



T.C.  
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİTKİSEL ÜRETİM VE TEKNOLOJİLERİ ANABİLİM DALI

SOYADA (*Glycine max.* (L.) Merr.) DEMİR ŞELAT (FeEDDHA) UYGULAMA  
YÖNTEMLERİNİN VERİM VE BAZI TARIMSAL ÖZELLİKLER ÜZERİNE  
ETKİSİ

MUHAMMAD AFZAL SADIQPOOR

Temmuz 2021



T.C.  
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİTKİSEL ÜRETİM VE TEKNOLOJİLERİ ANABİLİM DALI

SOYADA (*Glycine max.* (L.) Merr.) DEMİR ŞELAT (FeEDDHA) UYGULAMA  
YÖNTEMLERİNİN VERİM VE BAZI TARIMSAL ÖZELLİKLER ÜZERİNE  
ETKİSİ

MUHAMMAD AFZAL SADIQPOOR

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Prof. Dr. Sevgi ÇALIŞKAN

Temmuz 2021

**Muhammad Afzal SADIQPOOR** tarafından **Prof. Dr. Sevgi ÇALIŞKAN** danışmanlığında hazırlanan “**Soyada (*Glycine max. (L.)Merr.*) Demir Şelat (FeEDDHA) Uygulama Yöntemlerinin Verim ve Bazı Tarımsal Özellikler Üzerine Etkisi**” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Bitkisel Üretim ve Teknolojileri** Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Sevgi ÇALIŞKAN, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Üye : Prof. Dr. Mustafa AVCI, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Bihter ZAIMOĞLU ONAT, Çukurova Üniversitesi

**ONAY:**

Bu tez, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından ....../...../2021 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu’nun ....../...../2021 tarih ve ..... sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

...../...../2021

**Prof. Dr. Murat BARUT**  
**MÜDÜR**

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Tez içindeki bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Muhammad Afzal SADIQPOOR

## ÖZET

### SOYADA (*Glycine max.* (L.) Merr.) DEMİR ŞELAT (FeEDDHA) UYGULAMA YÖNTEMLERİNİN VERİM VE BAZI TARIMSAL ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ

SADIQPOOR, Muhammad Afzal

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Sevgi ÇALIŞKAN

Temmuz 2021, 72 sayfa

Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada (Nova çeşidi) verim ve bazı tarımsal özellikler üzerine etkisini araştırmak amacıyla yapılan bu çalışma, 2020 yılı Haziran – Ekim ayları arasında Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi Araştırma ve Uygulama Seralarında tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekrarlamalı olarak kurulup yürütülmüştür. Çalışma konusunu demir şelat (FeEDDHA) gübresi ve farklı uygulama yöntemleri (Toprak, Tohum ve Yaprak) oluşturmuştur. Yapraktan demir uygulaması bitkide ikinci gerçek yaprağın oluştuğu dönem (V2) ve beşinci gerçek yaprağın oluştuğu (V5) gelişim dönemleri ile V2+V5 dönemlerinde yapılmıştır. Çalışma sonucunda demir şelat uygulaması incelenen tüm parametreler üzerine olumlu etki yapmıştır. Soyada V2, V5 ve V2+V5 dönemlerinde yapraktan püskürtme şeklinde uygulanan demir şelat (FeEDDHA) gübresinin incelenen özellikler bakımından “Tohum” ve “Toprak” uygulamalarına göre daha etkili olduğu belirlenmiştir. Çalışmada, “Yaprak (V5)” uygulaması yaprak klorofil değeri (SPAD), bitki boyu, bitki başına boğum sayısı, bakla sayısı, tohum sayısı ve bitki başına tane verimi bakımından en yüksek değerleri verirken; yağ ve protein oranı bakımından en yüksek değerler “Yaprak (V2+V5)” uygulamasından elde edilmiştir.

*Anahtar Kelimeler:* *Glycine max.*, kloroz, demir şelat, klorofil, protein

## SUMMARY

EFFECT OF DIFFERENT APPLICATION METHODS OF IRON CHELATE  
(EDDHA Na Fe) ON YIELD AND SOME AGRICULTURAL CHARACTERISTICS  
OF SOYBEAN (*Glycine max.* (L.) Merr.)

SADIQPOOR, Muhammad Afzal  
Niğde Ömer Halisdemir University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Plant Production and Technology

Supervisor : Prof. Dr. Sevgi ÇALIŞKAN

July 2021, 72 pages

This study was conducted to investigate the effect of iron chelate (FeEDDHA) application methods on yield and some agricultural properties in soybean (Cultivar Nova) at the Greenhouse of Research and Application in Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, Niğde Ömer Halisdemir University between June 2020 and October 2020. The experiment was set up and executed in four replications according to the randomized blocks trial design. The subject of study was iron chelate (Fe EDDHA) fertilizer and different application methods (soil, seed and leaf). Fe fertilizer was sprayed at two trifoliolate (V2), at five trifoliolate stages (V5) and at V2 + V5 stages. As a result of the study, iron chelate application had a positive effect on all parameters examined. It was determined that iron chelate (FeEDDHA) fertilizer applied as leaf spraying in soybean periods V2, V5 and V2 + V5 was more effective than "Seed" and "Soil" applications. In the study, while "Leaf (V5)" application gives the highest values in terms of leaf chlorophyll value (SPAD), plant height, number of nodes per plant, pod number, number of seeds and grain yield per plant; The highest values in terms of oil and protein ratio were obtained from "Leaf (V2 + V5)" application.

*Keywords:* *Glycine max.*, chlorosis, iron chelate, chlorophyll, protein

## ÖN SÖZ

Yüksek lisans öğrenimin sürecince ve bu tezin her aşamasında bana yol gösteren, bilgi ve deneyimlerini esirgemedi büyük bir hoşgörü ve sabırla daima benimle paylaşan, yaptığım çalışmalarda her zaman desteğini aldığım değerli danışman hocam Prof. Dr. Sevgi ÇALIŞKAN'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın sera ve laboratuvar çalışmalarında ve tez yazım aşamasında katkı ve yardımlarını sakınmayan sevgili Ramazan İlhan AYTEKİN, Mehmet BEDİR, Mustafa AKKAMIŞ ile Fakültemiz Araştırma ve Uygulama Alanı ve Seralarında görev yapan personele teşekkürü bir borç bilirim.

Hayatımın her aşamasında yanımda olan, desteklerini esirgemeyen daima yanımda hissettiğim, emeklerinin karşılığını asla ödeyemeyeceğim annem ve babama sonsuz minnet ve şükranlarımı sunarım. Çalışmam süresince göstermiş olduğu sabırdan, özveriden ve manevi desteklerinden dolayı sevgili eşim Atifa SADIQPOOR'a ve çocuklarıma teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	iv
SUMMARY .....	v
ÖN SÖZ .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xii
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ .....	xiii
SİMGE VE KISALTMALAR .....	xiv
BÖLÜM I GİRİŞ .....	1
BÖLÜM II LİTERATÜR ÖZETİ.....	4
BÖLÜM III MATERYAL VE METOD .....	16
3.1 Materyal .....	16
3.1.1 Denemenin yılı ve yeri.....	16
3.1.2 Toprak özellikleri.....	16
3.1.3 İklim özellikleri .....	17
3.1.4 Denemede kullanılan çeşit.....	18
3.2 Yöntem.....	18
3.2.1 Deneme deseni ve uygulama tekniği .....	18
3.2.2 Bakım işlemleri.....	22
3.2.3 Ölçüm işlemleri .....	23
3.2.4 Hasat işlemleri .....	25
3.2.5 Araştırmada incelenen özellikler ve yöntemleri .....	25
3.2.5.1 Çıkış süresi (gün).....	25
3.2.5.2 Çiçeklenme süresi (gün) .....	25
3.2.5.3 Demir noksanlığının belirlenmesi (1-6 sakala).....	25
3.2.5.4 Yaprak klorofil değeri (SPAD).....	25
3.2.5.5 Bitki boyu (cm).....	26
3.2.5.6 İlk bakla yüksekliği (cm) .....	26
3.2.5.7 Bitki başına boğum sayısı (adet/bitki) .....	26
3.2.5.8 Bitki başına dal sayısı (adet/bitki) .....	26

3.2.5.9 Bitki başına bakla sayısı (adet/bitki).....	26
3.2.5.10 Bitki başına tohum sayısı (adet/bitki) .....	26
3.2.5.11 100-tohum ağırlığı (g).....	27
3.2.5.12 Yağ oranı (%).....	27
3.2.5.13 Protein oranı (%).....	27
3.2.5.14 Bitki başına tane verimi (g/bitki) .....	27
3.2.6 Verilerin değerlendirilmesi .....	27
<b>BÖLÜM IV BULGULAR</b> .....	<b>28</b>
4.1 Çıkış Süresi (Gün) .....	28
4.2 Çiçeklenme Süresi (Gün).....	30
4.3 Demir Noksanlığının Belirlenmesi (1-6 Skala) .....	32
4.4 Yaprak Klorofil Değeri (SPAD Okumaları).....	35
4.5 Bitki Boyu (cm) .....	38
4.6 İlk Bakla Yüksekliği (cm).....	40
4.7 Bitki Başına Boğum Sayısı (Adet/Bitki) .....	42
4.8 Bitki Başına Dal Sayısı (Adet/Bitki) .....	44
4.9 Bitki Başına Bakla Sayısı (Adet/Bitki).....	46
4.10 Bitki Başına Tohum Sayısı (Adet/Bitki).....	48
4.11 100-Tohum Ağırlığı (g) .....	50
4.12 Yağ Oranı (%).....	52
4.13 Protein Oranı (%).....	55
4.14 Bitki Başına Tane Verimi (g/Bitki) .....	57
<b>BÖLÜM V SONUÇ</b> .....	<b>60</b>
<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>63</b>
<b>ÖZ GEÇMİŞ</b> .....	<b>72</b>

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Sera denemesinde kullanılan deneme topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (0-40 cm).....	16
Çizelge 3.2. Deneme yerinin 2020 yılı iklim değerleri ve uzun yıllar (1935-2019) ortalamasına göre bazı iklim verileri .....	17
Çizelge 4.1. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada çıkış süresi üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları .....	28
Çizelge 4.2. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada çıkış süresi (gün) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler .....	28
Çizelge 4.3. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada çiçeklenme süresi (gün) üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları .....	30
Çizelge 4.4. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada çiçeklenme süresi (gün) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler .....	30
Çizelge 4.5. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada demir noksanlığı üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları .....	32
Çizelge 4.6. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada demir noksanlığı üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler .....	33
Çizelge 4.7. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada yaprak klorofil değerleri üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları .....	36
Çizelge 4.8. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada yaprak klorofil değerleri üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler .....	36
Çizelge 4.9. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada bitki boyu (cm) üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları .....	38
Çizelge 4.10. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada bitki boyu (cm) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler .....	39
Çizelge 4.11. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada ilk bakla yüksekliği (cm) üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları.....	40
Çizelge 4.12. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada ilk bakla yüksekliği (cm) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler ...	41

Çizelge 4.13. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada bitki başına boğum sayısı (adet/bitki) üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları.....	42
Çizelge 4.14. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada bitki başına boğum sayısı (adet/bitki) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler .....	43
Çizelge 4.15. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada bitki başına dal sayısı (adet/bitki) üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları .....	44
Çizelge 4.16. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada bitki başına dal sayısı (adet/bitki) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler	45
Çizelge 4.17. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada bitki başına bakla sayısı (adet/bitki) üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları.....	46
Çizelge 4.18. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada bitki başına bakla sayısı (adet/bitki) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler.....	47
Çizelge 4.19. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada bitki başına tohum sayısı (adet/bitki) üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları.....	48
Çizelge 4.20. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada bitki başına tohum sayısı (adet/bitki) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler.....	49
Çizelge 4.21. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada 100-tohum ağırlığı (g) üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları.....	50
Çizelge 4.22. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada 100 –tohum ağırlığı (g) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler .....	51
Çizelge 4.23. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada yağ oranı üzerine (%) etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları .....	52
Çizelge 4.24. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada yağ oranı (%) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler .....	53
Çizelge 4.25. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada protein oranı (%) üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları .....	55
Çizelge 4.26. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada protein oranı (%) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler .....	56

Çizelge 4.27. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada bitki başına tane verimine (g/bitki) etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları.....	57
Çizelge 4.28. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada bitki başına tane verimi (g/bitki) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler .....	58



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının çıkış süresi (gün) üzerine etkileri .....	29
Şekil 4.2. Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının çiçeklenme süresi (gün) üzerine etkileri .....	31
Şekil 4.3. Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının demir noksanlığının üzerine etkileri .....	34
Şekil 4.4. Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının yaprak klorofil değeri (SPAD okumaları) üzerine etkileri .....	37
Şekil 4.5. Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının bitki boyu (cm) üzerine etkileri ..	39
Şekil 4.6. Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının ilk bakla yüksekliği üzerine etkileri .....	41
Şekil 4.7. Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının bitki başına boğum sayısı üzerine etkileri .....	43
Şekil 4.8. Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının bitki başına dal sayısı üzerine etkileri .....	46
Şekil 4.9. Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının bitki başına bakla sayısı üzerine etkileri .....	48
Şekil 4.10. Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının bitki başına tohum sayısı üzerine etkileri .....	49
Şekil 4.11. Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının 100-tohum ağırlığı üzerine etkileri .....	51
Şekil 4.12. Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının yağ oranı (%) üzerine etkileri ...	54
Şekil 4.13. Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının protein oranı (%) üzerine etkileri .....	55
Şekil 4.14. Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının bitki başına tane verimi üzerine etkileri .....	58

## FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

Fotoğraf 3.1. Deneme desenine ait uygulamalar .....	19
Fotoğraf 3.2. Serada deneme toprağının hazırlanması çalışmalarından bir görünüm ....	20
Fotoğraf 3.3. Denemede ekim öncesi tohumluklara bakteri aşılamasından bir görünüm .....	20
Fotoğraf 3.4. Denemede ekim öncesi tohuma ve toprağa demir gübresi uygulamalarından bir görünüm .....	21
Fotoğraf 3.5. Deneme ekiminden bir görünüm.....	21
Fotoğraf 3.6. Denemeye damla sulama sistemi kurulumundan görüntüler .....	22
Fotoğraf 3.7. Denemede morfolojik ölçümlerden görüntüler.....	23
Fotoğraf 3.8. Hasat sonrası tane ayıklama işleminden görüntüler.....	23
Fotoğraf 3.9. Protein analizinden görüntüler .....	24
Fotoğraf 3.10. Yağ analizinden görüntüler .....	24
Fotoğraf 4.1. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada demir noksanlığı üzerine etkileri .....	35

## SİMGE VE KISALTMALAR

### Simgeler

C	Karbon
Cd	Kadmiyum
Cu	Bakır
Fe	Demir
H	Hidrojen
K	Potasyum
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
Mo	Molibden
N	Azot
Ni	Nikel
O	Oksijen
°C	Santigrad derece
P	Fosfor
S	Kükürt
Zn	Çinko

### Kısaltmalar

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
Da	Dekar
DEK	Demir Eksikliği Klorozu
FAO	Food and Agriculture Organization
FeEDDHA	Demir Şelat
G	Gram
Ha	Hektar
Kg	Kilogram
L	Litre
Mg	Miligram

Ppm

SAS

TUİK

Mmol

Milyonda Bir Birim (Mikro Mol)

SAS Institute

Türkiye İstatistik Kurumu

Mikro Mol



# BÖLÜM I

## GİRİŞ

Uzakdoğu kökenli bir baklagil olan ve tohumlarında ortalama %40 protein, %20 yağ içeren soya (*Glycine max.* (L.) Merr.), bugün dünya bitkisel yağ üretiminin yaklaşık %31'ini karşılamaktadır (FAO, 2021a). Soya; 20. yüzyılın başlarına kadar sınırlı bir üretime sahip iken, günümüzde dünyanın en önemli bitkisel protein ve yağ kaynağı haline gelmiş ve insan gıdası olma yönündeki önemi artmıştır. Soya, Dünya'da en çok üretilen baklagil bitkisidir. 2019 yılında 120.501.628 ha ekim alanı ve 333.671.692 ton üretim ile dünyada en çok üretilen 8'inci tarla bitkisi olmuştur (FAO, 2021b). Soya tarımı ABD, Brezilya, Çin ve Arjantin'de yoğunlaşmış olup, bu ülkeler dünya toplam soya üretiminin yaklaşık %90'ını oluşturmaktadır. Türkiye'de 2020 yılı verilerine göre 351.343 dekarlık alanda 155.225 ton soya üretimi gerçekleşmiştir (TUİK, 2021). Türkiye'de 2020 yılında en fazla soya üretimi, Adana (98.596 ton), Mersin (33.580 ton), Samsun (6.100 ton) ve Kahramanmaraş (4.886 ton) illerinde gerçekleşmiştir. Türkiye soya üretiminin %63.5ini Adana ili karşılamaktadır (TUİK, 2021). Soya fasulyesi ülkemizde üretim miktarı bakımından yağlı tohumlar arasında ayçiçeği ve pamuktan sonra 3. sırada yer almaktadır. Soya bitkisi, geniş bir adaptasyon alanına sahip olmakla birlikte, soya çeşitleri bitki büyümesi, gelişmesi ile verim ve kalite oluşumu açısından çevresel faktörlerden de çok fazla etkilenmektedir. Bitkisel üretimde, bitki besin maddeleri kısmen kontrol edilebilir çevre koşulları arasında yer alsa da bitki gelişimi ve maksimum verim açısından sınırlayıcı bir faktör olabilir (O'Hara vd., 1988; Sinclair ve Vadez, 2002; Caliskan vd., 2008; Kobraee vd., 2011; Bal vd., 2018). Genel olarak, soya bitkisini de içine alan baklagiller özellikle demir eksikliğinden çok fazla etkilenmektedir. Soyada demir eksikliği abiyotik bir stres olup, alkali ve kalkerli topraklarda yetiştirilen soya için genel bir problemdir (Goos ve Johnson, 2000; Hansen vd., 2003; Heitholt vd., 2003; Wiersma, 2005; Caliskan vd., 2008; Santos vd., 2015).

Soyada demir eksikliği genç yapraklarda genel bir sarılık olarak ortaya çıkar, yaprak damar araları sarı renge dönüşür. Damarlar koyu yeşile döner, eksikliğin daha ileri dönemlerinde ise yapraklar tamamen sararır, yapraklar üzerinde kahverengi nekrozlar oluşur, yaprak kahverengiye dönüşerek kurur ve hasta yapraklar daha sonra dökülür. Demir eksikliğinin çok şiddetli olması durumunda yeni çıkan yapraklarda klorofil hiç

bulunmadığı için yaprak beyaz bir renk alır (Roomizadeh ve Karimian, 1996; Goos ve Johnson, 2000; Hansen vd., 2003; Heitholt vd., 2003; Wiersma, 2005; Çalışkan vd., 2008; Jeong ve Connolly, 2009; Santos vd., 2015). Soyada demir eksikliği klorozis ile sonuçlanır ve klorozis skorunda bir birimlik artışın soya veriminde %20'lik kayba neden olduğu bildirilmiştir (Froehlich ve Fehr, 1981). Soya yetiştiriciliğinde Fe eksikliği özellikle alkali kalkerli topraklarda düşük çözünürlükten dolayı genel bir problemdir (Goos ve Johnson, 2000; Heitholt vd., 2003; Wiersma, 2005; Ma ve Ling, 2009). Bu tip topraklarda demir yeterli miktarda olsa bile bitki tarafından alınamamakta; özellikle gelişme döneminin başlarında yapraklar açık yeşil-sarı bir renk almakta, bitki gelişimi yavaşlamakta, bitkiler küçük kalmakta ve verim düşüklükleri ortaya çıkmaktadır (Goos ve Johnson, 2000; Heitholt vd., 2003; Wiersma, 2005). Yüksek pH, alkalilik, aşırı nem, düşük sıcaklık, yüksek bikarbonat ve çözünür tuzlar ve zayıf havalandırma gibi toprak faktörleri demirin çözünürlüğünü azaltmaktadır (Inskeep and Bloom, 1984).

Demir eksikliği klorozu bitkilerde büyük maddi zararlar oluşturan bir abiyotik strestir (Kacar, 2012). Çakmak (2002), tarımı yapılan toprakların yaklaşık %30-50'sinde demir eksikliği meydana geldiğini bildirmiştir. Topraktaki demir içeriği genellikle yüksektir, fakat büyük bir kısmı özellikle yüksek pH'lı topraklarda toprak parçacıklarına bağlanmıştır (Bindraban vd., 2015). Demir, esas itibarıyla ferrik demir ( $Fe^{+3}$ ) olarak çözünmez formdadır. Mortvedt vd. (1991) kalkerli topraklarda demirin %10'undan daha az bir miktarının kullanılabilir olduğunu bildirmiştir. Bu nedenle, bu topraklar elde edilebilir demir ( $Fe^{+2}$ ) bakımından genellikle yetersizdir (Ye vd., 2015). Bitkiler demiri  $Fe^{+2}$  formda alırlar. Toprak, bitki, hayvan, insan besin zinciri düşünüldüğünde Fe eksikliği yalnızca bitki büyümesini ve gelişmesini etkilemekle kalmaz, aynı zamanda hayvanlarda ve insanlarda demir eksikliğine yol açarlar (Li vd., 2014).

Toprakların fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi, bitki kök bölgesinde pH düşürücü gübreleme programı uygulanması, düşük fosfor uygulaması ile topraktan ve yapraktan demir gübrelemesi uygulamaları, bitkisel üretimde demir eksikliğine karşı alınabilecek önlemlerin başında gelmektedir. Demir gübrelere uygulaması bitkilerde Fe verimliliğini arttırmanın en etkili yoludur. İnorganik demir gübrelere şelatlı demir gübresi ve organik demir gübresi, demir gübresinin yaygın çeşitleridir. Demir sülfat ( $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ) ve demir şelat genellikle inorganik gübre olarak kullanılır (Tisdale vd.,

1993). Sentetik demir şelat (Fe-EDDHA) ürünleri çoğunlukla kireçli topraklarda yetiştirilen ürünlerde Fe eksikliği klorozunu (DEK) önlemek için kullanılır. Şelatlar demir çözünürlüğünü artırır ve bitkiden çözeltilmeye taşıyıcı olarak işlev görür. Fe-EDDHA nötr ve alkali topraklarda en etkili sentetik Fe şelatlarıdır (Lucena vd., 1992).

Demir eksikliği klorozunun geleneksel yönetimi toprak ve yapraktan Fe uygulaması, yüksek tohumluk oranı ve dayanıklı çeşitlerin kullanılmasıdır (Goos ve Johnson, 2000; Helms vd., 2010). Yapraktan demir uygulamasında, demir gübresinin uygulandığı zamandaki bitkinin gelişme dönemi çok önemlidir. Demir eksikliğini gidermek için demir şelat ve demirli gübre uygulamaları konusunda farklı bitki grupları ile araştırmalar yapılmıştır. Bulgular, demir eksikliğine eğilimli topraklarda Fe klorozise karşı demir gübrelemesinin ihtiyaç olduğunu göstermiştir (Çalışkan vd., 2008). Demir eksikliğine karşı tohum, toprak veya yapraktan demir gübrelemesi yöntemi pratikte kullanılan bir yöntemdir. Toprağa uygulanan demir şelatlar özellikle Fe-orto-orto-EDDHA demir eksikliği klorozuna karşı bir miktar koruma sağlayabilir (Goos ve Germain, 2001; Wiersma, 2005). Toprağa uygulanan FE-EDDHA'nın bitki köklerine ulaşmasındaki başarısı, farklı toprak bileşenlerine adsorbsiyon, fotodegradasyon ve rizosferden sızıntı nedeniyle azalabilir (Rombolave Tagliavini, 2006). Demir şelatlar hem polimerik hemde polimerik olmayan moleküller içerirler ve humatlar, lignosulfanatlar, amino asitler, glikonatlar ve sitrat gibi doğal kaynaklardan sağlanmaktadır. Bu kaynaklar daha ucuz olmakla birlikte sentetik şelatlardan daha kolay bozunur. Bu nedenle, genellikle yaprak uygulamaları için tavsiye edilir (Rodriguez-Lucena vd., 2010). Fe-EDDHA ile tohum uygulamasının demir eksikliği klorozunu azalttığı ve bunun sonucunda tohum veriminin arttığı Karkosh vd. (1988) tarafından raporlanmıştır. Çalışkan vd. (2008) iki farklı dönemde demir uygulamasının, alkali ve kalkerli topraklarda yetiştirilen soyada erken büyüme sağladığını, biyolojik azot fiksasyonunu arttırdığını ve bunun sonucunda da verimi arttırdığını bildirmişlerdir.

