26	5,95	5,98	5,52	5,98 b
	Genotip ortalama	2	6,17	6,32	6,16	5,90	5,79	6,07
		4	6,45	6,27	5,97	6,09	5,57	6,07
		6	6,16	6,21	6,06	6,24	5,88	6,11
		Genel Ortalama	6,26 a	6,27 a	6,06 a	6,07 a	5,75 b	6,08

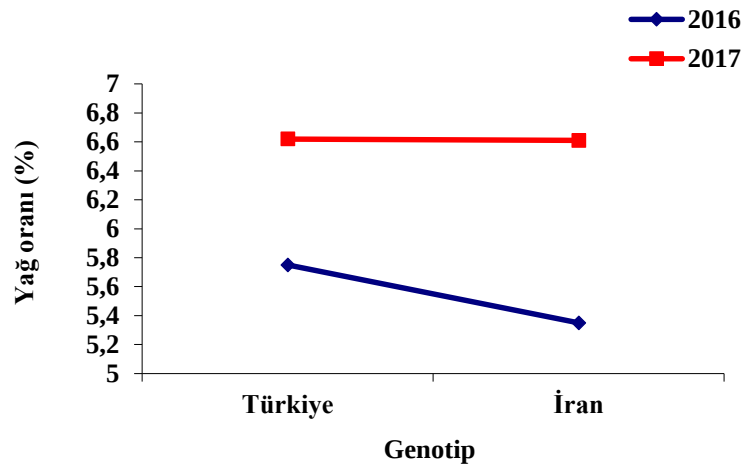
Aynı harfle işaretlenen ortalamalar birbirinden farklıdır.

LSD: YxG:0,35, YxA:0,51

Birleşik analizde, en yüksek ham yağ oranı %6,11 ile dekara 6 kg ekim normundan, en düşük ham yağ oranı ise % 6,07 ile 2 kg/da ve 4 kg/da ekim normu uygulamasından elde edilmiş olup, ekim normu uygulamalarının yağ oranı üzerindeki etkisi önemli bulunmamıştır (Tablo 29 ve Tablo 30).

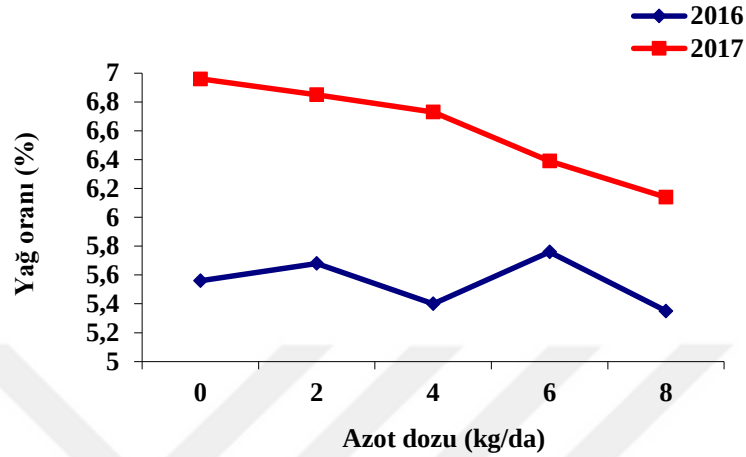
Yine birleştirilmiş analizde, farklı ekim normları ve genotiplerin ortalaması olarak en fazla yağ oranı dekara 2 kg N uygulamasından (% 6,26) elde edilirken, bu dozu sırasıyla kontrol parselleri (% 6,26), 4 (%6,06) ve 6 kg/da (%6,07) azot dozları izlemiştir. Ham yağ oranı yönünden en düşük değer ise % 5,75 ile 8 kg/da N uygulamasında tespit edilmiştir (Tablo 30). Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda dekara 2, 4, 6 kg N uygulamaları ve kontrol parsellerinin yağ oranı birbirine yakın olmuş ve aynı grupta yer almışlardır. Azot dozu uygulamaları, kök ve generatif dokular arasındaki karbonhidratların birikimini ve taşınmasını etkileyerek, popülasyon yapısını, fotosentezi ve fotosentez sonucu oluşan asimilatları regüle etmektedir (Li *et al.* 2018). Ayrıca yağ oranı, tohum dolum döneminde fotosentez sonucu oluşan asimilat miktarına göre belirlenmektedir (Mendham *et al.* 1981). Nitekim, azot dozları yağ oranı üzerinde istatistiksel olarak %1 seviyesinde çok önemli etki yapmıştır (Tablo 29). Araştırmamızda artan azot dozlarıyla birlikte yağ oranında azalmalar gözlenmiştir. Azot dozunun artmasıyla çemen bitkisi yatma eğilimi göstererek primer fotosentetik ürün birikimini engellediği ve azalmaya sebep olduğu düşünülmektedir. Nitekim çemen bitkisinde Wierzbowska and Gołaszewska (2014) araştırmamızda olduğu gibi azot dozunun artmasıyla yağ oranının azaldığını bildirmişlerdir.

Yılların birlikte analizi, birinci yıl genotipler arasında yağ oranı yönündeki farklılık ikinci yıl saptanmamıştır. Bu durum yıl x genotip interaksiyonunun $p < 0.05$ seviyesinde önemli çıkmasına sebep olmuştur (Tablo 29, Şekil 65).



Şekil 65. Yağ oranına ait yıl x genotip interaksiyonu

Azot uygulamalarının yağ oranı üzerine etkisinin yıllara göre farklılık göstermesi, yıl x azot interaksiyonunun $p<0.05$ seviyesinde önemli çıkmasına neden olmuştur (Tablo 29). Genotip ve ekim normu uygulamalarının ortalaması olarak, genotipler birinci yıl artan azot dozlarına karşı kararsız bir tepki gösterirken ikinci yıl azot dozlarının artışıyla yağ oranında azalma şeklinde bir tepki göstermiştir (Tablo 30, Şekil 66).



Şekil 66. Yağ oranına ait yıl x azot dozu interaksiyonu

Yağ Verimi (kg/da)

Araştırmada materyal olarak kullanılan çemen genotiplerinin farklı ekim normları ve azot dozları uygulamalarının yağ verimi üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 31’de, tespit edilen değerler ile bu değerlerin çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Tablo 32’de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarından görüleceği üzere (Tablo 31), yağ verimi üzerine genotip, ekim normu ve azot dozu uygulamalarının etkisi her iki yılda da önemli bulunmuştur. Yılların birlikte analizinde ise yıl, genotip, ekim normu, azot uygulamaları, yıl x genotip ve yıl x ekim normu interaksiyonunun yağ verimini önemli seviyede etkilediği tespit edilmiştir.

Araştırmanın her iki yılında da genotipler, yağ verimi üzerine çok önemli ($p<0.01$) etkide bulunmuştur (Tablo 31). Yağ verimi, araştırmanın birinci yılında Türkiye genotipinde 5,63 kg/da, İran genotipinde 4,30 kg/da; ikinci deneme yılında ise aynı sırayla 5,99 kg/da ve 5,03 kg/da olarak gerçekleşmiştir. Her iki yılda da Türkiye genotipi, İran genotipinden daha yüksek yağ verimine sahip olmuştur (Tablo 32).

Tablo 31. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Yağ Verimine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Yağ Verimi		
		F Değerleri		
		2016	2017	Ortalama
Yıl (Y)	1	-	-	33,51**
Genotip (G)	1	88,88**	58,54**	147,98**
Ekim Normu (E)	2	4,73*	26,70**	25,29**
Azot Dozu (A)	4	16,66**	15,80**	31,15**
Y X G	1	-	-	3,73*
Y X E	2	-	-	3,68*
Y X A	4	-	-	1,41
G X E	2	1,11	0,70	1,80
G X A	4	1,68	0,76	1,63
E X A	8	1,25	0,86	1,31
Y X G X E	2	-	-	0,06
Y X G X A	4	-	-	0,92
Y X E X A	8	-	-	0,84
G X E X A	8	0,65	0,63	0,55
Y X G X E X A	8	-	-	0,73
Hata	174			
Genel	239			

* İşaretili F değerleri %5, ** işaretili F değerleri ise %1 ihtimal seviyesinde önemlidir.

Yağ verimi, 2016 yılında artan ekim normu uygulamalarına (2, 4 ve 6 kg/da) göre sırasıyla 4,99, 5,22 ve 4,69 kg/da, 2017 yılında ise 5,40, 6,13 ve 5,02 kg/da olarak belirlenmiştir (Tablo 32). Ekim normu uygulamalarının araştırmanın birinci yılında yağ verimi üzerindeki etkisi %5, ikinci yıl %1 ihtimal seviyesinde önemli olmuştur (Tablo 31).

Her iki araştırma yılında da farklı azot dozlarının yağ verimi üzerindeki etkisi $p < 0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Tablo 31). Araştırmanın birinci yılında elde edilen veriler üzerinden yapılan çoklu karşılaştırma testine göre genotip ve ekim normu ortalaması olarak 2 ana grup oluşmuş, bunlardan kontrol parselleri ve 8 kg/da N uygulaması 2. gruba (b) dahil olurken, diğer azot dozu uygulamalarının tamamı aynı grupta (a) yer almışlar ve yağ verimi 4,24 ve 5,59 kg/da aralığında değişim göstermiştir. Denemenin ikinci yılında dekara 4 kg N uygulanan parseller 6,09 kg/da ile en yüksek yağ verimine sahip olmuşlardır. Yağ verimi, dekara 0, 2, 6 ve 8 kg azot uygulamalarında sırasıyla 5,15, 6,07, 5,43 ve 4,82 kg/da olarak belirlenmiştir. Ayrıca, 2 kg/da uygulamasının dekara 4 kg azot uygulaması ile arasındaki farklılık önemsiz, diğer azot uygulamaları (0, 6 ve 8 kg/da) ile aralarındaki farklılık ise önemli ($p < 0.05$) olmuştur (Tablo 32).

Tablo 32. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Ortalama Yağ Verimleri (kg/da)

Yıl	Genotip	Ekim Normu (kg/da)	Azot Dozları (kg/da)					Ortalama
			0	2	4	6	8	
2016	Türkiye	2	4,06	6,17	6,82	5,45	5,21	5,54
		4	5,47	6,46	6,66	6,07	5,46	6,02
		6	4,78	6,37	5,81	5,38	4,27	5,32
	Ortalama		4,77	6,33	6,43	5,63	4,98	5,63 a
	İran	2	3,58	4,58	4,78	5,14	4,10	4,43
		4	4,11	5,21	4,67	4,76	3,33	4,41
		6	3,43	4,79	4,08	4,44	3,55	4,06
	Ortalama		3,71	4,86	4,51	4,78	3,66	4,30 b
	Genotip ortalama	2	3,82	5,37	5,80	5,29	4,65	4,99 ab
		4	4,79	5,83	5,66	5,42	4,39	5,22 a
		6	4,10	5,58	4,94	4,91	3,91	4,69 c
	Genel Ortalama		4,24 b	5,59 a	5,47 a	5,21 a	4,32 b	4,96 b
2017	Türkiye	2	5,06	6,23	6,17	6,22	5,37	5,81
		4	6,33	7,13	7,85	6,75	5,49	6,71
		6	5,15	6,19	6,14	5,09	4,75	5,46
	Ortalama		5,51	6,52	6,72	6,02	5,20	5,99 a
	İran	2	4,75	5,66	5,31	4,74	4,46	4,98
		4	5,16	6,30	6,22	5,26	4,77	5,54
		6	4,46	4,92	4,83	4,53	4,11	4,57
	Ortalama		4,79	5,63	5,45	4,84	4,45	5,03 b
	Genotip ortalama	2	4,91	5,94	5,74	5,48	4,91	5,40 b
		4	5,75	6,71	7,04	6,00	5,13	6,13 a
		6	4,80	5,56	5,48	4,81	4,43	5,02 c
	Genel Ortalama		5,15 bc	6,07 a	6,09 a	5,43 b	4,82 c	5,51 a
Ortalama	Türkiye	2	4,56	6,20	6,50	5,83	5,29	5,68
		4	5,90	6,80	7,26	6,41	5,47	6,37
		6	4,97	6,28	5,97	5,24	4,51	5,39
	Ortalama		5,14	6,43	6,58	5,83	5,09	5,81 a
	İran	2	4,17	5,12	5,05	4,94	4,28	4,71
		4	4,64	5,75	5,44	5,01	4,05	4,98
		6	3,94	4,85	4,46	4,48	3,83	4,31
	Ortalama		4,25	5,24	4,98	4,81	4,05	4,67 b
	Genotip ortalama	2	4,36	5,66	5,77	5,39	4,78	5,19 b
		4	5,27	6,27	6,35	5,71	4,76	5,67 a
		6	4,45	5,57	5,21	4,86	4,17	4,85 c
	Genel Ortalama		4,69 c	5,83 a	5,78 a	5,32 b	4,57 c	5,24

Aynı harfle işaretlenen ortalamalar birbirinden farklıdır.