Bu görüşten yola çıkarak yürütülen bu tez çalışmasında, yüksek PH'lı topraklarda yetiştirilen soyalarda demir eksikliği klorozunu azaltmak ve tohum verimini arttırmak için tohum, toprak ve farklı dönemlerde yapraktan uygulanan demir şelatın (Fe-EDDHA) verimliliğinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

## BÖLÜM II

### LİTERATÜR ÖZETİ

Goos ve Johnson (2000), soyada demir eksikliğinden kaynaklı sararmanın azaltılması amacıyla farklı demir uygulama metodlarını karşılaştırdıkları çalışmada üç farklı soya çeşidini (Glacier, Council, Traill) kullanılmışlardır. Soya verimini arttırmak ve klorozu azaltmak için yaprakta, topraktan tohuma demir uygulamışlardır. Çeşitler içerisinde Glacier en hassas, Traill ise en dayanıklı çeşit olarak tespit edilmiştir. Yapraktan uygulanan demir gübresinin belirgin şekilde klorozu azalttığını bildirmişlerdir. Tohuma uygulanan demirin sararmayı azaltmamakla birlikte önceki çalışmalarda etkili olduğunu, Glacier çeşidine uygulanan demirin diğer iki çeşide göre kıyaslandığında sararmanın azalmadığı bununla birlikte çeşitlerin tohum veriminin tüm bölgelerde belirgin olarak farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Glacier, Council ve Traill'in sırasıyla verim ortalaması 1361, 1913 ve 2203 kg/ha<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Yapraktan uygulanan demirin üç çeşitin verimini de istatistiksel olarak arttırdığını, yaprak uygulamasının verime etkisinin yaklaşık olarak 300 kg ha<sup>-1</sup> olduğunu, tohuma Fe-EDDHA uygulamasının verimi arttırmadığını, sıra arası azaldığında, çeşit seçiminin sararmayla mücadelede en pratik yol olduğunu bildirmişlerdir.

Başar ve Taban (2001), serada yürütmüş oldukları bir çalışmada, farklı demir bileşikleri ve farklı uygulama yöntemlerinin soya fasulyesinin toplam ve aktif demir içeriği ile bazı verimlilik özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada demirin topraktan uygulanmasında; FeEDDHA (%6 Fe), FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O (%19 Fe) ve Ironite (%12 Fe) 0, 2, 4, 8 ve 16 mg Fe kg<sup>-1</sup> dozlarını kullanmışlardır. Toprak ve yaprak uygulamalarında FeEDDHA ve FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O 0, 2, 4, 8 ve 16 mg Fe kg<sup>-1</sup> dozlarında topraklara verilmiş, yapraklara da 0,01 N, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> uygulamışlardır. Yapraktan uygulamalarda ise FeEDDHA, %2; FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, %1 pH 7; FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, %1, pH 3; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,1 N; 0,01 N; 0,001 N konsantrasyonlarında 2 defa uygulamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre; soya fasulyesinin yapraktan FeSO<sub>4</sub> şeklinde uygulanması yaprak Fe içeriğini en fazla arttıran uygulama olurken, FeEDDHA'nın da yaprakların demir içeriğini belirgin şekilde arttırdığı, incelenen bütün özellikler üzerine en etkili bileşiğin FeEDDHA olduğunu, diğer uygulamaların etkisinin bu iki uygulama kadar belirgin olmadığını bildirmişlerdir.

Goos ve Johnson (2001), 1998 ve 1999 yıllarında yürütmüş oldukları bir çalışmada soyada demir eksikliği klorozunun, soya tarımı ve tohum oluşum oranı üzerine etkilerini incelemişlerdir. 1998 yılındaki araştırmada demir eksikliği klorozuna dayanıksız çeşitlerin (Glacier) tohumlarının FeEDDHA ile muamele edildiğinde erken gelişme döneminde demir klorozun azaldığını ancak demir sitrat uygulaması ile aynı sonuçların elde edilmediğini, 1999 yılındaki araştırma sonuçlarında ise Glacier soya çeşidinde yaprak klorofil değeri, bitki boyu ve tohum oluşum oranı arttıkça verimin arttığını bildirmişlerdir.

Başar (2002), soya bitkisinde değişik bileşiklerin Fe ile beslenme durumuna etkisini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Sera koşullarında tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülen çalışmada 3 farklı dozda  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 'ın (0, 15 ve 30 mg Fe  $\text{kg}^{-1}$ ) topraktan uygulanmış ve bitkilere 0.01 N ve 0.001 N olmak üzere 2 farklı konsantrasyonda  $\text{H}_2\text{SO}_4$  yapraktan verilmiştir. FeEDDHA, % 0.2 (w/v);  $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  % 1 (w/v) pH 7 ve  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  % 1 (w/v) pH 3 çözeltileri yapraktan olmak üzere bitkilere 4 defa uygulanmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, yapraktan  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  uygulanmasının soyanın toplam ve aktif Fe içeriğini en çok artıran uygulama olduğunu, yüksek pH'lı toprakların soya bitkisinde genelde demir eksikliğine neden olduğunu ve bunların sonucu olarak soyada verimin düştüğünü bildirmişlerdir.

Heitholt vd. (2003), sera koşullarında yapmış olduğu çalışmada kalkerli topraklarda üç farklı demir kaynağının soya gelişimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada, pH'sı 8.4 olan killi topraklarda FeEDDHA (0, 0.3, 1.0, 3 ve 10 ppm),  $\text{FeSO}_4$  (0, 3, 10, 30 ve 100 ppm Fe) uygulamışlardır. Araştırmada, soya bitkilerini R3 ve R5 gelişme dönemleri boyunca kontrol ettiklerinde, en yüksek klorofil miktarının 10 ppm Fe DTPA ve 3 ppm FeEDDHA-Fe uygulamasından elde edildiğini belirlemişlerdir. R6 gelişme döneminde soyaları kontrol ettiklerinde ise tüm demir uygulamalarının kontrole göre verimi %12 oranında arttırdığını fakat bu değer istatistik açıdan önemli olmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca, demir uygulamalarının toplam bitki ağırlığına etkili olmadığını ve yüksek demir dozlarının büyümeyi olumlu ya da olumsuz etkilediğine yönelik bir sonuç olmadığını bildirmişlerdir.

Hansen vd. (2003), batı Minnesota'da yapılan arazi çalışmasında, şiddetli klorotik, orta derecede klorotik ve klorotik olmayan bölgelerdeki bitki özelliklerini ve toprak

özelliklerini karşılaştırmışlardır. Soya fasulyesi üreticileri olarak kloroz bölgedeki soya tarımı yapan üreticilerin çoğunun kloroza dayanıklı çeşitleri seçmesine rağmen, Fe klorozun bitkilerin % 24'ünde önemli verim kaybına neden olduğunu belirtmişlerdir. Klorotik bitkiler, klorotik olmayan bitkilere göre bodur büyüme ve zayıf nodül gelişimine sahip olduklarını bildirmişlerdir. Klorotik olmayan alanlarla karşılaştırıldığında, klorotik alanlardaki toprak daha büyük toprak nem içeriğine ve çözümlü tuzlar, karbonatlar ve dietilentriaminpentaasetik asit (DTPA) -Cr konsantrasyonlarına ve daha az DTPA ile ekstrakte edilebilir Fe, Mn, Ni ve Cd konsantrasyonlarına sahip olmuşlardır. Araştırmacılar, bu gözlemlerin soya fasulyesi çeşit seçiminde dikkate alınması gerektiğini bildirmişlerdir.

Civelek (2006), Bafra Samsun şartlarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yürütmüş olduğu çalışmada; pH değeri yüksek, yüksek kireçli ve demir düzeyi düşük olan çiftçi arazisinde yapraktan demir uygulamasının bazı soya çeşitlerinde verim ve verim unsurları ile önemli kalite özelliklerine etkisini araştırmıştır. Yapılmış olan çalışma sonucunda, bitkilerde görülen demir eksikliğinin ürünün hem üretimini hem de ürün kalitesini olumsuz yönde etkilediğini bildirmiştir. Çalışma sonucunda; yapraktan FeEDDHA uygulamasının farklı soya çeşitlerinin dane verimlerinde kontrole kıyasla önemli verim artışları sağladığını bildirmiştir. Ayrıca, demir uygulamasının dane veriminde %27.3'lük artış sağladığını, dane verimine benzer sonuçların yağ veriminde de elde edildiğini bildirmiştir. Demir uygulama sayılarının tane verimi ve ham yağ verimine etki etmediğini ancak, tanenin kalitesini belirleyen azot oranı ve yağ asitleri kompozisyonunu etkilediğini tespit etmiştir. Uygulamanın istatistiksel olarak bin dane ağırlığına etkisi önemli bulunmuş ve ilk bakla boyu yüksekliğine, dallanmaya ve bakla sayısına etki ettiği de bildirilmiştir.

Doğan vd. (2007), tarafından Çukurova Üniversitesi Araştırma İstasyonunda iki yıl süreyle yürütülmüş olan çalışmada, yerfıstığı bitkisinde bakteriyel aşılama ile demir uygulamalarının nodülasyon, biyomas ve verim üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada, bitkisel materyal olarak I. ve II. ürün olarak Çukurova koşullarında en fazla ekimi yapılan NC-7 ve ÇOM çeşitleri kullanılmıştır. Araştırmacılar, denemede iki farklı demir dozu (Fe0:0 ppm ve Fe1: 5ppm) ve 3 farklı *Rhizobium* bakteri suşu (B0: aşılama yapılmamış-doğal bakteri; B1: 378 nolu suş; B2: 380 nolu suş) uygulaması kullandıklarını; birinci ve ikinci ürün olarak ekilen yerfıstığından

çiçeklenme döneminde nodül, kök ve kök üstü; hasat döneminde ise kök, kök üstü ve dane örnekleme yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, bakteri uygulamalarının çiçeklenme döneminde bitkinin azot içeriğini ve nodülasyon sayılarını artırdığını, ancak hasat döneminde bu etkilerin önemli boyutlarda olmadığını göstermiştir. Denemede ele alınan suşlar içerisinde B2 suşunun belirlenen bazı parametrelerde daha etkili bulunduğunu, bakteri uygulamasının, çiçeklenme döneminde nodül sayısı ve nodül ağırlığı değerlerini istatistiksel olarak artırdığı, hasat döneminde ise kök üstü N içeriğini artırdığı, ancak danenin azot içeriğini azalttığını belirlemişlerdir. Yürütülmüş olan çalışmada, demir uygulamasının biyomas ağırlığını, nodülasyonu ve bitkinin azot içeriğini önemli derecede artırdığını, denemede ele alınan parametreler yönünden ÇOM çeşidinin NC-7 çeşidinden daha iyi olduğunu rapor etmişlerdir.

Çalışkan vd. (2008), yapmış oldukları çalışma, Akdeniz tipi topraklarda azot ve demir uygulamalarının soyadaki büyüme, verim ve gübre kullanım etkinliği üzerindeki etkisini incelemek amacıyla 2003-2004 yıllarında yürüttükleri denemede,  $17 \text{ g kg}^{-1}$   $\text{CaCO}_3$  vertisollü ve pH 7.7 ve  $17 \text{ g kg}^{-1}$  organik madde bulunan topraklar kullanılmıştır. Ekimden önce soya tohumlarını bakteri ile aşılamışlardır. Denemede dört farklı azot seviyesi (0, 40, 80 ve  $120 \text{ kg/ha}$ ) kullanılmış ve azot dozlarının yarısı ekimden önce diğer yarısı ise tam çiçeklenme döneminde uygulanmıştır. Demir gübresi ise üç farklı dozda (0, 200,  $400 \text{ kg/ha}$ ) FeEDDTA formunda (%5.5 Fe ve %2 EDDTA) kullanılmış ve demir gübre dozları ikiye bölünerek V2 ve V5 dönemlerinde püskürtme şeklinde yapılmıştır. Çalışmada analiz için bitki örnekleri R1, R4 ve R6 dönemlerinde alınmıştır. Çalışma sonucunda, başlangıçta uygulanan N'un toplam kütle ve yaprak alanı indeksini R1 döneminde artırırken Fe uygulamasının erken gelişme döneminde etkili olmadığını, azot uygulamasının gelişmenin ileri dönemlerinde de olumlu etki gösterdiğini ve nihai olarak tohum verimini artırdığını bildirmişlerdir. Ayrıca, Fe uygulamasının büyümeyi R4 ve R6 dönemlerinde artırdığı ve sonuç olarak tohum verimini her iki yılda da artırdığını bildirmişlerdir. Yine çalışmada azot ve demir gübrelemesi arasında pozitif bir ilişki olduğu, ancak ileriki dönemlerde N oranındaki artışlar ile negatif bir ilişki ortaya çıktığını belirlemişlerdir. Sonuç olarak, soyanın  $80 \text{ kg/ha}$  N ve  $400 \text{ gr/ha}$  demir gübrelemesinin her iki yılda da en yüksek tohum verimi verdiğini, başlangıçtaki ve üst gübre olarak uygulanan N'un iki ayrı dönemde

FeEDDTA uygulamasıyla kombinasyonu, Akdeniz tipi topraklarda verim üzerine ve erken dönemde bitki gelişimi üzerine yararlı etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Güvercin (2009), farklı yerfıstığı çeşitlerinde bakteri aşılması ve demir uygulamalarının nodülasyon ve verime etkisini araştırmak amacıyla yapmış olduğu çalışmayı, Adana İli Ceyhan İlçesi Altıkara köyünde 2 yıl süreyle yürütmüşlerdir. Araştırmada, birinci ürün olarak Çukurova koşullarında en fazla ekimi yapılan NC-7, Halisbey, Arıoğlu 2003 ve Osmaniye 2005 çeşitleri kullanmışlardır. Denemede üç farklı demir dozu (Fe<sub>0</sub>, Fe<sub>1</sub>: 5 kg Fe/da (Fe<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), Fe<sub>2</sub>: 10 kg Fe/da (Fe<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)) ve 2 farklı Rhizobium bakteri aşılması uygulaması (B<sub>0</sub>: aşılama yapılmamış; B<sub>1</sub>: 380 nolu *Rhizobium leguminosarum* suşu) yapılmıştır. Çalışmada yerfıstığı bitkisinin çiçeklenme döneminde kök, kök üstü ve nodül örnekleme; hasat döneminde ise kök, kök üstü ve dane örnekleme yapılmıştır. Çalışma sonucunda gerek birinci yıl ve gerekse ikinci yıl bitkilerde nodül oluşumunun olmadığı gözlenmiştir. Dolayısıyla nodülasyon, biyomas ve farklı bitki organlarının N içeriklerinde bakteri aşılmasına bağlı herhangi bir etkinin de görülmediği, demir uygulamasına bağlı olarak incelenen parametrelerde çiçeklenme ve hasat dönemine ve denemede kullanılan yerfıstığı çeşitlerine bağlı olarak farklı etkiler görüldüğü bildirilmiştir. İncelenen parametreler açısından kullanılan çeşitlere göre değişen farklılıklar belirlenmiştir. Araştırmacı, meyve verimi açısından Halisbey çeşidinin birinci yıl en yüksek meyve verim değeri gösterirken (694 kg/da) bunu Osmaniye 2005 (686 kg/da) ve Arıoğlu 2003 (644 kg/da) çeşitlerinin izlediğini, ikinci yıl ise her üç çeşidinde 700-721 kg/da arasında verim verdiğini, buna karşılık NC-7'den birinci yıl 457 kg/da, ikinci yıl 458 kg/da verim alındığını rapor etmişlerdir.

Rotaru vd. (2009), farklı demir ve fosfor konsantrasyonlarının nodül oluşumu, N birikimi ve N<sub>2</sub> fiksasyon oranı üzerine etkisini araştırmak için yürütmüş oldukları bir çalışmada; bitki azot birikiminin, hem nodül Fe ve P konsantrasyonu ile hem de toplam bitki azot fiksasyon oranı ile doğrusal bir ilişki içerisinde olduğunu bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda, toplam azot fiksasyon oranının nodül P ve Fe konsantrasyon oranları ile ilişkili olduğunu, fakat P konsantrasyonu ile kıyaslandığında Fe konsantrasyonu ile daha yüksek bir ilişki elde edildiğini, nodül üretim konsantrasyonunun azot fiksasyon oranı ile olumlu ilişki içerisinde iken, P ve Fe konsantrasyonları ile negatif bir ilişki içerisinde olduğunu, P ve Fe'in birlikte uygulanması sonucunda nodüldeki P ve Fe kombinasyonu N birikimi ve azot

fiksasyonunun artışı ile pozitif bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, nodül ağırlığı ile bitki tarafından biriktirilen toplam azot miktarının yakından ilişkili olduğunu ortaya koymuşlardır.

Sheykhbaglou vd. (2010), demir oksit tozlarının soyanın verim ve kalitesi üzerine etkilerini belirlemek için yaptıkları çalışmada beş farklı (0, 0.25, 0.5, 0.75 ve 1  $g l^{-1}$ ) demir oksit seviyesi kullanmışlardır. Çalışma sonucunda, 0.75  $g l^{-1}$  seviyesindeki demir oksitin yaprak + meyve kuru ağırlığı ve meyve kuru ağırlığını arttırdığını belirlemişlerdir. En yüksek dane veriminin 0.5  $g l^{-1}$  uygulamasından elde ettiklerini, dane verimi açısından bu uygulamanın kontrolle kıyaslandığında %48'lik bir artış sağladığını bildirmişlerdir. Bitki boyu, bitki çapı, bitki başına dal sayısı, bitki başına meyve sayısı, bitki başına tohum sayısı, tohum ağırlığı, sap ağırlığı ve 100-tohum ağırlığı gibi verimi etkileyen özelliklerin farklı demir oksit uygulamalarından etkilenmediklerini bildirmişlerdir.

Helms vd. (2010), soyanın demir kloroz toleransı ve kalkerli topraklarda verimini inceledikleri çalışmada eksiklik olan ve olmayan iki araziye incelemişlerdir. Sonuçlar demir klorozunun görsel olarak puanlanmasının kloroz olan bölgelerde en yüksek verimli çeşidi belirleyemediğini göstermiştir. Araştırmacılar demir klorozunun sadece görsel kontrolü yapılarak üretim yapılıyorsa arazi veriminin iki çeşit kullanılarak artırılabilirliğini belirtmişlerdir. Kloroz olan ve olmayan araziler için çok sayıda farklı çeşidin performansından elde edilen verim verileri mevcutsa, üreticilerin tüm arazide yüksek verime sahip tek bir çeşit belirleyerek üretim yapabileceğini önermişlerdir.

Kobraee vd. (2011), soyada klorofil konsantrasyonu, nodülasyon, kalite ve nicelik gibi özellikler üzerine mikro elementler büyük etkiye sahip olduklarını düşündükleri ve bu etkileri belirlemek amacıyla 2010 yılında İran'da yürütmüş oldukları saksı çalışmalarında farklı mikro elementlerin etkilerini incelemişlerdir. Denemede, 3 farklı çinko dozu (0, 4 ve 8 Zn mg  $kg^{-1}$ ,  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  formunda), 3 demir dozu (0, 4 ve 8 Fe mg  $kg^{-1}$ , Fe  $SO_4$  formunda) ve 3 manganez dozu (0, 15 ve 30 Mn mg  $kg^{-1}$ ,  $MnSO_4 \cdot 4H_2O$  formunda) kullanmışlardır. Hasattan önce ve ekimden sonra 48. günde her saksıda bulunan bitkilerden beş yaprakta SPAD 502 okumaları yapılmış ve daha sonra bitkileri hasat etmişlerdir. Bitki başına nodül sayısı ve yaş ağırlıklar belirlenmiş, kurutulduktan sonra nodül ve sap kuru ağırlıkları ölçülmüştür. Deneme sonucunda, mikro elementlerin

farklı seviyelerine göre bitki başına nodül sayısı, nodül yaş ve kuru ağırlıklarının önemli seviyede farklılık gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bitki başına en yüksek nodül sayısı, nodül kuru ağırlığı, bitki boyu, sap kuru ağırlığı, toplam kuru ağırlık ve SPAD (28.4) değerini  $8 \text{ mg kg}^{-1}$  Fe uygulamasından; en düşük değerleri ise kontrol uygulamasından elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Sohrabi vd. (2012), soyanın farklı gelişme dönemlerinde yapraktan uygulanan demir gübresi (Kontrol, Fe gübrelili) ile azot gübrelemesinin ( $0, 50$  and  $100 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) verim, verim komponentleri ve tohum kimyasal bileşimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda yapraktan demirli gübre uygulamasının verim ve verim komponentleri ile tohum üzerine potasyum hariç fosfor, mangan, demir, çinko, kalsiyum, sodyum ve bakır gibi kimyasal bileşenlerin istatistiki olarak etki yapmadığını ancak, demir uygulanan parsellerde verim ve verim komponentlerinin sayısal olarak daha yüksek değerler verdiklerini bildirmişlerdir.

Vasconcelos ve Grusak (2013), soyada demir klorozunu etkileyen morfo-fizyolojik parametreleri inceledikleri çalışmalarında demir eksikliği olan ve olmayan iki koşulda bitkileri yetiştirmişlerdir. Araştırmacılar tarafından elde edilen sonuçlara göre demir kloroz oranıyla ilişkili olan yeni özellikler tanımlanmıştır. SPAD değerleri ile gövde ağırlığı, yaprakların ağırlığı ve ilk yaprakların demir konsantrasyonu arasında negatif bir korelasyon bulunmuştur. Ayrıca tohumlardaki daha yüksek demirin demir klorozuna karşı daha fazla direnç sağladığı belirlenmiştir. Sonuçta soya fasulyesi farklı kloroz duyarlılığı, yaprak boyutu, gövde ağırlığı, tohumlardaki demir konsantrasyonu gibi özel morfo-fizyolojik parametrelerle bağlantılı olduğu gözlenmiştir.

Ali vd. (2014), yapraktan demir sülfat ( $\text{FeSO}_4$ ) uygulamasının maş fasulyesinin büyüme, tohum verimi ve kalitesi üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmada, farklı dönemlerde (dallanma ve çiçeklenme) ve farklı dozlarda ( $\%0.5, \%1$  ve  $\%1.5$  demir sülfat) yapraktan demir sülfat uygulaması araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, demir sülfat uygulamalarının büyüme ve bitki boyu, bitki başına dal sayısı, meyve sayısı, meyvede tohum sayısı, 100-tohum ağırlığı gibi verim komponentlerini ve verimi arttırdığını ayrıca, demir sülfat uygulamasının tohum protein içeriği ve demir içeriğini arttırdığını bildirmişlerdir. Dallanma ve çiçeklenme döneminde yapraktan  $\%1.5$  demir sülfat uygulamasının kontrole kıyasla bitki başına meyve sayısı ( $\%44.64$ ), meyvedeki

tohum sayısı (45.31), 1000-tohum ağırlığı (518.97), tohum verimi (%38.66), protein içeriği (%6.60) ve tohum demir içeriği (%46.39) değerlerinin daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir.

Kaiser vd. (2014), tarafından Fe-etilen diamin-N,N-bis (hidroksi fenil) asetik asid'in etkilerini incelemek için kalkerli topraklarda soyada demir klorozuna etkilerini incelemek için bir deneme yapılmıştır. Deneme hem yulaf ekili alanda hem de karıkta asit uygulanan alanda yapılmıştır. Demir klorozuna toleranslı ve hassas iki çeşit kullanılmıştır. Demir kloroz şiddeti arazide düşükten şiddetliye kadar uygulanmıştır. Sonuçlara göre duyarlı çeşit, kloroz yokluğunda en yüksek verimi sağlamıştır ve karık içi Fe, orta ve şiddetli kloroz altında kloroza duyarlı çeşidin verimini artırmıştır. Yulaf ekili arazide ise, şiddetli kloroz altında hassas çeşitler için verimi tutarlı bir şekilde artmış ve bazen yulaf yüksekliği 25 cm'yi geçtiğinde düşmüştür. Araştırmacılar bu çalışma ile klorozun şiddetini azaltmak için en önemli stratejinin çeşit seçimi olduğunu Fe-EDDHA'nın karık içi uygulaması, orta ile şiddetli klorozu hafifletmek için bir çözüm sağladığını ortaya koymuşlardır.

Gamble vd. (2014), Amerikanın güneyinde Alabama bölgesinde 2010-2012 yıllarında Fe-EDDHA, Fe-Sitrat ve FeSO<sub>4</sub> uygulamalarının soyada verim ve kloroz üzerine etkisini değerlendirmişlerdir. Uygulamalar, ekimde toprağa ve V3 büyüme devresinde yaprağa olmak üzere iki şekilde yapılmıştır. Klorofil ölçer okumaları ve görsel kloroz skorları, Fe kloroz derecesini belirleme yöntemleri olarak değerlendirilmiştir. Klorozun en belirgin olduğu yerde, Fe-EDDHA'nın tüm uygulamaları, ekimde görsel kloroz okumalarının derecelendirmelerini azaltmada etkili olduğu görülmüştür. Fe-EDDHA'nın 4.5 kg/ha uygulaması, hem ekimde hem de V3 büyüme aşamasında yaprak uygulamasında verimi arttırdığı bildirilmiştir. Fe-Sitrat ve FeSO<sub>4</sub> uygulamaları ise bu çalışmada verimi artırıcı bir etki yaratmamıştır.