LSD: YxG:3,88, YxE:4,75

Tablo 31'deki varyans analiz sonuçları, yağ verimi bakımından 2016 ve 2017 ürün yılları arasında istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) farklılığın olduğunu ortaya koymuştur. Deneme faktörlerin ortalaması olarak, 2016 ve 2017 deneme yıllarında yağ verimi sırasıyla 4,96 ve 5,51 kg/da olmuştur (Tablo 32). En düşük yağ verimi gelişme mevsiminin birinci yıla oranla daha kurak geçtiği 2017 yılında (Tablo 1) tespit edilmiştir. Yağ veriminin, tohum verimi ile yağ oranının kombine sonucu olması sebebiyle, yıllara gösterdiği tepki tohum verimi ile yağ oranı değerlerinin bir izdüşümü olarak karşımıza çıkmaktadır. İklim faktörlerinin etkisi sonucunda 2017 yılında daha yüksek yağ oranı elde edilmesi nedeniyle yağ verimi de yüksek olmuştur. Nitekim, Tunçtürk (2010) yağ verimi açısından iklim faktörlerindeki farklılıklar nedeniyle yıllar arasında önemli farklılıkların ortaya çıktığını bildirmiştir.

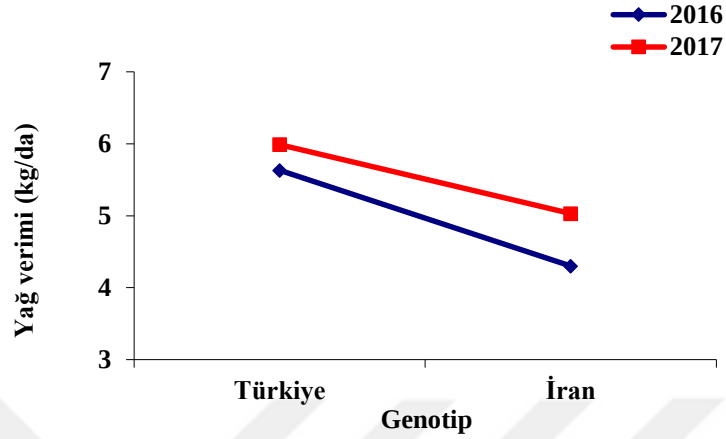
İki yıllık ortalamaya göre dekara yağ verimi Türkiye genotipinde 5,81 kg, İran genotipinde ise 4,67 kg olarak gerçekleşmiş (Tablo 31) ve genotipler arasında yağ verimi açısından meydana gelen bu farklılığın istatistiki olarak $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Tablo 32). Bu sonuç, Türkiye genotipinin İran genotipinden daha yüksek tane verimi ve yağ oranına sahip olmasından kaynaklanmıştır (Tablo 24 ve Tablo 30).

Farklı ekim normu uygulamalarının çemen bitkisinin yağ verimi üzerine etkisi istatistiki açıdan çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Tablo 31). Yılların ve deneme faktörlerinin ortalaması olarak, en yüksek yağ verimi dekara 4 kg ekim normu uygulamasından (5,67 kg/da) alınmış ve bunu 5,19 ve 4,85 kg/da yağ verimleriyle sırasıyla 2 ve 4 kg/da ekim normları takip etmiştir. Ekim normunun 2 kg'dan 4 kg'a çıkarılması yağ verimini %9,23 oranında artırırken, 4 kg'dan 6 kg'a çıkarılması durumunda ise yağ veriminde %14,42' bir azalış meydana gelmiştir (Tablo 32). Ekim normunun 4 kg/da'a kadar çıkarılmasıyla, incelenen parametrelerden yağ oranı ve tohum veriminde de bir artış ortaya çıkmıştır. Bahsedilen bu parametrelerin etkileriyle yağ verimi de artmıştır. En fazla yağ oranı ve tohum veriminin bu ekim normundan elde edilmiş olması bu kanıyı desteklemektedir.

Birleşik analizde, azot dozlarının yağ verimi üzerine çok önemli etkide bulunduğu belirlenmiştir (Tablo 31). Tablo 32'de görüldüğü gibi yıl, genotip ve ekim normu uygulamalarının ortalaması olarak, kontrol dozunda (0 kg/da N) yağ verimi 4,69 kg/da iken, 2 kg/da azot dozunda önemli oranda artarak 5,83 kg/da'a çıkmıştır. Azotun 4, 6 ve 8 kg/da dozlarında elde edilen yağ verimleri ise sırasıyla 5,78, 5,32 ve 4,57 kg/da olmuştur. Bu husus tohum verimi ve yağ oranlarının uygulanan azot dozlarına göstermiş olduğu tepkiden kaynaklanmaktadır.

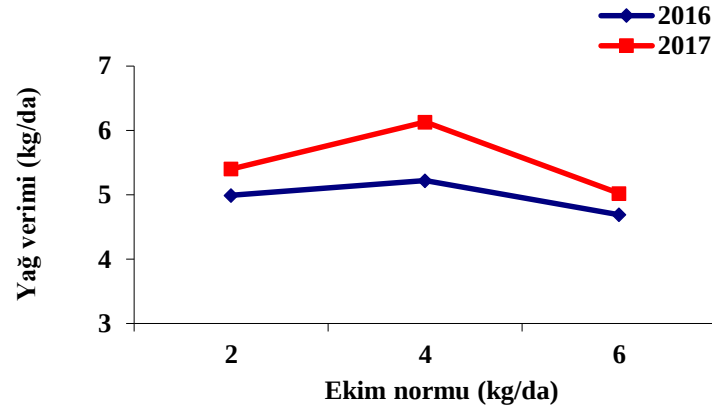
Yağ verimi yönünden genotiplerin araştırma yıllarına göre göstermiş olduğu tepki birbirinden farklı olmuş ve yıl x genotip interaksiyonu %5 ihtimal seviyesinde önemli çıkmıştır

(Tablo 31). Her iki araştırma yılında da Türkiye genotipi, İran genotipinden daha yüksek yağ verimine sahip olmuştur. 2017 yılına oranla, 2016 yılında genotipler arasında yağ verimi bakımından daha büyük farklılığın ortaya çıkması yıl x genotip interaksyonunun önemli ($p<0.05$) çıkmasına sebep olmuştur (Tablo 31 ve Tablo 32, Şekil 67).



Şekil 67. Yağ verimine ait yıl x genotip interaksyonu

Ekim normu uygulamaları yağ verimini yıllara göre farklı ölçüde etkilemiştir (Tablo 32). Her iki araştırma yılında da ekim normunun 4 kg'a çıkarılmasıyla birlikte yağ verimi de artmıştır. Söz konusu artışta araştırmanın birinci yılında gösterilen tepkinin ikinci yıla göre zayıf oluşu, yıl x ekim normu interaksyonunun önemli ($p<0.05$) çıkmasına neden olmuştur (Tablo 31, Şekil 68).



Şekil 68. Yağ verimine ait yıl x ekim normu interaksyonu

Trigonelline Miktarı (mg/100g)

Araştırmamıza konu olan farklı ekim normlarında ve azot dozlarında ekilen çemen genotiplerinin 2016, 2017 yıllarına ve yılların ortalamasına ait deneme faktörlerine göre tanesinde bulunan trigonelline miktarına ait varyans analizi sonuçları Tablo 33'de, tespit edilen değerler ile çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Tablo 34'de verilmiştir.

Tablo 33'deki varyans analizi sonuçlarından görüleceği gibi, birinci deneme yılında trigonelline miktarı bakımından ekim normu uygulamalarının etkisi önemli olurken, ikinci yıl önemsiz olmuştur. Ayrıca, her iki araştırma yılında da genotip ve azot dozu uygulamalarının etkisinin de önemli olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan, trigonelline miktarı yönünden araştırmanın birinci yılında ekim normu x azot dozu interaksyonu önemli olurken, araştırmanın ikinci yılında ise interaksyonlar önemsiz bulunmuştur.

Tablo 33. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Trigonelline Miktarlarına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Trigonelline Miktarı		
		F Değerleri		Ortalama
		2016	2017	
Yıl (Y)	1	-	-	185,95**
Genotip (G)	1	40,74**	15,64**	52,39**
Ekim Normu (E)	2	2,91*	0,52	2,81*
Azot Dozu (A)	4	27,05**	2,82*	20,84**
Y X G	1	-	-	2,05
Y X E	2	-	-	0,43
Y X A	4	-	-	7,15**
G X E	2	0,18	0,89	0,17
G X A	4	1,30	0,11	0,96
E X A	8	2,75**	0,57	1,69
Y X G X E	2	-	-	0,96
Y X G X A	4	-	-	0,38
Y X E X A	8	-	-	1,47
G X E X A	8	0,37	0,44	0,38
Y X G X E X A	8	-	-	0,44
Hata	174			
Genel	239			

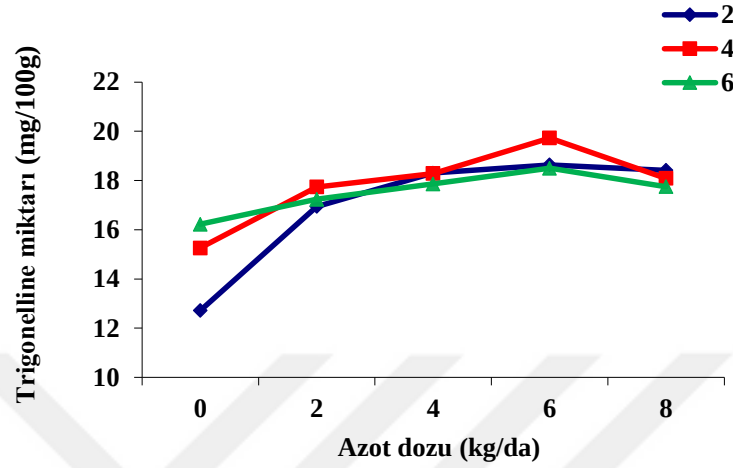
* İşaretili F değerleri %5, ** işaretili F değerleri ise %1 ihtimal seviyesinde önemlidir.

2016 ürün yılında faktörlerin ortalaması olarak, trigonelline miktarı Türkiye genotipinde 16,554 mg/100g olurken, İran genotipinde ise 18,338 mg/100g olarak gerçekleşmiş ve genotipler arasında trigonelline miktarı bakımından ortaya çıkan bu farklılık istatistiki olarak % 1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Tablo 33 ve Tablo 34).

Aynı ürün yılında, trigonelline miktarı üzerine farklı ekim normu uygulamalarının etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Tablo 33). Tablo 34'ün incelenmesinden görüleceği üzere 4 kg/da ekim normu en yüksek trigonelline miktarına (18,721 mg/100) yol açmış, 2 ve 6 kg/da ekim normuna ait değerler ise sırasıyla 17,003 ve 17,513 mg/100g olarak gerçekleşmiştir.

Genotiplerde olduğu gibi farklı azot dozlarının da birinci araştırma yılında, çemen bitkisinde trigonelline miktarı üzerine etkisi %1 ihtimal düzeyinde önemli olmuştur (Tablo 33). Dekara 6 kg'a kadar N seviyelerinin artmasıyla birlikte trigonelline miktarıda artmıştır. Trigonelline miktarı dekara 0 ve 2 kg N seviyesinde en düşük (14,732 ve 17,307 mg/100g), 4, 6 ve 8 kg N seviyelerinde ise sırasıyla 18,150, 18,953 ve 18,088 mg/100g'lik ortalamalarla en yüksek sonuçları vermiştir (Tablo 34).

2016 ürün yılında, ekim normlarının trigonelline miktarı üzerine etkisi azot uygulamalarına göre farklı tepkiler göstererek, ekim normu x azot dozu interaksyonunu önemli çıkmasına sebep olmuştur (Tablo 33). Söz konusu interaksyonun oluşumunda, trigonelline miktarı özellikle 2 kg'lık ekim normunda artan azot seviyelerine karşı diğer ekim normlarına göre 6 kg N dozuna karşı belirgin bir artış göstermiştir (Tablo 34, Şekil 69).



Şekil 69. Trigonelline miktarı ait ekim normu x azot dozu interaksyonu

Genotipler arasında 2016 yılında olduğu gibi, araştırmanın ikinci yılında da trigonelline miktarları bakımından farklılıklar tespit edilmiş, yapılan varyans analizi sonucunda bu farklılıklar $p < 0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Tablo 33). Bu deneme yılında da trigonelline miktarı İran genotipinde daha yüksek bulunmuştur. İran genotipinde 15,237 mg/100g olan bu değer, Türkiye genotipinde 14,043 mg/100g olarak tespit edilmiştir (Tablo 34).

2017 ürün yılında faktörlerin ortalaması olarak, trigonelline miktarı dekara 2, 4 ve 6 kg ekim normu uygulamalarında sırasıyla 14,463, 14,838 ve 14,620 mg/100g olarak gerçekleşmiş ve ekim normları arasında trigonelline bakımından oluşan bu farklılık istatistiki olarak önemsiz olmuştur (Tablo 33 ve Tablo 34).

Azot dozlarının ortalaması olarak çemen genotiplerinin tanelerindeki trigonelline miktarları çoklu karşılaştırma testi sonucunda 3 farklı grup oluşturmuştur. Araştırmada 0, 2, 4, 6 ve 8 kg/da'lık azot dozları uygulanan çemen genotiplerinin trigonelline miktarları sırasıyla 14,012, 14,601, 14,788, 15,505, 14,296 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Azot dozlarının çemende trigonelline miktarları üzerine olan etkisi çok önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Tablo 33). En düşük trigonelline miktarı kontrol parsellerinde belirlenmiş artan azot dozları ile birlikte artmış ve dekara 6 kg N uygulamasından sonra azalmıştır (Tablo 34).

Tablo 34. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Ortalama Trigonelline Miktarı (mg/100g)

Yıl	Genotip	Ekim Normu (kg/da)	Azot Dozları (kg/da)					Ortalama
			0	2	4	6	8	
2016	Türkiye	2	11,269	16,112	17,806	18,296	17,503	16,197
		4	14,465	16,554	18,054	18,972	16,746	16,958
		6	14,536	16,460	17,466	17,354	16,716	16,506
		Ortalama	13,423	16,375	17,775	18,207	16,988	16,554 b
	İran	2	14,161	17,773	18,805	18,978	19,332	17,810
		4	16,055	18,928	18,515	20,483	19,436	18,683
		6	17,906	18,015	18,252	19,637	18,793	18,520
		Ortalama	16,040	18,239	18,524	19,699	19,187	18,338 a
	Genotip ortalama	2	12,715	16,943	18,306	18,637	18,417	17,003 b
		4	15,260	17,741	18,284	19,727	18,091	17,821 a
		6	16,221	17,237	17,859	18,496	17,754	17,513 ab
	Genel Ortalama		14,732 d	17,307 c	18,150 ab	18,953 a	18,088 ab	17,446 a
2017	Türkiye	2	12,759	13,237	13,676	14,996	13,837	13,701
		4	13,692	14,986	14,205	14,470	13,262	14,123
		6	13,263	14,012	15,017	15,248	13,992	14,306
		Ortalama	13,238	14,078	14,299	14,905	13,697	14,043 b
	İran	2	14,645	15,242	14,276	16,632	15,333	15,225
		4	14,939	15,143	15,895	16,375	15,411	15,552
		6	14,777	14,984	15,660	15,312	13,941	14,935
		Ortalama	14,787	15,123	15,277	16,106	14,895	15,237 a
	Genotip ortalama	2	13,702	14,239	13,976	15,814	14,585	14,463
		4	14,315	15,065	15,050	15,422	14,337	14,838
		6	14,020	14,498	15,338	15,280	13,966	14,620
	Genel Ortalama		14,012 b	14,601 ab	14,788 ab	15,505 a	14,296 b	14,640 b
Ortalama	Türkiye	2	12,014	14,675	15,741	16,646	15,670	14,949
		4	14,079	15,770	16,130	16,721	15,004	15,541
		6	13,900	15,236	16,242	16,301	15,354	15,406
		Ortalama	13,331	15,227	16,037	16,556	15,343	15,299 b
	İran	2	14,403	16,507	16,540	17,805	17,332	16,518
		4	15,497	17,036	17,205	18,429	17,423	17,118
		6	16,341	16,499	16,956	17,475	16,367	16,727
		Ortalama	15,414	16,681	16,900	17,903	17,041	16,788 a
	Genotip ortalama	2	13,208	15,591	16,141	17,225	16,501	15,733 b
		4	14,788	16,403	16,667	17,575	16,214	16,329 a
		6	15,120	15,868	16,599	16,888	15,860	16,067 ab
	Genel Ortalama		14,372 c	15,954 b	16,469 b	17,229 a	16,192 b	16,043

Aynı harfle işaretlenen ortalamalar birbirinden farklıdır.

LSD: 2016 ExA:20,13; Yıl. Ort. YxA:11,96

Yılların birlikte varyans analizi sonuçları (Tablo 33), trigonelline miktarları bakımından yıl, genotip ve azot dozunun %1 ihtimal seviyesinde, ekim normunun ise %5 ihtimal seviyesinde önemli etkilere sahip olduğunu göstermiştir. Birlikte analizde ayrıca yıl x azot dozu interaksyonu çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Tablo 34 incelendiğinde, deneme faktörlerinin ortalaması olarak, 2016 yılındaki trigonelline miktarı (17,446 mg/100g) 2017 yılına göre daha yüksek (14,640 mg/100g) olmuştur. Trigonelline miktarı bakımından deneme yılları arasında oluşan farklılıklar $p<0.01$ ihtimal düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 33). Trigonelline miktarının yıllara göre değişmesi beklenen bir durumdur. Nitekim, Salehi *et al.* (2019) ve Baghbani-Arani *et al.* (2017) ekolojik koşullara bağlı olarak trigonelline miktarının ürün yıllarına göre farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir.

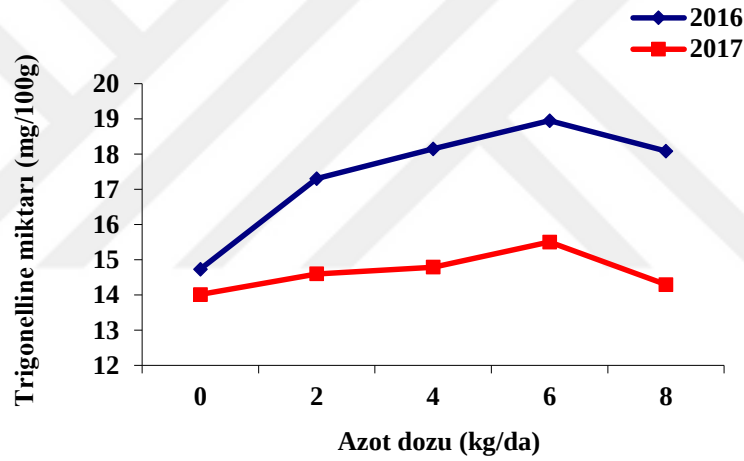
Araştırmada genotipler trigonelline miktarları üzerine önemli etkide bulunmuş ve deneme faktörlerinin ortalaması olarak İran genotipindeki trigonelline miktarı (16,788 mg/100g) Türkiye genotipinden (15,299 mg/100g) yüksek olmuştur (Tablo 34). Tıbbi bitkilerin kimyasal bileşenlerinin genetik, agronomik çalışmalar ve çevresel faktörlerden etkilendiği ortak bir anlayıştır. Hassanzadeh *et al.* (2011), genotipler arasında trigonelline miktarı bakımından farklılıkların istatistiki olarak önemli olduğunu bildirmişlerdir. Nitekim, araştırmamızda genotipler arasında 1,194 mg/100g'lik bir fark oluşmuş, bu farklılık istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Tablo 33). Hassanzadeh *et al.* (2011) trigonelline miktarının 33 farklı genotipte % 0,089-0,256 arasında değişim gösterdiğini gözlemlemişlerdir.

Birleşik analizde, ekim normu uygulamaları trigonelline miktarı üzerine istatistiki olarak %5 ihtimal seviyesinde önemli etkide bulunmuştur (Tablo 33). Dekara 4 kg ekim normu en yüksek trigonelline miktarı (16,329 mg/100g) dekara 4 kg ekim normunda belirlenmiş, 2 ve 6 kg/da ekim normlarında trigonelline miktarı sırasıyla 15,733 ve 16,067 mg/100g olarak gerçekleşmiştir.

Deneme yıllarının ve faktörlerin ortalaması olarak, trigonelline miktarı kontrol parsellerinde en düşük (14,372 mg/100g), dekara 6 kg azot verilen parsellerde ise en yüksek (17,229 mg/100g) olmuştur. Buna göre, azotun dekara 6 kg'a çıkmasıyla trigonelline miktarında önemli artışlar olduğu, 8 kg N dozu (16,192 mg/100g) hariç artan azot dozunun trigonelline miktarını arttırdığı tespit edilmiştir (Tablo 34). Trigonelline miktarı bakımından azot dozu uygulamaları arasındaki farklılık $p<0.01$ seviyesinde çok önemli bulunmuştur (Tablo 33). Hücre düzenleyicisi olarak işlev gören ve bir piridin betain olan trigonelline, çeşitli streslere karşı birikebilmektedir (Pfeiffer *et al.* 2001). Trigonellinin bir alkaloid olması ve komplike azotlu bileşiklerden sentezlenmesi azot dozları arasındaki bu farklılığı açıklar

niteliktedir. Öte yandan, Abbasdokht *et al.* (2016), azotlu gübre uygulamalarının, kontrol ile karşılaştırıldığında trigonelline miktarının artmasında etkili olduğunu ve trigonelline miktarların 1.978-2.763 mg/g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Diğer bir çalışmada (Dadrasan *et al.* 2015) ise çemen bitkisinde trigonelline miktarının NPK gübre uygulaması ile arttığı rapor edilmiştir. Ayrıca, Kan vd (2007) azot ve fosfor kaynağı olarak kullanılan ticari mineral gübrelerin (DAP) yüksek dozları trigonelline miktarını artırmadığını ve 5 kg/da dozunun uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Azot uygulamalarının trigonelline miktarı üzerine etkisinin yıllara göre farklılık göstermesi yıl x azot interaksyonunun istatistiki olarak % 1 önemli çıkmasına neden olmuştur (Tablo 33). Genotip ve ekim normu uygulamalarının ortalaması olarak, trigonelline miktarları bakımından azotun dekara 6 kg' a çıkarılması ile araştırmanın ilk yılında 4,221 mg/100g' lık bir artış gözlemlenirken, araştırmanın ikinci yılında bu artış 1,493 mg/100g olmuş ve bu durum yıl x azot dozu interaksyonunun önemli çıkmasına yol açmıştır (Tablo 34, Şekil 70).



Şekil 70. Trigonelline miktarına ait yıl x azot dozu interaksyonu

Diosgenin Oranı (%)

Farklı ekim normların ve azot dozu uygulamasında çemen genotiplerinin tohumlarındaki diosgenin oranına ait varyans analiz sonuçları Tablo 35’de, tespit edilen değerler ise Tablo 36’da verilmiştir.

Diosgenin oranı üzerine araştırmanın birinci yılında tüm varyasyon kaynaklarının önemli etkileri olduğu belirlenirken, araştırmanın ikinci yılında yıl, genotip, ekim normu, azot dozu uygulamalarının ve genotip x ekim normu x azot dozu interaksyonunun önemli olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan, yılların birlikte analizi sonucunda ise yıl, genotip, ekim normu, azot dozu uygulamaları, yıl x genotip, yıl x azot dozu, genotip x azot dozu, ekim normu x azot dozu, yıl x ekim normu x azot dozu, genotip x ekim normu x azot dozu ve yıl x genotip x ekim

normu x azot dozu interaksyonlarının diosgenin oranı üzerine önemli etkide bulunduğu tespit edilmiştir (Tablo 35).

Tablo 35. Farklı Ekim Normu ve Azot Dozu Uygulamalarında Çemen Genotiplerinin Diosgenin Oranına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Diosgenin oranı		
		F Değerleri		
		2016	2017	Ortalama
Yıl (Y)	1			33,44**
Genotip (G)	1	136,92**	46,35**	162,99**
Ekim Normu (E)	2	19,32**	7,73**	24,10**
Azot Dozu (A)	4	24,99**	7,86**	26,95**
Y X G	1			5,73*
Y X E	2			1,08
Y X A	4			3,15*
G X E	2	4,28*	0,46	2,29
G X A	4	9,01**	2,09	8,81**
E X A	8	4,89**	1,88	4,07**
Y X G X E	2			1,84
Y X G X A	4			1,17
Y X E X A	8			2,21*
G X E X A	8	6,26**	2,73*	5,87**
Y X G X E X A	8			2,56*
Hata	174			
Genel	239			

* İşaretli F değerleri %5, ** işaretli F değerleri ise %1 ihtimal seviyesinde önemlidir.

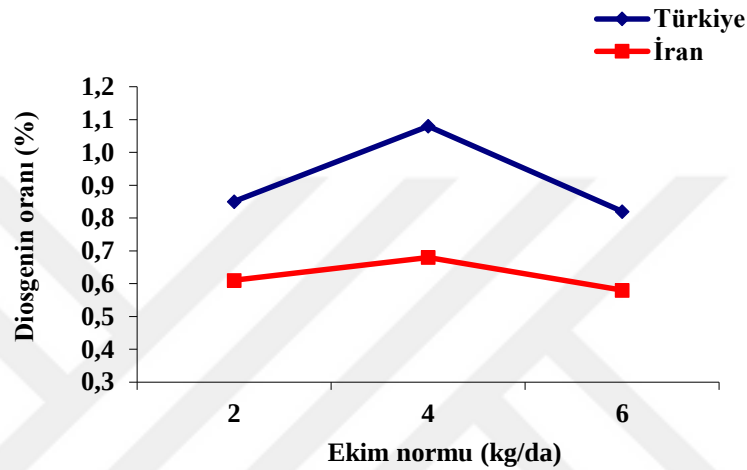
Araştırmanın birinci ve ikinci yıllarında genotipler, diosgenin oranı üzerine çok önemli ($p<0.01$) etkide bulunmuştur (Tablo 35). Diosgenin oranı, araştırmanın birinci yılında Türkiye genotipinde %0,92, İran genotipinde %0,62; ikinci yılında ise Türkiye genotipinde %0,76, İran genotipinde ise %0,56 olarak gerçekleşmiş, her iki araştırma yılında da Türkiye genotipinin İran genotipinden daha yüksek diosgenin oranına sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 36).

Diosgenin oranı, denemenin yürütüldüğü 2016 yılında ekim normu uygulamalarına göre dekara 2, 4 ve 6 kg ekim normunda sırasıyla %0,73, 0,88 ve 0,70 olarak gerçekleşmiş, 2017 yılında ise söz konusu ekim normlarında %0,65, 0,73 ve 0,59 olmuştur. Her iki araştırma yılında da ekim normu uygulamalarının diosgenin oranı üzerindeki etkisi %1 ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Tablo 35 ve Tablo 36).