Jozedaemi vd. (2014), kalkerli topraklarda dört farklı benekli fasulye çeşidi ile yaptıkları bir çalışmada toprak ve yapraktan demir gübrelemesinin verim ve yaprak kimyasal bileşimi üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada, sulama suyu ile sülfürik asit (2 ve 4 g/L), topraktan demir sülfat uygulaması (75 ve 150 kg/ h), topraktan Fe-EDDHA uygulaması (3 ve 6 mg/ kg), yapraktan demir sülfat uygulaması (2 ve 4 g/ L) ve yapraktan Fe- EDTA uygulaması (1 and 2 g/ L) uygulanmıştır. Çalışma sonucunda

sulama suyunda sülfürik asit uygulaması (4 g/L) diğer demir uygulamalarına kıyasla verim ve verim komponentleri bakımından ortalamadan daha yüksek değerler verdiğini; denemede kullanılan tüm çeşitlerde yaprakların manganez, çinko ve bakır içeriklerinin artmasına neden olduğunu bildirmişlerdir.

Karacıl (2015), 2012-2013 ve 2013-2014 yıllarında Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri deneme alanında yürütmüş olduğu bir çalışmada, farklı mercimek çeşitlerinde topraktan 0,1,2,3,4,5 kg FeSO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>O (demir sülfat) ve 0,1,2,3,4 kg ZnSO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>O (çinko sülfat), yapraktan %0.00, %0.37, %0.75, %1.12, %1.49 FeSO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>O demir sülfat ve %0.00, %0.33, %0.66, %0.99, %1.32 ZnSO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>O çinko sülfat; ikinci yıl yapraktan % 0.00 ve %0.30 ZnSO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>O ve FeSO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>O dozlarının verim ve tanede mikro besin elementi içeriğine etkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunda, birinci yıl sonunda topraktan Fe ve Zn sülfat uygulamasının, tane verimine ve tane mikro element içeriğine olumlu bir etkisi saptanmadığını, kontrol uygulamasının mikro element uygulanan parsellere göre daha yüksek değerler verdiğini, yapraktan demir sülfat (% 0.37) uygulamasının biyolojik verim, tane verimi ve tanelerde demir içeriğini kontrole göre arttırdığını bildirmiştir. Ayrıca, yapraktan farklı dozlarda çinko sülfat uygulamasının biyolojik verimi etkilemediğini, % 0.66'lık doz uygulamasının tane verimini kontrole göre arttırdığını, tane çinko içeriğinin % 0.66 dozunda önemli düzeyde yüksek çıkarsa da diğer dozlarda bulunan değerlere çok yakın olduğunu tespit etmiştir. 2013-2014 yılında, yapraktan % 0.30'luk demir sülfat ve çinko sülfat uygulaması ile altı mercimek çeşidinin verim ve tanede mikro element içerikleri yönünden büyük farklılık gösterdiklerini rapor etmişlerdir.

Heidarzade vd. (2016), 2014 yılında İranda Sari Üniversitesinde su kısıtı koşulu altında, demirin yapraktan uygulanmasının soya bitkisinin verim özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Deneme tesadüf blokları deneme deseninde üç tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kuraklık stresi, bakla sayısını, toplam tohum sayısını, tohum verimini, tohum proteinini ve tohum yağın önemli şekilde etkilemiştir. Ayrıca, soyaya özellikle Fe + Mo kullanımı çevre açısından kabul edilebilir olduğunu ve su kısıtı durumunun neden olduğu zararları azalttığını tespit etmişlerdir.

Bin vd. (2016), FeEDDHA, FeEDDHMA ve FeHBED'in soya fasulyesinde demir klorozunu önlemede etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla, serada saksı denemeleri

kurulmuş ve klorofil (SPAD) ölçümü, bitki kuru madde verimi ve bitkideki önemli mineral elementlerin kütleleri ölçülmüştür. Üç demir şelatın tümü, kontrole kıyasla SPAD ve kuru madde verimini arttırmıştır. FeHBED'in klorofil üzerindeki etkisi, FeEDDHA ve FeEDDHMA'dan daha uzun bir süre boyunca görülmüştür. Diğer Fe şelatlarla karşılaştırıldığında genç yapraklardaki toplam Fe içeriği FeHBED uygulamasında daha düşük olmakla beraber, toplam Fe içeriğinin doğrudan klorofil üretimi ve biyokütle verimi ile ilişkili olduğu belirlenmiştir.

Chatterjee vd. (2017), farklı bölgelerde ve farklı toprak tiplerinde yürütmüş oldukları çalışmada, yapraktan uygulanan farklı formdaki demir gübrelere ve yardımcı maddelerin soyada yapraklarda yeniden yeşillenme ve verim üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, uygulama yapılan parsellerdeki bitkilerde klorozis derecesinin görülebilir seviyede arttığını ve kontrole kıyasla SPAD okumalarının arttığını ancak, farklılıklar önemli olmadığını buna ilave olarak Fe-EDDHA'nın yapraktan uygulanmasının verimde en uygun artış sağladığını fakat hiç bir yardımcı maddenin diğerlerinden daha iyi bir performans göstermediğini bildirmişlerdir. Ayrıca, demir eksikliği klorozunu kontrol etmek için gelecekte yapılacak çalışmaların çeşit seçimi ve yüksek tohumluk oranı gibi farklı uygulamaların yaprak uygulamasıyla entegre edilmesi konusuna odaklanması gerektiğini rapor etmişlerdir.

Torun vd. (2017), farklı ayçiçeği genotiplerinin Fe noksanlığına karşı duyarlılığı denenmiştir. Çalışmada, bitki materyali olarak, TR-6149-SA, TR-3080 ve 6480 genotipleri kullanılmıştır. Bitkiler, Fe'siz (0  $\mu\text{mol Fe}$ ) ve Fe (100  $\mu\text{mol Fe}$ ) içeren su kültürü yetiştirme ortamında test edilmiştir. Çalışma sonunda semptom derecesi, SPAD değeri, klorofil konsantrasyonu, yeşil aksam kuru madde verimi, Fe-redüktaz enzim aktivitesi, yeşil aksam Fe konsantrasyonu ve büyüme ortamının pH değeri ölçülmüştür. Sonuçlar ayçiçeği bitkisinin Fe noksanlığını etkileyen en önemli faktörlerin Fe alımı ve Fe-redüktaz aktivitesi olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak, uygulanan değişik Fe konsantrasyonlarına karşı genotiplerin tepkilerinin önemli derecede farklılık gösterdiği ve Fe noksanlığına karşı tolerant genotiplerin belirlenmesinde Fe redüktaz enzim aktivitesinin önemli rol oynayabileceği ortaya koyulmuştur.

Kür vd. (2019), farklı gelişme dönemlerinde ve dozlarda yapraktan demir şelat (EDDHA-Fe) uygulamasına yarfıstığının tepkisini belirlemek amacıyla yürütmüş

oldukları çalışmada, bitkisel materyal olarak demir klorozuna hassas NC-7 çerezlik yerfıstığı çeşidini kullanmışlardır. Çalışmada yapraktan 10 farklı (%50 çiçeklenme döneminde 400 g da-1 (U1),500 g da-1 (U2), 600 g da-1 (U3); meyve bağlama döneminde 400 g da-1 (U4), 500 g da-1 (U5), 600 g da-1 (U6); %50 çiçeklenme döneminde 200 g da-1 ve meyve bağlama döneminde 200 g da-1(U7), %50 çiçeklenme döneminde 300 g da-1 ve meyve bağlama döneminde 300 g da-1(U8), %50 çiçeklenme döneminde 300 g da-1 ve meyve bağlama döneminde 300 g da-1(U9) ve kontrol (U10)) uygulama yapmışlardır. Uygulamaların bitki başına meyve sayısı (adet bitki<sup>-1</sup>) ve meyve verimi (kg da<sup>-1</sup>) üzerine etkisinin önemli, diğer özellikler (meyvede dane sayısı, 100 dane ağırlığı, 100 meyve ağırlığı, iç oranı, yağ ve protein oranı) üzerine etkisinin önemli olmadığını belirlemişlerdir.

Gülser vd. (2019), kontrollü koşullarda farklı demir kaynakları ve dozlarının soyada (*Glycine max* L.) fide gelişimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışma faktöriyel deneme deseninde üç tekrarlamalı olarak yürütülmüş ve bitkisel materyal olarak Atakişi soya çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada, her saksı 1.3 kg kum:toprak (1:1 oranında) karışımı ile doldurulmuş, her saksıya 3 tohum ekimi yapılmıştır. Demir kaynağı olarak FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, Fe-EDDHA ve nano demir ve demir dozları olarak 0-15-30 mg Fe kg<sup>-1</sup> kullanılmıştır. En yüksek sap yaş ve kuru ağırlıkları, kök yaş ve kuru ağırlıkları ve yaprak sayısı 15 mg kg<sup>-1</sup> uygulamasından elde edilmiştir. Genellikle artan demir uygulama dozları ile sap büyümesi azalmış, kök uzunluğu artmıştır. Soyada fide büyümesi demir kaynaklarına (FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O < Fe-EDDHA < nano-Fe) bağlı olarak artmıştır.

Vaghar vd. (2020), 2016-2017 yıllarında soyada (M9 çeşidi) yapraktan demir, çinko ve manganez nano-şelat uygulamasının fizyolojik özellikler ve verim üzerine etkisini araştırmışlardır. Ayrıca çalışmada ana parsellere farklı sulama seviyeleri (I<sub>1</sub>:tam sulama, I<sub>2</sub>:çiçeklenme döneminde su kısıntısı, I<sub>3</sub>:meyve oluşum döneminde su kısıntısı, I<sub>4</sub>:dane dolmuş döneminde su kısıntısı) ve alt parsellere yapraktan yedi farklı nano-şelat (Fe, Zn, Mn, Fe + Zn, Fe + Mn, Zn + Mn, Fe + Zn + Mn) ve distile su (Kontrol) uygulaması yapmışlardır. Çalışma sonucunda, tüm uygulamalarda nano-şelat uygulamasının önemli olduğunu, meyve sayısı, tohum sayısı, 100-tohum ağırlığı, yaprak alanı, yaprak klorofil içeriği, toplam kuru ağırlık ve dane verimi bakımından en düşük değerlerin meyve oluşum döneminde elde edildiğini, Fe + Zn + Mn nano-şelat uygulamasının su

kısıntısına karşı soyanın dayanıklılığını arttırdığını, meyve oluşum döneminde kuraklık uygulandığında Fe + Zn nano-şelat uygulamasının 2613.84 kg/ha-1 ile en yüksek verim elde edildiğini ve kontrole kıyasla %61'lik bir artış sağladığını bildirmişlerdir.

Erbil vd. (2020), 2017-2018 yıllarında Şanlıurfa GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde demir (Fe) ve molibden (Mo) uygulamasının soyada (*Glycine max.* L.) verim, protein ve nodül oluşumu üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemede standart gübreleme (NPK:100-50-0, 20-20-0 gübresi) uygulanmıştır. Denemede demir  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  formunda olup, iki ayrı dozda ( $0.5 \text{ kg ha}^{-1}$  ve  $1 \text{ kg ha}^{-1}$ ) uygulanmıştır. Molibden ise amonyum molibdat formunda sıvı olarak yapraktan uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, demir ve molibden uygulamasının dane verimini, bitki başına aktif ve toplam nodül sayısını, biomas verimini, 1000 dane ağırlığını, toplam azot alımını, protein içeriğini arttırdığını; demir ve molibdenin birlikte uygulamasının tek uygulamasına göre nodül oluşumunu ve verimi daha çok arttırdığını, Şanlıurfa koşullarında soya tarımında yüksek verim ve yüksek nodül oluşumu için Fe ve Mo birlikte uygulamasının önerilebileceğini bildirmişlerdir.

El-Mohsen Ramadan vd. (2020), demir ve magnezyum oksit nanopatiküllerin soya bitkisinin büyüme, verim ve biyokimyasal değişimler üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada beş farklı doz (0, 10, 20, 30 ve 40 ppm) kullanmışlar ve ekimden sonra 30. ve 45. günde olmak üzere yapraktan uygulamışlardır. Büyüme ve biyokimyasal parametrelerin ölçümü için ekimden sonra 60. günde bitki örnekleme yapmışlardır. Çalışma sonucunda, yapraktan uygulanan demir ve magnezyum oksitin soyada büyüme parametrelerini arttırdığını, her iki nanopatikülün fotosentetik pigmentleri, fenol verimini ve biyokimyasal bileşenleri arttırdığını, katalaz içeriğinin 30 ppm uygulamasında en yüksek değere ulaştığını, protein ve karbonhidrat yüzdesinin olumlu etkilendiğini, yağ oranında önemli olmadığını sonuç olarak, böylesi nano-gübre kaynaklarının soya büyüme ve gelişmesi ile nihai olarak verim ve kalite için gerekli olduğunu bildirmişlerdir.

## BÖLÜM III

### MATERYAL VE METOD

#### 3.1 Materyal

##### 3.1.1 Denemenin yılı ve yeri

Tez konusu ile ilgili çalışmalar 2020 yılı Haziran ve Eylül ayları arasında Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü Araştırma ve Uygulama Seralarında yürütülmüştür. Deneme ekimleri 4 Haziran ve hasat işlemleri 4 Kasım 2020 tarihinde yapılmıştır.

##### 3.1.2 Toprak özellikleri

Sera denemesi olarak yürütülmüş çalışmada kullanılmış olan deneme toprağı Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi Araştırma ve Uygulama Alanından getirilmiştir. Serada saksı denemesi kurulmadan önce, deneme toprağını oluşturan alandan toprak küreğı ve burgusu yardımıyla toprak örnekleme (0-40cm) yapılarak; deneme topraklarına ilişkin fiziksel ve kimyasal özellikler belirlenmiştir. Yapılan toprak analizi sonucu, serada kurulan saksı denemesinde kullanılacak olan topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Sera denemesinde kullanılan deneme topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (0-40 cm)\*

Bünye Sınıfı (%)	pH	Tuz (%)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Organik madde (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/da)	K <sub>2</sub> O (kg/da)	Mikro elementler (mg/kg)
Killi-Tınlı							
51.10	8.01	0.002	22.21	1.99	2.76	142.25	Fe: 4.52 Cu: 1.15 Zn: 1.62 Mn: 6.32 Mg: 323.50 Ca: 5450.0

\* Toprak Analizleri Bereket Toprak ve Sulama Suyu Analiz Laboratuvarında (Ankara) yapılmıştır.

Sera koşullarında yürütülen denemede saksıda kullanılan topraklar killi - tınlı yapıda olup, alkali karaktere sahiptir. Organik madde içeriği bakımından oldukça zayıf yapıda ve fazla kireçli olan topraklar, tuzsuz karaktere sahiptir. Alınabilir fosfor ( $P_2O_5$ ) içeriği az ve potasyum ( $K_2O$ ) içeriği yüksektir. Deneme alanı toprakları çinko (Zn), demir (Fe) ve bakır (Cu) içeriği bakımından yeterli olup, mangan (Mn) içeriği bakımından zayıf, magnezyum (Mg) içeriği bakımından çok yüksek ve kalsiyum (Ca) içeriği bakımından ise yüksek seviyededir (Çizelge 3.1.).

### 3.1.3 İklim özellikleri

Denemenin yürütüldüğü Niğde İli, İç Anadolu Bölgesi içerisinde yer almakta olup genel hatları ile karasal iklime sahip olup, yaz ayları sıcak ve kurak, kış ayları ise soğuk ve kar yağışlı geçmektedir. Denemenin yürütüldüğü dönem içerisinde Niğde Meteoroloji İl Müdürlüğü kayıtlarından bazı iklim verileri ve uzun yıllar ortalama değerleri alınmıştır. Deneme yerinin 2020 yılı iklim değerleri ve uzun yıllar ortalama değerleri Çizelge 3.2’de verilmiştir.

**Çizelge 3.2.** Deneme yerinin 2020 yılı iklim değerleri ve uzun yıllar (1935-2019) ortalamasına göre bazı iklim verileri\*

Aylar	Max. Sıcaklık (°C)		Min. Sıcak. (°C)		Ort. Sıcak. (°C)		Ort. Nem %		Top. Yağış (mm)	
	U.Y.	2020	U.Y.	2020	U.Y.	2020	U.Y.	2020	U.Y.	2020
Haziran	25.6	26.7	11.8	12.7	19.1	19.8	51.3	47.9	27.9	26.7
Temmuz	29.3	31.8	14.7	17.1	22.4	24.6	39.5	40.5	5.2	0
Ağustos	29.5.	30.0	14.5	14.3	22.3	22.5	40.1	35.0	6.6	0
Eylül	25.6	29.8	10.3	14.2	18.0	22.0	40.5	43.5	10.5	2.4
Ekim	19.6	25.3	5.9	9.2	12.4	17.0	53.8	40.8	26.9	0.1
Ort./Top.	25.9	28.7	11.4	13.5	18.8	21.2	45.4	41.5	77.1	29.2

\*Kaynak: Niğde Meteoroloji İl Müdürlüğü, U.Y.:Uzun Yıllar

Çizelge 3.2’de görüldüğü gibi 2020 yılında en düşük sıcaklık değerleri uzun yıllar ortalamasından yüksek olup, 9.2 °C (Ekim) ile 17.1 °C (Temmuz) arasında değişmiştir. Yine ortalama en yüksek sıcaklık değerleri denemenin yapıldığı aylarda uzun yıllar ortalamasından yüksek olmuş ve 25.3 °C (Ekim) ile 31.8 °C (Temmuz) arasında değişmiştir. Denemenin yürütüldüğü 2020 yılında ortalama sıcaklık değerleri, 17.0 °C (Ekim) ile 24.6 °C (Temmuz) arasında değişmiş olup, uzun yıllara ortalamasından daha yüksek olmuştur

2020 yılı nispi nem değerleri uzun yıllar ortalama değerleri ile karşılaştırıldığında, denemenin yürütüldüğü aylar itibarıyla değişken bir seyir izlemiş ve %35.0 (Ağustos) ile %47.9 (Haziran) arasında değişmiş, uzun yıllar ortalamasında ise bu değer %39.5 (Temmuz) ile %53.8 (Ekim) arasında değişim göstermiştir. Çizelge 3.2'de görüldüğü gibi denemenin yapıldığı aylara ait toplam yağış miktarı uzun yıllar (denemenin yürütüldüğü aylara ait) toplam yağış miktarından daha düşük olmuştur. Deneme süresi boyunca en yüksek yağış Haziran (26.7 mm) ayında kaydedilmiştir.

### **3.1.4 Denemede kullanılan çeşit**

Çalışmada bitki materyali olarak daha önce yapılmış olan bir çalışmada (Maqbool, 2018) demir eksikliğine hassas, fakat yüksek verimli Nova çeşidi kullanılmıştır. III. olgunlaşma grubunda yer alan Nova çeşidi, Türkiye orijinali olup, beyaz çiçek ve kahverengi hilum rengine sahiptir. Bitki boyu 70-120 cm olan bu çeşidin dal sayısı 1-6 arasında değişmekte olup, yatmaya ve dane dökmeye dayanıklı bir çeşittir. Nova çeşidinde tohum şekli yuvarlak olup, 100-tohum ağırlığı 13-18 g'dır.

## **3.2 Yöntem**

### **3.2.1 Deneme deseni ve uygulama tekniği**

Deneme, 2020 yılında Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi Araştırma ve Uygulama Seralarında tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekrarlamalı olarak kurulup yürütülmüştür. Çalışma konusunu demir şelat (Fe-EDDHA) gübresi ve farklı uygulama yöntemleri (Toprak, Tohum ve Yaprak) oluşturmuştur. Denemede her tekrar beş saksıdan oluşmuş olup, toplam 120 saksı kullanılmıştır. Deneme desenine ait uygulamalar Fotoğraf 3.1'de verilmiştir.

#### Uygulama Dönemleri

U1: Kontrol

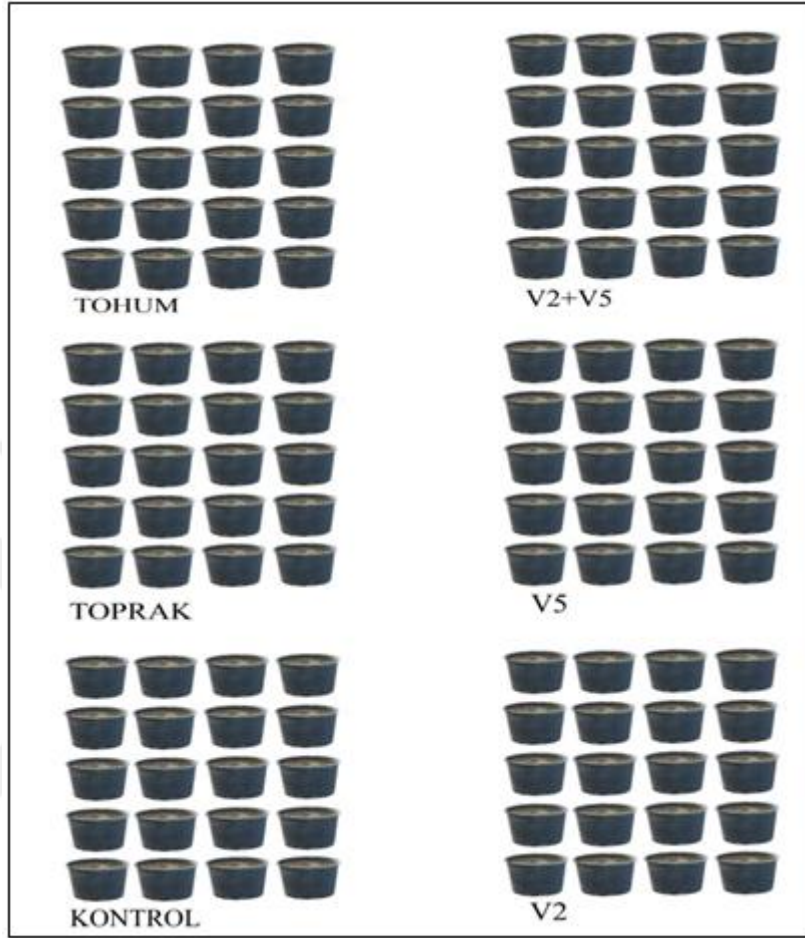
U2: Tohum

U3: Toprak

U4: Yaprak (V2:İkinci gerçek yaprak dönemi)

U5: Yaprak (V5: beşinci gerçek yaprak dönemi)

U6: Yaprak (V2 +V5)



**Fotoğraf 3.1.** Deneme desenine ait uygulamalar

Yapraktan demir uygulaması bitkide ikinci gerçek yaprağın oluştuğu dönem (V2) ve beşinci gerçek yaprağın oluştuğu (V5) gelişim dönemlerinde (Fehr ve Caviness, 1977) yapılmıştır. Denemede 400 g/ha demir (Çalışkan vd., 2008) gelecek şekilde uygulama yapılmıştır. Çalışma konusunu oluşturan demir şelat gübresi, EDDHA Na Fe formunda %6 demir şelatı ihtiva etmektedir. Gübrenin fiziksel yapısı katı ve suda erir granül şeklinde olup, oksitlenmez, koyu kırmızimsı kahverengi rengindedir.

Deneme için getirilen toprak, taş ve keseklerinden ayırdıktan sonra elekten geçirilmiş, 240 x 240 mm (9.5 litre) ebatlarındaki saksılara yerleştirilmiştir. Her saksıya 15 tohum gelecek şekilde ekim yapılmış ve çıkışlar izlenerek her saksıda 5 bitki kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Ekim öncesi, tohumlar şekerli su ile ıslatılarak, 100 kg tohuma 1

kg bakteri düşecek şekilde *Bradyrhizobium japonicum* bakterileri ile aşılanmıştır (Fotoğraf 3.3.). Deneme topraklarına ekimden önce taban gübresi olarak her saksıya 2 g azot gelecek şekilde Kompoze gübre (15-15-15) uygulanmıştır. Deneme öncesi azot ve fosfor gübreleri uygulandıktan sonra küçük çapa ile karıştırılmış ve saksılar çeşme suyu ile sulanmıştır.



**Fotoğraf 3.2.** Serada deneme toprağının hazırlanması çalışmalarından bir görünüm



**Fotoğraf 3.3.** Denemede ekim öncesi tohumluklara bakteri aşılamaından bir görünüm



**Fotoğraf 3.4.** Denemde ekim öncesi tohuma ve toprağa demir gübresi uygulamalarından bir görünüm



**Fotoğraf 3.5.** Deneme ekiminden bir görünüm

### 3.2.2 Bakım işlemleri

Deneme ekimleri, 04 Haziran 2020 tarihinde her saksıya on beş tohum olacak şekilde yapılmıştır. Bitkiler toprak yüzüne çıktıktan iki hafta sonra her saksıda beş bitki kalacak şekilde seyreltme işlemi yapılmıştır. Araştırmada, deneme parsellerine damlama sulama sistemi kurulmuş (Fotoğraf 3.6), bitkiler yetiştirme süresi esnasında düzenli aralıklarla saksıların nem içeriği kontrol edilerek çeşme suyu ile tarla su kapasitesine yakın bir nem içeriğinde tutulması sağlanarak sulanmıştır. Ortalama olarak 2 gün aralıklarla sulama işlemi yürütülmüştür. Saksılarda çıkış sonrası görülen yabancı otlar düzenli olarak el ile temizlenmiştir.



**Fotoğraf 3.6.** Denemeye damla sulama sistemi kurulumundan görüntüler

Bitkilerin yetiştirme süreleri boyunca gerekli bakım işlemleri yapılmıştır. Yetiştirme süresi içerisinde özellikle çiçeklenme dönemi başlangıcı ve bakla oluşum döneminde yoğun olarak kırmızı örümcek zararlısına rastlanmış ve litrede 50 g. hexythiazox etkili maddeye sahip olan kırmızı örümcek ilacı ile 26 Temmuz 2020, 3 Ağustos 2020 ve 6 Ağustos 2020 tarihlerinde olmak üzere 3 defa ilaçlı mücadele yapılmıştır.

### 3.2.3 Ölçüm işlemleri

Denemede R3 (bakla oluşum başlangıcı) döneminde (03 Ağustos 2020) tüm uygulamalarda SPAD değerleri, taşınabilir klorofil ölçüm cihazı (SPAD-502, Minolta) kullanılarak yaprak üzerinde doğrudan ölçüm yapılmıştır. Ölçümler, bitkilerin gelişimini tamamlamış en genç yaprağın (3. veya 4. yaprak) tepe yaprakçığında, saat 10:00-14:00 arasında yapılmıştır. Denemede, R5 (tohum oluşum başlangıcı) aşamasından sonra ise morfolojik ölçümler yapılmıştır.



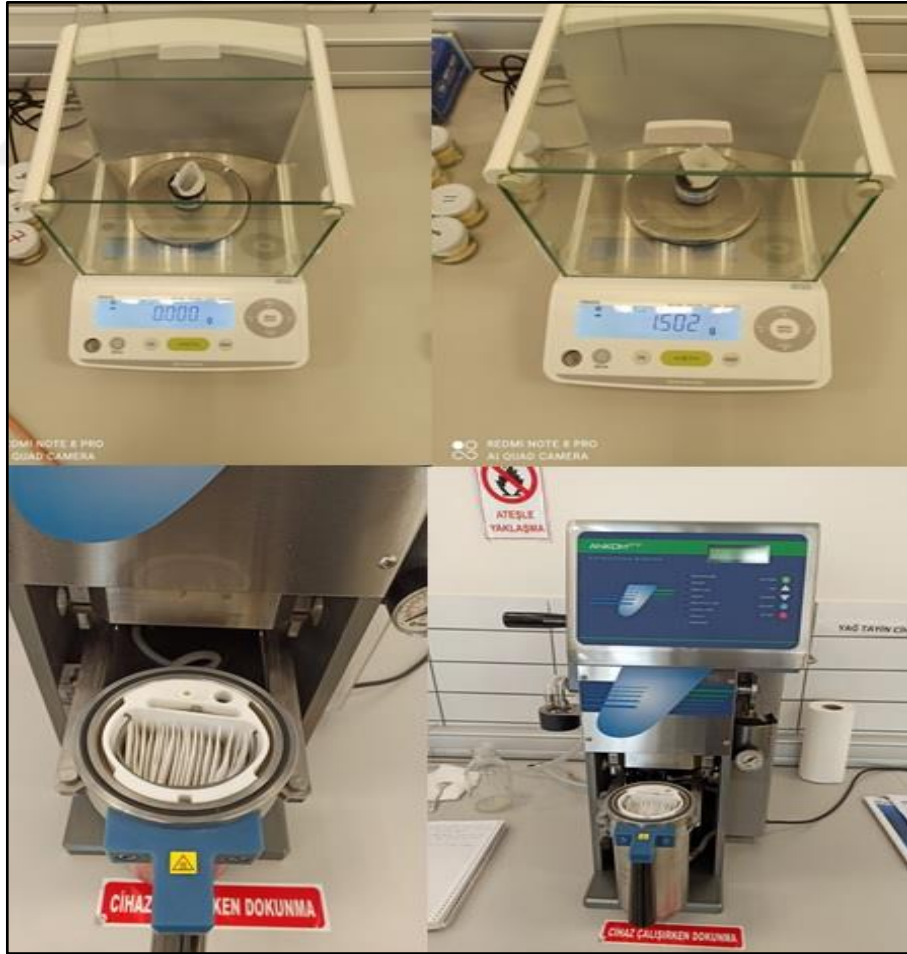
**Fotoğraf 3.7.** Denemede morfolojik ölçümlerden görüntüler



**Fotoğraf 3.8.** Hasat sonrası tane ayıklama işleminden görüntüler



**Fotoğraf 3.9.** Protein analizinden görüntüler



**Fotoğraf 3.10.** Yağ analizinden görüntüler

### **3.2.4 Hasat işlemleri**

Denemenin hasadı, 4 Kasım 2020 tarihinde yapılmıştır. Bitkilerin hasat olgunluklarına gelip gelmedikleri sap, yaprak ve baklaların sararması ve tohumların olgunlaşması ile tespit edilmiştir. Hasatta, tüm saksılarda bulunan bitkiler hasat edilerek gerekli bitkisel ölçümler alınmış ve baklalar saplarından koparılarak tohumları ayrılmıştır.

### **3.2.5 Araştırmada incelenen özellikler ve yöntemleri**

Deneme sırasında ve sonrasında, aşağıdaki özellikler, belirtilen yöntemler uyarınca belirlenmiştir.

#### **3.2.5.1 Çıkış süresi (gün)**

Tohumların ekildiği tarihten itibaren parseldeki bitkilerin %50'sinin toprak yüzüne çıktığı süre gün olarak hesaplanmıştır.

#### **3.2.5.2 Çiçeklenme süresi (gün)**

Tam çıkıştan itibaren parseldeki bitkilerin %50'sinin ilk çiçekleri verdiği süre gün olarak hesaplanmıştır.

#### **3.2.5.3 Demir noksanlığının belirlenmesi (1-6 sakala)**

Demir eksikliği belirtileri 1-6 skalasına göre (yaprak üzerindeki klorotik lekelerin şiddeti; 1: Tamamen yeşil, 2: Hafif kloroz, 3: Tamamen sarı ancak damarlar yeşil, 4: Sarı ve damarlar kloroz, 5: Tam kloroz (nekrozlu), 6: Çok şiddetli, apikal kloroz olarak sınıflandırılmış (Vasconcelos vd., 2006).

#### **3.2.5.4 Yaprak klorofil değeri (SPAD)**

Tüm uygulamalarda SPAD değerleri, taşınabilir klorofil ölçüm cihazı (SPAD-502, Minolta) kullanılarak yaprak üzerinde doğrudan ölçüm yapılmıştır. Ölçümler R3

döneminde bitkilerin gelişimini tamamlamış en genç yaprağın (3. veya 4. yaprak) tepe yaprakçığında, saat 10:00-14:00 arasında yapılmıştır

#### **3.2.5.5 Bitki boyu (cm)**

Toprak yüzeyinden bitkinin büyüme konisine kadar olan uzunluk mm hassasiyetli metre ile cm olarak ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır.

#### **3.2.5.6 İlk bakla yüksekliği (cm)**

Bitkinin toprak yüzeyi ile ilk baklanın olduğu yere kadar olan uzunluk mm hassasiyetli metre ile cm olarak ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır.

#### **3.2.5.7 Bitki başına boğum sayısı (adet/bitki)**

Bitkilerin ana sap üzerindeki boğumları sayılıp, ortalaması alınmış ve bitki başına boğum sayısı “adet/bitki” olarak bulunmuştur.

#### **3.2.5.8 Bitki başına dal sayısı (adet/bitki)**

Bitkilerde ana sap üzerinde dallar sayılarak ortalaması alınmış ve bitki başına dal sayısı “adet/bitki” olarak bulunmuştur.

#### **3.2.5.9 Bitki başına bakla sayısı (adet/bitki)**

Bitkilerdeki baklalar sayılarak ortalaması alınmış ve bitki başına bakla sayısı “adet/bitki” olarak bulunmuştur.

#### **3.2.5.10 Bitki başına tohum sayısı (adet/bitki)**

Bitkilerdeki tohumlar sayılıp ortalaması alınmış ve bitki başına tohum sayısı “adet/bitki” olarak bulunmuştur.

### **3.2.5.11 100-tohum ağırlığı (g)**

Tesadüfi olarak alınan ve sayılan 100 tohum, 0,01 gram duyarlı hassas terazi ile tartılmış daha sonra bu değerlerin ortalaması hesaplanmış ve 100-tohum ağırlığı gram olarak bulunmuştur.

### **3.2.5.12 Yağ oranı (%)**

Her uygulamadan alınan ve kurutulup öğütülen tohum örneklerinin yağ oranları Soxholet cihazında petrol eteri ekstraksiyonu yoluyla bulunmuş ve % olarak verilmiştir.

### **3.2.5.13 Protein oranı (%)**

Her uygulamadan alınan ve kurutulup öğütülen tohum örneklerinin protein oranları yağ yakma metodu ile hazırlanarak Kjeldahl cihazı ile azot tespiti ve 6.25 dönüşüm katsayısı ile protein oranı % olarak belirlenmiştir.

### **3.2.5.14 Bitki başına tane verimi (g/bitki)**

Örnek olarak aldığımız bitkilerde baklalar harmanlanıp soya taneleri çıkarılmış, tartılıp ve ortalamaları alınarak bitki başına tane verimi “g/bitki” olarak hesaplanmıştır.

### **3.2.6 Verilerin değerlendirilmesi**

İncelenen özelliklere ait veriler SAS (SAS Institute 2016) istatistik programında tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş, elde edilen ortalama değerler arasındaki farklılıklar, Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak %5 önem seviyesinde karşılaştırılmıştır.

## BÖLÜM IV

### BULGULAR

#### 4.1 Çıkış Süresi (Gün)

Yapılan çalışma sonucu belirlenen Çıkış süresi (gün) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Uygulanan demir şelat gübrelemesinin çıkış süresi üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçlarına bakıldığında, yapılan demir şelat uygulamasının çıkış süresi üzerine istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.1.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada çıkış süresi üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	3	1.042	1.190
Uygulama	5	3.275	3.743 **
Hata	15	0.875	
Genel	23		
Değişim Katsayısı (%)		10.70	

\* $p \leq 0.05$ , \*\* $p \leq 0.01$

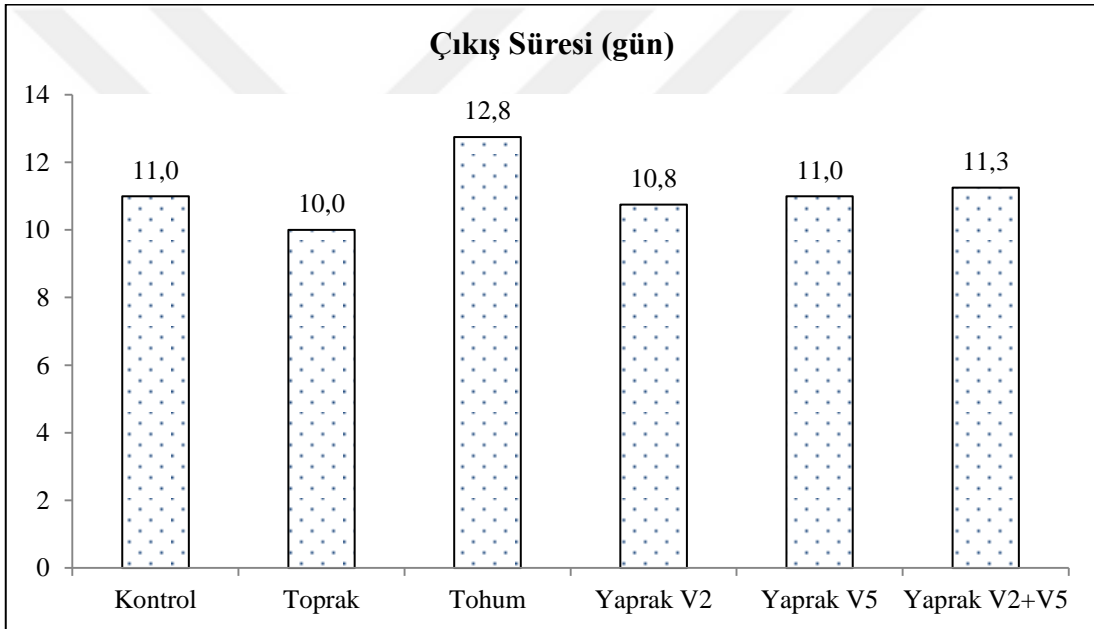
Çalışmamızda, demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin çıkış süresi (gün) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler Çizelge 4.2.’de verilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada çıkış süresi (gün) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler

Uygulamalar	Çıkış süresi (gün)
Kontrol	11.0 b
Toprak	10.0 b
Tohum	12.8 a
Yaprak (V2)	10.7 b
Yaprak (V5)	11.0 b
Yaprak (V2 + V5)	11.3 b
Ortalama	11.1

\* Farklı harfle gösterilen değerler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre %5 seviyesinde farklıdır

Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi, farklı uygulama dönemlerinde uygulanan demir şelat (FeEDDHA) gübresi çıkış süresi üzerine pozitif bir etkiye sahip olmuştur. Demir şelat (FeEDDHA) gübresi uygulama yöntemlerine bağlı olarak çıkış süresi (gün) değerleri önemli derecede değişmiştir. Çıkış süresi (gün) değerleri 10.0 gün ile 12.8 gün arasında değişim göstermiştir. Yaptığımız çalışmada çıkış süresi bakımından en yüksek değer (12.8 gün) demir şelat (FeEDDHA) gübrelemesinin “Tohum” uygulamasından elde edilirken, bunu sırası ile “Yaprak V2+V5” (11.3 gün), “Yaprak V5” ve “Kontrol” (11.0 gün), “Yaprak V2” (10.7 gün), ve “Toprak” (10.0 gün) uygulamaları izlemiştir. Uygulamalar arasında en düşük değer ise 10.0 gün ile demir şelatın (FeEDDHA) toprağa uygulanmasından elde edilmiştir (Şekil 4.1).



**Şekil 4.1.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının çıkış süresi (gün) üzerine etkileri

Bitkilerde çıkış süresini; ekim derinliği, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin durumu, toprak ve hava sıcaklığı ile toprağın ihtiva ettiği nem miktarı önemli miktarda etkilemektedir. Bu faktörlerin her biri ayrı ayrı çıkış süresini etkileyen önemli faktörlerdir. Özaslan Parlak vd. (2013), killi topraklarda ekimin daha yüzlek yapılması gerektiğini, Özköse (2017), ise özellikle ağır topraklarda ekim derinliğinin artmasının toprağın ağır olması nedeniyle olumsuzluk etkilerinin artacağını bildirmiştir. Toprak bünyesinin ve ekim derinliğinin yanı sıra ekim sırasında toprağın ihtiva ettiği nem durumunda sağlıklı ve üniform bir çıkış için önem arz etmektedir. Şekil 4.1’den görüldüğü gibi çalışmamızda çıkış süresi değerleri 10.0 ile 12.8 arasında değişmiştir.

Çalışmamızda toprağa uygulanan demir şelat (FeEDDHA) gübrelemesi tohumla uygulamaya göre yaklaşık üç günlük bir erkencilik sağlamıştır.

#### 4.2 Çiçeklenme Süresi (Gün)

Yapılan çalışma sonucu belirlenen çiçeklenme süresi (gün) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir.

**Çizelge 4.3.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada çiçeklenme süresi (gün) üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	3	0.375	0.338
Uygulama	5	78.775	71.075 **
Hata	15	1.108	
Genel	23		
Değişim Katsayısı (%)		12.30	

\* $p \leq 0.05$ , \*\* $p \leq 0.01$

Uygulanan demir şelat gübrelemesinin çiçeklenme süresi üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçlarına bakıldığında, yapılan demir şelat uygulamasının çiçeklenme süresi üzerine istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir.

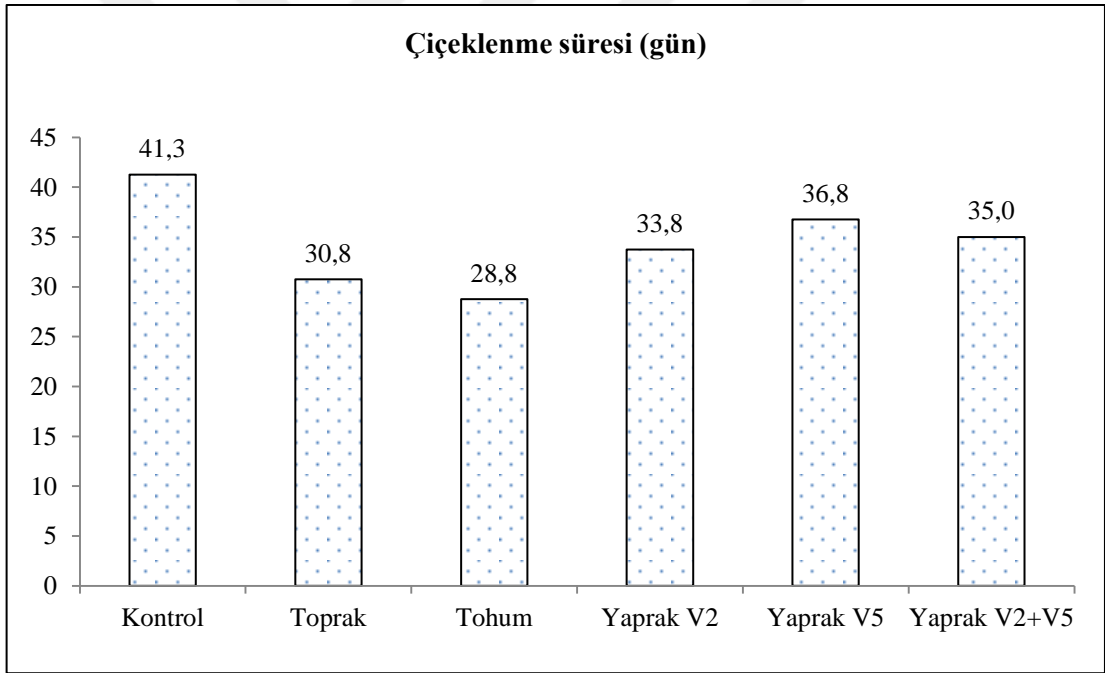
Çalışmamızda, farklı dönemlerde yapılan demir şelat (FeEDDHA) uygulamasının soyada çiçeklenme süresi (gün) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler ve oluşan gruplamalar Çizelge 4.4.’de verilmiştir.

**Çizelge 4.4.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada çiçeklenme süresi (gün) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler

Uygulamalar	Çiçeklenme süresi (gün)
Kontrol	41.2 a
Toprak	30.7 d
Tohum	28.7 e
Yaprak (V2)	33.7 c
Yaprak (V5)	36.7 b
Yaprak (V2 + V5)	35.0 c
Ortalama	34.3

\* Farklı harfle gösterilen değerler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre %5 seviyesinde farklıdır

Çizelge 4.4’de görüldüğü gibi, demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemleri çiçeklenme süresi üzerine pozitif bir etkiye sahip olmuştur. Demir şelat (FeEDDHA) gübresinin farklı uygulama yöntemlerine bağlı olarak çiçeklenme süresi (gün) değerleri önemli derecede değişmiştir. Çiçeklenme süresi (gün) değerleri 28.7 gün ile 41.2 gün arasında değişim göstermiştir. Yaptığımız çalışmada çiçeklenme süresi bakımından en geç çiçeklenen uygulama 41.2 gün ile Kontrol uygulaması olurken, en erken çiçeklenen dönem 28.7 gün ile tohuma uygulanan uygulama olmuştur. Sırasıyla en erken çiçeklenenden en geç çiçeklenen uygulamalara bakarsak; Tohum (28.7), Toprak (30.7), Yaprak (V2) (33.7), Yaprak (V2+V5) (35.0), Yaprak (V5) (36.7) ve Kontrol (41.2) olmuşlardır. Sonuç olarak, yapmış olduğumuz çalışmada, tohumdan demir şelat uygulamasının soyanın daha erken çiçeklenmesine neden olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.2).



**Şekil 4.2.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının çiçeklenme süresi (gün) üzerine etkileri

Öden (2012), tarafından yapılan soyada bakteri aşılması, fosfor ve demir uygulamaları ile ilgili çalışmada bakteri aşılması ile beraber fosfor ve demir gübrelere uygulandığında çiçeklenme süresinin kısaldığını belirlemiştir. Ayrıca, genel olarak demir dozları arttıkça çiçeklenme süresinin kısaldığını ve bitkilerin daha erken çiçeklendiğini gözlemlemiştir. Karacıl (2015) ise yemeklik tane baklagillerden olan

mercimeğe topraktan 0,1,2,3,4,5 kg FeSO<sub>4</sub>7H<sub>2</sub>O (demir sülfat) ve 0,1,2,3,4 kg ZnSO<sub>4</sub>7H<sub>2</sub>O (çinko sülfat) ve yapraktan %0.00, %0.37, %0.75, %1.12, %1.49 FeSO<sub>4</sub>7H<sub>2</sub>O (demir sülfat) ve %0.00, %0.33, %0.66, %0.99, %1.32 ZnSO<sub>4</sub>7H<sub>2</sub>O (çinko sülfat) demir uyguladıkları çalışmada; topraktan uyguladıkları demir uygulamasının kontrole göre çiçeklenmeyi geciktirdiğini, yapraktan uygulanan demir uygulamasında ise %0.37'lik demir sülfatın çiçeklenme süresini diğer oranlara göre azalttığını ve bitkinin daha erken çiçeklendiğini bildirmiştir. Çalışmamızda en erken çiçeklenme demir şelat gübresinin tohuma uygulamasından elde edilmiştir. Her ne kadar diğer uygulamalara göre çıkış süresi bu uygulamada gecikse de demir tohuma uygulandığı için tohum uygulamasında çıkış sonrası bitki bünyesinde klorofil miktarının artışına bağlı olarak fotosentez miktarının da artacağından dolayı diğer uygulamalara göre daha erken çiçeklendiği düşünülmektedir.