Her iki deneme yılında da, farklı azot seviyeleri ile yapılan uygulamaların diosgenin oranı üzerindeki etkisi $p<0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Tablo 35). Genotip ve azot dozu uygulamalarının ortalaması olarak, 2016 yılında diosgenin oranı bakımından dekara 0, 2, 4, 6 ve 8 kg N uygulamaları sırasıyla %0,64, 0,74, 0,89, 0,94 ve 0,64 diosgenin oranlarına sahip olmuştur. Araştırmanın birinci yılında olduğu gibi, ikinci yılda da gübresiz kontrol parselleri %0,57 ile en düşük diosgenin oranına sahip olmuşlardır. Diosgenin oranları, dekara 2, 4, 6 ve 8 kg azot uygulamalarında sırasıyla %0,58, 0,77, 0,74 ve 0,63 olarak belirlenmiştir. Her iki

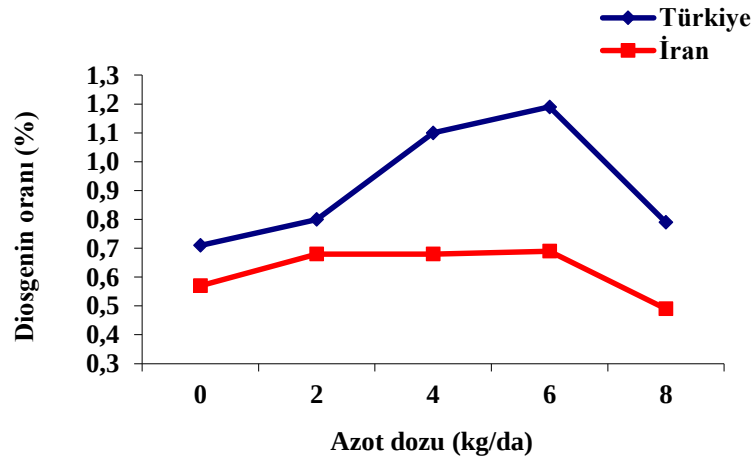
araştırma yılında da 4 kg/da N uygulamasının dekara 6 kg N uygulaması ile arasındaki farklılıklar önemsiz olmuş ve bu grubun diğer azot uygulamaları (0, 2 ve 8 kg/da) ile aralarındaki farklılıklar ise önemli olmuştur (Tablo 36).

Birinci ürün yılında genotip x ekim normu interaksyonun önemli ($p<0.05$) çıkmasında (Tablo 35), Türkiye genotipinin ekim normunun 2 kg'da 4 kg'a çıkarılmasıyla tespit edilen diosgenin oranındaki artış ile ekim normunun 4 kg'dan 6 kg'a arttırılmasıyla belirlenen diosgenin oranındaki azalış trendinin İran genotipine göre daha belirgin olması bu interaksyonda etkili olmuştur (Tablo 36, Şekil 71).



Şekil 71. Diosgenin oranına ait genotip x ekim normu interaksyonu

Denemenin birinci yılında çemen genotiplerinin farklı azot seviyelerinde sahip oldukları diosgenin oranları farklı bulunmuştur. Bu farklılık genotip x azot dozu interaksyonunun %5 ihtimal seviyesinde önemli çıkmasına sebep olmuştur (Tablo 35). Azot dozunun 2 kg'dan 4 ve 6 kg dozuna çıkarılmasıyla Türkiye genotipinde diosgenin oranında belirgin bir artış olurken İran genotipinde bu dozlardaki diosgenin oranlarında neredeyse hiçbir değişim olmamıştır (Tablo 36, Şekil 72).



Şekil 72. Diosgenin oranına ait genotip x azot dozu interaksyonu

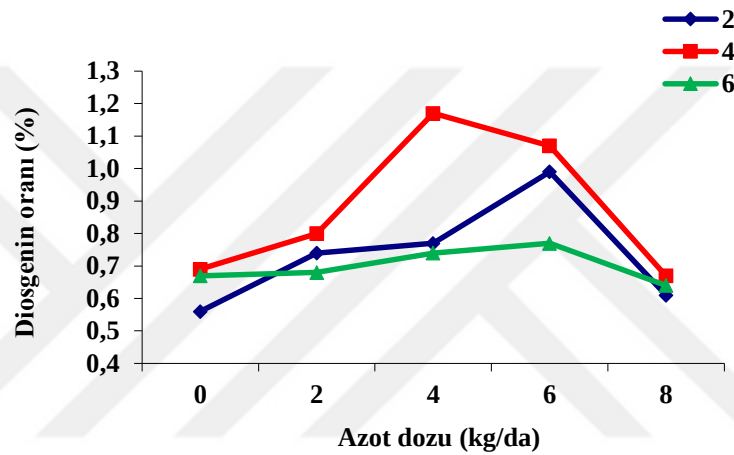
Tablo 36. Farklı Ekim Normu ve Azot Seviyelerinde Çemen Genotiplerinin Ortalama Diosgenin Oranları (%)

Yıl	Genotip	Ekim Normu (kg/da)	Azot Dozları (kg/da)					Ortalama
			0	2	4	6	8	
2016	Türkiye	2	0,57	0,71	0,91	1,23	0,83	0,85
		4	0,77	0,93	1,58	1,44	0,68	1,08
		6	0,79	0,76	0,81	0,91	0,86	0,82
		Ortalama	0,71	0,80	1,10	1,19	0,79	0,92 a
	İran	2	0,54	0,77	0,62	0,75	0,38	0,61
		4	0,61	0,66	0,76	0,70	0,67	0,68
		6	0,56	0,61	0,67	0,62	0,42	0,58
		Ortalama	0,57	0,68	0,68	0,69	0,49	0,62 b
	Genotip ortalama	2	0,56	0,74	0,77	0,99	0,61	0,73 b
		4	0,69	0,80	1,17	1,07	0,67	0,88 a
		6	0,67	0,68	0,74	0,77	0,64	0,70 b
	Genel Ortalama		0,64 c	0,74 b	0,89 a	0,94 a	0,64 c	0,77 a
2017	Türkiye	2	0,49	0,54	1,02	1,08	0,72	0,77
		4	0,72	0,72	0,94	0,95	0,84	0,84
		6	0,68	0,59	0,67	0,66	0,75	0,67
		Ortalama	0,63	0,62	0,88	0,89	0,77	0,76 a
	İran	2	0,52	0,58	0,60	0,62	0,36	0,54
		4	0,71	0,53	0,75	0,56	0,58	0,63
		6	0,30	0,49	0,63	0,57	0,55	0,51
		Ortalama	0,51	0,53	0,66	0,58	0,50	0,56 b
	Genotip ortalama	2	0,50	0,56	0,81	0,85	0,54	0,65 b
		4	0,72	0,63	0,85	0,76	0,71	0,73 a
		6	0,49	0,54	0,65	0,61	0,65	0,59 b
	Genel Ortalama		0,57 b	0,58 b	0,77 a	0,74 a	0,63 b	0,66 b
Ortalama	Türkiye	2	0,53	0,63	0,96	1,15	0,77	0,81
		4	0,75	0,83	1,26	1,20	0,76	0,96
		6	0,73	0,67	0,74	0,78	0,80	0,75
		Ortalama	0,67	0,71	0,99	1,04	0,78	0,84 a
	İran	2	0,53	0,68	0,61	0,69	0,37	0,57
		4	0,66	0,60	0,76	0,63	0,62	0,65
		6	0,43	0,55	0,65	0,59	0,49	0,54
		Ortalama	0,54	0,61	0,67	0,64	0,49	0,59 b
	Genotip ortalama	2	0,53	0,65	0,79	0,92	0,57	0,69 b
		4	0,70	0,71	1,01	0,91	0,69	0,81 a
		6	0,58	0,61	0,70	0,69	0,64	0,64 b
	Genel Ortalama		0,60 b	0,66 b	0,83 a	0,84 a	0,64 b	0,71

Aynı harfle işaretlenen ortalamalar birbirinden farklıdır.

LSD: 2016 GxE:0,12, GxA:0,14, ExA:0,18, GxExA:0,25; 2017 GxExA:0,30; Yıl. Ort. YxG:0,08, YxA:0,11, GxA:0,11, ExA:0,14, YxExA:0,20, GxExA:0,20, YxGxExA:0,27

2016 yılında farklı ekim normlarında, azot dozlarına göre diosgenin oranında tespit edilen değerlerin azalma ve artma eğilimlerinin farklı olması, ekim normu x azot dozu interaksiyonunun $p<0,01$ seviyesinde önemli çıkmasına neden olmuştur (Tablo 35). Dekara 2, 4 ve 6 kg N seviyelerinde, 2 ve 6 kg/da ekim normlarında diosgenin oranında giderek bir artış olurken, 4 kg/da ekim normunda bu artış 4 kg N dozuna kadar devam etmiş ve daha sonra azalmıştır. Azotun dekara 4 kg uygulandığı parsellerde diosgenin oranı, 2 ve 6 kg/da hemen hemen aynı sonuçları verirken (sırasıyla %0,77 ve 0,74), 4 kg/da ekim normunda (%1,17) tepkisi farklı bulunmuştur. Öte yandan, azot dozunun 6 kg'dan 8 kg'a çıkarılmasıyla, 6 kg/da ekim normunun göstermiş olduğu azalış diğer ekim normlarına göre oldukça düşük olmuştur (Tablo 36, Şekil 73).



Şekil 73. Diosgenin oranına ait ekim normu x azot dozu interaksiyonu

Tablo 35'deki varyans analiz sonuçları, diosgenin oranı yönünden araştırma yılları arasında istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) farklılık olduğunu göstermiştir. Deneme faktörlerinin ortalaması olarak, diosgenin oranı 2017 yılında (%0,66), 2016 yılına göre (%0,77) daha düşük olmuştur (Tablo 36). Yıllar arasında diosgenin oranı açısından ortaya çıkan bu farklılık iklim koşullarından kaynaklanmış olabilir. En düşük diosgenin oranı, birinci yıla oranla oldukça daha az yağış alan 2017 yılında kaydedilmiştir. Nitekim, Baričević and Zupančič (2008) çemende yürütmüş olduğu çalışmada kuraklık stresinin diosgenin oranını azalttığını bildirmişlerdir. Ayrıca, yıllar arasında diosgenin oranı bakımından farklılıklar olduğu birçok araştırmacı tarafından da tespit edilmiştir (Chaudhary 2007; Giridhar *et al.* 2016).

Birleşik analizde, diosgenin oranı Türkiye genotipinde %0,84, İran genotipinde ise %0,59 olarak gerçekleşmiş (Tablo 36) ve yapılan varyans analizi neticesinde, genotiplerin diosgenin oranına %1 ihtimal seviyesinde çok önemli etkide bulunduğu tespit edilmiştir (Tablo 35). Çemen bitkisi, steroidallı hormonların üretimi için hammadde kaynağı olarak rapor edilmiştir (Chaudhary *et al.* 2018). Steroidal saponin olan diosgenin, tıbbi kullanımlar için farmakoloji alanında birçok kez araştırma konusu olmuştur. Ancak agronomik uygulamaların

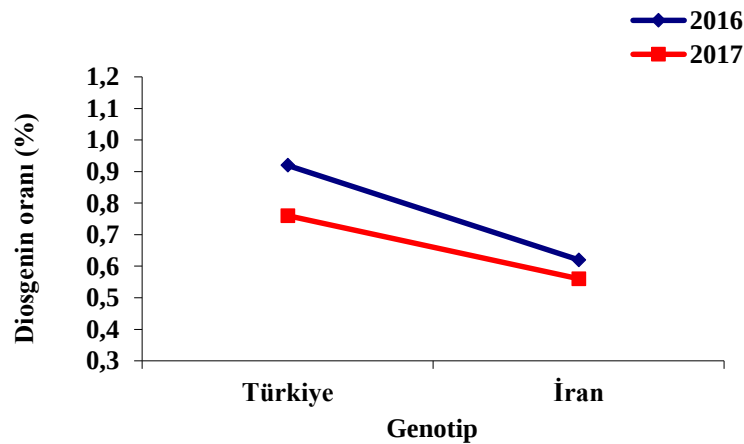
çemen bitkisindeki diosgenin oranı üzerine etkisi ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlıdır. Lee (2009), çemen bitkisinde steroidal saponinlerin embriyoda hücre duvarlarında furostanol glikozit olarak lokalize olmuş şekilde testa ve endosperm içerisinde bulunduğunu ve dolayısıyla küçük tohumların diosgenin içeriğinin daha az olduğu ve diosgenin oranı ile bin tane ağırlığı arasında pozitif bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Bu bilgi doğrultusunda diosgenin oranı yüksek olan Türkiye genotipi, bin tane ağırlığı olarak İran genotipine göre oldukça yüksek çıkmıştır. Bu husus, kullanılan genotipler arasındaki farkın istatistiki olarak önemli çıkmasını açıklar niteliktedir. Provorov *et al.* (1996) 31 farklı çemen genotipinde en düşük diosgenin oranının % 1.14 ile Ukrayna genotipinde, en yüksek diosgenin oranının ise %1,64 ile Polonya genotipinde olduğunu bildirmişlerdir. Król-Kogus *et al.* (2018) çemen genotiplerinde diosgenin oranını, Polonya genotipinde %0,18, Cezayir genotipinde ise %0,13 olarak bulmuşlar ve çalışmamıza göre oldukça düşük değerler elde etmişlerdir. Farklı çemen genotipleri kullanılarak yürütülen çalışmalarda; Kanada’da % 0,38-0,79 (Taylor *et al.* 2000), % 0,32-0,64 (Taylor *et al.* 2002), %0,50-0,81 (Lee 2009), İsviçre’de %0,097-0,159 (Kaufmann *et al.* 2007), Hindistan’da % 0,113-0,135 (Laila *et al.* 2014), %0,52-0,97 (Giridhar *et al.* 2016) ve %0,35-0,78 (Saxena *et al.* 2017) arasında değiştiği rapor edilmiştir. Ayrıca Taylor *et al.* (2002) ve Lee, (2009) araştırmalarında materyal olarak kullandığı İran genotipindeki diosgenin oranının sırasıyla, %0,53 ve %0,50 olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçların, bizim sonuçlarımızla paralellik arz ettiği ve genotip farklılıklarının diosgenin oranına önemli etkide bulunduğu görülmektedir.