#### 4.3 Demir Noksanlığının Belirlenmesi (1-6 Skala)

Yapılan çalışma sonucu belirlenen demir noksanlığı skalası değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Bitkiye demir şelat uygulama yöntemlerinin demir noksanlığı üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçlarına bakıldığında, yapılan demir şelat uygulamasının demir noksanlık skalasına göre durumlarının istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.5.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada demir noksanlığı üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	3	0.042	0.088
Uygulama	5	2.342	4.930 **
Hata	15	0.475	
Genel	23		
Değişim Katsayısı (%)		46.36	

\*p≤0.05, \*\*p≤0.01

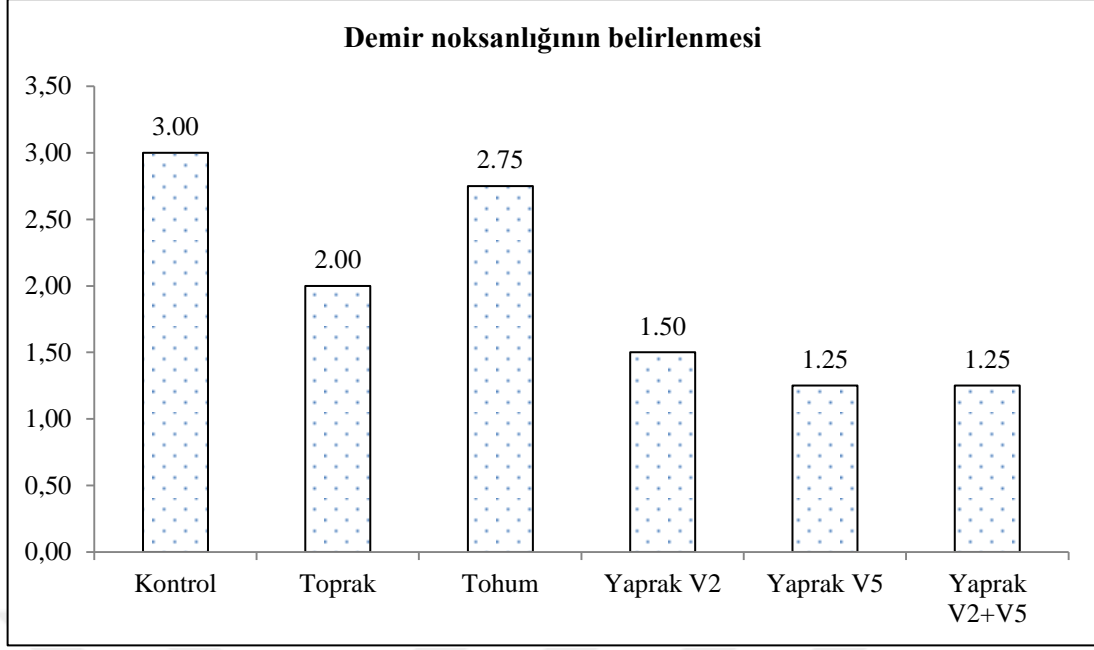
Çalışmamızda, demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soya bitkisinde demir noksanlığı üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

**Çizelge 4.6.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada demir noksanlığı üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler

Uygulamalar	Demir noksanlığı (1-6 skala)
Kontrol	3.00 a
Toprak	2.00 bc
Tohum	2.75 ab
Yaprak (V2)	1.50 c
Yaprak (V5)	1.25 c
Yaprak (V2 + V5)	1.25 c
Ortalama	1.96

\* Farklı harfle gösterilen değerler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre %5 seviyesinde farklıdır

Demir eksikliği belirtileri 1-6 skalasına göre (yaprak üzerindeki klorotik lekelerin şiddeti; 1: Tamamen yeşil, 2: Hafif kloroz, 3: Tamamen sarı ancak damarlar yeşil, 4: Sarı ve damarlar kloroz, 5: Tam kloroz (nekrozlu), 6: Çok şiddetli, apikal kloroz olarak sınıflandırılmış Demir şelat uygulaması yapılmayan kontrol uygulamasında demir noksanlık belirtisine göre yaprakların tamamen sarardığı fakat damarların yeşil kaldığı 3. aşama demir noksanlığı gözlemlenmiştir. Tohumla uygulanan demir şelat (FeEDDHA) gübrelemesinin demir eksikliği yönünden elde edilen değerler kontrol uygulamasından elde edilen değerlere benzer olmuştur. Toprağa uygulanan demir şelat (FeEDDHA) gübrelemesinde gözlenen semptom skalasına göre 2. aşama demir noksanlığının yaşandığı hafif kloroz belirtisi gözlemlenmiştir. Bu durumda yapraklarda hafif sararmalar oluşmuştur. Yapraktan yapılan uygulamalarda ise hem V2 ile V5 de hem de V2+V5 'de benzer gözlem sonuçları elde edilmiş olup, Yaprak (V2) uygulamasında yaprakta hafif kloroz belirtisi sayılmayacak kadar az kloroz, diğer yaprak uygulama dönemlerinde (V5-V2+V5) ise tamamen yeşil bir durumda olan yaprak gözlem sonuçlarına ulaşılmıştır. Çalışma sonuçlarımıza göre; V2 aşaması ve sonrasında yapılan demir şelat uygulamasının yaşanan kloroz sıkıntısını minimuma indireceği belirlenmiştir (Şekil 4.3)



**Şekil 4.3.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının demir noksanlığının üzerine etkileri

Demir noksanlığı, kalsiyum karbonatında etkisiyle özellikle kireçli topraklarda önemli sorunlara yol açmakta ve toprak pH'nın 7.5'den yüksek olması nedeniyle toprak çözeltilisindeki demirden bitkilerin yararlanamaması durumu ortaya çıkmaktadır. Bitki içerisinde yaşanan klorofil sentezinin azalmasına bağlı olarak ortaya çıkan demir eksikliği klorozu doğrudan bitki verimini olumsuz yönde etkilemektedir. Froehlich ve Fehr (1981), soyada demir kloroz skorundaki her bir puanlık artışın klorofil içeriğini olumsuz etkilediğini dolayısıyla verimi %20'ye kadar düşürebileceğini bildirmişlerdir. Yine, Vascencoles ve Grusak (2013), şiddetli yaşanan demir eksikliği klorozunun fotosentez oranlarının düşmesine yol açarak verimi azalttığını, demirin sınırlayıcı faktör olduğu koşullar altında bitkinin hayatta kalmasını sağlayan mekanizmaların iyi anlaşılması gerektiğini belirtmiştir. Maqbool (2018), yapmış olduğu çalışmada kireçli ve pH'ı yüksek İç Anadolu Bölgesi topraklarında baklagil ve özellikle soya yetiştiriciliğinde bitkilerin yaşamış olduğu demir eksikliği nedeniyle verimin azaldığını belirterek, bu tip özelliklere sahip bölge ve topraklarda demir eksikliğine dayanıklı çeşitlerin yetiştiriciliğinin yapılması gerektiğini belirtmiş ve çalışmasında kullandığı Nova çeşidinin farklı hassasiyet tepkileri verdiğini, bu bölge için uygun çeşidin demir eksikliğine dayanıklı Ataem-7 olduğunu belirlemiştir. Özellikle yoğun kalkerli topraklara sahip bölgelerde yetiştirilen soya fasulyesinin verimini artırmak için demire toleranslı genotiplerin seçiminin zorunluluk olduğu Goos ve Johnson (2000) tarafından

bildirilmiştir. Yine, Froehlich ve Fehr (1981)'de tarla koşulları altında, kalkerli topraklarda Fe etkin veya demir kloroz simptomsu göstermeyen genotiplerin seçiminin güvenilir bir parametre olabileceğini belirtmiştir.



**Fotoğraf 4.1.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada demir noksanlığı üzerine etkileri

#### 4.4 Yaprak Klorofil Değeri (SPAD Okumaları)

Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin yaprak klorofil değeri (SPAD okumaları) üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir. Çizelge 4.7.'de görüldüğü gibi, deneme konusu olan demir şelat uygulamasının yaprak klorofil değeri üzerine istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Çalışmamızda, demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada yaprak klorofil değerleri üzerine etkileri ile ilgili ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.8.'de verilmiştir. Yapılan uygulama sonucu en yüksek klorofil değeri 41.6 ile “Yaprak” (V5) uygulamasından elde edilirken bunu, 40.1 ile “Yaprak” (V2+V5), 39.4 ile “Yaprak” (V2) uygulaması izlemiştir. Çalışmada en yüksek klorofil değerleri bitkinin V2, V5 ve

V2+V5 dönemlerinde yapraktan yapılan uygulamalardan elde edilmiştir. En düşük klorofil değerine ise kontrol uygulamasında ulaşılmıştır (Şekil 4.4).

**Çizelge 4.7.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada yaprak klorofil değerleri üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	3	1.150	0.679
Uygulama	5	56.602	33.415 **
Hata	15	1.694	
Genel	23		
Değişim Katsayısı (%)		9.85	

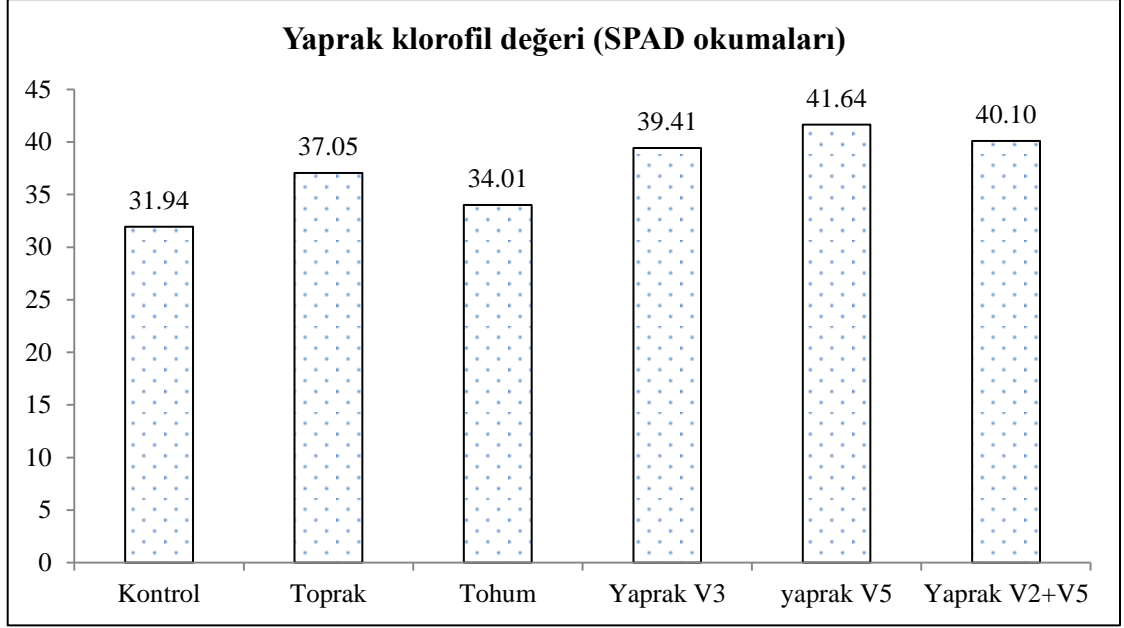
\* $p \leq 0.05$ , \*\* $p \leq 0.01$

**Çizelge 4.8.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada yaprak klorofil değerleri üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler

Uygulamalar	Yaprak klorofil değeri
Kontrol	31.9 e
Toprak	37.0 c
Tohum	34.0 d
Yaprak (V2)	39.4 b
Yaprak (V5)	41.6 a
Yaprak (V2 + V5)	40.1 ab
Ortalama	37.4

\* Farklı harfle gösterilen değerler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre %5 seviyesinde farklıdır

Demir bitkiler için temel besin elementlerinden bir tanesi olup, bitkinin yaşadığı demir eksikliği durumunda bitki bünyesinde klorofil biyosentezinin azalmasına bağlı olarak bitkide demir eksikliği ve bunun belirtisi olarak klorozlaşma görülmektedir (Maqbool 2018). Demir eksikliği durumunda bitki bünyesinden klorofil a, b ile bazı diğer pigmentlerin (Lutein, ksantin vd..) miktarının azaldığı, demirin yaprak pigmentlerinin taşınmasında rolünün olması nedeniyle sağlıklı yapraklara göre demir noksanlığı yaşayan bitkilerde kloroz durumunun gözüktüğü ve kloroplast içeriğinin büyük oranda azaldığı bilinmektedir (Bergmann, 1992).



**Şekil 4.4.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının yaprak klorofil değeri (SPAD okumaları) üzerine etkileri

Maqbool (2018), soya çeşitlerinin demir eksikliğine karşı gösterdiği tepkilerinin incelendiği çalışmada yeterli Fe koşulları altında büyütülen genotiplerin, V2-V3 gelişim aşamasında Fe eksikliği olan koşullara göre daha yüksek klorofil (SPAD) değerleri elde edildiğini, demir eksikliğinin klorofil (SPAD) değerini azalttığını bildirmişlerdir. Öden (2012), tarafından yapılan soyada bakteri aşılması, fosfor ve demir uygulamaları ile ilgili çalışmada uygulanan demir uygulamalarının klorofil ve Spad üzerine önemli etki yaptığını, artan demir dozlarına bağlı olarak klorofil ve Spad okuma değerlerinin arttığını belirlemiştir. Goos ve Johnson (2001), soyada özellikle erken aşamada uygulanan demir gübresinin yaprakta klorozu azalttığını ve klorofil değeri ile verim arasında pozitif bir ilişki olduğunu belirlemiştir. Sohrabi vd. (2012), tarafından azot ve demir dozlarının soyada bazı bitki parametrelerine (besin elementi içeriği, SPAD vd.) etkisinin incelendiği çalışmada; azot dozu arttıkça istatistiki olarak önemli miktarda klorofil miktarının arttığını fakat Fe uygulamasının klorofil miktarını artırsa da bu artışın istatistiki olarak önemli bir etki yapmadığını belirlemiştir. Wiersma (2005), ekimle birlikte uygulanan Fe-EDDHA'nın oranının artmasıyla klorofil içeriğinin arttığını, bu artışın toleranslı çeşitlere göre duyarlı çeşitlerde daha fazla olduğunu belirlemiştir. Heitholt vd. (2003), tarafından soyaya 3 farklı demir kaynağının ve dozlarının FeSO<sub>4</sub> (0, 3, 10, 30, and 100 ppm Fe), FeDTPA (0, 0.3, 1.0, 3, and 10 ppm Fe), FeEDDHA (0, 0.3, 1.0, 3, and 10 ppm Fe) uygulandığı çalışmada her üç demir kaynağında da bitkinin

R3 ve R5 aşamalarında “0” dozlarına göre diğer dozlarda önemli miktarda klorofil artışının olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda uygulanan demir uygulamasının etkilerinin önemli çıkmamasına rağmen tohum verimi ve demir uygulaması arasında olumlu bir eğilim olduğunu bildirmişlerdir. Sonuç olarak; çalışmamızda yaprak klorofil içeriğinin, demir uygulamaları yapılmayan kontrol uygulamasına göre diğer uygulamalarda artış gösterdiği fakat en iyi sonuçların bitkinin V2, V5 ve V2+V5 dönemlerinde yapraktan verilen demir uygulamasından elde edildiği belirlenmiştir.

#### 4.5 Bitki Boyu (cm)

Yapılan çalışma sonucu belirlenen bitki boyu değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir. Deneme faktörümüz olan farklı demir şelat uygulama yöntemleri bitki boyu üzerine istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

**Çizelge 4.9.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada bitki boyu (cm) üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	3	2.349	1.806
Uygulama	5	44.270	34.037 **
Hata	15	1.301	
Genel	23		
Değişim Katsayısı (%)		11.31	

\* $p \leq 0.05$ , \*\* $p \leq 0.01$

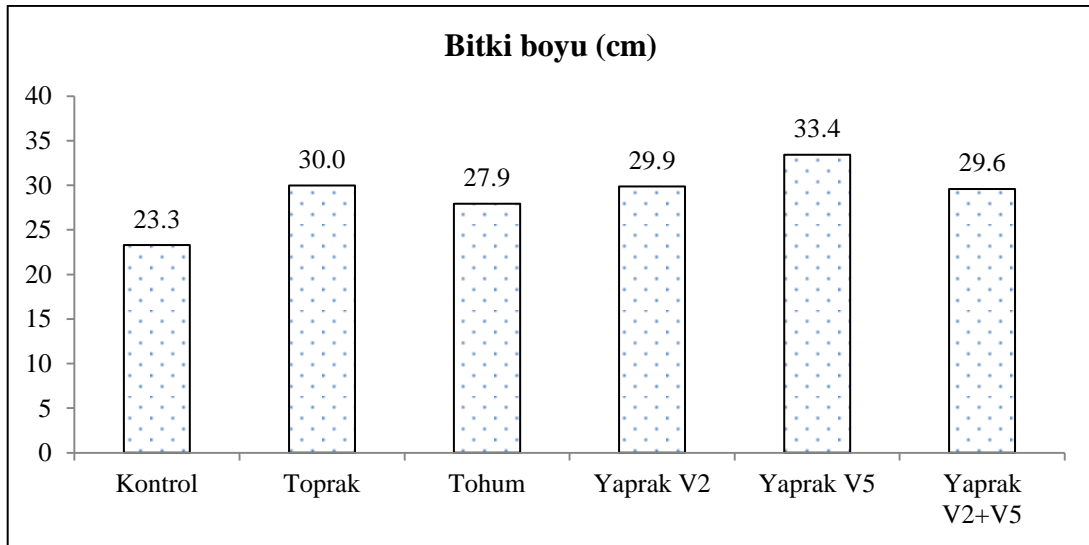
Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada bitki boyu (cm) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler Çizelge 4.10’da verilmiştir. Çizelge 4.10’da görüldüğü gibi, farklı demir şelat (FeEDDHA) gübresi uygulama yöntemleri bitki boyu (cm) üzerine pozitif bir etkiye sahip olmuştur. Demir şelat (FeEDDHA) gübresi uygulama yöntemlerine bağlı olarak bitki boyu (cm) değerleri önemli derecede değişmiştir. Bitki boyu değerleri 23.3 cm ile 33.4 cm arasında değişim göstermiştir. Bitki boyu bakımından en yüksek değer (33.4 cm) V5 döneminde yapraktan uygulanan demir şelat (FeEDDHA) gübrelemesi ile elde edilirken, bunu sırası ile “Toprak” (30.0 cm) ve V2 döneminde “Yaprak” (29.9 cm) uygulamaları izlemiştir.

**Çizelge 4.10.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada bitki boyu (cm) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler

Uygulamalar	Bitki boyu (cm)
Kontrol	23.3 d
Toprak	30.0 b
Tohum	28.0 c
Yaprak (V2)	29.9 b
Yaprak (V5)	33.4 a
Yaprak (V2 + V5)	29.6 bc
Ortalama	29.0

\* Farklı harfle gösterilen değerler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre %5 seviyesinde farklıdır

Uygulamalar arasında en düşük değerler ise 23.3 cm ile “Kontrol” ve 28.0 cm ile demir şelatın (FeEDDHA) “Toprak” uygulamasından elde edilmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada, yapraktan demir şelat uygulamasının bitki boyu üzerine olumlu etkiye bulunduğu belirlenmiştir (Şekil 4.5.).



**Şekil 4.5.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının bitki boyu (cm) üzerine etkileri

Bitki boyu aslında bir çeşit özelliği olmakla birlikte toprak verimliliği, uygulanan kültürel yöntemler, nem ve sıcaklık gibi faktörlerden de etkilenebilmektedir. Bununla birlikte Goos ve Johnson (2001), North Dakota State Üniversitesinde yapmış oldukları çalışma sonuçlarına göre yapraktan demir uygulaması ile bitki boyunun arttığını bildirmişlerdir. Hansen (2003), yapmış olduğu bir çalışmada bitkileri klorozlu, orta klorozlu ve kloroz olmayan şeklinde gruplandırmış ve bitki boyu özelliği ile ilişkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunda, bitki boyu ile kloroz seviyesi arasında önemli bir

ilişki olduğunu; bitki boyu ile görülebilir kloroz sayısı arasında ise negatif ilişki olduğunu bildirmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada da elde ettiğimiz sonuçlara göre demir noksanlığı ile bitki boyu arasında etkileşimin olduğu görülmüştür. Karacıl (2015), 2012-2013 ve 2013-2014 yıllarında yürütmüş olduğu bir çalışmada, farklı dozlarda topraktan (0,1,2,3,4,5 kg FeSO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>O) ve yapraktan (%0.00, %0.37, %0.75, %1.12, %1.49 FeSO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>O demir sülfat) uygulanan demir sülfat gübresinin farklı mercimek çeşitlerinde büyüme ve verim üzerine etkisini araştırmış ve yapraktan uygulanan demir sülfat gübresinin bitki boyunu arttırdığını belirlemiştir. Goos ve Johnson (2000); Civelek, (2006), Çalışkan vd., (2008); Ali vd., (2014); Chatterjee vd., (2017); El-Mohsen Ramadan vd., (2020) farklı bölgelerde yaptıkları araştırmalarda yapraktan demir uygulamalarının, soyada vejetatif gelişmeyi teşvik ederek, bitki boyu üzerine olumlu etkide bulunduğunu bildirmişlerdir.

#### 4.6 İlk Bakla Yüksekliği (cm)

Yapılan çalışma sonucu belirlenen ilk bakla yüksekliği (cm) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Farklı demir şelat uygulama yöntemleri ilk bakla yüksekliği üzerine istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

**Çizelge 4.11.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada ilk bakla yüksekliği (cm) üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	3	0.543	1.318
Uygulama	5	3.115	7.568 **
Hata	15	0.412	
Genel	23		
Değişim Katsayısı (%)		11.05	

\*p≤0.05, \*\*p≤0.01

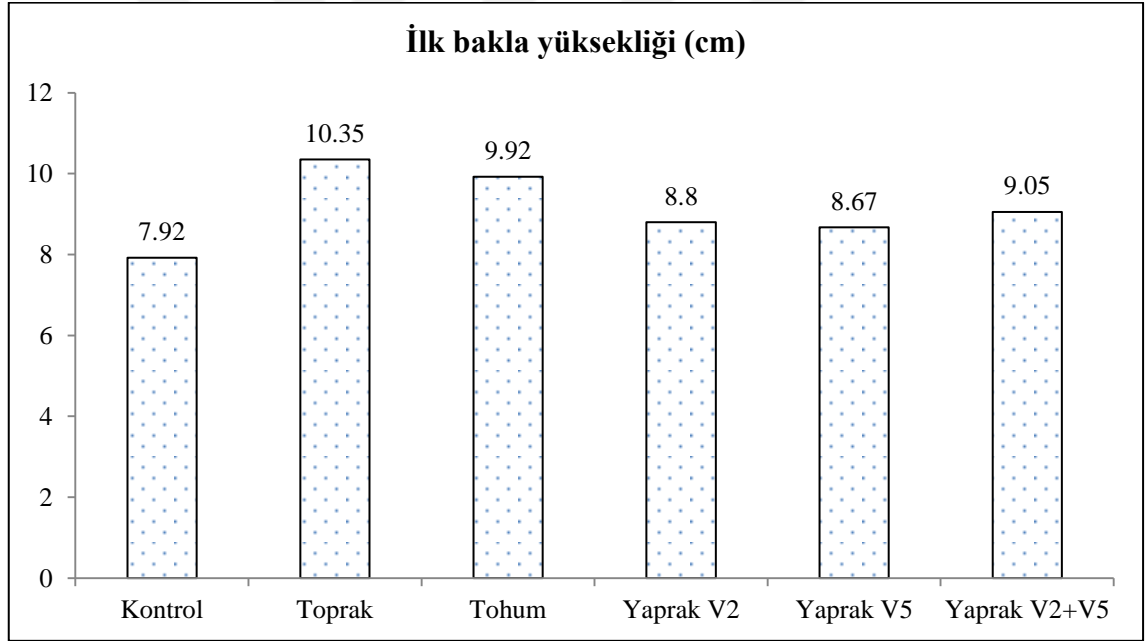
Demir şelat (FeEDDHA) uygulama ortalamaları incelendiğinde ilk bakla yüksekliğinde demir uygulamaları ile artış elde edilmiş ve bu artış Duncan çoklu karşılaştırma testine göre önemli bulunmuştur (Çizelge 4.12.). Demir şelat (FeEDDHA) uygulamaları sonucu elde edilen ilk bakla yüksekliği değerleri 7.92-10.95 cm arasında değişim göstermektedir (Şekil 4.6.). Uygulamalar arasında en yüksek değer “Toprak” uygulamasından (10.35 cm) elde edilmiştir. Uygulamalar arası en düşük değerler

“Kontrol” (7.92 cm), “Yaprak (V5)” (8.67) ve “Yaprak (V2)” (8.80) uygulamalarından elde edilmiş olup bu uygulamalar istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır.

**Çizelge 4.12.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soya ilk bakla yüksekliği (cm) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler

Uygulamalar	İlk bakla yüksekliği (cm)
Kontrol	7.92 d
Toprak	10.35 a
Tohum	9.92 ab
Yaprak (V2)	8.80 cd
Yaprak (V5)	8.67 cd
Yaprak (V2 + V5)	9.05 bc
Ortalama	9.12

\* Farklı harfle gösterilen değerler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre %5 seviyesinde farklıdır



**Şekil 4.6.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının ilk bakla yüksekliği üzerine etkileri

Bitkinin toprak yüzeyi ile ilk bakla arasındaki mesafeyi temsil eden ilk bakla yüksekliği, makinalı hasat için önemli bir kriterdir. Şahin (2020), farklı dönemde uygulanan demir ve çinkonun soya bitkisinde verim ve kalite özelliklerine etkisini incelediği çalışmasında iki yıllık ilk bakla yüksekliği değerleri 10.86 – 13.51 cm arasında değişim gösterdiği sonucuna varmıştır. Ayrıca araştırmacı çeşit x dönem x gübre interaksiyonunu incelediğinde 2018 yılında Nazlıcan çeşidi V3 dönemi Zn uygulaması,

Nazlıcan çeşidi V3 dönemi Kontrol uygulaması ve Nazlıcan çeşidi R1 dönemi ZNFe uygulaması interaksiyonlarının ilk bakla yüksekliğinde en yüksek değerler olduğunu ve istatistiki olarak aynı grupta yer aldığını bildirmiştir. Öden (2012), soya bitkisinde bakteri aşılması, fosfor ve demir uygulamalarının nodülasyon ve azot fiksasyonuna etkisini araştırdığı çalışmada uygulanan demir dozlarının ilk bakla yüksekliği değerlerine olumlu etkide bulunduğunu saptamıştır. Araştırmacı uygulanan demir dozları ile ilk bakla yüksekliği değerlerinin 17.15 cm ile 19.96 cm arasında değişim gösterdiğini ve uygulanan demir dozunun 0 g/ha'dan 400 g/ha'ya yükseltilmesiyle ilk bakla yüksekliği değerlerinin de bu değerlere paralel olarak yükseldiğini fakat uygulanan demir dozunun 400 g/ha'dan 800 g/ha'ya yükseltilmesiyle ilk bakla yüksekliği değerlerinde düşme meydana geldiğini bildirmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz ilk bakla yüksekliği değerleri Şahin (2020) ve Öden (2012) tarafından yapılan çalışmalardan daha düşük ilk bakla yüksekliği değerlerine sahip olmuştur

#### 4.7 Bitki Başına Boğum Sayısı (Adet/Bitki)

Yapılan çalışma sonucu belirlenen bitki başına boğum sayısı (adet/bitki) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13'de verilmiştir. Çizelge 4.13 incelendiğinde yapılan demir şelat uygulamasının istatistiksel olarak %1 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.13.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada bitki başına boğum sayısı (adet/bitki) üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	3	0.092	0.813
Uygulama	5	0.627	5.576 **
Hata	15	0.113	
Genel	23		
Değişim Katsayısı (%)		5.20	

\* $p \leq 0.05$ , \*\* $p \leq 0.01$

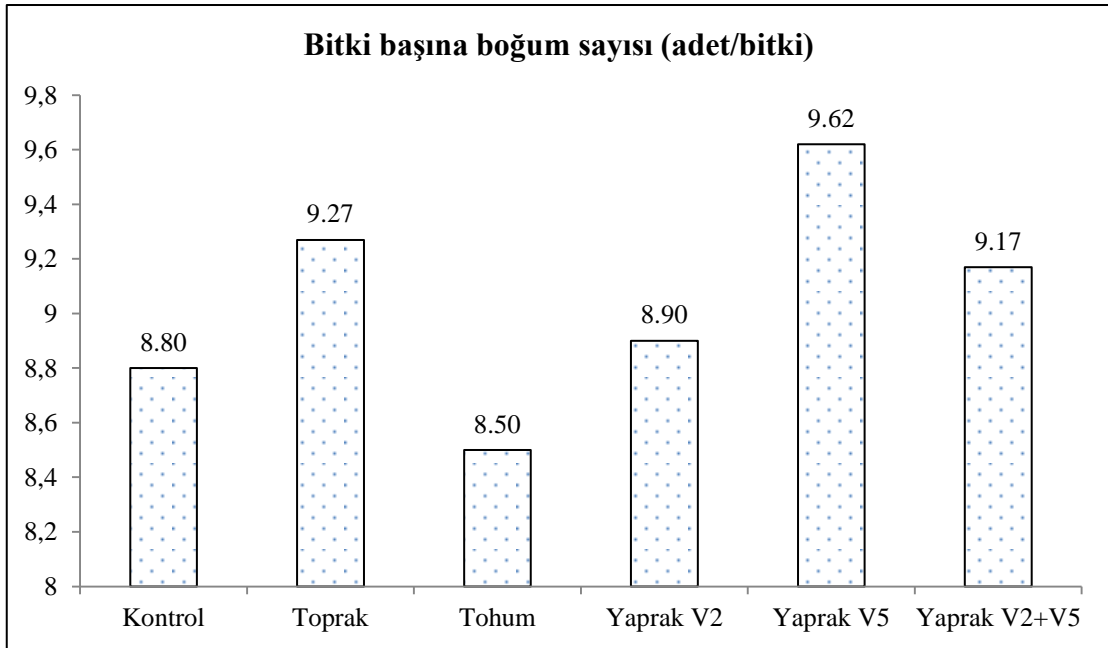
Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada bitki başına boğum sayısı (adet/bitki) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.14'de verilmiştir.

**Çizelge 4.14.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada bitki başına boğum sayısı (adet/bitki) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler

Uygulamalar	Bitki başına boğum sayısı (adet/bitki)
Kontrol	8.80 bc
Toprak	9.27 ab
Tohum	8.50 c
Yaprak (V2)	8.90 bc
Yaprak (V5)	9.62 a
Yaprak (V2 + V5)	9.17 ab
Ortalama	9.05

\* Farklı harfle gösterilen değerler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre %5 seviyesinde farklıdır

Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada bitki başına boğum sayısı üzerine olumlu etkiler yapmış ve ortalama bitki başına boğum sayısı değerleri 8.50 – 9.62 adet/bitki arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.7.). En yüksek bitki başına boğum sayısı değeri “Yaprak (V5)” uygulamasından (9.62 adet/bitki ) elde edilirken “Toprak” uygulaması (9.27 adet/bitki) ve “Yaprak (V2 + V5)” uygulaması (9.17 adet/bitki) istatistiki olarak aynı grupta yer almaktadır. En düşük bitki başına boğum sayısı değeri “Tohum” uygulamasından (8.50 adet/bitki) elde edilmiş olup “Kontrol” uygulaması (8.80 adet/bitki) ve “Yaprak (V2)” uygulaması (8.90 adet/bitki) ile istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4.14.).



**Şekil 4.7.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının bitki başına boğum sayısı üzerine etkileri

Yetim (2008), 2005 ve 2006 senelerinde Harran Ovası ekolojik koşullarında azot ve demir gübrelemesinin ikinci ürün soya bitkisinde verim ve kalite özellikleri üzerine etkisini incelediği çalışmada bitki başına boğum sayısı değerlerinin 2005 yılında 14.07–17.57 adet/bitki, 2006 yılında ise 15.70–18.51 adet/bitki arasında değişim gösterdiğini saptamıştır. Öden (2012), soyada farklı demir dozlarının bitki başına boğum sayısı (adet/bitki) üzerine önemli ve pozitif bir etkiye sahip olduğunu, demir dozlarının artışı bitki başına boğum sayısı üzerine belirli bir noktaya kadar pozitif etkide bulunduğu ve Fe400 uygulaması 14.41 adet/bitki ile en yüksek değeri verirken, artan dozlarda dikkate değer bir düşme eğilimi gösterdiğini bildirmiştir. Yine benzer şekilde, Özkaya (2004) ikinci ürün koşullarında 0, 20, 40 g/da olmak üzere üç farklı demir dozu uygulamalarının soyada bitki başına boğum sayısı abakımından istatistiki açıdan önemli bir farklılık görülmemekle birlikte, demir dozlarının artışına bağlı olarak genel bir artış görüldüğünü; Çalışkan vd. (2008), bitki başına boğum sayısı değerlerinin demir dozlarının artışına bağlı olarak önemli derecede arttığını bildirmişlerdir.

#### 4.8 Bitki Başına Dal Sayısı (Adet/Bitki)

Yapılan çalışma sonucu belirlenen bitki başına dal sayısı (adet/bitki) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15’de verilmiştir. Çizelge 4.15 incelendiğinde demir şelat uygulama yöntemlerinin istatistiksel olarak %1 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.15.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada bitki başına dal sayısı (adet/bitki) üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	3	0.050	0.353
Uygulama	5	1.532	10.812 **
Hata	15	0.142	
Genel	23		
Değişim Katsayısı (%)		11.29	

\*p≤0.05, \*\*p≤0.01

Demir şelat uygulama yöntemlerinin soyada bitki başına dal sayısı üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.16’da verilmiştir. Farklı demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinde soya bitkilerinin dal sayısı değerleri 4.97–6.70 adet/bitki arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.8.). Demir uygulamaları

bakımından dal sayıları değerlendirildiğinde en yüksek değer “Yaprak” (V5) uygulamasından (6.07 adet/bitki) elde edilmiş olup, “Yaprak” (V2) (6.20 adet/bitki) uygulaması ile de aynı grupta yer almıştır. En düşük dal sayısı değeri ise 4.97 adet/bitki ile “Tohum” uygulamasında belirlenmiş olup 5.42 adet/bitki ortalamaya sahip “Toprak” uygulamasıyla istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4.16.).

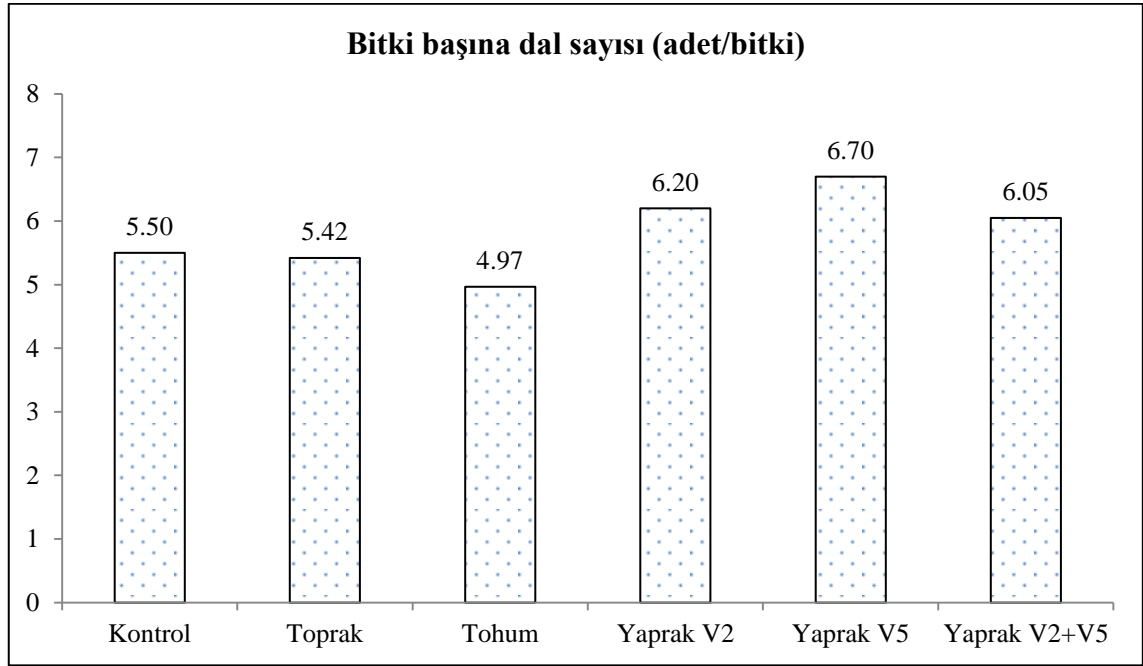
**Çizelge 4.16.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada bitki başına dal sayısı (adet/bitki) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler

Uygulamalar	Bitki başına dal sayısı (adet/bitki)
Kontrol	5.55 cd
Toprak	5.42 de
Tohum	4.97 e
Yaprak (V2)	6.20 ab
Yaprak (V5)	6.70 a
Yaprak (V2 + V5)	6.05 bc
Ortalama	7.76

\* Farklı harfle gösterilen değerler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre %5 seviyesinde farklıdır

Civelek (2006) ise Samsun koşullarında soyada demir uygulanan parsellerdeki bitki başına dal sayısı değerlerinin kontrol parsellerindeki bitkilerin dal sayısı değerlerinden daha yüksek olduğunu, fakat demir uygulamalarının istatistiksel olarak önemli olmadığını bildirmiştir. Çalışkan vd. (2008), azot ve demir gübrelemesinin soyada bitki başına dal sayısı (3.9 adet/bitki) değerlerini önemli derecede arttırdığını ve en yüksek bitki başına dal sayısı değerlerinin 120 kg/ha azot ve 400 g/ha demir dozlarından elde ettiklerini bildirmişlerdir. Yetim (2008), 2005 ve 2006 senelerinde Harran Ovası ekolojik koşullarında azot ve demir gübrelemesinin ikinci ürün soya bitkisinde verim ve kalite özelliklerine etkisini incelediği çalışmada bitki başına dal sayısı değerlerinin 2005 yılında 2.80–3.80 adet/bitki, 2006 yılında ise 3.47–5.07 adet/bitki arasında değişim gösterdiğini saptamıştır. Sohrabi vd. (2012), soyanın farklı gelişme dönemlerinde yapraktan demir gübresi uygulamasının verim komponentlerini arttırdığını, Ali vd. (2014) yapraktan demir sülfat (FeSO<sub>4</sub>) uygulamasının bitki başına dal sayısı değerlerini arttırdığını bildirmişlerdir. El-Mohsen Ramadan vd. (2020), demir ve magnezyum oksit nanopatiküllerin soya bitkisinin büyüme, verim ve biyokimyasal değişimler üzerine etkisini incelemişler, çalışmada beş farklı doz (0, 10, 20, 30 ve 40 ppm) kullanmışlar ve çalışma sonucunda, yapraktan uygulanan demir ve magnezyum oksitin soyada büyüme

parametrelerini arttırdığını, soya büyüme ve gelişmesi ile nihai olarak verim ve kalite için gerekli olduğunu bildirmişlerdir.



**Şekil 4.8.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının bitki başına dal sayısı üzerine etkileri

#### 4.9 Bitki Başına Bakla Sayısı (Adet/Bitki)

Yapılan çalışma sonucu belirlenen bitki başına bakla sayısı (adet/bitki) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir. Çizelge 4.17 incelendiğinde yapılan deneme konusu olan demir şelat uygulamasının istatistiksel olarak %1 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.17.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada bitki başına bakla sayısı (adet/bitki) üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	3	0.883	2.565
Uygulama	5	57.602	167.393 **
Hata	15	0.344	
Genel	23		
Değişim Katsayısı (%)		25.18	

\* $p \leq 0.05$ , \*\* $p \leq 0.01$

Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada bitki başına bakla sayısı (adet/bitki) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler Çizelge 4.18.'de verilmiştir. Bitki başına bakla sayısı değerleri 9.77–20.35 adet/bitki arasında değişim göstermiş, en yüksek değer “Yaprak” (V5) uygulamasından (20.35 adet/bitki) elde edilirken, bunu 16.27 adet/bitki ile “Yaprak V2+V5”, 14.65 adet/bitki ile “Yaprak” (V2) uygulaması izlemiştir. En düşük bitki başına bakla sayısı değeri ise “Kontrol” uygulamasından (9.77 adet/bitki) elde edilmiştir (Şekil 4.9.).

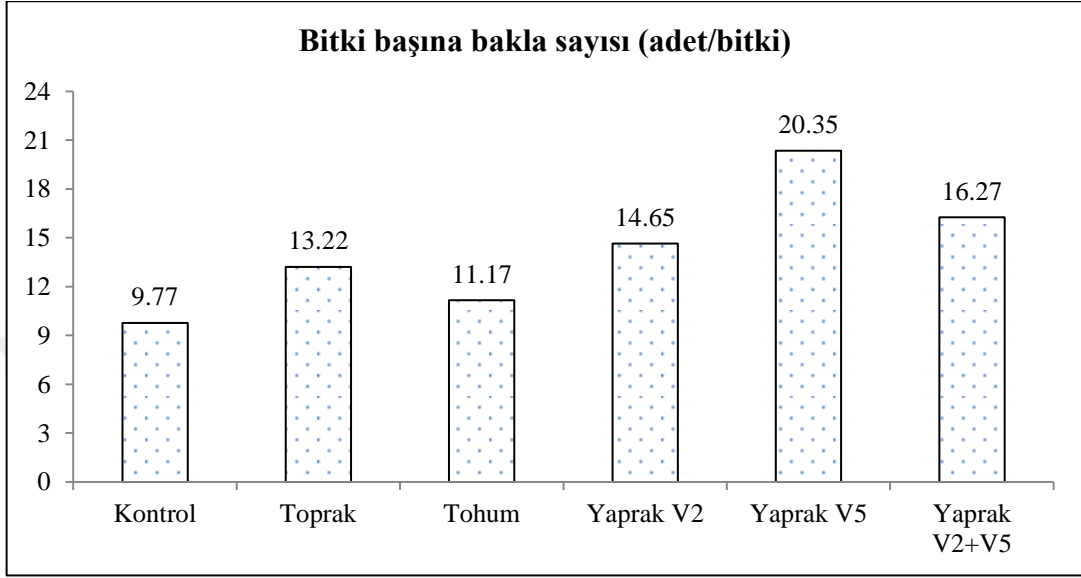
**Çizelge 4.18.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada bitki başına bakla sayısı (adet/bitki) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler

Uygulamalar	Bitki başına bakla sayısı (adet/bitki)
Kontrol	9.77 f
Toprak	13.22 d
Tohum	11.17 e
Yaprak (V2)	14.65 c
Yaprak (V5)	20.35 a
Yaprak (V2 + V5)	16.27 b
Ortalama	14.24

\* Farklı harfle gösterilen değerler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre %5 seviyesinde farklıdır

Civelek (2006), yapraktan demir (FeEDDHA) yapraktan uygulamasının farklı soya çeşitlerinde bitki başına bakla sayısı üzerine olumlu etkide bulunduğunu bildirilmiştir. Heidarian vd. (2011), soya bitkisine farklı büyüme dönemlerinde yapraktan demir ve çinko uygulamasının verim ve verim parametrelerine etkisini inceledikleri çalışmalarında bitki başına en yüksek bakla sayısının soyanın on yapraklı döneminden, en düşük bitki başına bakla sayısının ise bakla oluşum döneminden elde etmişlerdir. Ayrıca gübre uygulamaları arasında istatistiksel farkın olmadığını bildiren araştırmacılar demir + çinko kombinasyonundan en yüksek bakla sayısı (36.36 adet/bitki) ve kontrol uygulamasından en düşük bakla sayısı (24.23 adet/bitki) elde ettiklerini bildirmişlerdir. Öden (2012), soya bitkisinde bakteri aşılması, fosfor ve demir uygulamalarının nodülasyon ve azot fiksasyonuna etkisini araştırdığı çalışmada uygulanan demir dozlarının bitki başına bakla sayısı değerlerine olumlu etkide bulunduğunu saptamıştır. Heidarzade vd. (2016), soya bitkisinin kurak ve sulu koşullarda yapraktan molibden ve demir uygulamasına tepkisini araştırdıkları çalışmalarında en yüksek bitki başına bakla sayısını demir + molibden (53.81 adet/bitki) kombinasyonunda, en düşük bitki başına bakla sayısını kontrol (40.86 adet/bitki) uygulamasında olduğunu gözlemlemişlerdir.

Kür vd. (2019) farklı gelişme dönemlerinde ve dozlarda yapraktan demir şelat (EDDHA-Fe) uygulamasına yerfistüğünün tepkisini belirlemek amacıyla yürütmüş oldukları çalışmada, uygulamaların bitki başına meyve sayısı üzerine etkisinin önemli olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamız yapılan çalışmalarla benzerlik göstermiştir.



**Şekil 4.9.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının bitki başına bakla sayısı üzerine etkileri

#### 4.10 Bitki Başına Tohum Sayısı (Adet/Bitki)

Yapılan çalışma sonucu belirlenen bitki başına tohum sayısı (adet/bitki) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19’da verilmiştir. Çizelge 4.19 incelendiğinde deneme konusu olan demir şelat uygulama yöntemleri istatistiksel olarak %1 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.19.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada bitki başına tohum sayısı (adet/bitki) üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	3	0.826	1.116
Uygulama	5	57.234	77.390 **
Hata	15	0.740	
Genel	23		
Değişim Katsayısı (%)		21.23	

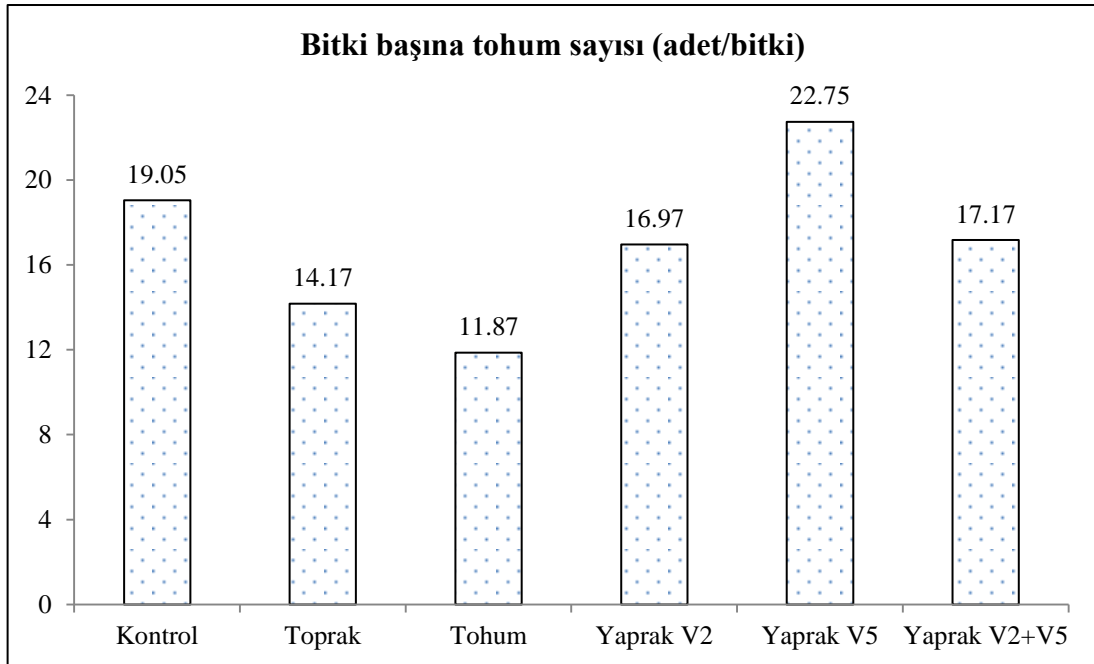
\* $p \leq 0.05$ , \*\* $p \leq 0.01$

**Çizelge 4.20.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada bitki başına tohum sayısı (adet/bitki) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler

Uygulamalar	Bitki başına tohum sayısı (adet/bitki)
Kontrol	19.05 b
Toprak	14.17 d
Tohum	11.87 e
Yaprak (V2)	16.97 c
Yaprak (V5)	22.75 a
Yaprak (V2 + V5)	17.17 c
Ortalama	17.00

\* Farklı harfle gösterilen değerler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre %5 seviyesinde farklıdır

Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada bitki başına tohum sayısı (adet/bitki) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.20.'de verilmiştir. Bitki başına tohum sayısı değerleri demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerine göre farklılık göstermiştir. Çizelge 4.20. incelendiğinde bitki başına tohum sayısı değerleri 11.87 adet/bitki ile 22.75 adet/bitki arasında değişim göstermiştir. Bitki başına tohum sayısı bakımından en yüksek değer 22.75 adet/bitki ile “Yaprak” (V5) uygulamasından elde edilirken, en düşük bitki başına tohum sayısı değeri ise 11.87 adet/bitki ile “Tohum” uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.10.).



**Şekil 4.10.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının bitki başına tohum sayısı üzerine etkileri

Öden (2012), soya bitkisinde demir, bakteri aşılması ve fosfor uygulamalarının nodülasyon ve azot fiksasyonuna etkisini araştırdığı çalışmada uygulanan demir dozlarının bitki başına tohum sayısı değerlerine olumlu etkide bulunduğunu, en düşük bitki başına tohum sayısının Fe0 (37.98 adet/bitki) uygulamasından, en yüksek bitki başına tohum sayısının Fe800 (54.60 adet/bitki) uygulamasından elde edildiğini bildirmiştir. Heidarzade vd. (2016), soya bitkisinin kurak ve sulu koşullarda yapraklardan molibden ve demir uygulamasına tepkisini araştırdıkları çalışmalarında en yüksek bitki başına tohum sayısını demir + molibden kombinasyonundan elde ettiklerini bildirmişlerdir. Şahin (2020), farklı dönemde uygulanan demir ve çinkonun soya bitkisinde verim ve kalite özelliklerine etkisini incelediği çalışmasının 2018 yılı verilerinde en yüksek bitki başına tohum sayısını V3 (53.54 adet/bitki) ve R1 (53.59 adet/bitki) uygulama dönemlerinde ve en düşük bitki başına tohum sayısını V3 (47.83 adet/bitki) uygulama döneminde elde ettiğini, 2019 yılında ise uygulama dönemlerinin bitki başına tohum sayısına etkisinin önemsiz olduğunu bildirmiştir. Sonuç olarak; çalışmamızda uygulanan demir şelat uygulaması bitki başına tohum sayısı üzerine olumlu etki yapmış olmakla birlikte; çalışmamızda elde edilen bitki başına tohum sayıları yapılan çalışmalardan elde edilen bitki başına tohum sayılarına göre daha düşük bulunmuştur.