Tablo 36’ dan anlaşılabacağı üzere değişik ekim normlarında yetiştirilen çemen genotiplerinde en yüksek diosgenin oranı (% 0,81) 4 kg/da ekim normundan elde edilmiş olup, bunu %0,69 ile 2 kg/da’ lık ekim normu takip etmiştir. Ayrıca 6 kg/da ekim normu uygulamasında %0,64 ile en düşük diosgenin oranı değeri elde edilmiştir. Ekim normu uygulamalarının diosgenin oranı üzerine etkilerinin $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir (Tablo 35). Chaudhary (2007), çemen bitkisinde metrekaresindeki bitki sayısı arttıkça diosgenin oranında artışların olduğunu tespit etmiş, ve bu artışlarda ilgili çalışmada uygulanan NPK gübrelerinin de etkisinin olduğunu bildirmiştir.

Deneme yıllarının ve faktörlerin ortalaması olarak, azot seviyelerinin diosgenin oranı üzerine etkilerinin $p < 0.01$ seviyesinde önemli olduğu görülmektedir (Tablo 35). Diosgenin oranı, azotun 4 ve 6 kg/da dozlarında sırasıyla % 0,83 ve 0,84 ‘lük ortalamalarla en yüksek, azot verilmeyen parsellerde ise en düşük (%0,60) düzeyde olmuştur (Tablo 36). Oldukça hareketli bir element olan azotun, doğrudan veya dolaylı olarak ikincil metabolitlerin üretiminde rol oynadığı bilinmektedir (Mehra and Kamal, 1995). Yüksek azot dozları vejetatif kısımların büyümesini teşvik ederken çok fazla yaprak oluşumu nedeniyle alttaki yaprakların

daha az ışık almalarına neden olmaktadır (Marschner 2012). Nitekim, Narula *et al.* (2005)'da gerekli ışık kullanımının azalması durumunda ikincil metabolitlerin üretiminin azaldığını ifade etmişlerdir. Kullanılan 4 ve 6 kg/da azot dozunun kontrol parsellerine göre yüksek diosgenin oranı içermesi ise azotun belli bir eşik değerine kadar biomasın artması sonucu fotosentez oranı ve karbon fiksasyon seviyesinin arttırması ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Nitekim, Shams *et al.* (2014), en yüksek diosgenin oranını %0,64 ile 10 kg/da azot uygulamasında (üre), en düşük diosgenin oranını ise %0,38 ile azot uygulanmayan kontrol parsellerinden elde etmişlerdir. Genel olarak, 10 kg/da dozuna kadar artış gösteren diosgenin oranı, sonraki dozlarda belli bir eşik değerini geçerek azalış göstermiş ve çalışmamızla benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Elde ettiğimiz bulgular, Mehra and Kamal (1995) tarafından bildirilen 4 kg/da'a kadar artan azot dozunun diosgenin oranını arttırdığı sonucu ile de uyum göstermektedir. Öte yandan, Zupančič *et al.* (2001) azotun 3 kg/da 'a kadar diosgenin oranını arttırdığını, azot uygulamasının diosgenin oranı üzerinde önemli bir etkisi olmadığını ve sadece genotip farklılıkların önemli olduğunu; Baričević and Zupančič (2002) ise benzer doğrultuda azotlu gübrelemenin diosgenin oranıyla arasında doğrudan bir ilişki olmadığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte bizim sonuçlarımız diosgenin oranının genotiplerden etkilendiğini ve azot dozuna da bağlı olduğunu açıkça göstermektedir.

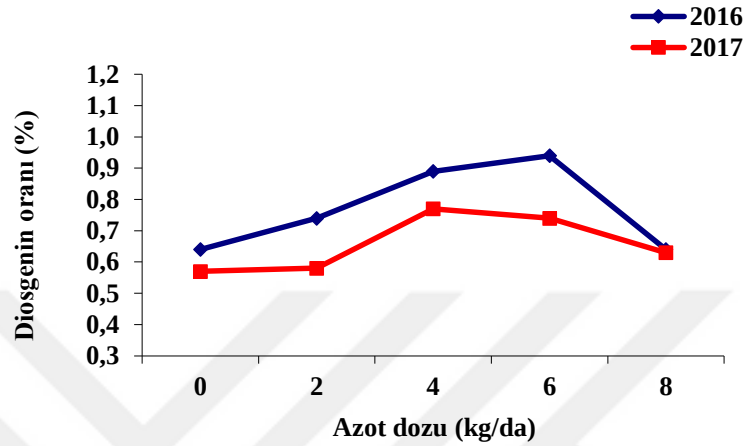
Tablo 35'deki varyans analizi sonuçları, diosgenin oranı bakımından yıl x genotip interaksiyonunun istatistiki olarak %5 ihtimal seviyesinde önemli olduğunu ortaya koymuştur. Her iki deneme yılında da Türkiye genotipinin tohumlarındaki diosgenin oranı İran genotipinden yüksek olmuş ve önemli bir farklılık meydana gelmiştir. Genotiplerin diosgenin oranı bakımından yıllara göre göstermiş olduğu farklılık söz konusu interaksiyonun önemli çıkmasına neden olmuştur (Tablo 36, Şekil 74).



Şekil 74. Diosgenin oranına ait yıl x genotip interaksiyonu

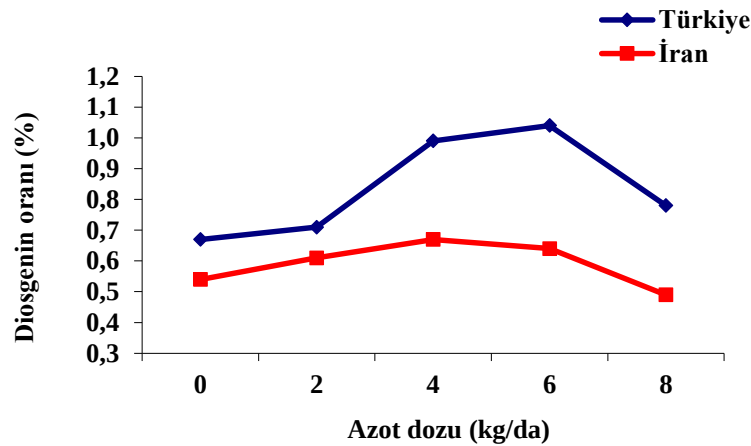
Yılların birlikte analiz edilmesi sonucunda, diosgenin oranı açısından yıl x azot dozu interaksiyonunun istatistiki olarak $p < 0.05$ seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir (Tablo 35).

Araştırmanın ikinci yılında dekara 2 kg N azot uygulaması ile 0 ve 8 kg N uygulamalarının diosgenin oranı birbirine yakın olmuş ve yapılan çoklu karşılaştırma testinde aynı grupta yer almış; araştırmanın ilk yılında ise 2 kg/da N uygulaması söz konusu azot dozları ile farklı grupta yer almıştır. Ayrıca, azot dozunun 4 kg'dan 6 kg'a çıkarılması ile araştırmanın birinci yılında diosgenin oranında artış gözlemlenirken, bu durum araştırmanın ikinci yılında tersi bir reaksiyon göstererek azalmıştır (Tablo 36, Şekil 75).



Şekil 75. Diosgenin oranına ait yıl x azot dozu etkileşimi

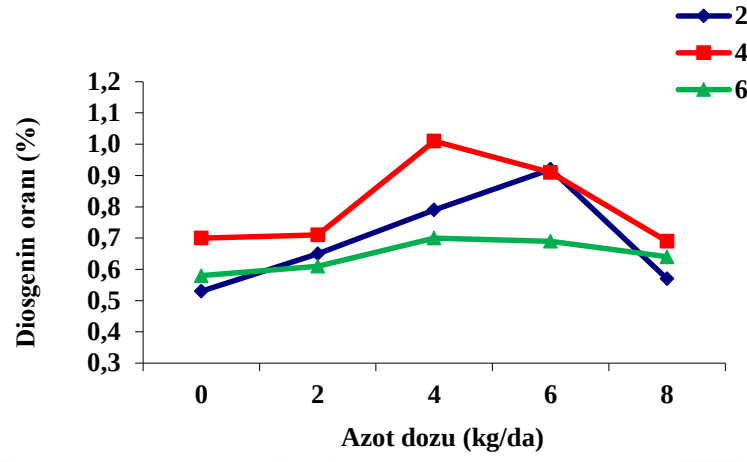
Birleşik analizde, diosgenin oranı açısından genotip x azot dozu etkileşimi çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Tablo 35). Türkiye ve İran genotipinde 0 ve 2 kg N dozlarında benzer tepki alınmış 4 ve 6 kg N dozuna çıkarılması durumunda ise Türkiye genotipinde daha belirgin bir yükseliş gözlenmiştir (Tablo 36, Şekil 76).



Şekil 76. Diosgenin oranına ait genotip x azot dozu etkileşimi

Tablo 35'deki yıllar ortalamasına ait varyans analizi sonuçları, diosgenin oranı bakımından ekim normu x azot dozu etkileşiminin çok önemli olduğunu göstermiştir. Nitekim 2 kg/da ekim normu uygulamasında tohumdaki diosgenin oranı azot seviyelerinin artmasına bağlı olarak 6 kg/da azot dozuna kadar bir artış göstermiştir. Oysa dekara 4 ve 6 kg ekim normu uygulamalarında diosgenin oranı 4 kg/da'lık N dozunda artmış, bu dozdan sonra

azalma eğilimine girmiştir. Diğer taraftan, 4 kg/da ekim normu uygulamasının azot seviyesinin 2 kg'dan 4 kg'a çıkarılmasına karşı diosgenin oranındaki artış değeri diğer ekim normu uygulamalarından daha yüksek olmuştur (Tablo 36, Şekil 77).



Şekil 77. Diosgenin oranına ait ekim normu x azot dozu interaksyonu

SONUÇ ve ÖNERİLER

Çemen insan sağlığı açısından önem arz eden tıbbi özellikleri nedeniyle günümüzde evrensel bir ilgi görmektedir. Bitki, nutrasötik ve farmakolojik özelliklere katkıda bulunan biyoaktif maddeler nedeniyle fonksiyonel gıda olarak da kullanılmaktadır. Çemen bitkisinin potansiyel verimi ve içeriğindeki biyoaktif maddeler genotiplere, çevre faktörlerine ve tarımsal uygulamalara göre değişiklik gösterebilmektedir. Bu çalışma ile geleneksel tıpta ve gıda sektöründe önemli bir ürün olan ve çeşitli kullanım alanlarına sahip çemen bitkisinin, iki farklı genotipinde (Türkiye, İran), farklı ekim normu (2, 4 ve 6 kg/da) ve azot dozlarının (0, 2, 4, 6 ve 8 kg/da) verim, verim unsurları, kalite parametreleri, önemli biyoaktif maddelerine (trigonelline ve diosgenin) etkisi ve elde edilen veriler doğrultusunda önemli teorik eksikliklerin tamamlanması amaçlanmıştır.

İki yıl süreyle (2016 ve 2017) Erzurum koşullarında yürütülen bu çalışmanın sonuçlarına göre; yılların yatma oranı ve hasat indeksi hariç, incelenen diğer tüm parametreler (çiçeklenme zamanı, yetiştirme süresi, bitki boyu, dal sayısı, bakla uzunluğu, bitkide bakla sayısı, baklada tane sayısı, bin tane ağırlığı, tohum verimi, ham protein oranı, ham yağ oranı, yağ verimi, trigonelline miktarı ve diosgenin oranı) üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Araştırmanın birinci yılında, vejetasyon dönemindeki yağış miktarının araştırmanın ikinci yılına göre daha fazla olması ile çemen bitkisinde çiçeklenme zamanı uzamış ve bitkinin daha geç olgunlaşmasına neden olmuştur. Çiçeklenme öncesi ve sonrası dönemindeki yağışın daha az ve düzensiz olduğu araştırmanın ikinci yılı, çemen bitkisinin morfolojik gelişimini ve verim komponentlerini olumsuz yönde etkilemiştir. Bu sonuçlar, ekim normu ve azot dozları uygulamalarından maksimum düzeyde istifade edebilmek için yağışın ve sıcaklığın etkisinin çok önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Birleşik analiz sonucunda, incelenen bütün karakterler yönünden araştırmada kullanılan Türkiye ve İran genotipleri arasındaki farklılıklar bütün parametrelerde önemli düzeyde farklılık göstermiştir. Türkiye genotipinin İran genotipine göre vejetasyon süresinin daha kısa, bin tane ağırlığı, tohum verimi, yağ oranı ve diosgenin oranının daha fazla, yatma oranı, protein oranı ve trigonelline miktarının daha az olduğu belirlenmiştir. Genel olarak, incelenen karakterler bakımından Türkiye genotipinin İran genotipinden daha üstün olduğu kanaatine varılmıştır.