#### 4.11 100-Tohum Ağırlığı (g)

Yapılan çalışma sonucunda belirlenen 100-tohum ağırlığı (g) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir. Deneme faktörümüz olan demir şelat uygulama yöntemlerinin 100-tohum ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

**Çizelge 4.21.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada 100-tohum ağırlığı (g) üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	3	0.024	0.151
Uygulama	5	3.803	23.766 **
Hata	15	0.160	
Genel	23		
Değişim Katsayısı (%)		5.46	

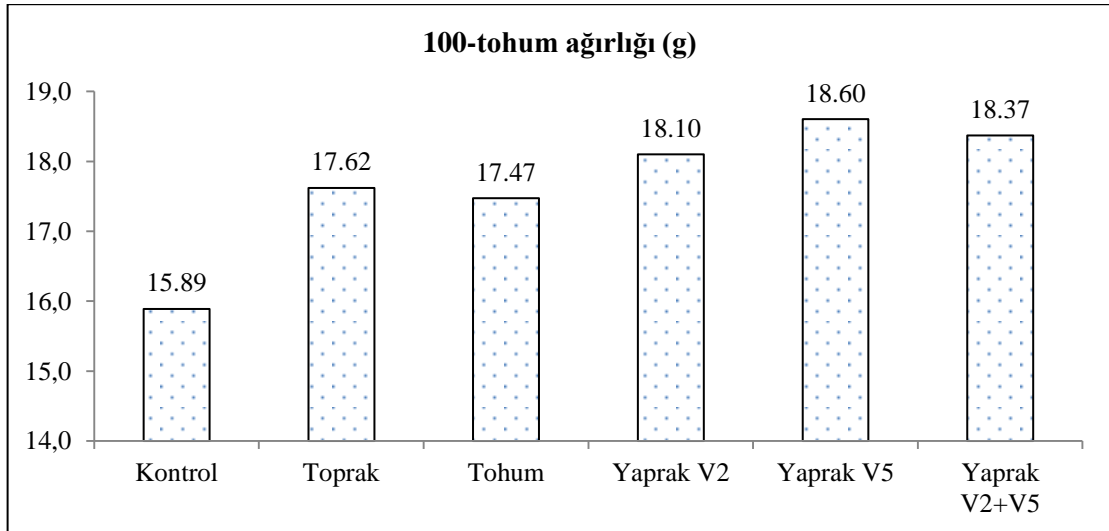
\*p≤0.05, \*\*p≤0.01

**Çizelge 4.22.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada 100 -tohum ağırlığı (g) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler

Uygulamalar	100-tohum ağırlığı (g)
Kontrol	15.89 d
Toprak	17.62 bc
Tohum	17.47 c
Yaprak (V2)	18.10 ab
Yaprak (V5)	18.60 a
Yaprak (V2 + V5)	18.37 a
Ortalama	17.67

\* Farklı harfle gösterilen değerler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre %5 seviyesinde farklıdır

Tesadüfi olarak alınan ve sayılan 100 tohum, 0,01 gram duyarlı hassas terazi ile tartılmış daha sonra bu değerlerin ortalaması hesaplanmış ve 100-tohum ağırlığı gram olarak bulunmuştur. Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada 100-tohum ağırlığı (g) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.22.'de verilmiştir. Çizelge 4.22.'de görüldüğü gibi, uygulamalar arasında en yüksek değerler 18.60 g ile “Yaprak” (V5) uygulamasından elde edilirken bunu ve 18.37 g ile “Yaprak” (V2+V5) ve 18.37 g ile “Yaprak” V2 + V5 uygulaması takip etmiştir. En düşük 100-tohum ağırlığı değeri ise 15.89 g ile “Kontrol” uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.11). Uygulamalar arası ortalama farklar 4 gruba ayrılmıştır (Çizelge 4.22).



**Şekil 4.11.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının 100-tohum ağırlığı üzerine etkileri

Demir şelat uygulamalarında 100 tohum ağırlığı ürünün potansiyelinin belirlenmesinde önemli bir kriterdir ve ayrıca verime katkı sağlayan bir faktördür. Bu konuda yapılan çalışmalarda; Heidarian vd. (2010), yapraktan uygulanan demirin ve uygulama zamanının soyada 1000 tohum ağırlığını etkilediğini göstermiştir. Kür (2019), yerfıstığında farklı zamanlarda yapraktan demir şelat uygulamasının 1000 tohum ağırlığınının 120.6-132.3 g arasında olduğunu belirtmişlerdir. Hakverir (2019), rhizobium aşılması yapılan uygulamada nohutun 100 tohum ağırlığını 45.98-43.68 g aralığında elde etmiştir. Öden (2012), soya bitkisinde demir uygulaması yaptığı çalışmada 100-tohum ağırlığının kontrol koşuluna göre arttığını ve 12.94-14.49 g aralığında olduğunu göstermiştir. Vaghar vd. (2020), demir ve çinko şelatın soyanın bitki başına verimini ve 100 tohum ağırlığını artırdığını bildirmiştir. Ali vd. 2014 ise soyaya uygulanan demirin verim değerinin belirlenmesinde önemli bir kriter olan bitki başına dal sayısı, meyve sayısı ve meyvedeki tohum sayısını olumlu etkilediğini ve bunun doğrudan bir sonucu olarak 100- tohum ağırlığını artırdığı sonucuna ulaşmıştır. Demir uygulamalarına bağlı olarak 100 tohum ağırlığı değişkenlik göstermiş, özellikle vejetatif aksam gelişiminin V2 ve V5 dönemlerinde yapılan demir uygulaması 100-tohum ağırlığı değerleri bakımından en iyi sonuçları vermiş bunun bir sonucu olarak da verim değerleri (Çizelge 4.28) 100-tohum ağırlığı değerleri (Çizelge 4.22) ile paralellik göstermiştir.

#### 4.12 Yağ Oranı (%)

Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin elde edilen yağ oranı (%) verilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.23'de verilmiştir. Uygulamaların yağ oranı üzerine etkisi istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

**Çizelge 4.23.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada yağ oranı üzerine (%) etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	3	0.045	0.253
Uygulama	5	1.218	6.854 **
Hata	15	0.178	
Genel	23		
Değişim Katsayısı (%)		2.83	

\*p≤0.05, \*\*p≤0.01

Her uygulamadan alınan ve kurutulup öğütülen tohum örneklerinin yağ oranları Soxholet cihazında petrol eteri ekstraksiyonu yoluyla bulunmuş ve % olarak verilmiştir. Demir şelat (FeEDDHA) gübresinin farklı uygulama yöntemleri tohum yağ oranı üzerine etkilerinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Uygulamalar arasında en yüksek değer “Yaprak V2+V5” uygulamasından (%22.83), en düşük değer ise “Kontrol” uygulamasından (%21.25 ) elde edilmiştir (Şekil 4.12). Elde edilen ortalamalara göre 3 ayrı grup elde edilmiştir (Çizelge 4.24.).

**Çizelge 4.24.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada yağ oranı (%) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler

Uygulamalar	Yağ oranı (%)
Kontrol	21.25 c
Toprak	21.88 bc
Tohum	22.10 b
Yaprak (V2)	21.44 c
Yaprak (V5)	21.87 bc
Yaprak (V2 + V5)	22.83 a
Ortalama	21.90

\* Farklı harfle gösterilen değerler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre %5 seviyesinde farklıdır

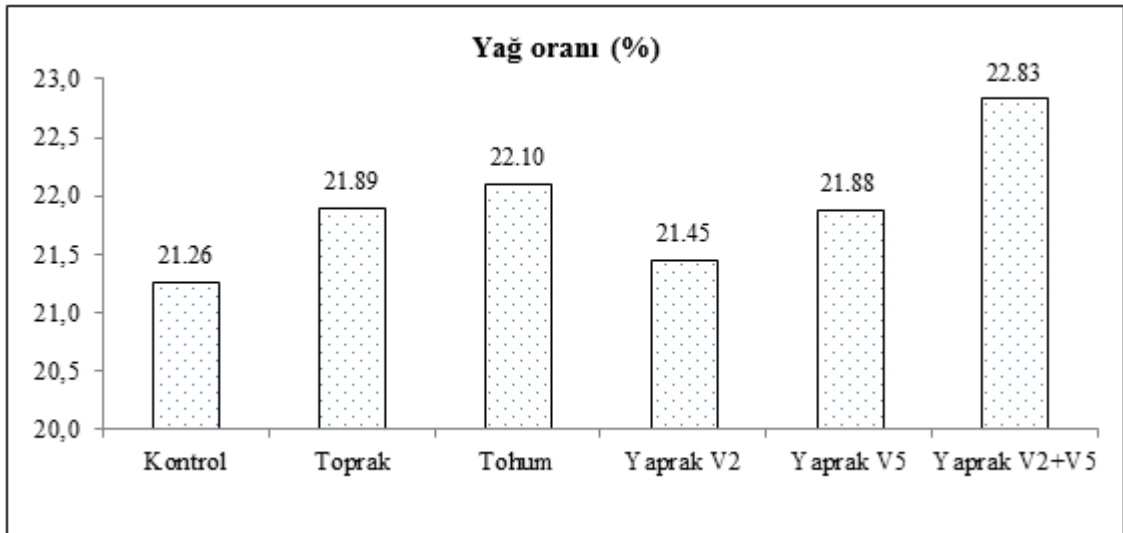
Çalışmada görüldüğü üzere farklı uygulama yöntemlerinin ve zamanlarının yağ oranı üzerinde etkisi değişim göstermiştir. Kontrol, Toprak, Yaprak V2, Yaprak V5 uygulamalarının her birinin etkisi ve Toprak, Tohum, Yaprak V5 uygulamalarının her birinin etkisi aynı düzeyde elde edilirken, Yaprak V2+V5 uygulaması ise diğerlerinden farklı bir etki yaratmıştır.

Soya bünyesinde barındırdığı %18-20 oranında yağ ile yağlı tohumlu bitkiler arasında önemli bir bitkidir. İnsan ve hayvan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan soya yağı insan bünyesindeki yağ ve lipit metabolizmasını düzenleyen önemli yağ asitlerini içerdiğinden, sağlıklı beslenme bakımından çok önemli bir gıda ürünüdür ve bir çok kullanım alanı ile ham madde kaynağıdır.(Arioğlu, 2007). Soya sıcağı seven tropik ve sub-tropik bir bitki olduğu için gelişme süresince toplam sıcaklık isteği fazla olan bir bitkidir. Bu nedenden dolayı soyada yağ oranını etkileyen en önemli parametrenin çevre faktörleri olduğunu ve yetiştirme periyodundaki toplam sıcaklık ile gece-gündüz sıcaklıklarının soyada yağ oranını etkilediği bilinmektedir. Bunun yanı sıra yapılan

kültürel uygulamalar ve çeşit özelliğinden dolayı da yağ oranı değişiklik gösterebilmektedir (Piper ve Boote 1999; Wilson, 2004; Arıoğlu vd. 2012).

Abdel-Gawad vd. (1989), *Rhizobium japonicum* ile aşıladıkları soyaya bakla oluşumundan demir ihtiva eden yaprak gübresi uyguladıkları çalışmada ise yağ veriminde bir artışa rastlamadıklarını bildirmişlerdir. Kür (2019), baklagil bitkisi olan yerfıstığı yetiştiriciliğinde farklı zamanlarda yapraktan demir şelat uygulaması ile ilgili yaptığı çalışmada, yağ oranını % 36,8 ve 42,9 aralığında bulmuş ancak ortalama farklarının önemli olmadığını tespit etmiştir. Öden (2012), soya bitkisinde bakteri aşılması, fosfor ve demir uygulamalarının etkisini incelediği çalışmasında, demirin yağ oranı üzerine etkisinin önemli olduğunu ve yağ oranının 17,88-23,69 arasında olduğunu fakat en yüksek yağ oranının FE0 dozundan elde edildiğini tespit etmiştir. Tousei vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada ise demir şelatın protein ve yağ oranını artırdığı bildirilmiştir. Civelek (2006), pH'ı yüksek kireçli toprak koşullarında soyaya demir uygulamasının tohumun yağ içeriğini artırdığını ama ham yağ verimini artırmadığını bildirmiştir.

Bu çalışmada ise diğer çalışmalar ile aynı doğrultuda demir uygulamalarının yağ oranı üzerine etkisi olduğu tespit edilmiş ancak bu etkinin farklı dönemlerde farklı tepkiler gösterdiği elde edilmiştir.



**Şekil 4.12.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının yağ oranı (%) üzerine etkileri

#### 4.13 Protein Oranı (%)

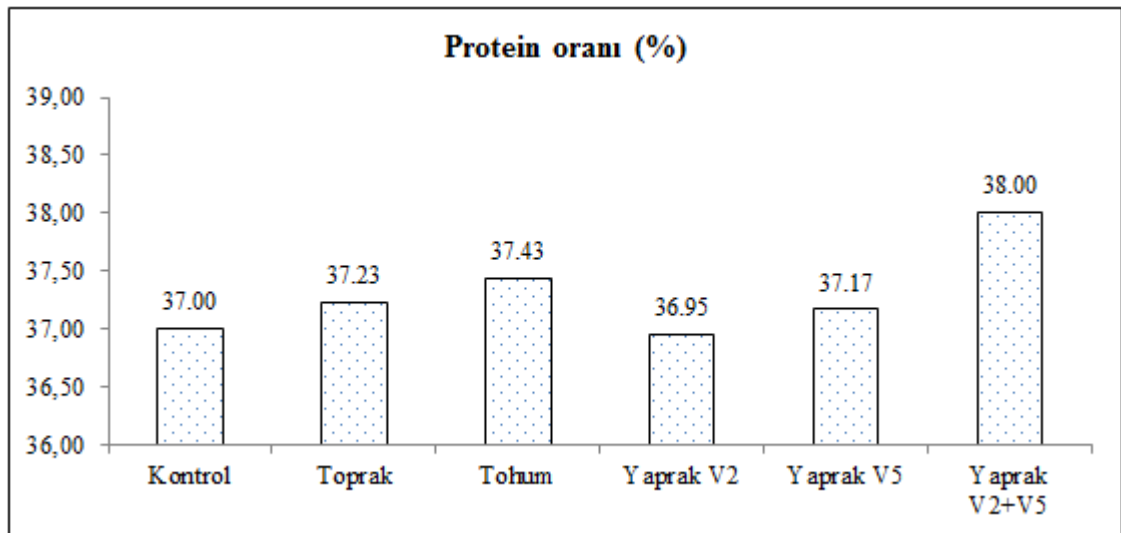
Yapılan çalışma sonucu belirlenen protein oranı (%) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25’de verilmiştir. Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının protein oranı üzerine etkilerinin istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.25.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada protein oranı (%) üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	3	0.124	0.566
Uygulama	5	0.599	2.732 **
Hata	15	0.219	
Genel	23		
Değişim Katsayısı (%)		1.44	

\*p≤0.05, \*\*p≤0.01

Uygulamaların her birinden alınan ve kurutulup öğütülen tohum örneklerinin protein oranları yaş yakma metodu ile hazırlanıp Kjeldahl aletine bağlanmış ve protein oranı % olarak belirlenmiştir. Uygulamalara göre protein oranları %38.00 (Yaprak V2+V5 uygulaması) ile %36.95 (Yaprak V2 uygulaması) arasında değişmiştir (Şekil 4.13). Ortalamalar arasında farka bakıldığında ise iki grup elde edilmiştir (Çizelge 4.26).



**Şekil 4.13.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının protein oranı (%) üzerine etkileri

**Çizelge 4.26.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada protein oranı (%) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler

Uygulamalar	Protein oranı (%)
Kontrol	37.00 b
Toprak	37.23 b
Tohum	37.43 ab
Yaprak (V2)	36.95 b
Yaprak (V5)	37.17 b
Yaprak (V2 + V5)	38.00 a
Ortalama	37.30

\* Farklı harfle gösterilen değerler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre %5 seviyesinde farklıdır

Sahip olduğu besin içeriği nedeniyle harika (URL1; Arıoğlu, 2013), renginden dolayı'da altın bitki ya da fasulye (Gizlenci, 2019; Arıoğlu, 2013) olarak adlandırılan soya dünyanın en önemli yağ ve protein kaynaklarından biridir. Soya taneleri besin içeriği olarak %40-44 protein, %18-24 yağ, %20 karbonhidrat ve %5 mineral maddelerden oluşmaktadır (Erbil vd. 2020). Özellikle soya; protein oranının yüksek ve içeriğinin insan beslenmesi için gereken amino asitlerden çoğuna sahip olması nedeniyle insanlar tarafından protein kaynağı olarak tüketilen et ve süt ürünleri kadar nitelikli tüketim ürünü olarak görülmektedir (Gizlenci, 2019). Her ne kadar soya ham olarak tüketilse dahi ülkemizde genel olarak işlenmiş yağ ve protein ürünleri olarak tüketilmektedir (Bayar ve Yılmaz, 2005). Soyanın sahip olduğu bu özelliklerden dolayı çalışmamız önem arz etmektedir. Soya, yetiştirme döneminde toplam sıcaklık isteği yüksek bir bitkidir (Arıoğlu vd. 2012) Söz konusu sıcaklığın karşılanması durumunda etkilenen özelliklerden birisi de tanedeki protein oranıdır. Sıcaklık faktörünün yanı sıra yetiştirme döneminde uygulanan kültürel metodlar, iklim ve toprak sıcaklıkları, farklı kimyasal gübre, bakteri aşılması, hormon vb. uygulamalar gibi besin elementi uygulamaları (Kutlu ve Cinsoy, 1982; Chowdhury vd. 1985; Akvcin vd. 1994; Yıldırım vd. 1197) çeşit genotipi ve vejetasyon süresi tanedeki protein oranını etkileyen durumlardır (Kırmızı ve Tüfenk, 1995; Ünal, 2007).

Sohrabi vd. (2012), yaptıkları çalışmada protein oranının N gübresinden etkilendiğini ancak, Fe uygulamasının protein oranı üzerinde önemli bir etkisi olmadığını bildirmiştir. Kür (2019), yaptığı çalışmada yerbuğuna uygulanan demir şelatın protein oranı üzerinde herhangi bir etkiye sahip olmadığını göstermiştir. Aynı şekilde Öden (2012), Fe uygulamalarının soya bitkisinde protein oranı üzerine önemli etkisi olmadığını

ortaya koymuştur. Yapılan çalışmada ise Fe uygulamaları arasında protein oranı açısından anlamlı bir fark bulunmuş ancak bu durum uygulamaların sadece iki grupta yer almasına neden olmuştur. Erbil (2020) ise demirin protein oranını olumlu etkilediğini fakat doğrusal bir artışın olmadığını, demir ile molibdenin beraber uygulanmasının soyada protein oranını tek başına demir uygulamasından elde edilen protein oranına göre %10 daha fazla protein elde edildiğini belirlemişlerdir. Ali vd. (2014) ise vejetatif gelişimin başında ve generative gelişimin işareti olan çiçeklenme zamanı uygulanan demirin baklagil bitkisi olan maş fasulyesinde tane protein oranını artırdığını bildirmiştir.

Sonuç olarak; çalışmamızda en yüksek protein değeri yapraktan V2+V5 döneminde demir şelat uygulamasından elde edilmiştir. Çalışmamızda, elde edilen protein oranları yapılan çalışma sonuçlarının bazılarıyla benzerlik gösterirken bazılarıyla göstermemiştir.

#### 4.14 Bitki Başına Tane Verimi (g/Bitki)

Yapılan çalışma sonucu belirlenen bitki başına tane verimi (g/bitki) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.27’de verilmiştir. Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının bitki başına tane verimi üzerine etkilerinin istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.27.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada bitki başına tane verimine (g/bitki) etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	3	0.007	0.070
Uygulama	5	8.343	80.869 **
Hata	15	0.103	
Genel	23		
Değişim Katsayısı (%)		27.94	

\*p≤0.05, \*\*p≤0.01

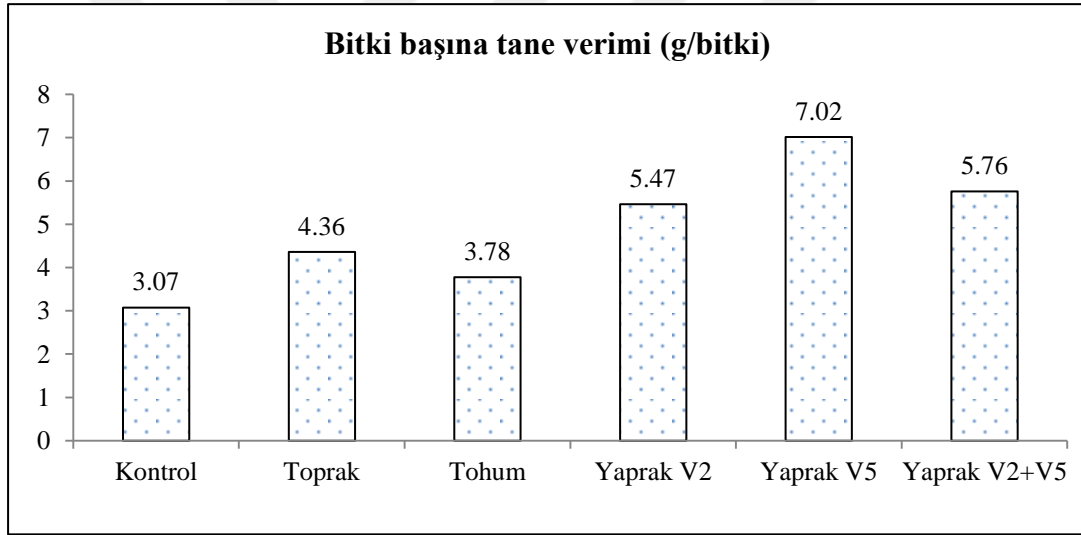
Örnek olarak aldığımız bitkilerde baklalar harmanlanıp soya taneleri çıkarılmış, tartılmış ve ortalamaları alınarak bitki başına tane verimi “g/bitki” olarak hesaplanmıştır. Demir uygulamaları soyanın tane verimini (3.07 g/bitki) ile (7.02 g/bitki) arasında değiştirmiştir (Çizelge 4.28). En yüksek değer “Yaprak V5” uygulamasından

(7.02 g/bitki) en düşük değer ise ‘‘Kontrol’’ uygulamasından (3.07 g/bitki) elde edilmiştir (şekil 4.13).

**Çizelge 4.28.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada bitki başına tane verimi (g/bitki) üzerine etkileri ile ilgili elde edilen ortalama değerler

Uygulamalar	Bitki başına tane verimi (g/bitki)
Kontrol	3.07 e
Toprak	4.36 c
Tohum	3.78 d
Yaprak (V2)	5.47 b
Yaprak (V5)	7.02 a
Yaprak (V2 + V5)	5.76 b
Ortalama	4.91

\* Farklı harfle gösterilen değerler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre %5 seviyesinde farklıdır



**şekil 4.14.** Demir şelat (FeEDDHA) uygulamalarının bitki başına tane verimi üzerine etkileri

Soya bitkisi, geniş bir adaptasyon alanına sahip olmakla birlikte, soya çeşitleri bitki büyümesi ve gelişmesi ile kalite ve önemli parametrelerden olan verim çevresel faktörlerden etkilenmektedir. Her ne kadar tarımsal üretimde kullanılan bitki besin maddeleri çevre koşulları içerisinde kısmen kontrol altında tutulabilir olsa da bitki gelişiminin yanı sıra özellikle maksimum ya da optimum verim açısından kısıtlayıcı bir parametre olarak ortaya çıkmaktadır (O’Hara vd., 1988; Sinclair ve Vadez, 2002; Caliskan vd., 2008; Kobraee vd., 2011; Bal vd., 2018). Bu faktörlerden dolayı tohum verimi, bir bitkinin büyümesi ve gelişmesi boyunca meydana gelen birçok karmaşık

morfolojik ve fizyolojik sürecin birleşik etkileriyle ortaya çıkan bir sonuçtur. Bu karmaşık süreçleri etkileyen en önemli faktörler, baklagiller içerisinde özellikle soya fasulyesini etkileyen demir elementi noksanlığıdır. Soyanın yaşamış olduğu demir eksikliği abiyotik bir stres olup, özellikle alkali ve kalkerli topraklarda yetiştirilen soya için genel bir problem oluşturmaktadır (Goos ve Johnson, 2000; Hansen vd., 2003; Heitholt vd., 2003; Wiersma, 2005; Çaliskan vd., 2008; Santos vd., 2015). Soyada demir eksikliğinin şiddetinin artması, bitki bünyesinde özellikle fotosentez mekanizmasında yer alan ve eksikliği durumunda fotosentezin ve dolayısıyla fotosentez ürünlerinin miktarının azalmasına neden olan bitkinin sahip olduğu klorofil içeriğidir. Soya yetiştiriciliğinin yapıldığı bölge toprakları ve bu toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişkenliği göz önüne alındığında, yaşanan demir eksikliği bitki gelişimi ve bunun bir sonucu olarak verimi olumsuz etkilenmektedir. Soya tarımı yapılan çoğu alanlarda bitki gelişim durumu ve demir eksikliği simptomuna göre yapılacak olan demir uygulamasıyla, verimi doğrudan etkileyen fotosentez ürünlerinin optimum olarak bitkiye fayda sağlaması için gereken klorofil içeriğinin bitkiye sağlanması önemli bir koşul olmaktadır (Tisdale vd. 1993; Germain, 2001; Wiersma, 2005; Caliskan vd. 2008; Helms vd. 2010). Demirin soya için bu denli önemli olması nedeniyle çalışmamız deneme konusunu oluşturan farklı dönemde demir şelat uygulamaları sonucunda; özellikle bitki gelişimi açısından önemli olan vejetatif aşamanın yapraktan V2 ve V5 döneminde uygulanan demirin bitkinin generatif aşamasını olumlu etkilediğini ve bunun sonucu olarak verimin arttığı belirlenmiştir.