Farklı ekim normlarının, bakla uzunluğu, protein oranı ve yağ oranı hariç diğer bütün karakterler üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ekim normunun artırılması

tohumluk maliyetini arttıran en önemli unsurlardan biridir. Ekim normundaki artışlara bağlı olarak çemenin çiçeklenme süresi kısalmış ve daha erken olgunlaşma gözlenmiştir. Ayrıca, bitki boyu, dal sayısı ve bin tane ağırlığı düzenli olarak azalırken, yatma oranı artmıştır. Ekim normunun dekara 2 kg'dan 4 kg'a çıkarılması tohum verimi, diosgenin oranı ve trigonelline miktarı değerlerinde artışlar sağlarken, dekara atılan tohumluk miktarının 4 kg'dan 6 kg'a çıkarılması bu değerlerde düşüşe sebep olmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, bölge koşullarında çemen bitkisinden maksimum verim alınabilmesi için ekimin dekara 4 kg tohum kullanılarak yapılması gerektiği söylenebilir.

Azot dozları, araştırmada incelenen bütün parametreleri önemli derecede etkilemiştir. Azot dozlarındaki artışlar genel olarak çiçeklenme ve yetiştirme süresini uzatmış, bitki boyu, dal sayısı ve bin tane ağırlığını arttırmış yağ oranını ise azaltmıştır. Bitkide bakla sayısı, baklada tane sayısı 4 kg/da' a, protein oranı 6 kg/da' a kadar artan azot dozlarıyla artış göstermiş, bu azot seviyelerinden sonra ise düşüşler meydana gelmiştir. Diosgenin oranı ve trigonelline miktarı 6 kg/da' a kadar artan azot dozlarına olumlu tepki vererek en yüksek değere ulaşmış fakat azot dozunun 8 kg/da' a çıkarılmasıyla azalış trendi göstermiştir. Her iki deneme yılında ve yıllar ortalamasında, tohum verimi 4 kg/da azot dozuna kadar artış göstermiş ve en fazla verim bu azot dozundan elde edilmiştir. Azotun 2 ve 4 kg'da dozlarından elde edilen tohum verimleri her iki araştırma yılında ve yıllar ortalamasında birbirine yakın olmuştur. Sonuçlar göz önüne alındığında Erzurum ekolojik koşullarında çemen yetiştiriciliğinde tohum verimi bakımından 2 kg/da N dozunun, sekonder metabolit (trigonelline ve diosgenin) üretimi bakımından 4 kg/da N dozunun yeterli olduğu sonucuna varılmıştır.

Ayrıca, mekanizasyona uygun oluşu, kısa vejetasyon süresi ve daha az maliyet nedeniyle çemen üretiminin, diosgenin üretiminde geleneksel yöntem olarak kabul edilen *Dioscorea* familyasındaki bitkilere nazaran daha uygun bir alternatif olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abbasdokht, H., Chaichi, M.R., Asadi, S., Nazari, M., Manafi Noran, M. and Khademi, H.R., 2016. Effects of types of nitrogenous fertilizer (biological, chemical, integrative) and cropping mixes on some forage-medicine characteristics in additive intercropping of sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) with fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). Archives of Agronomy and Soil Science, 62(12), 1741-1752.
- Acharya, S.N., Thomas, J.E. and Basu, S.K., 2008. Fenugreek, an alternative crop for semiarid regions of North America. Crop Science, 48(3), 841-853.
- Ahari, D.S., Kashi, A.K., Hassandokht, M.R., Amri, A. and Alizadeh, K., 2009. Assessment of drought tolerance in Iranian fenugreek landraces. Journal of Food, Agriculture and Environment, 7(3-4), 414-419.
- Akhalkatsi, M. and Lösch, R., 2005. Water limitation effect on seed development and germination in *Trigonella coerulea* (Fabaceae). Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, 200(6), 493-501.
- Aljuhaimi, F., Şimşek, Ş., Özcan, M.M., Ghafoor, K. and Babiker, E.E., 2018. Effect of location on chemical properties, amino acid and fatty acid compositions of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) seed and oils. Journal of Food Processing and Preservation, 42(4), 13569.
- Allard, R.W., 1960. Selection under self-fertilization. Principles of Plant Breeding, John Wiley & Sons, Inc, 55.
- Annicchiarico, P. and Iannucci, A., 2008. Adaptation strategy, germplasm type and adaptive traits for field pea improvement in Italy based on variety responses across climatically contrasting environments. Field Crops Research, 108(2), 133-142.
- Anonim, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). Bitkisel Üretim İstatistikleri, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (18.12.2019)
- Anonymous 2012. Indian Horticulture Database, Ministry of Agric. Government of India. www.nhb.gov.in (10.05.2019)
- Anonymous, 2005. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Trade In Medicinal Plants Raw Materials, Tropical and Horticultural Products Service Commodities and Trade Division. <http://www.fao.org/3/a-af285e.pdf> (12.12.2019)
- Anonymous, 2020. World Health Organization (WHO). Traditional, Complementary and Integrative Medicine, https://www.who.int/health-topics/traditional-complementary-and-integrative-medicine#tab=tab_1 (12.02.2020)
- Arslan, N., 1994. Tohumluk miktarı ve sıra arası mesafenin çemenin bazı özelliklerine etkisi. Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 3(1), 63-71
- Arslan, N., Tekeli, S., Gençtan, T., 1989. Değişik yörelere ait çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) populasyonlarının tohum verimleri. VIII. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı Bildiri Kitabı İstanbul. Cilt. II: 93-97.
- Arya, R., Singh, D.C., Tiwari, R.C. and Tripathi, B.M., 2016. An overview of ethnomedicine and future aspect of ethnomedicinal plants. International Journal of Ayurveda and Pharma Research, 4, 29-33.
- Ayanoğlu, F. ve Mert, A., 1999. Hatay şartlarında çemenin verim ve verim öğeleri. Turkish Journal of Field Crops, 4(1), 48-52.
- Aydın, A. 2010. Farklı orijinli çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) populasyonlarında bazı önemli morfolojik, fenolojik ve kalite kriterlerinin belirlenmesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Baghbani-Arani, A., Modarres-Sanavy, S.A.M., Mashhadi-Akbar-Boojar, M. and Mokhtassi-Bidgoli, A., 2017. Towards improving the agronomic performance, chlorophyll

- fluorescence parameters and pigments in fenugreek using zeolite and vermicompost under deficit water stress. *Industrial Crops and Products*, 109, 346-357.
- Bairwa, R.C. and Kaushik, M.K., 2010. Response of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) varieties to fertility levels and growth regulators on productivity, profitability and quality. *Journal of Progressive Agriculture*, 1(1), 65-67.
- Balai, O.P., Singh, D. and Jain, U.K. 2006. Genetic variation and character association among yield and yield related traits in fenugreek. *Indian Journal of Agricultural Research*, 40(2), 143-146.
- Banerjee, A. and Kole, P.C., 2004. Analysis of genetic divergence in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 13(2), 49-51.
- Baričević, D. and Zupančič, A., 2002. The impact of drought stress and/or nitrogen fertilization in some medicinal plants. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 9(2-3), 53-64.
- Basch, E., Ulbricht, C., Kuo, G., Szapary, P. and Smith, M., 2003. Therapeutic applications of fenugreek. *Alternative Medicine Review - A Journal of Clinical Therapeutics*, 8(1), 20-27.
- Basu, S.K., Acharya, S.N., Bandara, M.S., Friebe, D. and Thomas, J.E., 2009. Effects of genotype and environment on seed and forage yield in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) grown in western Canada. *Australian Journal of Crop Science*, 3(6), 305.
- Basu, S.K., Zandi, P., Cetzel-Ix, W., 2019. Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.): Distribution, Genetic Diversity, and Potential to Serve as an Industrial Crop for the Global Pharmaceutical, Nutraceutical, and Functional Food Industries. In *The Role of Functional Food Security in Global Health*. 471-497.
- Başbağ, M. ve Tonçer, Ö., 2005. Diyarbakır koşullarında bazı çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) hatlarının verim ve verim kriterlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi. 5-9 Eylül 2005, Antalya. 1117-1122.
- Bismillah, K.M., Aslam, K.M. and Sheikh, M., 2005. Effect of phosphorus levels on growth and yield of fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.) grown under different spatial arrangements. *International Journal of Agriculture and Biology*. 7(3), 504-507.
- Bommi, P.V., Jinturkar, S.P., Barkule, S.R. and Bhosale, A.M., 2010. Effect of graded levels of nitrogen and seed rate on yield and yield parameters of fenugreek (*Trigonella foenum-gracum* Linn) cv. RMT-1. *Asian Journal of Horticulture*, 5(2), 469-471.
- Borrelli, F. and Ernst, E., 2010. Alternative and complementary therapies for the menopause. *Maturitas*, 66(4), 333-343.
- Butler, M.S., 2008. Natural products to drugs: natural product-derived compounds in clinical trials. *Natural product reports*, 25(3), 475-516.
- Chaudhary, P.D., 2007. Effect of crop geometry, balanced fertilisation and agro-chemicals on the productivity, nutrient uptake and residual soil fertility of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Indian Journal of Fertilisers*, 2(12), 51.
- Chaudhary, S., Chikara, S.K., Sharma, M.C., Chaudhary, A., Alam Syed, B., Chaudhary, P.S., Mehta, A., Patel, M., Ghosh, A. and Iriti, M., 2015. Elicitation of diosgenin production in *Trigonella foenum-graecum* (fenugreek) seedlings by methyl jasmonate. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(12), 29889-29899.
- Chauhan, J., Singhal, R.K., Kakralya, B.L., Kumar, S. and Sodani, R., 2017. Evaluation of Yield and Yield Attributes of Fenugreek (*Trigonella foenum graecum*) Genotypes under Drought Conditions, *Indian Journal of Pure & Applied Biosciences*. 5(3), 477-484.
- Cheema, M.A., Malik, M.A., Hussain, A., Shah, S.H. and Basra, S.M.A., 2001. Effects of time and rate of nitrogen and phosphorus application on the growth and the seed and oil yields of canola (*Brassica napus* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 186(2), pp.103-110.
- Chen, Y., Tang, Y.M., Yu, S.L., Han, Y.W., Kou, J.P., Liu, B.L. and Yu, B.Y., 2015. Advances in the pharmacological activities and mechanisms of diosgenin. *Chinese Journal of Natural Medicines*, 13, 578-587.

- Chiang, C.T., Way, T.D., Tsai, S.J. and Lin, J.K., 2007. Diosgenin, a naturally occurring steroid, suppresses fatty acid synthase expression in HER2-overexpressing breast cancer cells through modulating Akt, mTOR and JNK phosphorylation. *FEBS letters*, 581(30), 5735-5742.
- Ciftci, O.N., Przybylski, R., Rudzinska, M. and Acharya, S., 2011. Characterization of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) seed lipids. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 88(10), 1603-1610.
- Çalık, E. 1996. Buyotu (*Trigonella foenum-graecum* L.)'nın kalite kriterlerinin belirlenmesi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Dadrasan, M., Chaichi, M.R., Pourbabae, A.A., Yazdani, D. and Keshavarz-Afshar, R., 2015. Deficit irrigation and biological fertilizer influence on yield and trigonelline production of fenugreek. *Industrial Crops and Products*, 77, 156-162.
- Dangi, R.S., Lagu, M.D., Choudhary, L.B., Ranjekar, P.K. and Gupta, V.S., 2004. Assessment of genetic diversity in *Trigonella foenum-graecum* and *Trigonella caerulea* using ISSR and RAPD markers. *BMC Plant Biology*, 4(1), 13.
- Darlington, C.D. and Wylie, A.P., 1945. Chromosome atlas of flowering plants, 144-147.
- Dashora, A., Maloo, S.R. and Dashora, L.K., 2011. Variability, correlation and path coefficient analysis in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) under water limited conditions. *Journal of Spices and Aromatic crops*, 20(1), 38-42.
- Datta, S., Chatterjee, R. and Mukherjee, S., 2005. Variability, heritability and path analysis studies in fenugreek. *Indian Journal of Horticulture*, 62(1), 96-98.
- Davis, PH, 1982. *Flora of Turkey an The East Aegean Islands*, Edinburg University, Press, 3: 465-482.
- Deepak, M., Lal, S., Singh, K.S.B.A. and Narendra, S., 2000. Response of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) to seed rate, nitrogen and phosphorus fertilizer. *Haryana Journal of Horticultural Sciences*, 29(3/4), 244-246.
- Detroja, H.J., Sukhadia, N.M., Khanpara, V.D., Malavia, D.D. and Kaneria, B.B., 1996. Response of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) to nitrogen, phosphorus and potassium. *Indian Journal of Agronomy*, 41(1), 179-180.
- Dutta, B., Pariari, A. and Khan, A.D.S., 2011. Response of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) to different levels of nitrogen and Rhizobium. *Journal of Crop and Weed*, 7(2), 28-29.
- Elçi, M.Ş. 2010. Farklı çemen (*Trigonella foenum graecum* L.) çeşit ve popülasyonlarının Van ekolojik koşullarında bazı verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Ellis, R.H., 1991. The longevity of seeds. *HortScience*, 26(9), 1119-1125.
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D.B.S.M.A. and Basra, S.M.A., 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. In *Sustainable agriculture* (pp. 153-188). Springer, Dordrecht.
- Fatima, T., Maqbool, K. and Hussain, S.Z., 2018. Potential health benefits of fenugreek. *Journal of Medicinal Plants*, 6(2), 166-169.
- Franks, S.J., Sim, S. and Weis, A.E., 2007. Rapid evolution of flowering time by an annual plant in response to a climate fluctuation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(4), 1278-1282.
- Frederick, J.R., Camp, C.R. and Bauer, P.J., 2001. Drought-stress effects on branch and mainstem seed yield and yield components of determinate soybean. *Crop Science*, 41(3), 759-763.
- Fuller, S. and Stephens, J.M., 2015. Diosgenin, 4-hydroxyisoleucine, and fiber from fenugreek: mechanisms of actions and potential effects on metabolic syndrome. *Advances in Nutrition*, 6(2), 189-197.

- Gangopadhyay, K.K., Yadav, S.K., Gunjeet, K., Meena, B.L., Mahajan, R.K., Mishra, S.K. and Sharma, S.K., 2009. Correlation, path-coefficient and genetic diversity pattern in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). Indian Journal of Agricultural Sciences, 79(7), 521-526.
- Garg, R.C., 2016. Fenugreek: multiple health benefits. In Nutraceuticals (99-617). Academic Press.
- Giridhar, K., Kumari, S.S., Rajani, A., Sarada, C. and Naidu, L., 2016. Identification of potential genotypes of fenugreek in rainfed vertisols for yield and diosgenin content. Indian Journal of Agricultural Research, 50(4), 311-317.
- Guo, P., Baum M., Varshney R. K., Graner A., Grando S., Ceccarelli S. 2008. QTL for chlorophyll and chlorophyll fluorescence parameters in barley under post flowering drought, Euphytica, 163 (2), 203-214.
- Gupta, A., Gupta, R. and Lal, B., 2001. Effect of *Trigonella foenum-graecum* (Fenugreek) seeds on glycaemic control and insulin resistance in type 2 diabetes. Journal of the Association of Physicians of India, 49, 1057-61.
- Gurib-Fakim, A., 2006. Medicinal plants: traditions of yesterday and drugs of tomorrow. Molecular aspects of Medicine, 27(1), 1-93.
- Gurjar, M.; Naruka, I.S. and Shaktawat, R.P.S. (2016). Variability and correlation analysis in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). Legume Research, 39(3), 459-465.
- Güner, A. ve Aslan, S. eds., 2012. Türkiye bitkileri listesi:(damarlı bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları.
- Halpern, S.L., 2005. Sources and consequences of seed size variation in *Lupinus perennis* (Fabaceae): adaptive and non-adaptive hypotheses. American Journal of Botany, 92(2), 205-213.
- Hassanzadeh, E., Chaichi, M.R., Mazaheri, D., Rezazadeh, S. and Badi, H.A.N., 2011. Physical and chemical variabilities among domestic Iranian fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) seeds. Asian Journal of Plant Sciences, 10(6), 323.
- Hatfield, J.L. and Prueger, J.H., 2015. Temperature extremes: Effect on plant growth and development. Weather and Climate Extremes, 10, 4-10.
- Hooda, S. and Jood, S., 2005. Effect of fenugreek flour blending on physical, organoleptic and chemical characteristics of wheat bread. Nutrition & Food Science, 229-242.
- Hosamath, J.V., Hegde, R.V., Venugopal, C.K., Vijayakumar, A.G. and Hegde, M.G., 2017. Studies on genetic variability, heritability and genetic advance in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L). International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 6(11), 4020-4036.
- Jagdale, Y.L. and Dalve, P.D., 2011. Effect of nitrogen and phosphorus levels on seed yield and quality of fenugreek. Asian Journal of Horticulture, 6(1), 81-84.
- Jain, A., Singh, B., Solanki, R., Saxena, S. and Kakani, R., 2013. Genetic variability and character association in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). International Journal of Seed Spices, 2, 22-28.
- Jesus, M., Martins, A.P., Gallardo, E. and Silvestre, S., 2016. Diosgenin: recent highlights on pharmacology and analytical methodology. Journal of Analytical Methods In Chemistry, 2016.
- Kaçar, B., 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II. Bitki analizleri. Ank. Üniv. Basımevi, 646, Ankara.
- Kakani, R.K., Singh, S.K., Pancholy, A., Meena, R.S., Pathak, R. and Raturi, A., 2011. Assessment of genetic diversity in *Trigonella foenum-graecum* based on nuclear ribosomal DNA, internal transcribed spacer and RAPD analysis. Plant Molecular Biology Reporter, 29(2), 315-323.
- Kan, Y., Kartal, M. and Abuataker, M., 2007. Çemen (*Trigonella Foenum Graecum* L.) Tohumlarının Bazi Kalite Özellikleri Üzerine Organik ve İnorganik Gübrelerin Etkileri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(41), 118-122.

- Kaufmann, B., Rudaz, S., Cherkaoui, S., Veuthey, J. and Christen, P., 2007. Influence of Plant Matrix on Microwave-assisted extraction process. The case of diosgenin extracted from (Fenugreek) (*Trigonella foenum graecum* L.). *Phytochemical Analysis*, 18, 70-76.
- Kızıllı, S. and Arslan, N., 2003. Investigation of the effects on yield and yield components of different sowing rates in some fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) lines. *Journal of Agricultural Sciences*, 9(4).
- Klute, A., 1986. *Physical and Mineralogical Methods. Methods of Soil Analysis, Part 1*, second edition. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.
- Król-Kogus, B., Lamine, K.M., Migas, P., Boudjeniba, M. and Krauze-Baranowska, M., 2018. HPTLC determination of diosgenin in fenugreek seeds. *Acta Pharmaceutica*, 68(1), 97-107.
- Kumar, S., Singh, D. and Nepalia, V., 2009. Performance of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) varieties at various fertilizer levels and biofertilizer inoculations. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 79(1), 80-83.
- Laila, O., Murtaza, I., Abidin, M.Z., Ahmad, S., Ganai, N.A. and Jehangir, M., 2014. Development and validation of HPTLC method for simultaneous estimation of diosgenin and quercetin in fenugreek seeds (*Trigonella foenum-graceum*). *ISRN Chromatography*, 2014, 1-8.
- Lee E.E.L., 2006. Genotype X environment impact on selected bioactive compound content of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). Department of biological sciences, University of Lethbridge, Canada 1-150.
- Li, X., Zuo, Q., Chang, H., Bai, G., Kuai, J. and Zhou, G., 2018. Higher density planting benefits mechanical harvesting of rapeseed in the Yangtze River Basin of China. *Field Crops Research*, 218, 97-105.
- Mamatha, N.C., Tehlan, S.K., Srikanth, M., Ravikumar, T., Batra, V.K., Karthik Reddy, P. and Nalla, M.K., 2017. Mean Performance of 150 Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) Genotypes for Yield and Yield Contributing Traits. *Indian Journal of Pure & Applied Biosciences*, 5(3), 1097-1102.
- Marschner, H., 2012. Marschner's mineral nutrition of higher plants. Vol. 89.
- Mazumdar, S.N., Moninuzzaman, M., Rahman, S.M.M. and Basak, N.C., (2007). Influence of support systems and spacing on hyacinth bean production in the eastern hilly area of Bangladesh. *Legume Research*, 30(1), 1-9.
- McCormick, K.M., Norton, R.M. and Eagles, H.A., 2006. September. Fenugreek has a role in south-eastern Australian farming systems. In *Proceedings of "Groundbreaking stuff"*, 13th. Annual Agronomy Conference, Perth, Australia.
- McCormick, K.M., Norton, R.M. and Eagles, H.A., 2009. Phenotypic variation within a fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) germplasm collection. II. Cultivar selection based on traits associated with seed yield. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 56(5), 651-661.
- Mehra, P. and Kamal, R., 1995. Effect of fertilizers and foliar sprays on yield and diosgenin content of fenugreek, *Advances in Plant Sciences*, 8(1), 71-77.
- Mehta, R.S., Anwer, M.M., Aishwath, O.P. and Meena, R.S., 2012. Growth, yield and quality of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) as influenced by nitrogen, phosphorus and bio-fertilizers. *Indian Journal of Horticulture*, 69(1), 94-97.
- Mendham, N.J., Shipway, P.A. and Scott, R.K., 1981. The effects of delayed sowing and weather on growth, development and yield of winter oil-seed rape (*Brassica napus*). *The Journal of Agricultural Science*, 96(2), 389-416.
- Murlidhar, M. and Goswami, T.K., 2012. A review on the functional properties, nutritional content, medicinal utilization and potential application of fenugreek. *Journal of Food Processing and Technology*, 3(9).

- Mutlu 2011 Farklı orjinli çemenlerin (*Trigonella foenum-graecum* L.) bazı fenolojik, morfolojik ve verim özelliklerinin belirlenmesi Ondokuz Mayıs Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Tarla Bitkileri Anabilim Dalı.
- Narula, A., Kumar, S. and Srivastava, P.S., 2005. Abiotic metal stress enhances diosgenin yield in *Dioscorea bulbifera* L. cultures. Plant Cell Reports, 24(4), 250-254.
- Nilanjana Datta, J.K. Hore and Tapas Sarkar. 2017. Growth and Yield of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) As Influenced By Different Levels of NPK under New Alluvial Plains of West Bengal, International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 6(9), 2304-2312.
- Osei, O., Abaidoo, R. C., Opoku, A., Rouws, J. R., Boddey, R. M., Ahiabor, B. D. and Rouws, L.F., 2020. Native Bradyrhizobium strains from Ghana Can Enhance Grain Yields of Field-Grown Cowpea and Groundnut. Frontiers in Agronomy, 2 (2).
- Ozer, H., 2003. Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. European Journal of Agronomy, 19(3), 453-463.
- Öz A., 2014. Farklı Ekim Zamanı, Sıra Aralığı ve Ekim Sıklığının Çemen 'in (*Trigonella Foenum graecum* L.) Verim Ve Bazı Verim Unsurları Üzerine Etkisi Yüksek Lisans Tezi Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir
- Özdemir, B., 1999. Seçilmiş bazı çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) hatlarının verim ve verim öğeleri üzerinde araştırmalar. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Özel, A., Demirel, U., Güler, İ. ve Erden, K., 2008. Farklı sıra arası mesafeleri ve tohumluk miktarlarının çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.)'de verim ve bazı tarımsal karakterlere etkisi. Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 12(4), 57-64.
- Pandian, R.S., Anuradha, C.V. and Viswanathan, P., 2002. Gastroprotective effect of fenugreek seeds (*Trigonella foenum graecum*) on experimental gastric ulcer in rats. Journal of Ethnopharmacology, 81(3), 393-397.
- Patahk, A.R., Patel, A.I., Joshi, H.K. and Patel, D.A., 2014. Genetic variability, correlation and path coefficient analysis in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). Trends in Biosciences, 7(4), 234-237.
- Patel, K., Gadewar, M., Tahilyani, V. and Patel, D.K., 2013. A review on pharmacological and analytical aspects of diosmetin: a concise report. Chinese Journal of Integrative Medicine, 19(10), 792-800.
- Pavlista, A.D. and Santra, D.K., 2016. Planting and harvest dates, and irrigation on fenugreek in the semi-arid high plains of the USA. Industrial Crops and Products, 94, 65-71.
- Peng, D., Chen, X., Yin, Y., Lu, K., Yang, W., Tang, Y. and Wang, Z., 2014. Lodging resistance of winter wheat (*Triticum aestivum* L.): Lignin accumulation and its related enzymes activities due to the application of paclobutrazol or gibberellin acid. Field Crops Research, 157, 1-7.
- Peryea, F.J. and Kammereck, R., 1997, Use of minolta SPAD-52 chlorophyll meter to quantify the effectiveness of mid-summer trunk injection of iron on chlorotic pear trees. Journal of Plant Nutrition, 20(11), 1457-1463.
- Petropoulos, G.A. ed., 2002. Fenugreek: the genus *Trigonella*. CRC Press.
- Petropoulos, G.A., 1973. Agronomic, genetic and chemical studies of *Trigonella foenum-graecum* L. PhD dissertation. Bath University, UK.
- Pfeiffer, T.L., Cho, Y., Gibson, D.J., Young, B.G. and Wood, A.J., 2001. Utility of Trigonelline as a Biochemical Marker for Interspecific Competition between Soybean and the Weed Common Waterhemp. Biologia Plantarum, 44(4), 619-622.
- Polhill, R.M., 1981. Papilionoideae. Advances in Legume Systematics Part 1, 191-208.
- Prasad, P.V.V., Staggenborg, S.A. and Ristic, Z., 2008. Impacts of drought and/or heat stress on physiological, developmental, growth, and yield processes of crop plants. Response of crops to limited water: Understanding and modeling water stress effects on plant