Heidarzade ve Ayoub vd. (2016), yapraktan demir uygulamanın soyanın tane verimi üzerine etki ettiğini bildirmiştir. Gamble (2014), demir şelat uygulamalarının kontrole göre ürün verimini %20 arttırdığını, Hakverir (2019), topraktan demir uygulamalarının nohut üzerinde tane verimini arttırdığını tespit etmiştir. Öden (2012), farklı demir uygulamalarının soyada bitki başına tane verimine etkilerinin önemli olduğu sonucuna varmıştır. Sharma vd. (2019) yapraktan uygulanan demirin soyada toplam tohum ağırlığını % 24 artırdığını rapor etmişlerdir. Vaghar vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada da demir ve çinko uygulamasının soyada ortalama tane verimini % 43,8 artırdığı tespit edilmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmadan elde edilen sonuçlar diğer çalışmalarda elde edilen sonuçlar benzerlik göstermektedir.

## BÖLÜM V

### SONUÇ

2020 yılında Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Araştırma ve Uygulama Serasında yapılan bu çalışmada, demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada (*Glycine max.* (L.) Merr.) verim ve bazı tarımsal özellikler üzerine etkileri incelenmiştir.

Araştırma sonucunda;

- Bitkilere demir uygulanmasının tohum uygulaması hariç diğer tüm uygulamalarda çıkışta erkencilik sağlayabileceği belirlenmiştir.
- Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemleri çiçeklenme süresi üzerine olumlu bir etkiye sahip olmuş ve uygulama yöntemlerine bağlı olarak çiçeklenme süresi (gün) değerleri önemli derecede değişmiştir. Çiçeklenme süresi değerleri 28.7-41.2 gün arasında değişim göstermiştir. Çalışmamızda, tohum uygulamasının soyanın daha erken çiçeklenmesini sağladığı gözlenmiştir.
- Demir noksanlığı, kalsiyum karbonatında etkisiyle özellikle kireçli ve toprak pH'ının 7.5'den yüksek olduğu üretim alanlarında önemli problemlere neden olmaktadır. Bu problemlerin başında toprak çözeltisindeki demirden bitkilerin yararlanamaması gelmektedir. Bitki bünyesinde yaşanan klorofil sentezinin azalmasına bağlı olarak ortaya çıkan demir eksikliği hem kloroz oluşumunu tetiklemekte hemde klorofil sentezini olumsuz etkileyerek klorofil (SPAD), kloroplast ve fotosentez miktarlarını negatif yönde etkileyerek verimin önemli miktarda düşmesine neden olmaktadır. Çalışmamızda, demir şelat uygulaması yapılmayan kontrol uygulamasında demir noksanlık symptomuna göre yaprakların tamamen sarardığı ama damarların yeşil kaldığı 3. aşama demir noksanlığı gözlenmiştir. Tohuma uygulanan uygulamada da kontrol uygulamasına benzer sonuç elde edilmiştir. Toprağa uygulanan demir uygulamasında ise symptom skalasına göre 2. aşama demir noksanlığının yaşandığı hafif kloroz belirtisi yaşanmıştır. Çalışmamızda incelenen özelliklerden olan bitki boyu esasında bir çeşit özelliği olmakla birlikte toprak verimliliği, uygulanan kültürel yöntemler, nem ve sıcaklık gibi faktörlerden de

etkilenebilmektedir. Çalışmamızda, demir şelat (FeEDDHA) gübresi uygulama yöntemleri çalışmamızda bitki boyu (cm) üzerine pozitif bir etkiye sahip olmuştur ve demir şelat (FeEDDHA) gübresi uygulama yöntemlerine bağlı olarak bitki boyu (cm) değerleri önemli derecede değişmiştir. Bitki boyu değerleri 23.3 cm ile 33.4 cm arasında değişim göstermiştir. Bitki boyu bakımından en yüksek değer (33.4 cm) V5 döneminde yapraktan uygulanan demir şelat (FeEDDHA) gübrelemesi ile elde edilirken, bunu sırası ile “Toprak” (30.0 cm) ve V2 döneminde “Yaprak” (29.9 cm) uygulamaları izlemiştir. Uygulamalar arasında en düşük değerler ise 23.3 cm ile Kontrol ve 28.0 cm ile demir şelatın (FeEDDHA) “Toprak” uygulamasından elde edilmiştir.

- Bitkinin toprak yüzeyi ile bitki üzerinde meydana gelen ilk bakla arasındaki mesafeyi temsil eden ilk bakla yüksekliği, makinalı hasat için önemli bir kriterdir. Farklı uygulama dönemlerinde uygulanan demir şelat (FeEDDHA) uygulamasının ilk bakla yüksekliği üzerinde etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İlk bakla yüksekliği değerleri 10.35–7.92 cm arasında değişim göstermiştir. Çalışmamızda ekim öncesi tohum ve toprağa uygulanan demir şelat (FeEDDHA) gübresi en yüksek ilk bakla yüksekliği değerlerini vermiştir.
- Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemleri bitki başına boğum sayısı ve dal sayısı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çalışmamızda elde ettiğimiz bitki başına boğum sayısı değerleri 9.62–8.50 adet/bitki arasında; bitki başına dal sayısı değerleri ise 6.70–4.97 adet/bitki arasında değişim göstermiştir. En yüksek bitki başına boğum sayısı ve dal sayısı değerleri “Yaprak (V5)” uygulamasından, en düşük bitki başına boğum sayısı ve dal sayısı değerleri “Tohum” uygulamasından elde edilmiştir.
- Demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemleri bitki başına bakla sayısı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çalışmamızda elde ettiğimiz bitki başına bakla sayısı değerleri 20.35–9.77 adet/bitki arasında değişim göstermiştir.
- Bitki başına tohum sayısı üzerine demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çalışmamızda elde ettiğimiz bitki başına tohum sayısı değerleri 22.75–11.87 adet/bitki arasında değişim göstermektedir. Demir uygulamaları bakımından en yüksek bitki başına tohum sayısı değeri “Yaprak V5” (22.75 adet/bitki) uygulamasından elde

edilirken en düşük bitki başına tohum sayısı değeri ise “Tohum” (11.87 adet/bitki) uygulamasından elde edilmiştir.

- Çalışmada 100-tohum ağırlığı üzerine demir şelatın etkisi önemli bulunmuş ve uygulanan demir şelat oranları kontrole göre 100 tohum ağırlığını artırmıştır. Bununla beraber en uygulamaların ortalamalarına bakıldığında yapraktan uygulamanın topraktan uygulamaya göre 100 tohum ağırlığı açısından daha etkin ve yüksek olduğu tespit edilmiştir.
- Yağ oranı ve protein oranı üzerine demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yağ oranı ve protein oranı bakımından en yüksek “Yaprak V2+V5” uygulamasından en düşük değer ise “Kontrol” uygulamasından elde edilmiştir.
- Soyada demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemleri tohum verimi üzerine etkili olmuştur. En yüksek tohum verimi “Yaprak V5” uygulamasından ve en düşük tohum verimi ise “Kontrol” uygulamasından elde edilmiştir.

Sonuç olarak; demir şelat (FeEDDHA) uygulama yöntemlerinin soyada büyüme ve gelişme ile verim ve kalite üzerine etkili olduğu, yapraktan uygulanan FeEDDHA'nın “Toprak” ve “Tohum” uygulamasından daha etkili olduğu ve ayrıca FeEDDHA'nın yaprak klorofil içeriğini belirgin şekilde arttırdığı görülmüştür. Soyada Fe sarılığının giderilmesi için V2, V5 ve V2+V5 dönemlerinde FeEDDHA'nın yapraktan uygulamasının verim, verim parametreleri ve kaliteyi arttırması açısından daha yararlı olacağı sonucuna varılarak; özellikle kalkerli topraklarda yapılacak soya yetiştiriciliğinde bu sonuçların göz önünde bulundurulması önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

Abdel-Gawad, A.A., Ashour, N.I., Saad, A.O.M., Abo Shetta, A.M., and Ahmed, M.K.A., “The insignificant importance of late nitrogen fertilization on the yield of soybean (*Glycine max. L.*) in Egypt”, *Field Crops* 42 (12), 1182, 1989.

Ali, B., Ali, A., Tahir, M. and Ali, S., “Growth, seed yield and quality of mungbean as influenced by foliar application of iron sulfate”, *Pakistan Journal of Life and Social Sciences*, 12(1), 20-25, 2014.

Akçin, A., Önder, M. ve Yıldırım, B., “Soya çeşitlerine uygulanan “alar-85” bitkisel hormonunun farklı dozlarının tane verimi ve bazı verim unsurlarına etkisi”, *DOĞA-Tr, J. of Agriculture and Forestry* 18,379-385, 1994.

Arıoğlu, H.. Soya Tarımı, *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, Adana, 2013.

Arıoğlu, H.H., Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı Ders Kitabı, *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, Adana, 2007.

Arıoğlu, H., Özyurtseven, S., ve Güllüoğlu, L., “İkinci ürün koşullarında yetiştirilen bazı soya [*Glycine max (L.) Merr*] çeşitlerinin yağ verimi ile yağ asitleri içeriklerinin belirlenmesi”, *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 27 (2), 1-10, 2012.

Bal, G., Jenkins, S., Yuan, W., Graef, G.L. and Ge, Y., “Field-based scoring of soybean iron deficiency chlorosis using RGB imaging and statistical learning”, *Frontiers in Plant Science* 9, 1-12, 2018.

Başar, H. ve Taban, E., “Değişik demir bileşiklerinin ve uygulama yöntemlerinin soya fasulyesinin demir içeriği ve gelişimi üzerine etkisi”, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 7 (4), 57-61, 2001.

Başar, H., “Yapraktan uygulanan değişik bileşiklerin soya fasulyesinin demirle beslenmesine etkisi” **Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg.** 16: 15-27, 2002.

Bayar, R., ve M. Yılmaz., “Türkiye’de soya fasulyesi ve önemi”, **Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi** 2 (1), 1-12, 2005.

Bergmann W., Nutritional disorders of plant; Development, Visual and Analytical Diagnosis, **Jena**, 1992.

Bin, L. M., W., Liping and Bugter, M. H. J., “Effectiveness of FeEDDHA, FeEDDHMA, and FeHBED in Preventing Iron-Deficiency Chlorosis in Soybean” , **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 64, 8273-8281, 2016.

Cakmak, I., “Plant nutrition research: Priorities to meet human needs for food in sustainable ways”, **Plant and Soil** 247 (1), 3-24, 2002.

Caliskan, S., Ozkaya, I., Caliskan, M.E. and Arslan, M., “The effects of nitrogen and iron fertilization growth, yield, and fertilizer use efficiency of soybean in a Mediterranean-type soil”, **Field Crops Research** 108, 126-132, 2008.

Chatterjee, A., Lovas, S., Rasmussen, H. and Goos, R.J., “Foliar Application of Iron Fertilizers to Control Iron Deficiency Chlorosis of Soybean”, **Crop Forage Turfgrass Manage** 3, 1-7, 2017.

Chowdhury, I. R., Paul, K. B., Elivazi, F. and Bleich, D., “Effects of foliar fertilization on yield, protein, oil and elemental composition of two soybean varieties”, **Communications In Soil Science and Plant Analysis** 16 (7), 698- 692, 1985.

Civelek, T., Yapraktan demir uygulamasının bazı soya (*Glycine max. L. Merrill*) çeşitlerinde verim ve verim unsurları ile önemli kalite özelliklerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, **Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Samsun, 2006.

Doğan, K., Gök, M., Coşkan, A. ve Güvercin, E., “Bakteriyel aşılama ile demir uygulamalarının 1. ürün yerfistığı bitkisinde nodülasyon ve azot fiksasyonuna etkisi”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 2 (1), 35-46, 2007.

El-Mohsen Ramadan, A.A., El-Bassiouny, H.M.S., Bakry, B.A., Abdallah, M.M.S. and El-Enany, M.A.M., “Growth, yield and biochemical changes of soybean plant in response to iron and magnesium oxide nanoparticles”, *Pakistan Journal of Biological Science* 23 (3), 406-417, 2020.

Erbil, E., Uçak, A.B., Taş, T., Karakuş, M. and Yetkin, C., “Effect of Foliar Application of Iron (Fe) and Molibdenium (Mo) on Yield, Protein and Nodulation in Soybean Under Agro Climatic Conditions of Şanlıurfa”, *Fresenius Environmental Bulletin* 29, 3033-3039, 2020.

FAO. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/CC>, 2020a.

FAO. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>, 2020b.

Fehr, W.R. and Caviness, C.E., Stages of soybean development. Special report 80. Iowa State University, *Ames*, IA, USA, 1977.

Froehlich, D.M. and Fehr, W.R., “Agronomic performance of soybeans with different levels of iron deficiency chlorosis on calcareous soil”, *Crop Science* 21, 438-44, 1981.

Gamble, A. V. Howe, J. A. Delaney, D. Santen, van E. and Yates, R., “Iron chelates alleviate iron chlorosis in soybean on high pH soils”, *Agronomy Journal* 106 (4), 1251-1257, 2014.

Gizlenci, Ş., Üstün. A. ve Acar, M., Mucize bitki soya ve Türkiye için önemi, *T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı* 2019.

Goos, R.J. and Johnson, B.E., “A comparison of three methods for reducing iron-deficiency chlorosis in soybean”, *Agronomy Journal* 92 (6)i 1135-1139, 2000.

Goos, R.J., and Germain, S. “Solubility of twelve iron fertilizer products in alkaline soils. Commun”, *Soil Sci. Plant Anal.* 32, 2317–2323, 2001.

Gülser, F., Yavuz, H.İ., Gökkaya, T.H. and Sedef, M., “Effects of iron sources and doses on plant growth criteria in soybean seedlings”, *Eurasian Journal of Soil Science* 8 (4), 298-303, 2019.

Güvercin, E., Farklı yerfıstığı çeşitlerinde bakteri aşılması demir uygulamasının nodülasyon ve verime etkisi, Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 2009.

Hakverir, E., Aşılı ve aşısız koşullarda topraktan demir uygulamalarının nohut’un (Cicer arietinum L.) verim ve verim değerlerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Van, 2019.

Hansen, N.C., Schmitt, M.A., Andersen, J.E. and Strock, J.S., “Iron deficiency of soybean in the upper midwest and associated soil properties”. *Agronomy Journal*, 95, 1595–1601, 2003.

Heithold, J.J., Sloan, J.J., MacKown, C.T. and Cabrera, R.I., “Soybean growth on calcareous soil as affected by three iron sources”, *J. Plant Nutr.* 26, 935–948, 2003.

Helms, T.C., Scott, R.A., Schapaugh, W.T., Goos, R.J., Franzen, D.W. and Schlegel, A.J., “Soybean iron-deficiency chlorosis tolerance and yield decrease on calcareous soils”. *Agronomy Journal* 102 (2), 492-498, 2010.

Heidarian, A.R., Kord, H., Mostafavi, K., Lak, A.P. and Mashhadi, F.A., “Investigating Fe and Zn foliar application on yield and its components of soybean (Glycine max (L) Merr.) at different growth stages”. *Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development* 3 (9), 189-197, 2011.

Heidarzade, A., Esmaili, M. A., Bahmanyar, M. A., and A. Rahmat, “Response of Soyabean (Glycine max) to Molybdenum and Iron spray under well-watered and water deficit condition”, *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences* 4 (1), 2016.

Jeong, J. and Connolly, E.L., “Iron up take mechanisms in plants: functions of the FRO family of ferric reductases”, *Plant Science* 176, 709–714, 2009.

Jozedaemi, E., Golchin, A. and Bibalani, G.H., “ The effect of soil and foliar fertilization with iron on yield and leaf chemical composition of four spotted bean cultivars in a calcareous soil”, *Greener Journal of Biological Sciences* 4 (4), 116-127, 2014.

Kacar, B. Temel bitki besleme, *Nobel Yayın Dağıtım*, 2012.

Kaiser, D. E. L., J. A. Bloom, Paul R. and Hernandez, J. A., “Comparison of field management strategies for preventing iron deficiency chlorosis in soybean”, *Journal of Agronomy* 106 (6), 1963-1974, 2014.

Karacıl, B. “Mercimek (*Lens culinaris* MEDİK.)'te topraktan ve yapraktan Fe ve Zn mikro element uygulamasının verim ve tanede mikro besin elementi içeriğine etkisi”, Doktora Tezi, *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Diyarbakır, 2015.

Karkosh, A.E., Walker, A.K. and Simmons, J.J., “Seed treatment for control of iron-deficiency chlorosis of soybean”, *Crop Science* 28, 369–370, 1988.

Kırmızı, Ş. ve Tüfenkçi, Ş., “*Rhizobium Japonicum L.* ile aşılama, azotlu ve fosforlu gübrelemenin soya bitkisinde verim ve kaliteye etkisi”, *Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Dergisi* 5 (2), 175-187, 1995.

Kutlu, Z. ve Cinsoy, A.S., Ege bölgesi için ikinci ürün tarımına uygun soya çeşitlerinin tespiti. *Ege Bölge Ziraat Araştırma Enstitüsü*, İzmir. 1982.

Kobraee, S., Shamsi, K. and Ekhtiari, S., “Soybean nodulation and chlorophyllconcentration (SPAD value) affected by some of micronutrients”, *Annals of Biological Research* 2 (2),414-422, 2011.

Kür, A.B., Beycioğlu, T. ve Kılı, F. “Farklı gelişme dönemlerinde ve dozlarda yapraktan demir şelat (EDDHA-Fe) uygulamasına yerfistiğinin (*Arachis hypogaea L.*) tepkisi”, *IJAAES International Journal of Anatolia Agricultural Engineering* 1, 13-16, 2019.

Li, X., Gui, X., Rui, Y., Ji, W., Van Nhan, L., Yu, Z. and Peng, S., “Bt-transgenic cotton is more sensitive to CeO<sub>2</sub> nanoparticles than its parental non-transgenic cotton”, *Journal of Hazardous Materials* 274, 173–180, 2014.

Lucena, J.J., Manzanares, M. and Gárate, A., “Comparative study of the efficacy of commercial Fe-chelates using a new test”, *Journal of Plant Nutrition* 15 (10), 1995-2006, 1992.

Ma, J.F. and Ling, H-Q. “Iron for plant and humans”, *Plant Soil* 325, 1-3, 2009.

Maqbool, A., “Investigation of physiological, biochemical and molecular responses of soybean cultivars under iron deficiency”. Yüksek Lisans Tezi, *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Niğde, 2018.

Mortvedt, J.J., “Correcting iron deficiencies in annual and perennial plants: present technologies and future prospects”, *Plant and Soil* 130 (1-2), 273–279, 1991.

O’Hara, G.W., Boonkerd, N. and Dilwoth, M.J. “Mineral constrains to nitrogen fixation”, *Plant Soil* 108, 93-110, 1988.

Öden, E. “Soya bitkisinde bakteri aşılması fosfor ve demir uygulamalarınınnodülasyon ve N<sub>2</sub> fiksasyonuna etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Hayat, 2012.

Özaslan Parlak, A., H. C. Demiray., B. H. Hakyemez, M. Parlak ve A. Gökkuş., “Toprak bünyesi ve ekim derinliğinin çok yıllık çimin (*Lolium perenne*) sürme özelliklerine etkisi,” *Türkiye X. Tarla Bitkileri Kongresi*, Konya, 2013.

Özköse, A., “Farklı ekim derinliklerinin yem bezelyesinin verim ve bazı verim özellikleri üzerine etkileri”, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 27 (1), 25-32, 2017.

Rodríguez-Lucena, P., Ropero, E. Hernández-Apaolaza, L. and Lucena, J.J., “Iron supply to soybean plants through the foliar application of IDHA/Fe<sup>3+</sup>: Effect of plant nutritional status and adjuvants”, *J. Sci. Food Agric.* 90, 2633–2640, 2010.

Rombolà, A.D. and Tagliavini, M., “Iron nutrition of fruit tree crops”, In: L.L. Barton and J. Abadia, Editors, Iron nutrition in plants and rhizospheric microorganisms. *Springer*, Netherlands, 2006.

Roomizadeh, S. and Karimian, N., “Manganese–iron relationship in soybean grown in calcareous soils”, *J. Plant Nutr.* 19, 397–406, 1996.

Rotaru, V. and Sinclair, T.R., “Interactive influence of phosphorus and iron on nitrogen fixation by soybean”, *Environmental and Experimental Botany*, 66, 94-99, 2009.

Santos, C.S., Roriz, M., Carvalho, S.M.P. and Vasconcelos, M.V., “Iron partitioning at an early growth stage impacts iron deficiency responses in soybean plants (*Glycine max* L.)”. *Frontiers in Plant Sci.* 6, 325:1-12, 2015.

SAS Institute. SAS/STAT User’s Guide. Version 9.4. *SAS Inst.* Cary, NC. 2016.

Sharma, S., Chandra, S., Kumar, A., Bindraban, P., Saxena, A.K., Pande, V. and Pandey, R., “Foliar application of iron fortified bacteriosiderophore improves growth and grain fe concentration in wheat and soybean”, *Indian J Microbiol.* 59 (3), 344-350, 2019.

Sheykhabglou, R., Sedghi, M., Tajbakhsh Shishevan, M., and Seyed Sharifi, R., “Effects of nano-iron oxide particles on agronomic traits of soybean”, *Notulae Scientia Biologicae* 2 (2), 112-113, 2010.

Sinclair, T.R. and Vadez, V., “Physiological traits for crop yield improvement in low N and P environments”, *Plant Soil* 245, 1-15, 2002.

Sohrabi, Y., Habibi, A., Mohammadi, K., Sohrabi, M., Heidari, G., Khalesto, S. and Khalvandi, M. “Effect of nitrogen (N) fertilizer and foliar-applied iron (Fe) fertilizer at various reproductive stages on yield, yield component and chemical composition of soybean (*Glycine max* L. Merr.) seed”, *African Journal of Biotechnology* 11 (40), 9599-9605, 2012.

Şahin, C. B., “Amik ovası koşullarında II. ürün soya çeşitlerinin farklı dönemlerinde uygulanan demir ve çinkonun azot fiksasyonu ile verim ve kalite özelliklerine etkisi”. Doktora Tezi, *Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Hayat, 2020.

Tisdale, S.L., Nelson, W.L. and Beaton, J.D. “Soil fertility and fertilizers”, *Macmillan Publishing Co. Inc.* New York, USA. 1993.

TUİK. [http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1001](http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001), 2021.

Tousi, P., Tajbakhsh, M. and Esfahani, M., “Effect of spray application of Nano-Fe chelate, amino acid compounds and magnetic water on protein content and fatty acids composition of oil of soybean (*Glycine max*) in different harvest time”, *Iranian Journal of Crop Sciences* 16 (2), 125-136, 2014.

Torun, A. A., Erdem, H. ve B. M. Torunu, “Ayçiçeği genotiplerinin demir noksanlığına karşı tolerans düzeylerinin belirlenmesi”, *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi* 5 (11), 13-23, 2017.

Ünal,İ., “Melezleme yöntemiyle elde edilen soya (*glycine max* (L.) Merr.) hatlarının bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 2007.

URL1. Soya ve Tarımı, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ttae/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=60>, 2021.

Vaghar, M.S., Sayfzadeh, S., Zakerin, H.Z., Kobraee, S. and Valadabadi, S.A., “Foliar application of iron, zinc, and manganese nano-chelates improves physiological indicators and soybean yield under water deficit stress“, *Journal of Plant Nutrition* 43 (18), 2740-2756, 2020.

Vasconcelos, M. W. and Grusak, M. A., “Morpho-physiological parameters affecting iron deficiency chlorosis in soybean (*Glycine max L.*)” *Journal of Plant Soil* 374, 161-172, 2013

Vasconcelos, M., Eckert, H., Arahana, V., Graef, G., Grusak, M.A. and Clemente, T., “Molecular and phenotypic characterization of transgenic soybean expressing the Arabidopsis ferric chelate reductase gene, FRO2”, *Planta* 224, 1116–1128, 2006.

Wiersma, J.V., “High rates of Fe-EDDHA and seed iron concentration suggest partial solutions to iron deficiency in soybean”, *Agron. J.* 97, 924–934, 2005.

Ye, L., Li, L., Wang, L., Wang, S., Li, S., Du, J., Zhang, S. and Shou, H., “MPK3/MPK6 are involved in iron deficiency induced ethylene production in Arabidopsis”. *Frontiers in Plant Science* 6, 953, 2015.

Yetim, S., “Gap bölgesi Harran Ovas koşullarında azot ve demir gübrelemesinin ikinci ürün soya verimine ve bazı kalite kriterlerine etkisi”, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 2008.

Yıldırım, B., Dede, Ö., İlbaş, A.İ., Okut, N., Arslan, B. ve Yılmaz, N., “CCC (*Chlorocholinchlorid*) uygulamasının soya (*Glycine max L. Merrill*)’da verim ve kaliteye etkisi üzerine bir araştırma”, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 7, 41-48, 1997.

## ÖZ GEÇMİŞ

Muhammad Afzal SADUQPOOR ..... yılında ..... ilinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini ..... ilinde tamamladı. .... yılında ..... Üniversitesi ..... Bölümünü kazandıktan sonra eğitime başladı ve ..... yılında Balkh Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ormancılık ve Bahçe Bitkileri Bölümünden mezun oldu. .... yılında Türkiye’de Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Anabilim Dalında yüksek lisansa başladı ve halen devam etmektedir.