- growth processes, Ed: L.R. Ahuja V.R. Reddy S.A. Saseendran Qiang Yu, American Society of Agronomy, Inc., 301-355.
- Pribac, C. and Ardelean, A., 2008. In vitro culture of *Trigonella foenum-graecum* plantules and their anatomic characterization. In EMC 2008 14th European Microscopy Congress 1–5 September 2008, Aachen, Germany.
- Provorov, N.A., Soskov, Y.D., Lutova, L.A., Sokolova, O.A. and Bairamov, S.S., 1996. Investigation of the fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) genotypes for fresh weight, seed productivity, symbiotic activity, callus formation and accumulation of steroids. *Euphytica*, 88(2), 129-138.
- Rabiee, M., Karimi, M.M. and Safa, F., 2004. Effect of planting dates on grain yield and agronomical characters of rapeseed cultivars as a second crop after rice at Kouchesfahan. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 35(1), 177-187.
- Raju, J. and Mehta, R., 2008. Cancer chemopreventive and therapeutic effects of diosgenin, a food saponin. *Nutrition and Cancer*, 61(1), 27-35.
- Raju, J., Patlolla, J.M., Swamy, M.V. and Rao, C.V., 2004. Diosgenin, a steroid saponin of *Trigonella foenum graecum* (Fenugreek), inhibits azoxymethane-induced aberrant crypt foci formation in F344 rats and induces apoptosis in HT-29 human colon cancer cells. *Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers*, 13(8), 392-1398.
- Ramniwas, 2016 *Effect of irrigation levels and crop geometry on growth and yield of fenugreek (Trigonella foenum graecum L.) under drip system* (Doctoral dissertation, Rajasthan Agricultural University, Bikaner).
- Roberts, E.H., Hadley, P. and Summerfield, R.J., 1985. Effects of temperature and photoperiod on flowering in chickpeas (*Cicer arietinum* L.). *Annals of Botany*, 55(6), 881-892.
- Saha, A. and Kole, P.C., 2001. Genetic variability in fenugreek grown in sub-humid lateritic belt of West Bengal. *Madras Agricultural Journal*, 88(4/6), 345-347.
- Salehi, A., Fallah, S., Zitterl-Eglseer, K., Kaul, H.P., Abbasi Surki, A. and Mehdi, B., 2019. Effect of Organic Fertilizers on Antioxidant Activity and Bioactive Compounds of Fenugreek Seeds in Intercropped Systems with Buckwheat. *Agronomy*, 9(7), 367.
- Sarada, C., Giridhar, K. and Rao, N.H. 2008. Studies on genetic variability, heritability and genetic advance in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 17(2), 163-166.
- Saxena, S.N., Kakani, R.K., Sharma, L.K., Agarwal, D., John, S. and Sharma, Y., 2017. Genetic variation in seed quality and fatty acid composition of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) genotypes grown under limited moisture conditions. *Acta Physiologiae Plantarum*, 39(10), 218.
- Schippmann, U.W.E., Leaman, D. and Cunningham, A.B., 2006. A comparison of cultivation and wild collection of medicinal and aromatic plants under sustainability aspects. *Frontis*, 75-95.
- Seghatoleslami, M.J. and Bonakdar, K.A., 2010. The effect of sowing date and plant density on yield and yield components of fenugreek (*Trigonella foenum gracum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 26(2), 265-274.
- Selim, S. and Al Jaouni, S., 2016. Anti-inflammatory, antioxidant and antiangiogenic activities of diosgenin isolated from traditional medicinal plant, *Costus speciosus* (Koen ex. Retz.) Sm. *Natural Product Research*, 30(16), 1830-1833.
- Sethi, G., Shanmugam, M.K., Warriar, S., Merarchi, M., Arfuso, F., Kumar, A.P. and Bishayee, A., 2018. Pro-apoptotic and anti-cancer properties of diosgenin: A comprehensive and critical review. *Nutrients*, 10(5), 645.
- Shailajan, S., Sayed, N., Menon, S., Singh, A. and Mhatre, M., 2011. A validated RP-HPLC method for quantitation of trigonelline from herbal formulations containing *Trigonella foenum-graecum* (L.) seeds. *Pharmaceutical Methods*, 2(3), 157-160.

- Shams, M., Haghighi, B., Abbassi Niasar, M. and Zandi Esfahan, E., 2014. Effect of copper and nitrogen nutrients on diosgenin production in fenugreek. Archives of Agronomy and Soil Science, 60(8), 1115-1124.
- Sharanya, B.R., 2017. Effect of plant geometry on growth, yield and quality of different varieties of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) (Doctoral dissertation, Rvskvv, Gwalior (MP)).
- Shi, D.Y., Li, Y.H., Zhang, J.W., Liu, P., Zhao, B. and Dong, S.T., 2016. Effects of plant density and nitrogen rate on lodging-related stalk traits of summer maize. Plant, Soil and Environment, 62(7), 299-306.
- Sindhu, A., Tehlan, S.K. and Chaudhury, A., 2018. Effect of morphological trait variance on plant yield in different *Trigonella foenum-graecum* L. varieties. Australian Journal of Crop Science, 12(1), 1-10.
- Singh, D., Nepalia, V. and Singh, A.K., 2010. Performance of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) varieties at various fertilizer levels and biofertilizers inoculation. Indian Journal of Agronomy, 55(1), 75-78.
- Singh, K.P., Beena, N., Jain, P.K. and Sengupta, S.K., 2013. Correlation studies in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). African Journal of Agricultural Research, 8(38), 4773-4779.
- Singh, P. and Kaur, A., 2007. Genetic Evaluation of Metha (*Trigonella foenum graecum* L.) for Seed Yield and Quality Attributes. Crop Improvement-India, 34(1), 90.
- Singh, S., Dhangra, V.K., Singh, V., Thenua, O.V.S., Pal, K. and Shukla, R.D., 2018. Nitrogen Rate and Cutting Management for Fenugreek Green Leaf and Seed Production. International Journal of Bio-resource and Stress Management, 9(4), 523-526.
- Singh, S.P., 2009. Co-rrrelation and path analysis in fenugreek (*Trigonella foenum- graecum* L.). Asian Journal of Horticulture, 4(1), 105-107.
- Sinskaya, E., 1961. Flora of Cultivated Plants of the U.S.S.R. XIII, Perennial Leguminous Plants, Part I, Medic, Sweet Clover, Fenugreek, Israel Program for Sci. Tran, Jerusalem.
- Snehata, H.S. and Payal, D.R., 2012. Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.): an overview. International Journal of Current Pharmaceutical Research. 2(4), 169-87.
- Srinivasan, K., 2006. Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*): A review of health beneficial physiological effects. Food reviews international, 22(2), 203-224.
- Su, Z., Ma, X., Guo, H., Sukiran, N.L., Guo, B., Assmann, S.M. and Ma, H., 2013. Flower development under drought stress: morphological and transcriptomic analyses reveal acute responses and long-term acclimation in Arabidopsis. The Plant Cell, 25(10), 3785-3807.
- Sulieman, A.M.E., Ali, A.O. and Hemavathy, J., 2008. Short communication lipid content and fatty acid composition of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) seeds grown in Sudan. International Journal of Food Science and Technology, 43, 380-382.
- Tada, Y., Kanda, N., Haratake, A., Tobiishi, M., Uchiwa, H. and Watanabe, S., 2009. Novel effects of diosgenin on skin aging. Steroids, 74(6), 504-511.
- Tamkoç, A., Sade, B., Topal, A., Soylu, S. ve Acar, R., 1997. Seleksiyon ıslahı ile elde edilen çemen hatlarında tohum verimi ve bazı tarımsal özelliklerin belirlenmesi. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi Bildiri Kitabı, 22-25 Eylül 1997, Samsun, 362-366.
- Taneja, K.D., Gill, P.S. and Rana, D.S. 1985. Effect of sowing time, row spacing and seed rate on seed production of metha (*Trigonella foenum-graecum* L.). Forage Research, 11(1), 33-36
- Taylor, W.G., Elder, J.L., Chang, P.R. and Richards, K.W., 2000. Microdetermination of diosgenin from fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) seeds. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48(11), 5206-5210.

- Taylor, W.G., Zulyniak, H.J., Richards, K.W., Acharya, S.N., Bittman, S. and Elder, J.L., 2002. Variation in diosgenin levels among 10 accessions of fenugreek seeds produced in western Canada. *Journal Of Agricultural and Food Chemistry*, 50(21), 5994-5997.
- Thapa, U. and Maity, T.K., 2004. Influence of nitrogen, phosphorus and number of cutting on seed yield of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Seed Research*, 32(1), 33-35.
- Titz, A., 2004. Medicinal Herbs and Plants. Scope for diversified and sustainable extraction, Bangalore.
- Toppo, F.A., Akhand, R. and Pathak, A.K., 2009. Pharmacological actions and potential uses of *Trigonella foenum-graecum*: a review. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 2(4): 29-38.
- Tunçtürk, R., 2011. The effects of varying row spacing and phosphorus doses on the yield and quality of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Turkish Journal of Field Crops*, 16(2), pp.142-148.
- Tunçtürk, R., Celen, A. E. and Tunçtürk, M., 2011. The effects of nitrogen and sulphur fertilizers on the yield and quality of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Turkish Journal of Field Crops*, 16(1), 69-75.
- Tunçtürk, R., Van Ekolojik Koşullarında Farklı Gübre Kaynakları, Ekim Zamanı ve Bakteri Aşılamanın Çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.)' de Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri, 2010. Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Van.
- Verma, P. and Ali, M., 2012. Genetic variability in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) assessed in South Eastern Rajasthan. *International J. Seed Spices*, 2(1), 56-58.
- Warke, V.B., Deshmukh, T.A. and Patil, V.R., 2011. Development and validation of RP-HPLC method for estimation of diosgenin in pharmaceutical dosage form. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 4(1), 126-128.
- Wierzbowska, J. and Zuk-Golaszewska, K., 2014. The impact of nitrogen fertilization and Rhizobium inoculation on the yield and quality of *Trigonella foenum-graecum* L. *Journal of Elementology*, 19(4).
- Willey, R.W. and Osiru, D.S.O., 1972. Studies on mixtures of maize and beans (*Phaseolus vulgaris*) with particular reference to plant population. *The Journal of Agricultural Science*, 79(3), 517-529.
- Yadav, T.C., Meena, R.S. and Dhakar, L., 2018. Genetic variability analysis in Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) genotypes. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(10), 2998-3003.
- Yang, D.J., Lu, T.J. and Hwang, L.S., 2009. Effect of endogenous glycosidase on stability of steroidal saponins in Taiwanese yam (*Dioscorea pseudojaponica* yamamoto) during drying processes. *Food Chemistry*, 113(1), 155-159.
- Yılmaz, G., Telci, İ., 1999. Tokat koşullarında baharat olarak kullanım amacıyla çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) üretimi üzerinde bir araştırma. *Türkiye III. Tarla Bitkileri Kongresi Bildirileri*. 15-18 Kasım, Adana. 227-232.
- Yin, Y., Matsui, A., Sakuta, M. and Ashihara, H., 2008. Changes in pyridine metabolism profile during growth of trigonelline-forming *Lotus japonicus* cell cultures. *Phytochemistry*, 69(17), 2891-2898.
- Yoshikawa, M., Murakami, T., Komatsu, H., Murakami, N., Yamahara, J. and Matsuda, H., 1997. Medicinal foodstuffs. IV. Fenugreek seed.(1): structures of trigoneosides Ia, Ib, IIa, IIb, IIIa, and IIIb, new furostanol saponins from the seeds of Indian *Trigonella foenum-graecum* L. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 45(1), 81-87.
- Yuyama, S. and Suzuki, T., 1991. The Excretion of N 1-Methyl-2-Pyridone-5-Carboxylic Acid and Related Compounds in Human Subjects after Oral Administration of Nicotinic Acid, Trigonalline and N 1-Methyl-2-Pyridone-5-Carboxylic Acid. *Kynurenine and Serotonin Pathways*, 475-479.

- Zandi, P., Basu, S.K., Khatibani, L.B., Balogun, M.O., Aremu, M.O., Sharma, M., Kumar, A., Sengupta, R., Li, X., Li, Y. and Tashi, S., 2015. Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) seed: a review of physiological and biochemical properties and their genetic improvement. *Acta physiologiae plantarum*, 37(1), 1714.
- Zandi, P., Shirani-Rad, A.H., Daneshian, J. and Bazrkar-Khatibani, L., 2011. Agronomic and morphologic analysis of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) under nitrogen fertilizer and plant density via factor analysis. *African Journal of Agricultural Research*, 6(5), 1134-1140.
- Zhang, W.J., Li, G.H., Yang, Y.M., Quan, L.I., Zhang, J., Liu, J.Y., Shaohua, W., She, T. and Ding, Y.F., 2014. Effects of nitrogen application rate and ratio on lodging resistance of super rice with different genotypes. *Journal of Integrative Agriculture*, 13(1), 63-72.
- Zia, T., Hasnain, S.N. and Hasan, S.K., 2001. Evaluation of the oral hypoglycaemic effect of *Trigonella foenum-graecum* L. (methi) in normal mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 75(2-3), 191-195.
- Zivanov, D., Savic, A., Katanski, S., Karagic, D., Milosevic, B., Milic, D., Djordjevic, V., Vujic, S., Krstic, D. and Cupina, B., 2018. Intercropping of field pea with annual legumes for increasing grain yield production. *Zemdirbyste-Agriculture*, 105(3), 235–242.
- Zupancic, A., Baricevic, D., Umek, A. and Kristl, A., 2001. The impact of fertilizing of fenugreek yield (*Trigonella foenum-graecum*) and diosgenin content in the plant drug. *Rostlinna Vyroba-UZPI*, 47(5), 218-224.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Furkan ÇOBAN
Doğum Tarihi:	
Doğum Yeri:	
Uyruğu:	T.C.
Adres:	
Tel:	
E-mail:	
Eğitim	
Lise:	Karatay S.D.M.P. Anadolu Lisesi
Lisans:	Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Yüksek lisans:	Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı (2014)
Doktora:	Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce:	B2
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar	