



**ARTAN MİKTARLARDA UYGULANAN DEMİR  
DOZLARININ İSPANAK BİTKİSİNİN GELİŞİMİ VE  
KİMİ BESİN ELEMENTİ İÇERİĞİNE ETKİSİ**

**Olgun ŞİMŞEK**



T.C.  
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ARTAN MİKTARLARDA UYGULANAN DEMİR DOZLARININ İSPANAK  
BİTKİSİNİN GELİŞİMİ VE KİMİ BESİN ELEMENTİ İÇERİĞİNE ETKİSİ**

**Olgun ŞİMŞEK**

Doç. Dr. Hakan ÇELİK  
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

BURSA – 2019

## TEZ ONAYI

Olgun ŞİMŞEK tarafından hazırlanan “Artan Miktarlarda Uygulanan Demir Dozlarının Ispanak Bitkisinin Gelişimi ve Kimi Besin Elementi İçeriğine Etkisi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman :** Doç. Dr. Hakan ÇELİK

**Başkan:** Doç. Dr. Hakan ÇELİK

Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

İmza



**Üye:** Doç. Dr. B. Barış AŞIK

Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

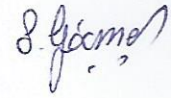
İmza



**Üye:** Dr.Öğr.Üyesi Selçuk GÖÇMEZ

Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

İmza



**Yukarıdaki sonucu onaylarım**

**Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN**

**Enstitü Müdürü**

**27/06/2019**

**U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;**

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim.**



**İmza**

**Olgun ŞİMŞEK**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ARTAN MİKTARLARDA UYGULANAN DEMİR DOZLARININ İSPANAK  
BİTKİSİNİN GELİŞİMİ VE KİMİ BESİN ELEMENTİ İÇERİĞİNE ETKİSİ

**Olgun ŞİMŞEK**

Bursa Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

**Danışman:** Doç. Dr. Hakan ÇELİK

Besin değeri düşük yiyecekler, elementlerin yetersiz alımıyla ilgili bazı sağlık sorunlarına neden olur. Demir bakımından zengin yeşil yapraklı sebzelerin tüketimi, demir eksikliği bulunan insanların demir eksikliğini giderebilmesi için alternatif bir yöntem olabilir. Bununla birlikte, bitkilerde bulunan diğer besin elementlerinin alımı ve alınma miktarı da insan sağlığı açısından oldukça önemlidir. Bu elementlerin bitkilerdeki bulunuş miktarları bir denge içerisinde olmalıdır. Bu elementlerin uygun miktarları tüm canlılar için gerekli olmasına karşın fazla miktarda alınmaları zararlıdır. Bu nedenle artan Fe dozlarının ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) bitkisinin büyüme ve besin elementi alımına etkilerini incelemek amacıyla bu sera denemesi kurulmuştur. Akan su kültürüne sahip bir hidroponik sisteme yerleştirilen ıspanak çeşitlerinden 'Matador', 'Reis' ve 'Greenstar' a artan miktarlarda Fe (30, 60, 90, 120 ve 150 µM) uygulanarak elde edilen sonuç gözlenmiştir. Artan miktarlarda Fe uygulamasının ıspanak çeşitlerinde istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0.01$ ) bir etkisinin olduğu gözlenmiştir. Uygulanan demir, bitki büyümesini, kuru madde miktarını, SPAD değerlerini ve uygulanan dozlardan 120 µM Fe dozuna kadar ıspanak köklerinin hem de yapraklarının besin alımını uyarmıştır ( $p<0.01$ ). Bununla birlikte ıspanak bitkilerine uygulanan en yüksek demir dozunun (150 µM) etkisi negatif bulunmuş, özellikle bitkilerin köklerinde Fe, Cu ve Mn birikimi meydana gelmiştir. Demirin düşük dozları ise Mg'un sürgünlere taşınmasını engelleyerek ıspanak köklerinde Mg birikimine neden olmuştur. Sonuç olarak, ıspanak bitkisinin yetiştiği ortamda demir eksikliğinin olması besin elementlerinden özellikle Mg'un eksikliklerine yol açmakta ve bunların yüksek bulunması Mg alımını da engelleyebilmektedir. Bitki besin elementleri arasındaki antagonistik etkileşim nedeniyle bitkilerin demirle zenginleştirilmesinde uygulanacak doza özel bir önem verilmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** antogonizm, hidroponik sistem, etkileşim, besin elementleri, ıspanak

**2019, ix + 100 sayfa.**

## ABSTRACT

Master of Science Thesis

### EFFECTS of INCREASING IRON APPLICATION DOSES on GROWTH and SOME NUTRIENT ELEMENT CONCENTRATION of SPINACH

**Olgun ŞİMŞEK**

Bursa Uludağ University

Institute of Natural Sciences

Soil Science and Plant Nutrition Department

**Supervisor:** Assoc. Prof. Dr. Hakan ÇELİK

Foods with a low nutritional value causes to some health problems related to insufficient intake of the elements. One of these elements is iron (Fe) and adequate daily intake of it is important for humans. Consumption of green leafy plants which were fortified with iron could be the way for humans who suffer from iron deficiency. However, up taken amounts of the other nutrients in plants are also important and they must be found at optimum stage and with a harmony between each other. Although the appropriate amounts of them are necessary for plants and also for human and animal health, excess amounts are harmful. Therefore, to determine the effects of increasing doses of Fe on the growth and nutrient element uptake of spinach (*Spinacia oleracea* L.) a greenhouse research was set up. Increasing doses of Fe (30, 60, 90, 120 and 150 µM) were applied to spinach cultivars 'Matador', 'Reis' and 'Greenstar' in a re-circulated hydroponic system. Increasing Fe doses had statistically significant ( $p < 0.01$ ) effects on spinach cultivars. Iron, stimulated the plant growth, the dry matter yield, SPAD values and the nutrients uptake of both shoots and roots of spinach up to 120 µM Fe doses ( $p < 0.01$ ). However the effect of highest dose (150 µM) of Fe was found negative. Accumulation of especially the Fe, Cu and Mn was occurred in the roots with high amounts of Fe. In contrast to the micro elements the insufficient amounts of Fe inhibited the translocation of Mg to shoots and an accumulation of Mg was observed in the roots of spinach with low amounts of Fe. Because of the contrary relations with the other nutrients, a special attention must be paid during fortifying the plants with iron.

**Key words:** antagonism, hydroponic system, interaction, *Spinacia oleracea*, nutrients.  
**2019, ix + 100 pages.**

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tüm canlıların olduğu gibi insanların da sağlıklı bir yaşam sürdürebilmeleri için beslenmeye ihtiyaçları vardır. Besinler sayesinde vücutları için gerekli olan protein, karbonhidrat ve yağlar ile birlikte bazı mineral ve vitaminler de insan vücuduna alınmaktadır. Dünyada enerji ve protein gereksinimi bakımından 800 milyon insanın yetersiz beslenmesine karşın, 2 milyar insanın ise ‘gizli açlık’ olarak isimlendirilen ve yetersiz seviyede demir ve vitamin eksikliği çektiği bilinmektedir. Bununla birlikte dünya nüfusundaki hızlı artış yanında besin maddelerinin üretim hızından çok daha fazla hızla ve miktarda tüketiliyor olması, yeterli ve sağlıklı beslenme ile ilgili sorunların gündeme gelmesine ve çözüme kavuşturulmaması durumunda güncelliğini yitirmeden gelecekte de artarak devam etmesine neden olacaktır. Çözüm olarak araştırmacılar tarafından ortaya atılan yeni fikirler arasında en etkili ve hızlı çözümün bitkisel üretimin ve kalitenin artırılması olduğu kabul edilmektedir. Bu çalışmada; demir içeriği ile popülaritesi diğer bitkilere göre daha fazla olan ıspanak bitkisinin yetiştirildiği hidroponik ortama artan miktarlarda uygulanan demirin ıspanak bitkinin gelişim durumu ve kimi besin elementi miktarına etkisi araştırılmıştır.

Araştırma konusunun seçiminde ve tezin tamamlanmasına kadar geçen süre boyunca desteğini esirgemeyen, bilgi ve deneyimleri ile bana yardımcı olan tez danışmanım, saygı değer hocam Doç. Dr. Hakan ÇELİK 'e ve bölüm başkanım Prof. Dr. Haluk BAŞAR'a, deneme boyunca çalışmalarına destek sağlayan hayat arkadaşım Pınar SAĞLAM ve sevgili lisans arkadaşlarıma, hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini esirgemeyen çok değerli aileme teşekkürlerimi sunarım.

Olgun ŞİMŞEK  
27/06/2019

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
2.1. Ispanak Bitkisi Hakkında Bilgiler.....	4
2.2. Demirin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri.....	5
2.3. Demirin Bitki Metabolizmasındaki Fonksiyonları.....	6
2.4. Ispanak Bitkisinin Demir İçeriği ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	7
2.4.1. Ispanak Bitkisinin Azot İçeriği İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	9
2.4.2. Ispanak Bitkisinin Fosfor İçeriği İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	10
2.4.3. Ispanak Bitkisinin Potasyum İçeriği İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	12
2.4.4. Ispanak Bitkisinin Kalsiyum İçeriği İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	13
2.4.5. Ispanak Bitkisinin Magnezyum İçeriği İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	15
2.4.6. Ispanak Bitkisinin Bakır İçeriği İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	16
2.4.7. Ispanak Bitkisinin Mangan İçeriği İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	18
2.4.8. Ispanak Bitkisinin Çinko İçeriği İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	18
2.4.9. Ispanak Bitkisinin Bor İçeriği İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	20
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	21
3.1. Denemenin Kurulumu.....	21
3.2. Bitki Örneklerinde Yapılan Analizler.....	22
3.2.1. Bitki Örneklerinin Yaş Yakılması.....	22
3.2.2. Toplam Azot (N).....	22
3.2.3. Toplam Fosfor (P).....	23
3.2.4. Toplam Sodyum (Na), Potasyum (K), Kalsiyum (Ca) ve Magnezyum (Mg).....	23
3.2.5. Toplam Demir (Fe), Bakır (Cu), Çinko (Zn) ve Mangan (Mn).....	23
3.2.6. Toplam Bor (B).....	23
3.2.7. Spad Okumaları.....	23
3.2.8. İstatiksel Analiz.....	23
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	24
4.1. Yaprakların Kuru Ağırlık Verimi.....	24
4.2. Köklerin Kuru Ağırlık Verimi.....	25
4.3. Yaprakların SPAD Değerleri.....	27
4.4. Yaprakların Besin Elementi İçerikleri.....	28
4.4.1. Yaprakların Demir İçeriği.....	29
4.4.2. Yaprakların Azot İçeriği.....	31
4.4.3. Yaprakların Fosfor İçeriği.....	32
4.4.4. Yaprakların Potasyum İçeriği.....	34
4.4.5. Yaprakların Kalsiyum İçeriği.....	35
4.4.6. Yaprakların Magnezyum İçeriği.....	37
4.4.7. Yaprakların Sodyum İçeriği.....	38
4.4.8. Yaprakların Bakır İçeriği.....	40
4.4.9. Yaprakların Çinko İçeriği.....	42



4.4.10.Yaprakların Mangan İçeriği .....	43
4.4.11.Yaprakların Bor İçeriği .....	45
4.5.Köklerin Besin Elementi İçerikleri .....	46
4.5.1.Köklerin Demir İçeriği .....	46
4.5.2.Köklerin Azot İçeriği .....	48
4.5.3.Köklerin Fosfor İçeriği.....	49
4.5.4.Köklerin Potasyum İçeriği .....	51
4.5.5.Köklerin Kalsiyum İçeriği.....	52
4.5.6.Köklerin Magnezyum İçeriği .....	53
4.5.7.Köklerin Sodyum İçeriği.....	54
4.5.8.Köklerin Bakır İçeriği .....	56
4.5.9.Köklerin Çinko İçeriği .....	57
4.5.10.Köklerin Mangan İçeriği .....	58
4.5.11.Köklerin Bor İçeriği .....	60
4.6.Yaprakların Kaldırdığı Besin Elementi Miktarları .....	61
4.6.1.Yaprakların Kaldırdığı Demir Miktarı .....	61
4.6.2.Yaprakların Kaldırdığı Azot Miktarı .....	62
4.6.3.Yaprakların Kaldırdığı Fosfor Miktarı.....	64
4.6.4.Yaprakların Kaldırdığı Potasyum Miktarı .....	65
4.6.5.Yaprakların Kaldırdığı Kalsiyum Miktarı.....	67
4.6.6.Yaprakların Kaldırdığı Magnezyum Miktarı .....	68
4.6.7.Yaprakların Kaldırdığı Sodyum Miktarı .....	70
4.6.8.Yaprakların Kaldırdığı Bakır Miktarı .....	71
4.6.9.Yaprakların Kaldırdığı Çinko Miktarı .....	72
4.6.10.Yaprakların Kaldırdığı Mangan Miktarı .....	74
4.6.11.Yaprakların Kaldırdığı Bor Miktarı .....	75
4.7.Köklerin Kaldırdığı Besin Elementi Miktarları .....	77
4.7.1.Köklerin Kaldırdığı Demir Miktarı.....	77
4.7.2.Köklerin Kaldırdığı Azot Miktarı .....	78
4.7.3.Köklerin Kaldırdığı Fosfor Miktarı.....	80
4.7.4.Köklerin Kaldırdığı Potasyum Miktarı .....	81
4.7.5.Köklerin Kaldırdığı Kalsiyum Miktarı .....	82
4.7.6.Köklerin Kaldırdığı Magnezyum Miktarı .....	84
4.7.7.Köklerin Kaldırdığı Sodyum Miktarı.....	85
4.7.8.Köklerin Kaldırdığı Bakır Miktarı .....	86
4.7.9.Köklerin Kaldırdığı Çinko Miktarı .....	88
4.7.10.Köklerin Kaldırdığı Mangan Miktarı .....	89
4.7.11.Köklerin Kaldırdığı Bor Miktarı .....	90
5. SONUÇ .....	93
KAYNAKLAR .....	94
ÖZGEÇMİŞ .....	100

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
%	Yüzde
°C	Santigrad derece
µS	Mikro siemens
<b>Kisaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
B	Bor
Ca	Kalsiyum
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Kalsiyum Nitrat
Cl	Klor
Cu	Bakır
CuSO <sub>4</sub>	Bakır (II) Sülfat
EC	Elektriksel İletkenlik
Fe	Demir
g	Gram
H <sub>2</sub> O	Su
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Hidrojen peroksit
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	Borik Asit
HNO <sub>3</sub>	Nitrik Asit
ICP-OES	İndüktif Eşleşmiş Plazma
K	Potasyum
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	Di Potasyum Hidrojen Fosfat
kg	Kilogram
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Potasyum Dihidrojen Fosfat
KNO <sub>3</sub>	Potasyum Nitrat
mg	Miligram
Mg	Magnezyum
MgO	Magnezyum Oksit
MgSO <sub>4</sub>	Magnezyum Sülfat
mL	Mililitre
Mn	Mangan
MnSO <sub>4</sub>	Mangan (II) Sülfat
Mo	Molibden
N	Azot
Na	Sodyum
NaCl	Sodyum Klorür
(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub>	Amonyum Heptamolibdat
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrat
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	Amonyum nitrat
P	Fosfor
pH	Power of hidrojen
S	Kükürt
tkm <sup>-1</sup>	Toplam Kuru Madde
Zn	Çinko
ZnSO <sub>4</sub>	Çinko Sülfat

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa

Çizelge 3.1.Denemede kullanılan besin elementi konsantrasyonları ve kullanılan kaynaklar .....	21
Çizelge 4.1.Yaprakların kuru madde verimine ait varyans analiz tablosu.....	24
Çizelge 4.2.Demir dozlarının ıspanak yapraklarının kuru madde verimine etkisi.....	24
Çizelge 4.3.Köklerin kuru madde verimine ait varyans analiz tablosu.....	26
Çizelge 4.4.Demir dozlarının ıspanak köklerinin kuru madde verimine etkisi.....	26
Çizelge 4.5.Yaprakların SPAD değerlerine ait varyans analiz tablosu.....	27
Çizelge 4.6.Demir dozlarının ıspanak yapraklarının SPAD değerlerine etkisi.....	27
Çizelge 4.7.Yaprakların demir içeriğine ait varyans analiz tablosu.....	29
Çizelge 4.8.Demir dozlarının ıspanak yapraklarının demir içeriğine etkisi.....	29
Çizelge 4.9.Yaprakların azot içeriğine ait varyans analiz tablosu .....	31
Çizelge 4.10.Demir dozlarının ıspanak yapraklarının azot içeriğine etkisi .....	31
Çizelge 4.11.Yaprakların fosfor içeriğine ait varyans analiz tablosu .....	32
Çizelge 4.12.Demir dozlarının ıspanak yapraklarının fosfor içeriğine etkisi .....	33
Çizelge 4.13.Yaprakların potasyum içeriğine ait varyans analiz tablosu .....	34
Çizelge 4.14.Demir dozlarının ıspanak yapraklarının potasyum içeriğine etkisi .....	34
Çizelge 4.15.Yaprakların kalsiyum içeriğine ait varyans analiz tablosu .....	36
Çizelge 4.16.Demir dozlarının ıspanak yapraklarının kalsiyum içeriğine etkisi .....	36
Çizelge 4.17.Yaprakların magnezyum içeriğine ait varyans analiz tablosu .....	37
Çizelge 4.18.Demir dozlarının ıspanak yapraklarının magnezyum içeriğine etkisi .....	37
Çizelge 4.19.Yaprakların sodyum içeriğine ait varyans analiz tablosu .....	39
Çizelge 4.20.Demir dozlarının ıspanak yapraklarının sodyum içeriğine etkisi .....	39
Çizelge 4.21.Yaprakların bakır içeriğine ait varyans analiz tablosu.....	40
Çizelge 4.22.Demir dozlarının ıspanak yapraklarının bakır içeriğine etkisi.....	40
Çizelge 4.23.Yaprakların çinko içeriğine ait varyans analiz tablosu .....	42
Çizelge 4.24.Demir dozlarının ıspanak yapraklarının çinko içeriğine etkisi .....	42
Çizelge 4.25.Yaprakların mangan içeriğine ait varyans analiz tablosu .....	44
Çizelge 4.26.Demir dozlarının ıspanak yapraklarının mangan içeriğine etkisi .....	44
Çizelge 4.27.Yaprakların bor içeriğine ait varyans analiz tablosu.....	45
Çizelge 4.28.Demir dozlarının ıspanak yapraklarının bor içeriğine etkisi.....	45
Çizelge 4.29.Köklerin demir içeriğine ait varyans analiz tablosu .....	47
Çizelge 4.30.Demir dozlarının köklerin demir içeriğine etkisi.....	47
Çizelge 4.31.Köklerin azot içeriğine ait varyans analiz tablosu .....	48
Çizelge 4.32.Demir dozlarının köklerin azot içeriğine etkisi .....	48
Çizelge 4.33.Köklerin fosfor içeriğine ait varyans analiz tablosu .....	49
Çizelge 4.34.Demir dozlarının köklerin fosfor içeriğine etkisi.....	50
Çizelge 4.35.Köklerin potasyum içeriğine ait varyans analiz tablosu .....	51
Çizelge 4.36.Demir dozlarının köklerin potasyum içeriğine etkisi.....	51
Çizelge 4.37.Köklerin kalsiyum içeriğine ait varyans analiz tablosu .....	52
Çizelge 4.38.Demir dozlarının köklerin kalsiyum içeriğine etkisi .....	53
Çizelge 4.39.Köklerin magnezyum içeriğine ait varyans analiz tablosu .....	54
Çizelge 4.40.Demir dozlarının köklerin magnezyum içeriğine etkisi.....	54
Çizelge 4.41.Köklerin sodyum içeriğine ait varyans analiz tablosu .....	55
Çizelge 4.42.Demir dozlarının köklerin sodyum içeriğine etkisi .....	55
Çizelge 4.43.Köklerin bakır içeriğine ait varyans analiz tablosu.....	56

Çizelge 4.44.Demir dozlarının köklerin bakır içeriğine etkisi.....	56
Çizelge 4.45.Köklerin çinko içeriğine ait varyans analiz tablosu.....	57
Çizelge 4.46.Demir dozlarının köklerin çinko içeriğine etkisi .....	57
Çizelge 4.47.Köklerin mangan içeriğine ait varyans analiz tablosu .....	58
Çizelge 4.48.Demir dozlarının köklerin mangan içeriğine etkisi .....	59
Çizelge 4.49.Köklerin bor içeriğine ait varyans analiz tablosu .....	60
Çizelge 4.50.Demir dozlarının köklerin bor içeriğine etkisi.....	60
Çizelge 4.51.Yaprakların kaldırdığı demir miktarına ait varyans analiz tablosu.....	61
Çizelge 4.52.Demir dozlarının, yaprakların kaldırdığı demir miktarına etkisi .....	61
Çizelge 4.53.Yaprakların kaldırdığı azot miktarına ait varyans analiz tablosu .....	63
Çizelge 4.54.Demir dozlarının, yaprakların kaldırdığı azot miktarına etkisi.....	63
Çizelge 4.55.Yaprakların kaldırdığı fosfor miktarına ait varyans analiz tablosu .....	64
Çizelge 4.56.Demir dozlarının, yaprakların kaldırdığı fosfor miktarına etkisi.....	64
Çizelge 4.57.Yaprakların kaldırdığı potasyum miktarına ait varyans analiz tablosu .....	65
Çizelge 4.58.Demir dozlarının, yaprakların kaldırdığı potasyum miktarına etkisi.....	66
Çizelge 4.59.Yaprakların kaldırdığı kalsiyum miktarına ait varyans analiz tablosu .....	67
Çizelge 4.60.Demir dozlarının, yaprakların kaldırdığı kalsiyum miktarına etkisi.....	67
Çizelge 4.61.Yaprakların kaldırdığı magnezyum miktarına ait varyans analiz tablosu .....	68
Çizelge 4.62.Demir dozlarının, yaprakların kaldırdığı magnezyum miktarına etkisi.....	69
Çizelge 4.63.Yaprakların kaldırdığı sodyum miktarına ait varyans analiz tablosu .....	70
Çizelge 4.64.Demir dozlarının, yaprakların kaldırdığı sodyum miktarına etkisi.....	70
Çizelge 4.65.Yaprakların kaldırdığı bakır miktarına ait varyans analiz tablosu.....	71
Çizelge 4.66.Demir dozlarının, yaprakların kaldırdığı bakır miktarına etkisi .....	72
Çizelge 4.67.Yaprakların kaldırdığı çinko miktarına ait varyans analiz tablosu .....	73
Çizelge 4.68.Demir dozlarının, yaprakların kaldırdığı çinko miktarına etkisi .....	73
Çizelge 4.69.Yaprakların kaldırdığı mangan miktarına ait varyans analiz tablosu .....	74
Çizelge 4.70.Demir dozlarının, yaprakların kaldırdığı mangan miktarına etkisi.....	74
Çizelge 4.71.Yaprakların kaldırdığı bor miktarına ait varyans analiz tablosu.....	76
Çizelge 4.72.Demir dozlarının, yaprakların kaldırdığı bor miktarına etkisi .....	76
Çizelge 4.73.Köklerin kaldırdığı demir miktarına ait varyans analiz tablosu.....	77
Çizelge 4.74.Demir dozlarının, köklerin kaldırdığı demir miktarına etkisi.....	77
Çizelge 4.75.Köklerin kaldırdığı azot miktarına ait varyans analiz tablosu .....	78
Çizelge 4.76.Demir dozlarının, köklerin kaldırdığı azot miktarına etkisi.....	79
Çizelge 4.77.Köklerin kaldırdığı fosfor miktarına ait varyans analiz tablosu .....	80
Çizelge 4.78.Demir dozlarının, köklerin kaldırdığı fosfor miktarına etkisi.....	80
Çizelge 4.79.Köklerin kaldırdığı potasyum miktarına ait varyans analiz tablosu .....	81
Çizelge 4.80.Demir dozlarının, köklerin kaldırdığı potasyum miktarına etkisi .....	81
Çizelge 4.81.Köklerin kaldırdığı kalsiyum miktarına ait varyans analiz tablosu .....	83
Çizelge 4.82.Demir dozlarının, köklerin kaldırdığı kalsiyum miktarına etkisi.....	83
Çizelge 4.83.Köklerin kaldırdığı magnezyum miktarına ait varyans analiz tablosu .....	84
Çizelge 4.84.Demir dozlarının, köklerin kaldırdığı magnezyum miktarına etkisi .....	84
Çizelge 4.85.Köklerin kaldırdığı sodyum miktarına ait varyans analiz tablosu .....	85
Çizelge 4.86.Demir dozlarının, köklerin kaldırdığı sodyum miktarına etkisi.....	85
Çizelge 4.87.Köklerin kaldırdığı bakır miktarına ait varyans analiz tablosu.....	87
Çizelge 4.88.Demir dozlarının, köklerin kaldırdığı bakır miktarına etkisi.....	87
Çizelge 4.89.Köklerin kaldırdığı çinko miktarına ait varyans analiz tablosu .....	88
Çizelge 4.90.Demir dozlarının, köklerin kaldırdığı çinko miktarına etkisi .....	88
Çizelge 4.91.Köklerin kaldırdığı mangan miktarına ait varyans analiz tablosu .....	89

Çizelge 4.92.Demir dozlarının, köklerin kaldırdığı mangan miktarına etkisi.....	90
Çizelge 4.93.Köklerin kaldırdığı bor miktarına ait varyans analiz tablosu.....	91
Çizelge 4.94.Demir dozlarının, köklerin kaldırdığı bor miktarına etkisi.....	91



## 1. GİRİŞ

Türkiye nüfusunun büyük bir kesiminin geçimini sağladığı tarım, insanımızın temel besin maddelerinin karşılanması, ülke ekonomisine katkısı ve ülkemizdeki çeşitli sanayi kollarına hammadde sağlaması nedeniyle ülkemizin sosyo ekonomisindeki yerini ve önemini korumaktadır. Tarımsal faaliyetler sonucunda yetiştirilen bitkisel ürünler, insan sağlığı ve beslenmesi açısından önemli olan mineral, vitamin ve antioksidan maddeleri içermektedir (Şenlikoğlu 2015).

Hızla artan dünya nüfusunun beslenmesinde hayvansal gıdalar yanı sıra bitkisel ürünlerin de oldukça önemli bir yeri bulunmaktadır. Bitkisel ürünler içerisinde sebzelerin insan sağlığı ve beslenmesindeki artan rolü sebze üretim ve tüketiminde hızlı artışa neden olmaktadır.

Tüm canlıların sağlıklı ve devamlı bir hayat sürdürebilmeleri için en temel ihtiyacı beslenmedir. Tüm canlılar aldıkları besinler sayesinde kendileri için gerekli olan yağ, karbonhidrat ve protein ile beraber vitamin ve mineralleri de vücutlarına almaktadır. Ancak, Dünya’da enerji ve protein ihtiyacı bakımından 800 milyon insanın eksik beslendiği, 2 milyar insanın da ‘gizli açlık’ olarak tanımlanan yetersiz düzeyde; başta demir ve çinko olmak üzere çeşitli mineral ve vitamin eksikliği çektiği yapılan araştırmalar sonucunda ortaya konulmuştur (Çakmak 2002, Welch 2002, Khush ve ark. 2012, Yılmaz ve ark. 2012).

Bitkisel üretimde makro besin elementleri kadar mikro bitki besin elementlerinin rolü oldukça fazla olmasına rağmen üreticilerin bilinçsiz ve ihmalkar tutumu nedeniyle toprakta noksan olan elementlerin gübreler yolu ile toprağa verilmesi tam anlamıyla mümkün olmamaktadır. Bazı durumlarda bu elementler toprakta yeteri kadar bulunsalar da bu elementlerin bitkiye alınamamasından dolayı bitkilerde noksanlık belirtileri görülebilmektedir (Lucena 2000; Celik ve Katkat 2007). Bu elementlerden birisi demirdir.

Bitkilerdeki işlevleri bakımından azot, fosfor ve potasyum kadar önemli olan demir; metabolik yönden fizyolojik etkilerini yükseltgenme-indirgenme tepkimeleri ile birleşme değerini değiştirmek ve kompleks oluşturarak göstermektedir (Nelson ve ark. 1982). Tüm canlılarda olduğu gibi bitkilerde de önemli fizyolojik işlevleri olan demir, pek çok tepkimeleri katalize eden çeşitli enzimlerin aktivasyonunda görev aldığı, klorofilin yapısında yer alması da bitkilerin klorofil miktarının demir beslenmesi ile yakın bir ilişkisi olduğu bilinmektedir (Pushnik ve Miller 1989).

Demir eksikliği anomisi dünya çapında yaygın olan bir sağlık sorunu olup, insan vücudunda hemoglobin yapısında bulunan, alyuvarda oksijen taşınması, iskelet sistemi ve kalp adalelerinin çalışması gibi faaliyetler için mutlak gerekli bir mikro besin elementidir. Protein metabolizması ve enerji üretiminde etkili enzimlerin görevini yerine getirmesi için ve vücut savunma sisteminde yer alan lenfosit denilen kan hücresinin üretilmesinde kullanılan vazgeçilmez bir element olup aynı zamanda bodur büyümeye, verim düşüklüğüne, zihinsel gelişime ve düşük özgüvene neden olduğu bildirilmiştir (Uysal 2004, Gautam ve ark. 2008, Yurdakök ve İnce 2009, Dukpa ve ark. 2017, Singh ve ark. 2018).

Hem ve hem olmayan demir, gıdada bulunan iki çeşit demirdir. Et, kümes hayvanları ve balık, içinde bulundurduğu demirin % 40'ını içeren ve iyi absorbe ettiği bilinen hem demirini içerir. Bitkilerdeki tüm demir ve hayvan dokularındaki demirin % 60'ı hem olmayan demir olarak bulunur ve emilimi oldukça yavaş gerçekleşir. Bu durumdan dolayı, diyetlerinde sadece hem olmayan demir içeren besinler tüketen hastaların, demir içeriği yüksek olan yiyeceklerin farkında olmalı ve beslenmelerinde buna dikkat etmelidirler (Rashid ve ark. 2015).

Ortaya çıkan bu durum, biyolojik takviye olarak adlandırılan; bitkilerin mineral konsantrasyonunun artırılmasıyla giderilebilir. Biyolojik olarak kullanılabilir Fe miktarının artırılması ile bu bitkilerin tüketimi dünyadaki Fe eksikliği anomisinin azaltılmasına yardımcı olabileceği bildirilmiştir (Khush ve ark. 2012; Murgia ve ark. 2012).

Dünyada ve Ülkemizde tüketilen ve üretilen sebzeler arasında yüksek besin değeri ve bünyesinde bulundurduğu demir içeriğinden dolayı en çok tercih edilen bitkinin ıspanak olduğu bildirilmiştir (Kansal ve ark. 1981, Koh ve ark. 2012, Ko ve ark. 2014, Öztekin ve ark. 2018, Sing ve ark. 2018, Bandian ve ark. 2019). Antioksidanlar, vitaminler (A, C, E, K, B2 ve B6) ve mineraller açısından zengin olarak bilinir (Jiraungkoorskul 2016). Her ne kadar bazı literatürler magnezyum (Mg), potasyum (K), fosfor (P), Fe, çinko (Zn), manganez (Mn) ve bakır (Cu) yönünden zenginliğine işaret etmiş olsalar da (Mane ve ark. 2015; Rashid ve ark. 2015; Singh ve ark. 2018), demir içeriğinin yeterli olmadığı yönünde bazı zıt fikirler de bulunmaktadır (Sutton 2016).

Tek yıllık sebzelerden olan ıspanağın anavatanının Batı Asya olduğu buradan geniş tüketimi yapılan Çin'e yayıldığı ve buradan da Avrupa'ya ulaştığı yapılan araştırmalar sonucunda bildirilmiştir. Ispanak uygun iklim koşullarında sonbahar, kış ve erken ilkbahar aylarında yetiştirilebilen serin iklim sebzesidir. Ülkemizin yoğun yağış alan Doğu Karadeniz Bölgesinde çok az olmakla birlikte, tüm bölgelerimizde ıspanak yetiştiriciliği yapılmaktadır (Vural ve ark. 2000). Ispanak üretiminin ülkemizde yılda 222 177 ton olduğu ve kişi başına yaklaşık 2,7 kg tüketildiği bildirilmiştir (Anonim 2017).

Bu çalışmada; artan miktarlarda uygulanan demir dozlarının; ıspanak bitkisinin gelişimi, demir ve kimi bitki besin elementi içeriği ve kaldırılan miktarları üzerine etkisi belirlenerek, ıspanak bitkisinin içerdiği demir miktarının insan sağlığı için gerekli olan demir miktarını karşılayabilme potansiyeli araştırılmıştır.



## 2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümde, mutlak gerekli mikro bitki besin elementleri arasında yer alan demirin, bitki gelişimi ve besin elementi alımı üzerine olan etkileri ile demirin insan ve bitki sağlığı açısından önemini vurgulayan daha önceki yıllarda yürütülmüş farklı çalışmalar özet olarak sunulmuştur.

### 2.1. Ispanak Bitkisi Hakkında Bilgiler

Tek yıllık sebze olan ıspanağın anavatanının batı Asya, güney Türkistan, Kafkasya, Nepal, İran ve Çin olduğu bildirilmiştir (Günay 2005, Akkuş 2011). *Chenopodiaceae* familyasının üyesi olan ıspanak ülkemizin Doğu Karadeniz bölgesinde çok az olmakla birlikte tüm bölgelerimizde yetiştiriciliği yapılan bir sebze olup ülkemizde yılda yaklaşık 222 177 ton ıspanak üretildiği ve kişi başına 2,7 kg ıspanak tüketildiği bildirilmiştir (Anonim 2017).

Ülkemizin sıcak bölgelerinde yaz sonlarında ve kışın, soğuk bölgelerimizde ise kış ve ilkbahar aylarında üretimi yapılabilmektedir (Vural ve ark. 2000, Çıtak ve ark. 2011). Ispanak bitkisinin olgunlaşma süresini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada olgunlaşma süresinin 30 ile 70 gün arasında değiştiği, çeşitli etmenlere bağlı olarak ıspanak bitkisinin çoğu zaman 40 ile 50 gün arasında hasat edilebilecek konuma geldiği bildirilmiştir (Mynard 1970).

Yetiştirilmesinin kolaylığı ve hasada geliş süresinin kısa olması sebebiyle ıspanak ülkemizde gerek sebze bahçelerinde gerekse tarla bitkileri üretim alanlarında ekim nöbetleri içerisinde yaygın şekilde yetiştirilmektedir. Ispanak kış aylarında yaprakları tüketilen sebzeler içerisinde önemli miktarda mineral madde içermesi sebebiyle insanların mineral ve vitamin ihtiyaçlarını karşılayabilen sınırlı sayıdaki sebzelerden birisi olduğu bildirilmiştir (Yılmaz ve ark. 2012). Kuru madde ilkesine göre 100 g ıspanağın içerisinde yaklaşık 25 cal enerji, 3 g protein, 3,6 g karbonhidrat, 0,3 g yağ, 2,1 g lif, 38 mg P, 170 mg Ca, 2,2 mg Fe, 50 mg Na, 500 mg K ile 8100IA A, 0,07 mg B1, 0,14 mg B2, 0,5 mg B3, 28 mg C ve 1,7 mg E vitamini ile 150 mg folik asit bulunduğu

bildirilmiştir (Bayraktar 1973). İçerdiği vitamin ve mineral maddeler yönünden zengin olması ıspanağın insan sağlığı ve beslenmesindeki önemini daha da artırmaktadır. Özellikle anemik hastalıklar, göğüs hastalıkları, ağız boğaz ağrıları, şeker hastalığı, şişmanlık ve kabızlık sorunlarında çocuk, genç ve ihtiyarların diyetlerinde ıspanağın önemli bir yeri bulunmaktadır.

## **2.2. Demirin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri**

İnsanlar sağlıklı bir hayata sahip olmak için beslenmeye ihtiyaç duyarlar. Vücutları için gerekli olan karbonhidrat, yağ, protein ve bazı mineralleri besinler sayesinde alabilmektedirler. Dünya’da enerji ve protein ihtiyacı konusunda yapılan çalışmalar sonucunda 800 milyon insanın yetersiz beslendiği, 2 milyar insanın ise ‘gizli açlık’ olarak isimlendirilen yetersiz düzeyde vitamin ve demir eksikliği ile karşılaştığı ortaya konmuştur (Çakmak 2002, Welch 2002). Demir yer kürede yüksek düzeyde bulunan bir element olmasına rağmen demir eksikliği insanlar arasında en sık rastlanan bir beslenme sorunu haline gelmiştir (Andrews ve ark. 2009). Ülkemizde en önemli sağlık sorunlarından biri de beslenme bozukluğu sonucu ortaya çıkan ‘nutrisionel anemiler’ dir. Türk Hematoloji Derneği yaptığı araştırmalar sonucu nutrisionel anemilerin büyük çoğunluğunun demir eksikliği nedeniyle ortaya çıktığını saptamıştır. Demir alımında yetersizlik, besinlerdeki demir içeriğinin ve emiliminin yetersiz olması nedeniyle gelişebilen bir durumdur. Yeşil yapraklı sebzeler demiri bünyesinde non-hem demiri olarak bulundurur. Yeşil yapraklı sebzeler yolu ile alınan non-hem demirin emilim oranı % 5-10’dur (Erduran ve Özbek 2015).

Demir canlılarda enerji metabolizmasında yer alan bir elementtir. Dokulara oksijen taşınması, elektron transferi, DNA sentezi ve birçok enzimin yapısına katılarak görevini yerine getirmesi açısından önemlidir (Uysal 1999). Demir, hemoglobin yapısında bulunmasından dolayı alyuvarda oksijen taşınması, iskelet sistemi ve kalp adalelerinin çalışması bakımından insan sağlığı için mutlak gerekli bir mikro elementtir. Bunun yanında enerji üretimi ve protein metabolizmasında etkili birçok enzimin işlevini gerçekleştirmesi için ve vücut savunma sisteminde yer alan lenfosit denilen kan hücresinin yapımı için kullanılan önemli bir elementtir (Uysal 2004). Yapılan

araştırmalarda gelişmekte olan ÷lkelerde dñřük proteinli beslenme alışkanlığı ve zorunluluğundan dolayı demir eksikliği gör÷lürken, gelişmiş ÷lkelerde yüksek proteinli besinlerle beslenme oranının yüksek olmasından dolayı demir eksikliği gör÷lme oranının azaldığı saptanmıştır (Cin ve ark. 1978, Andrews ve Bridgen 1998, Uzel ve Conrad 1998). Demir eksikliği bir hastalık olmayıp, hastalığın bir göstergesidir. Hemoglobinin seviyesinin dñřmesi demire bağlı enzimlerin fonksiyonunu bozarak çarpıntı, bař ağrısı, yorgunluk, duyu bozuklukları ve huzursuzluk gibi belirtilerin oluşmasına neden olmaktadır (Albayrak 2015). İnsan vücudunun toplam demir miktarı 3 - 4 gram kadardır. Sağlıklı bir insanın günlük beslenmesi sonucunda 1 mg demiri alması yeterli gör÷lmektedir. Yeni doğan bir bebekte 0,5 gr, yetişkinlerde 5 gr kadar demir bulunmaktadır. Beslenme yoluyla alınan demirin % 10'u emilir, bu sebeple günlük beslenmede 8 - 10 gr demir olması gerekir. Dünya Sağlık Örgütü iki yaş altında 12,5 mg gün<sup>-1</sup>, 2 - 5 yaş arasında ise 20 - 30 mg gün<sup>-1</sup> kadar demir alımını önermektedir (B÷lb÷l 2004). İnsanların demir ihtiyacı yařa ve sağlık durumlarına göre farklılık gösterir. Yapılan araştırmalar sonucunda günlük demir ihtiyacı altı yaş altı çocuklarda 15 mg, 6 -12 yaş arası çocuklarda 10 mg, yetiştik kadınlarda 15 mg, yetişkin erkeklerde 10 mg, gebe kadınlarda ise 27 mg olarak tespit edilmiştir (Morrison 1982, Poirier ve Brade 1983, Gookin ve ark. 1986).

### **2.3. Demirin Bitki Metabolizmasındaki Fonksiyonları**

Demir değişik enzimlerin aktif gruplarının bir öğesidir. Onun en iyi bilinen fonksiyonu hemin enzimlerinin prostatik gruplarında görev almasıdır. Özellikle oksidasyon ve solunum (respirasyon) zinciriyle alakalı olan enerji metabolizmasında elektron taşıyıcı olarak rol oynar. Bu enzimlerden katalaz reaksiyonunu katalizleyerek, bitkilerde peroksidin zararlı metabolik etkisini önler. Bir diğer enzim peroksidaz olup oksijeni peroksitten substrata okside ettiğini bildirmişlerdir. Bitkiler geliştikleri ortamdan demiri sürekli almaktadır. Yaşlı yapraklardan genç yapraklara demirin aktarılmaması nedeniyle bitki, büyüme organlarının demir gereksinimini sürekli olarak karşılayabilmektedir. Demirin bitki metabolizmasında Fe<sup>+2</sup> formunda kullanıldığı, klorofilin oluşmasında görevi olan Fe<sup>+2</sup>'nin aktif demir eksikliğinin yani klorozun sebebi olduğu bildirilmektedir. Demirin eksik olması durumunda solunum oranı dñřecek gelişme için

mevcut enerji miktarı azalacaktır. Bu durumda hücre bölünmesi yavaşlamakta veya zarar görmektedir. (Brown 1978, Lang ve Reed 1987, Kacar ve ark. 2010, Horuz ve ark. 2016). Demir klorofil sentezinde tek başına görev almamakla birlikte diğer bitki besin elementleri ile birlikte klorofil sentezini direkt etkilemektedir. Katalaz aktivitesi de bitkinin demir içeriği ve klorofil sentezi ile doğrudan ilişkilidir. Fe-9-protoporfirin klorofil için önemli bir bileşik olup demir noksanlığı gösteren bitkilerde konsantrasyonu oldukça düşüktür. Demir eksikliğinde katalaz ve peroksidaz enzimlerinin aktivitesi azalır. Bu enzim aktivitelerinin bitkilerin demir durumları ile ilgili önemli bir gösterge olarak kabul edildiği, demir noksanlığının karotin, ksantin ve lutein gibi pigmentlerin miktarını azalttığı, demir noksanlığı bulunan ortamda yetiştirilen bitkilerde kloroplast hacmi ve kloroplastların protein miktarının ciddi oranda azaldığı saptanmıştır. Demir eksikliği görülen bitkilerin yapraklarında yaygın bir sararma görüldüğü, genellikle genç yapraklardaki sararma yaşlı yapraklardan daha önce görülmüştür. Demir eksikliğinden genç yaprakların daha çok etkilendiği saptanmıştır (Terry ve Abadia 1986, Pushnik ve Miller 1989, Marschner 1995, Kacar ve Katkat 1998, Kacar ve ark. 2009). Demir eksikliği görülen bitkilerde protein oranı azalırken, çözünebilir organik azotlu bileşiklerin miktarında artış gözlemlendiği, yeterli miktarda demirin bulunmadığı durumlarda fotosentez miktarı azalırken, asimilasyon miktarının arttığı saptanmıştır. Bu durum demirin fotosentez olayını doğrudan etkilediğini göstermektedir (Kacar ve Katkat 2010).

#### **2.4. Ispanak Bitkisinin Demir İçeriği ile İlgili Yapılan Çalışmalar**

Ispanak yapraklarında  $59 \text{ mg kg}^{-1}$ 'dan daha az demir bulunması durumunda noksanlık belirtilerinin görüldüğü, demir yeterlilik düzeyinin  $60 - 200 \text{ mg kg}^{-1}$  aralığında olduğu ve ıspanak yapraklarında  $200 \text{ mg kg}^{-1}$ 'dan daha yüksek demir bulunması durumunda ise fazla olarak değerlendirildiği bildirilmiştir (Jones ve ark. 1991).

Taze ıspanak bitkisi yapraklarının içermiş olduğu demir miktarı  $24,7 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak bildirilmiştir (Bayraktar 1970).

Türkiye’de açıkta yetiştirilen ıspanak üretiminin değerlendirildiği çalışmada; ıspanak bitkisi yapraklarının  $31 \text{ mg kg}^{-1}$  Fe içerdiği saptanmıştır (Osmanoğlu ve Ergun 1995).

Farklı yaprak gübrelerinin ve uygulamadan sonra geçen sürenin yaprak bileşimine etkilerinin incelendiği çalışmada; ıspanak bitkisinin kuru madde esasına göre demir miktarı  $248 \text{ mg kg}^{-1}$  ile  $326 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında bildirilmiştir (Alan ve Padem 1994).

ıspanak yapraklarının bileşiminde bulunan besin elementleri ve bunların miktarlarını belirlemek üzere yapılan çalışmada yaprakların  $3250 \text{ mg kg}^{-1}$  demir içerdiği bildirilmiştir (Ertunga ve ark. 1994).

ıspanak bitkisinin kuru madde esasına göre yaptıkları analizler sonucunda ıspanak bitkisinin  $\% 0,03$  ( $30 \text{ mg kg}^{-1}$ ) Fe içerdiği bildirilmiştir (Kampe ve ark. 1956).

Kurutulmuş farklı sebze örneklerinin bileşimini incelemek amacıyla yapılan çalışmada kurutulmuş ıspanak yapraklarının  $75,3 \text{ mg kg}^{-1}$  demir içerdiği bildirilmiştir (Dağlıoğlu 1996).

Bitkilerde bulunan demirin toksik olmayan miktarları ve genel durumu, fonksiyonu üzerine yaptıkları çalışmalarda  $10 - 1500 \text{ mg kg}^{-1}$  Fe bulunduğunu, bulunan demirin klorofil sentezinde ve bazı enzim sistemlerinde görev aldığını bildirmişlerdir (Kacar 1977, Eriş 1985).

ıspanak bitkisine  $0$  ile  $10 \text{ mg kg}^{-1}$  Fe aralığında çözelti uygulanarak yapılan çalışmada artan demir konsantrasyonu ile klorofil miktarı ve enzim aktivitesinin hızla arttığı, ıspanak bitkisinin en yüksek demir seviyesinin ise  $48,1 \text{ mg kg}^{-1}$  olduğu bildirilmiştir (Zhang ve ark. 1993).

ıspanak yapraklarının bakır ve demir elementi miktarlarının atomik absorpsiyon spektrofotometresiyle belirlendiği çalışma sonucunda taze yaprakların  $28 \text{ mg kg}^{-1}$  Fe içerdiği bildirilmiştir (Martinez ve ark. 1979).

Ispanak bitkilerinin kök ve yaprak bileşimlerini belirlemek amacıyla Manisa’da yapılan araştırmada ıspanak yapraklarının 96,1 - 295,6 mg kg<sup>-1</sup>, ıspanak köklerinin ise 221,4 - 420,1 mg kg<sup>-1</sup> aralığında demir içerdiği bildirilmiştir (Kaynar ve ark. 2018).

Ispanak bitkisine artan dozlarda uygulanan azot’un ıspanak bitkisinin demir içeriği üzerine etkisinin incelendiği çalışma sonucunda uygulanan azot dozlarının ıspanak bitkisinin demir içeriği üzerine etkisinin önemsiz olduğu bildirilmiştir (El-Fadaly ve Mishriky 1990).

Ispanak bitkisine artan miktarlarda (0, 25, 50, 100, 200, 400 kg da<sup>-1</sup> N) uygulanan azotun ıspanak bitkisinin demir içeriğine etkisinin araştırıldığı çalışmada; ıspanak bitkilerinin demir içeriğinin sırasıyla (101,28), (83,60), (92,77), (88,37), (123,61), (102,83) mg kg<sup>-1</sup> olduğu bildirilmiştir (Çil ve Katkat 1995).

Üç farklı azotlu gübrenin uygulandığı ıspanak bitkilerinin demir içeriği üzerine etkisini araştırmak amacıyla yapılan çalışmada üre uygulanan ıspanak bitkilerinin demir içeriğinin 89,24 mg kg<sup>-1</sup> olduğu saptanmıştır. Amonyum sülfat uygulanan ıspanak bitkilerinin demir içeriğinin 104,79 mg kg<sup>-1</sup> amonyum nitrat uygulanan ıspanak bitkilerinin ise 102,19 mg kg<sup>-1</sup> demir içerdiği bildirilmiştir (Çil ve Katkat 1995).

#### **2.4.1. Ispanak Bitkisinin Azot İçeriği ile İlgili Yapılan Çalışmalar**

Kuru madde esasına göre bitkilerin toplam azot oranını belirlemek amacıyla yapılan çalışmada bitkilerin % 0,1 - 10 oranında azot içerdiği bildirilmiştir (Kacar ve Katkat 1998).

Kuru ağırlık ilkesi esas alınarak yapılan çalışmada analiz yapılan bitkilerin toplam azot içeriklerinin genellikle % 0,2 - 6,0 arasında olduğu bildirilmiştir (Tok 1997).

Ispanak bitkisinin kuru madde miktarını ele alarak yapılan analizler sonucunda ıspanak bitkisinin en az % 0,5 azot içerdiği bildirilmiştir (Kampe ve ark. 1956).

Ispanak bitkilerinin hasat zamanına yakın dönemde içerdikleri besin elementleri miktarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada ıspanak bitkisinin % 3,80 - 5,00 aralığında azot içerdiği bildirilmiştir (İbrikçi ve ark. 1994).

Ispanak bitkisinin nitrat akümülyasyonunun incelendiği çalışmada kuru madde esasına göre yapılan analizler sonucunda; ıspanak bitkisinin % 2,84 - 4,95 değerleri arasında azot içerdiği bildirilmiştir (Cantiliffe 1972).

Değişik formlarda azotlu gübrelerin ıspanak bitkisinin besin elementi miktarlarına etkisini belirlemek amacıyla yapılan araştırmada ıspanak bitkisinin % 3,50 - 3,58 oranında azot içerdiği bildirilmiştir (Topçuoğlu ve ark. 1996).

Ispanak yapraklarında % 3,99'dan daha az azot bulunması durumunda noksanlık belirtilerinin görüldüğü, azot yeterlilik düzeyinin % 4,00 - 6,00 olduğu, % 6,00'dan yüksek olduğunda ise azotun fazla olarak değerlendirildiği bildirilmiştir (Jones ve ark. 1991).

#### **2.4.2. Ispanak Bitkisinin Fosfor İçeriği ile İlgili Yapılan Çalışmalar**

Genel olarak bitkilerin dokularının fosfor içeriklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada bitkilerin en az % 0,05 - 0,50 oranında fosfor içerdiği saptanmıştır (Tok 1997).

Taze ıspanak yapraklarının içerdiği kimi besin elementleri miktarlarını belirlemek amacıyla yapılan çalışmada ıspanak bitkisinin 45,15 mg 100 g<sup>-1</sup> fosfor içerdiği bildirilmiştir (Bayraktar 1970).

Ispanak yapraklarının bileşiminde bulunan besin elementleri ve bunların miktarlarını belirlemek amacı ile Ertunga ve ark. (1994) tarafından yapılan çalışmada ıspanak yapraklarının % 2,3 fosfor içerdiği tespit edilmiştir.

Ispanak bitkilerinin hasat dönemine yakın zamanda içerdikleri besin elementi miktarlarının belirlenmesi için yapılan bir başka çalışmada ıspanak bitkisinin % 0,40 - 0,60 arasında fosfor içerdiği bildirilmiştir (İbrikçi ve ark. 1994).

Ispanak bitkisinin nitrat akümülyasyonunun incelendiği çalışmada kuru madde esasına göre yapılan analizler sonucunda ıspanak bitkisinin % 0,76 - 0,93 arasında fosfor içerdiği bildirilmiştir (Cantiliffe 1972).

Ispanak yapraklarının içerdiği fosfor miktarını belirlemek amacıyla yapılan çalışmada ıspanak yapraklarının kuru madde de 4 - 8 mg kg<sup>-1</sup> fosfor içerdiği belirlenmiştir (Pahwa ve Kansal 1980).

Ispanak yapraklarında % 0,29'dan daha az fosfor bulunması durumunda noksanlık belirtilerinin görüldüğü, fosfor yeterlilik düzeyinin % 0,30 - 0,60 arasında olduğu, % 0,70'den yüksek olduğunda ise fosforun fazla olarak değerlendirildiği bildirilmiştir (Jones ve ark. 1991).

Ispanak bitkisinde farklı yaprak gübrelerinin ve uygulamadan sonra geçen sürenin yaprak bileşimine etkilerinin incelendiği çalışmada ıspanak bitkisinin kuru madde esasına göre en düşük fosfor içeriğinin 482 mg 100 g<sup>-1</sup>, en yüksek fosfor içeriğinin ise 523 mg 100 g<sup>-1</sup> olduğu bildirilmiştir (Alan ve Padem 1994).

Bahar döneminde yetiştirilen ıspanak bitkilerinin büyümesi ve besin emiliminin belirlenmesi amacıyla yapılan araştırmada kuru madde esasına göre analizi yapılan ıspanak yapraklarının % 0,43 - 0,63 oranında fosfor içerdiği bildirilmiştir (Zink 1965).

Türkiye'de açıkta yetiştirilen ıspanağın üretim ve pazarlanmasını değerlendirmek amacıyla yapılan çalışma sonucunda ıspanak yapraklarının 51 mg100 g<sup>-1</sup> fosfor içerdiği bildirilmiştir (Osmanoğlu ve Ergun 1995).



### 2.4.3. Ispanak Bitkisinin Potasyum İçeriği ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Ispanak yapraklarında % 4,99'dan daha az potasyum bulunması durumunda potasyum noksanlığının görüldüğü, potasyum yeterlilik düzeyinin % 5,00 - 8,00 arasında olduğu, % 8,00'dan yüksek olduğunda ise potasyumun fazla olarak değerlendirildiği bildirilmiştir (Jones ve ark. 1991).

Bahar döneminde yetiştirilen ıspanak bitkilerinin büyümesi ve besin emiliminin belirlenmesi amacıyla yapılan araştırmada kuru madde esasına göre analizi yapılan ıspanak yapraklarının % 5,25 - 7,95 oranında potasyum içerdiği bildirilmiştir (Zink 1965).

Farklı sebze çeşitlerinin kurutulmuş örneklerinin bileşiminin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada kurutulmuş ıspanak yapraklarının % 0,47 potasyum içerdiği saptanmıştır (Dağlıoğlu 1996).

Ispanak bitkisinin magnezyum beslenmesinin araştırılması amacıyla yapılan çalışmada analizi yapılan ıspanak yapraklarının potasyum oranının %11,94 olduğu bildirilmiştir (Hohlt ve Mynard 1966).

Ispanak bitkilerinin hasat dönemine yakın zamanda içerdikleri besin elementi miktarlarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada ıspanak bitkilerinin % 3,50 - 5,30 oranında potasyum içerdiği bildirilmiştir (İbrikçi ve ark. 1994).

Pazı, ebegümeçi, semizotu ve ıspanak sebzelerinin bileşiminin araştırıldığı çalışmada analizi yapılan taze ıspanak yapraklarının potasyum miktarının % 0,30-0,40 oranında olduğu bildirilmiştir (Gürses ve Artık 1984).

Sebzelerin insan sağlığı açısından öneminin araştırıldığı çalışmada analizi yapılan ıspanak yapraklarının en az % 0,50 oranında potasyum içerdiği bildirilmiştir (Göbelez 1981).

Ispanak bitkilerinin içerdiği besin elementlerinin miktarlarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada analizi yapılan ıspanak bitkilerinin  $325 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  potasyum içerdiği bildirilmiştir (Baysal 2000).

Kuru madde esasına göre analizi yapılan ıspanak bitkisinin % 0,25 oranında potasyum içerdiği bildirilmiştir (Kampe ve ark. 1956).

Ispanak bitkisinin nitrat akümülyasyonunun incelendiği çalışmada kuru madde ilkesi esas alınarak yapılan analizler sonucunda ıspanak bitkilerinin % 6,34 - 9,52 oranında potasyum içerdiği bildirilmiştir (Cantiliffe 1972).

Ispanak bitkisi kök ve yapraklarının element içeriklerini belirlemek amacıyla Manisa'da yürütülen araştırmada analizi yapılan ıspanak yapraklarının % 2,32-13,28 köklerinin ise % 4,65 - 12,56 aralığında potasyum içerdiği bildirilmiştir (Kaynar ve ark. 2018).

#### **2.4.4. Ispanak Bitkisinin Kalsiyum İçeriği ile İlgili Yapılan Çalışmalar**

Ispanak yapraklarında % 0,69'dan daha az kalsiyum bulunması durumunda kalsiyum noksanlığının görüldüğü, kalsiyum yeterlilik düzeyinin % 0,70 - 1,20 arasında olduğu, % 1,20'den yüksek olduğunda ise kalsiyumun fazla olarak değerlendirildiği bildirilmiştir (Jones ve ark. 1991).

Taze ıspanak yapraklarının içerdiği bazı besin elementi miktarlarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada ıspanak bitkisinin  $66,30 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  kalsiyum içerdiği bildirilmiştir (Bayraktar 1970).

Ispanak yapraklarının bileşiminde bulunan besin elementleri ve bunların miktarlarının belirlenmesi amacıyla yapılan başka bir çalışmada ıspanak yapraklarının  $930 \text{ mg } \text{kg}^{-1}$  kalsiyum içerdiği bildirilmiştir (Ertunga ve ark. 1994).

Kuru madde esasına göre analizi yapılan ıspanak bitkilerinin bileşimi üzerine yapılan çalışmada ıspanak bitkilerinin % 0,20 oranında kalsiyum içerdiği bildirilmiştir (Kampe ve ark. 1956).

ıspanak bitkilerinin hasat dönemine yakın zamanda içerdiği besin elementi miktarlarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada ıspanak bitkilerinin % 0,60 - 1,20 oranında kalsiyum içerdiği bildirilmiştir (İbrikçi ve ark. 1994).

ıspanak yapraklarının içerdiği kalsiyum miktarının hangi değer aralıklarında olduğunun saptanması amacıyla yapılan çalışmada ıspanak yapraklarının kuru madde de 124 - 280 mg kg<sup>-1</sup> kalsiyum içerdiği belirlenmiştir (Pahwa ve Kansal 1980).

Türkiye’de açıkta yetiştirilen ıspanağın üretimi ve pazarlanmasının değerlendirildiği çalışmada ıspanak yapraklarının 930 mg kg<sup>-1</sup> kalsiyum içerdiği bildirilmiştir (Osmanoğlu ve Ergun 1995).

Kurutulmuş farklı sebze örneklerinin bileşimi üzerine yapılan araştırmada kurutulmuş ıspanak yapraklarının 1606,7 mg kg<sup>-1</sup> kalsiyum içerdiği bildirilmiştir (Dağlıoğlu 1996).

ıspanak bitkilerinin magnezyum beslenmesini araştırmak amacıyla yapılan çalışmada analizi yapılan ıspanak yapraklarının kalsiyum miktarının % 1,17 olduğu bildirilmiştir (Hohlt ve Mynard 1966).

ıspanak bitkisinin toplam ekstrakte edilebilir kalsiyum ve çinko miktarlarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada ıspanak yapraklarının kuru madde esasına göre toplam kalsiyum miktarının 778,2 – 819,2 mg kg<sup>-1</sup> değerleri arasında değiştiği bildirilmiştir (Yedav ve Sehgal 1994).

Sebzelerin insan sağlığı açısından öneminin araştırıldığı çalışmada analizi yapılan ıspanak yapraklarının 600 mg kg<sup>-1</sup> kalsiyum içerdiği bildirilmiştir (Göbelez 1981).

Ispanak bitkilerinin içerdiği besin elementleri miktarlarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada ıspanak bitkilerinin 930 mg kg<sup>-1</sup> kalsiyum içerdiği bildirilmiştir (Baysal 2000).

Gıdalar ve beslenme üzerine yapılan çalışmada analizi yapılan ıspanak bitkisinin 1110 mg kg<sup>-1</sup> kalsiyum içerdiği bildirilmiştir (Stevenson ve Miller 1965).

Sebze yetiştiriciliği konusunda yapılan araştırmada analizi yapılan ıspanak bitkilerinin 203 mg kg<sup>-1</sup> kalsiyum içerdiği bildirilmiştir (Knott 1957).

Ispanak bitkilerinin kök ve yapraklarının element içeriğinin belirlenmesi amacıyla Manisa'da yapılan araştırmada analizi yapılan ıspanak yapraklarının % 0,16 - 0,35; köklerinin ise % 0,69 - 1,41 değer aralığında kalsiyum içerdiği bildirilmiştir (Kaynar ve ark. 2018).

#### **2.4.5. Ispanak Bitkisinin Magnezyum İçeriği ile İlgili Yapılan Çalışmalar**

Ispanak yapraklarında % 0,59'dan daha az magnezyum bulunması durumunda noksanlık belirtilerinin görüldüğü, magnezyum yeterlilik düzeyinin % 0,60 - 1,00 aralığında olduğu ve ıspanak yapraklarında % 1,00'den daha yüksek magnezyum bulunması durumunda ise fazla olarak değerlendirildiği bildirilmiştir (Jones ve ark. 1991).

Ispanak bitkilerinin kuru madde esasına göre bileşimi üzerine yapılan çalışmada ıspanak bitkilerinin % 0,10 oranında magnezyum içerdiği bildirilmiştir (Kampe ve ark. 1956).

Ispanak bitkilerinin hasat dönemine yakın zamanda içerdiği besin elementi miktarlarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada ıspanak bitkilerinin % 0,35 - 0,80 oranında magnezyum içerdiği bildirilmiştir (İbrikçi ve ark. 1994).

Farklı mevsimlerde yetiştirilen ıspanak bitkilerinin bileşimindeki değişimlerin incelendiği çalışmada ıspanak yapraklarının 1,98 - 2,44 mg 100g<sup>-1</sup> aralığında magnezyum içerdiği bildirilmiştir (Watanabe ve ark. 1994).

ıspanak bitkilerine uygulanan bazı organik gübrelerin ıspanak bitkilerinin gelişimi üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada ıspanak yapraklarının % 0,20 - 0,30 arasında magnezyum içerdiği bildirilmiştir (Çıtak ve ark. 2011).

Bazalt tufunun ıspanak bitkilerinin gelişimi ve bileşimi üzerine etkisinin incelendiği araştırmada ıspanak bitkilerinin magnezyum oranının % 0,60 olduğu bildirilmiştir (Dama 2009).

ıspanak bitkilerinin kök ve yapraklarındaki bazı besin elementi miktarlarının belirlenmesi amacıyla Manisa'da yapılan araştırmada analizi yapılan ıspanak yapraklarının % 0,21 -0,30, köklerinin ise % 0,32 - 0,73 aralığında magnezyum içerdiği bildirilmiştir (Kaynar ve ark. 2018).

#### **2.4.6. ıspanak Bitkisinin Bakır İçeriği ile İlgili Yapılan Çalışmalar**

ıspanak bitkilerinin hasat dönemine yakın zamanda içerdiği besin elementi miktarlarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada ıspanak bitkisinin 7 - 15 mg kg<sup>-1</sup> bakır içerdiği bildirilmiştir (İbrikçi ve ark. 1994).

ıspanak bitkilerinin bakır miktarı üzerine yapılan analizler sonucunda ıspanak bitkilerinin bakır içeriğinin 28 - 73 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği bildirilmiştir (Kacar 1972).

Farklı ortamlarda yetiştirilen ıspanak bitkilerinin makro ve mikro besin elementleri içeriğinin araştırıldığı çalışmada ıspanak bitkilerinin bakır miktarının 4 - 32 mg kg<sup>-1</sup> arasında değerler gösterdiği bildirilmiştir (Uzun 2010).

İspanak bitkilerinin taze yapraklarının bazı besin elementi miktarlarının belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada atomik absorpsiyon yöntemi kullanılarak yapılan analizler sonucunda taze ıspanak yapraklarının  $0,45 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  bakır içerdiği bildirilmiştir (Martinez ve ark. 1979).

Farklı su kısıtlarının ıspanak bitkilerinin kimyasal bileşimi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada ıspanak bitkilerinin bakır miktarının  $4,55 - 14,00 \text{ mg kg}^{-1}$  değerleri arasında değiştiği bildirilmiştir (Uyan 2011).

Vermikompostun ıspanak bitkilerinin gelişimi ve verimi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışma sonucunda kuru madde esasına göre ıspanak bitkilerinin bakır miktarının  $9,80 - 12,46 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında değiştiği bildirilmiştir (Peyvast 2008).

Artan dozlarda çinko uygulamasının ıspanak bitkilerinin besin elementi içeriğine etkisinin araştırıldığı çalışmada ıspanak bitkilerinin yapraklarının bakır içeriğinin  $4,10 - 5,31 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında değiştiğini, aynı çalışmada ıspanak bitkilerinin köklerinin bakır içeriğinin ise  $15,31 - 23,32 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında olduğu bildirilmiştir (Kaya 2014).

İspanak bitkilerinin kök ve yapraklarının bazı besin elementi miktarlarının belirlenmesi amacıyla Manisa'da yürütülen çalışmada analizi yapılan ıspanak yapraklarının  $6,9 - 11,5 \text{ mg kg}^{-1}$ , köklerinin ise  $9,6 - 113,2 \text{ mg kg}^{-1}$  değer aralığında bakır içerdiği bildirilmiştir (Kaynar ve ark. 2018).

İspanak yapraklarında bakır noksanlığının  $4 \text{ mg kg}^{-1}$  'dan daha az bakır bulunduğu görüldüğü, bakır yeterlilik düzeyinin  $5 - 25 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında olduğu,  $25 \text{ mg kg}^{-1}$  'dan daha yüksek olduğunda ise fazla olarak değerlendirildiği bildirilmiştir (Jones ve ark. 1991).

#### **2.4.7. Ispanak Bitkisinin Mangana İeriği ile İlgili Yapılan alışmalar**

Ispanak bitkilerinin hasat donemine yakın zamanda içerdiği besin elementi miktarlarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada ıspanak bitkilerinin 40 - 100 mg kg<sup>-1</sup> değerleri arasında mangana içerdiği bildirilmiştir (İbrikçi ve ark. 1994).

Artan dozlarda çinko uygulamasının ıspanak bitkilerinin besin elementi içeriğine etkisinin araştırıldığı çalışmada ıspanak bitkilerinin yapraklarının mangana içeriğinin 31,07 - 51,47 mg kg<sup>-1</sup> arasında olduğu, aynı çalışmada ıspanak bitkilerinin koklerinin mangana içeriğinin ise 49,77 - 112,80 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği bildirilmiştir (Kaya 2014).

Yapılan analizler sonucunda ıspanak bitkilerinin 10 - 694 mg kg<sup>-1</sup> değer aralığında mangana içerdiği bildirilmiştir (Kacar 2014).

Ispanak yapraklarında 29 mg kg<sup>-1</sup>'dan daha az mangana bulunması durumunda noksanlık belirtilerinin gorolduğu, mangana yeterlilik duzeyinin 30 - 250 mg kg<sup>-1</sup> arasında olduğu, 250 mg kg<sup>-1</sup>'dan daha yuksek olduğunda ise fazla olarak değerlendirildiği bildirilmiştir (Jones ve ark. 1991).

#### **2.4.8. Ispanak Bitkisinin inko İeriği ile İlgili Yapılan alışmalar**

Ispanak bitkilerinin hasat donemine yakın zamanda içerdiği besin elementi miktarlarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada ıspanak bitkilerinin 20 - 70 mg kg<sup>-1</sup> değerleri arasında çinko içerdiği bildirilmiştir (İbrikçi ve ark. 1994).

Altı değişik yeşil sebzelerin çinko içeriklerinin incelendiği çalışmada sebzelerin çinko içeriklerinin minimum 8, maksimum 119, ortalama 34 mg kg<sup>-1</sup> Zn içerdiği bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda seri çinko analizleri sonucunda yeşil ıspanak bitkilerinin 87 mg kg<sup>-1</sup> inko içerdiği bildirilmektedir (Kacar 1972).

Ispanak bitkilerinin toplam ekstrakte edilebilir kalsiyum ve çinko miktarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada ıspanak yapraklarının kuru madde esasına göre toplam çinko miktarının 85,16 - 86,45 mg 100g<sup>-1</sup> arasında değiştiği bildirilmiştir (Yedav ve Sehgal 1994).

Artan dozlarda çinko uygulamasının ıspanak bitkilerinin besin elementi içeriklerine etkisinin araştırıldığı çalışmada ıspanak yapraklarının çinko içeriğinin 14,59-173,69 mg kg<sup>-1</sup> arasında bulunduğu, aynı çalışmada ıspanak bitkilerinin köklerinin çinko içeriğinin ise 23,35 - 397,50 mg kg<sup>-1</sup> arasında olduğu bildirilmiştir (Kaya 2014).

Bitkilerin çinko düzeylerinin belirlendiği çalışmada kuru madde ilkesine göre analizi yapılan bitkilerin 100 mg kg<sup>-1</sup> dolayında çinko içerdiği bildirilmiştir (Tok 1997).

Farklı su kısıtlarının ıspanak bitkilerinin kimyasal bileşimi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada ıspanak bitkilerinin bitki kuru maddesindeki çinko miktarının 44,50 - 104,00 mg kg<sup>-1</sup> arasında değerler gösterdiği belirlenmiştir (Uyan 2011).

Vermikompostun ıspanak bitkilerinin gelişimi ve verimi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışma sonucunda kuru madde esasına göre analizi yapılan ıspanak bitkilerinin çinko miktarının 60,00 - 73,76 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği bildirilmiştir (Peyvast 2008).

Ispanak bitkilerinin kök ve yapraklarının bazı besin elementi miktarlarının incelendiği Manisa'da yürütülen çalışmada analizi yapılan ıspanak yapraklarının 23,9 - 55,4 mg kg<sup>-1</sup>, köklerinin ise 43,3 - 123,9 mg kg<sup>-1</sup> değer aralığında çinko içerdiği bildirilmiştir (Kaynar ve ark. 2018).

Ispanak yapraklarında 24 mg kg<sup>-1</sup> 'dan daha az çinko bulunması durumunda noksanlık belirtilerinin görüldüğü, çinko yeterlilik düzeyinin 25 - 100 mg kg<sup>-1</sup> arasında olduğu, 100 mg kg<sup>-1</sup> 'dan daha yüksek olması durumunda ise fazla olarak değerlendirildiği bildirilmiştir (Jones ve ark. 1991).



#### 2.4.9. Ispanak Bitkisinin Bor İçeriği ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Ispanak yapraklarında 24 mg kg<sup>-1</sup>'dan daha az bor bulunması durumunda noksanlık belirtilerinin görüldüğü, bor yeterlilik düzeyinin 25 - 60 mg kg<sup>-1</sup> arasında olduğu, 60 mg kg<sup>-1</sup>'dan daha yüksek bulunması durumunda ise fazla olarak değerlendirildiği bildirilmiştir (Jones ve ark. 1991).

Ispanak bitkilerinin kök ve yapraklarının bazı besin elementi miktarlarının belirlenmesi amacıyla Manisa'da yürütölen çalışmada analizi yapılan ıspanak yapraklarının 0,2 - 0,4 mg kg<sup>-1</sup>, köklerinin ise 0,7 - 1,4 mg kg<sup>-1</sup> değer aralığında bor içerdiiği bildirilmiştir (Kaynar ve ark. 2018).

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Denemenin Kurulumu

Çalışma 2018 yılında Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde yer alan Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü araştırma serasında yürütülmüştür. Ispanak (*Spinacia oleracea* L.) çeşitlerinden 'Matador', 'Reis' ve 'Greenstar' tohumları perlit ortamında çimlendirilmiştir. Fide çıkışlarından sonra perlit ortamına bitki besin çözeltisi yarım doz olarak uygulanmıştır. 10 günlük ön kültürden sonra ıspanak bitkileri her biri 50 L hacimli bir çözelti tankı, bir pompa ve 12 bitki kapasitesine sahip üç kanaldan oluşan hidroponik sisteme yerleştirilmiştir. Vejetasyon döneminde 15 ayrı hidroponik sistemde ıspanak çeşitleri 5 farklı doz demir (30, 60, 90, 120 ve 150  $\mu\text{M}$ ) içeren besin çözeltisinde yetiştirilmiştir. Besin çözeltileri her 3-4 günde bir yenilenerek uygulanmıştır. Denemede kullanılan besin çözeltilerine ait kimi bilgiler Çizelge 3.1.'de sunulmuştur.

**Çizelge 3.1.** Denemede kullanılan besin elementleri konsantrasyonları ve kullanılan kaynaklar

Besin elementleri	Çözeltideki konsantrasyonları (mM)	Element kaynakları
N	8	$\text{KNO}_3$ , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , $\text{NH}_4\text{NO}_3$
P	1	$\text{K}_2\text{HPO}_4$
K	4	$\text{K}_2\text{HPO}_4$ , $\text{KNO}_3$
Ca	1	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
Mg	2	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , MgO
S	1	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
	( $\mu\text{M}$ )	
Fe	30-60-90-120-150	FeEDTA % 6 Fe
B	10	$\text{H}_3\text{BO}_3$
Zn	4	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
Mn	5	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Cu	1	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Na	0.1	NaCl
Cl	0.1	NaCl
Mo	0.05	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

Besin çözeltilerinin reaksiyonları (pH) ve elektriksel iletkenlik (EC) değerleri dozlardaki değişime bağlı olarak sırasıyla 6,90-7,28 ve 1100-1265 $\mu\text{S cm}^{-1}$  arasında

değiştirilmiştir. Ispanak bitkileri 32 gün sonunda hasat edilmiş, ıspanak yaprak ve kökleri polietilen torbalara konularak laboratuvara taşınmıştır. Bitki örnekleri bir kez musluk suyundan ve daha sonra iki kez saf sudan geçirilerek yıkanmıştır. Yıkama işleminden sonra bitki örnekleri sabit ağırlığa ulaşmaya kadar yaklaşık 72 saat boyunca 70°C'de havalı kurutma fırınında (Nuve KD 400, Türkiye) kurutulmuştur. Bitkilerin kaldırdığı besin elementi miktarlarının hesaplanabilmesi için bitki örneklerinin kuru ağırlıkları tartılmış ve daha sonra bir laboratuvar değirmeni (Fross CT 193 Cyclotec, Danimarka) kullanılarak 0,5 mm elekten geçebilecek parça boyutunda öğütülmüştür.

### 3.2. Bitki Örneklerinde Yapılan Analizler

Bitki örneklerinde yapılan analizler ve analizlerin yapılma yöntemleri alt bölümde açıklamalı şekilde anlatılmıştır.

**3.2.1. Bitki örneklerinin yaş yakılması:** Bitki analizi aşamasında öğütülmüş bitki örneklerinden 200 mg tartılarak özel teflon yakma kaplarına konulmuştur. Bitki örnekleri üzerine 3ml HNO<sub>3</sub> ve 3ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> karışımı ilave edilerek 20-30 dakika boyunca ön yakmaya bırakılmıştır. Daha sonrasında teflon kaplar kapatılarak mikrodalga yaş yakma fırınında (Berghof MWS 2) üç aşamalı yaş yakma programı uygulanmıştır. Programın birinci aşaması sıcaklığın 0-100°C'ye çıkartılarak örneklerin 10 dakika boyunca % 75 güç uygulanarak yakılması, ikinci aşaması sıcaklığın 100-180°C'ye çıkartılarak örneklerin 10 dakika boyunca % 75 güç uygulanarak yakılması ve üçüncü aşaması ise örneklerin 5 dakika boyunca % 0 güçle 180°C'den oda sıcaklığına doğru soğuma aşaması şeklinde gerçekleştirilmiştir (Çelik ve ark., 2007). Yakma aşaması sonucunda örnekler çeker ocak içerisinde iyice soğumaya bırakılmış ve 50 ml'lik balonjoje'lere % 0,3'lük nitrik asit içeren ultra saf su ile tamamlanmıştır. Daha sonra örnekler mavi bant filtre kağıdı kullanılarak örnek saklama şişelerine süzülüş, gerekli elementlerin ilgili cihazlarda belirlenebilmesi sağlanmıştır.

**3.2.2. Toplam Azot (N):** Bitki örneklerinin toplam azot içeriği modifiye edilmiş Kjeldahl yöntemine göre Buchi K-437 yakma blokunda yakılan örneklerin Buchi K-350 model buharlı damıtma cihazında damıtılması ve önlüğün 0,1 N sülfürik asit ile geri

titrasyonu sonucu elde edilen sarfiyatın formülde hesaplanması ile belirlenmiştir. (Bremner 1965).

**3.2.3. Toplam Fosfor (P):** Yaş yakılan bitki örneklerinden elde edilen süzüklerde fosfor, vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemine göre Shimadzu UV 1208 spektrofotometresinde saptanmıştır (Lott ve ark. 1956).

**3.2.4. Toplam Sodyum (Na), Potasyum (K), Kalsiyum (Ca) ve Magnezyum (Mg):** Yaş yakılan bitki örneklerinden elde edilen çözeltide sodyum, potasyum ve kalsiyum Ependorf Elex 6361 Flame fotometresinde (Horneck ve Hanson 1998), Mg ise Perkin Elmer Optima 2100 model ICP–OES ile belirlenmiştir (Hanlon 1998).

**3.2.5. Toplam Demir (Fe), Bakır (Cu), Çinko (Zn) ve Mangan (Mn):** Yaş yakılan bitki örneklerinden elde edilen çözeltide toplam Fe, Zn, Mn ve Cu içerikleri Perkin Elmer Optima 2100 model ICP–OES ile belirlenmiştir (Hanlon 1998).

**3.2.6. Toplam Bor (B):** Yaş yakılan bitki örneklerinden elde edilen çözeltilerin bor miktarı, ICP-OES’de okunarak doğrudan belirlenmiştir (Çelik ve ark., 2007).

**3.2.7. SPAD Okumaları:** SPAD değeri ölçümleri; portatif bir klorofil metre (SPAD-502 Minolta Camera Co. Japonya) yardımıyla hasat öncesinde ıspanak yapraklarının orta noktalarından dört SPAD değeri ölçülerek ortalamasının alınması ile her bir kanalın ortalama SPAD değeri belirlenmiştir (Cordeiro ve ark. 1995).

**3.2.8. İstatistiksel Analiz:** Tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine göre 3 yinelemeli olarak yürütülen denemeden elde edilen verilerin varyans analiz sonuçları ve LSD değerlendirmesi Minitab istatistik programı 17.1.0.1 sürümü kullanılarak analiz edilmiştir.

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Yetiştirme ortamına artan miktarlarda uygulanan demir dozlarının ıspanak çeşitlerinin gelişimi ve kimi besin elementlerinin alınımı üzerine etkisinin incelendiği denemede sonuçlar; ıspanak çeşitlerinin yapraklarında ve köklerinde içerdikleri besin elementleri konsantrasyonları ve kaldırılan besin elementi miktarları göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir.

##### 4.1. Yaprakların Kuru Ağırlık Verimi

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak çeşitlerinin yaprak kuru ağırlık verimi üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.1’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.2’de sunulmuştur.

**Çizelge 4.1.** Yaprakların kuru madde verimine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	228,120	114,060	13,247**	3,320	5,390
Faktör-B	4	770,586	192,647	22,375**	2,690	4,020
A*B	8	229,700	28,713	3,335**	2,270	3,170
Hata	30	258,298	8,610			
Genel	44	1486,705	33,789			
Faktör-A: Çeşit				öd: önemli değil		
Faktör-B: Demir Dozları				*: önemli p<0,05		
				** : önemli p<0,01		

**Çizelge 4.2.** Demir dozlarının ıspanak yapraklarının kuru madde verimine (g) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)						Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM		
	Kuru Ağırlık (g)						
Matador	2,32 a B	3,54 a B	14,34 a A	20,14 a A	15,00 a A	11,07 a	
Reis	2,00 a B	3,72 a B	4,44 b AB	8,84 b AB	10,98 ab A	5,90 b	
Greenstar	3,08 a B	4,34 a AB	7,74 b AB	10,63 b A	8,36 b AB	6,83 b	
Ortalama	2,47 C	3,87 C	8,84 B	13,04 A	11,45 AB		
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 3,804			Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> :2,946		Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> :6,588		

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Ispanak çeşitlerinin yaprak kuru ağırlık verimi üzerine; çeşit, demir dozları ve bunların interaksiyonlarının etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak yapraklarının kuru madde veriminde artış sağlamış, en yüksek yaprak kuru madde verimi (13,04 g) Fe4 uygulamasından elde edilmiştir. En yüksek demir dozu olan Fe5 (150 µM Fe) uygulamasından elde edilen yaprak kuru madde veriminde ise (11,45 g) azalma gözlenmiştir. Ispanak yapraklarının en düşük kuru madde verimi (2,47 g) en düşük demir uygulamasından Fe1(30 µM Fe) elde edilirken, değer Fe2 (3,87 g) ile aynı grupta yer almıştır.

Demir uygulamalarının yaprakların kuru madde verimine etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, en yüksek yaprak kuru madde verimi Matador (11,07 g) çeşidinden elde edilmiştir. Greenstar çeşidinin yaprak kuru madde verimi 6,83 g olarak bulunmuş, en düşük yaprak kuru madde verimi ise Reis (5,90 g) çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksiyonları birlikte değerlendirildiğinde; en yüksek yaprak kuru madde verimi Matador (20,14 g) ve Greenstar (10,63 g) çeşidinde Fe4 dozundan sağlanırken, Reis çeşidinde en yüksek yaprak kuru madde verimi (10,98 g) ise Fe5 dozundan elde edilmiştir.

Demirin verim ve bitki kalitesi üzerindeki önemini gösteren çok sayıda araştırma sonucu demirin biyokütle üretimi için sınırlayıcı bir faktör olduğunu ve bulgularımızı doğruladığını göstermektedir (Açıksöz ve ark. 2011; Yılmaz ve ark. 2012; Jin ve ark. 2013; Pingoliya ve ark. 2014; Briat ve ark. 2015).

#### **4.2. Köklerin Kuru Ağırlık Verimi**

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak çeşitlerinin kök kuru ağırlık verimi üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.3'de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.4'de sunulmuştur.

Ispanak çeşitlerinin kök kuru ağırlık verimi üzerine; çeşit, demir dozları ve bunların etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3).

**Çizelge 4.3.** Köklerin kuru madde verimine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	13,625	6,812	24,399**	3,320	5,390
Faktör-B	4	38,221	9,555	34,223**	2,690	4,020
A*B	8	11,391	1,424	5,100**	2,270	3,170
Hata	30	8,376	0,279			
Genel	44	71,613	1,628			
Faktör-A: Çeşit		öd: önemli değil				
Faktör-B: Demir Dozları		*: önemli p<0,05				
		***: önemli p<0,01				

**Çizelge 4.4.** Demir dozlarının ıspanak köklerinin kuru madde verimine (g) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)						Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM		
	Kuru Ağırlık (g)						
Matador	1,07 a C	1,32 a C	2,98 a B	5,11 a A	4,36 a A	2,97 a	
Reis	1,00 a B	1,27 a AB	1,38 b AB	2,12 b AB	2,36 b A	1,63 c	
Greenstar	1,27 a B	1,57 a B	2,26 ab AB	2,85 b A	2,98 b A	2,19 b	
Ortalama	1,11 C	1,38 C	2,20 B	3,36 A	3,23 A		
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,685		Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,531			Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 1,186		

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak köklerinin kuru madde veriminde artış sağlamış, en yüksek kök kuru madde verimi (3,36 g) Fe4 uygulamasından elde edilirken, demir dozunun artması ile Fe5 uygulamasından elde edilen kök kuru madde veriminde (3,23 g) azalma gözlenmiştir. Ispanak köklerinin en düşük kuru madde verimi (1,11 mg kg<sup>-1</sup>) demirin en düşük uygulama dozundan (Fe1) elde edilirken değer, Fe2 (1,38 g) ile aynı grupta yer almıştır.

Demir uygulamalarının köklerin kuru madde verimine etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, en yüksek kök kuru madde verimi (2,97 g) Matador çeşidinden elde edilmiştir. Greenstar çeşidinin kök kuru madde verimi 2,19 g olarak bulunmuş, en düşük kök kuru madde verimi (1,63 g) ise Reis çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksyonları birlikte değerlendirildiğinde en yüksek kök kuru madde verimi (5,11 g) Matador çeşidinde Fe4 dozundan elde edilmiştir. Reis çeşidinde en yüksek kök kuru madde verimi 2,36 g, Greenstar çeşidinde en yüksek kök kuru madde verimi 2,98 g olarak bulunurken her iki çeşitte de en yüksek kuru madde verimi Fe5 dozundan sağlanmıştır.

### 4.3. Yaprakların SPAD Değerleri

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak yapraklarının SPAD değerlerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.5’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.6’da sunulmuştur.

ıspanak yapraklarının SPAD değerleri üzerine, çeşit, demir dozları ve bunların interaksyonlarının etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.5).

**Çizelge 4.5.** Yaprakların SPAD değerlerine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	607,360	303,680	12,939**	3,320	5,390
Faktör-B	4	526,415	131,604	5,607**	2,690	4,020
A*B	8	122,211	15,276	0,651ns	2,270	3,170
Hata	30	704,087	23,470			
Genel	44	1960,072	44,547			

Faktör-A: Çeşit  
Faktör-B: Demir Dozları

öd: önemli değil  
\*: önemli p<0,05  
\*\*: önemli p<0,01

**Çizelge 4.6.** Demir dozlarının ıspanak yapraklarının SPAD değerlerine etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	
	SPAD değerleri					
Matador	27,33	32,67	37,07	34,70	40,60	34,47 b
Reis	30,67	36,60	37,60	47,13	43,93	39,19 ab
Greenstar	38,97	44,07	41,17	43,13	44,00	42,27 a
Ortalama	32,32 B	37,78 AB	38,61 AB	41,66 A	42,84 A	
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 6,562		Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 5,083			Fe*Çeşit <sub>LSD</sub> : ns	

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.



Artan dozlarda uygulanan demir ıspanak yapraklarının SPAD değerlerine pozitif etki etmiş, yüksek demir dozlarının uygulandığı çözeltideki ıspanak yapraklarının, düşük doz uygulananlardan daha yüksek SPAD değerlerine sahip olduğu görülmüştür. En düşük uygulama olan (Fe1) 30 µM demir dozu için SPAD değerleri ortalaması 32,32 iken, bu değer son uygulama olan (Fe5) 150µM demir dozu için 42,84 olarak bulunmuştur. Artan demir dozlarına ek olarak çeşitler arasında da fark görülmüş, en yüksek ortalama SPAD değeri Greenstar çeşidinden (42,27) elde edilmiş, bunu Reis (39,19) ve Matador (34,47) çeşitleri izlemiştir.

Marschner (2002), klorofilin yapısında olmamasına rağmen bitkinin içerisinde bulunan demir, bitkinin klorofil içeriğini ve sentezini etkilediğini bildirmiştir. Çeşitli araştırma sonuçlarında da bitkide demir noksanlığı durumunda klorofil içeriğinin azalarak sararma belirtilerinin ortaya çıktığı belirtilmiştir (Çelik ve ark. 2010, Briat ve ark. 2015). SPAD değerleri de bitkinin klorofil içeriği ile ilişkili olup, denememizden elde edilen SPAD değerleri artan demir uygulamalarıyla birlikte demir ve klorofil içeriğindeki artışı doğrulamaktadır. Benzer sonuçlar, demirin topraktan ve yapraktan uygulandığı çalışmalarda da SPAD değerlerinde artış sağlamıştır, bu durumun bulgularımızı doğruladığı görülmüştür (Çelik ve ark. 2010; Raswashdeh Sala 2014; Dukpa ve ark. 2017). Sadece demir değil aynı zamanda diğer besin elementlerinin miktarları da sinerjistik ve antagonistik ilişkiler sebebiyle SPAD değerlerini etkilemektedir. Fe, Mg, K ve N gibi besin elementlerinin aşırı veya orantısız içerikleri önceki araştırmalarda görüldüğü gibi SPAD okumalarını etkilediği bildirilmiştir (Çelik ve ark. 2010).

#### **4.4. Yaprakların Besin Elementi İçerikleri**

Artan dozlarda uygulanan demirin; ıspanak çeşitlerinin yaprak besin elementi içerikleri üzerine etkisi aşağıdaki bölümde ayrıntılı olarak incelenmiştir.

#### 4.4.1. Yaprakların Demir İçeriği

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak çeşitlerinin yaprak demir içerikleri üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.7’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.8’de sunulmuştur.

ıspanak yapraklarının demir içerikleri üzerine, çeşit, demir dozları ve bunların interaksiyonlarının etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.7).

**Çizelge 4.7.** Yaprakların demir içeriğine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	9344,553	4672,276	17,160**	3,320	5,390
Faktör-B	4	5858,450	1464,613	5,379**	2,690	4,020
A*B	8	16332,225	2041,528	7,498**	2,270	3,170
Hata	30	8168,292	272,276			
Genel	44	39703,519	902,353			
Faktör-A: Çeşit			öd: önemli değil			
Faktör-B: Demir Dozları			*: önemli p<0,05			
			** : önemli p<0,01			

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak yapraklarının ortalama demir içeriğinde düşüşe neden olmuştur. En yüksek yaprak demir içeriği (113,92 mg kg<sup>-1</sup>) Fe2 uygulamasından, en düşük yaprak demir içeriği (85,33 mg kg<sup>-1</sup>) Fe4 uygulamasından elde edilmiştir.

**Çizelge 4.8.** Demir dozlarının ıspanak yapraklarının demir içeriğine (mg kg<sup>-1</sup>) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	Ortalama
	Demir, (mg kg <sup>-1</sup> )					
Matador	89,42 b B	145,50 a A	161,17 a A	82,42 a B	102,83 a B	116,27 a
Reis	137,42 a A	116,08 ab AB	81,00 b B	87,67 a B	84,42 a B	101,32 a
Greenstar	81,17 b A	80,17 b A	83,67 b A	85,92 a A	74,58 a A	81,10 b
Ortalama	102,67 ABC	113,92 A	108,61 AB	85,33 C	87,28 BC	
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 21,391	Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> :16,569		Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> :37,050			

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Demir uygulamalarının yaprakların demir içeriğine etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, en yüksek yaprak demir içeriği ( $116,27 \text{ mg kg}^{-1}$ ) Matador çeşidinden elde edilmiştir. Reis çeşidinin yaprak demir içeriği ( $101,32 \text{ mg kg}^{-1}$ ) olarak bulunmuş, en düşük yaprak demir içeriği ise ( $81,10 \text{ mg kg}^{-1}$ ) Greenstar çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksiyonları birlikte değerlendirildiğinde, en yüksek yaprak demir içeriği ( $161,17 \text{ mg kg}^{-1}$ ) Matador çeşidinde Fe3 dozundan sağlanmıştır. Reis çeşidinde en yüksek yaprak demir içeriği ( $137,42 \text{ mg kg}^{-1}$ ) Fe1 dozundan, Greenstar çeşidinin en yüksek yaprak demir içeriği ise ( $85,92 \text{ mg kg}^{-1}$ ) Fe4 dozundan elde edilmiştir.

Jones ve ark. (1991), ıspanak bitkisinin demir içeriğinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda yeter demir düzeyinin  $60 - 200 \text{ mg kg}^{-1}$  değer aralığında olması gerektiğini,  $200 \text{ mg kg}^{-1}$ 'dan yüksek olduğunda yeter düzeyinden fazla olduğunu saptamışlardır. Kaynar ve ark (2018), ıspanak bitkisinin bazı besin elementi miktarı üzerine yaptıkları çalışmada ıspanak bitkisinin  $96,1 - 295,6 \text{ mg kg}^{-1}$  değer aralığında demir elementi içerdiğini saptamışlardır. Çil ve Katkat (1995), ıspanak bitkisi üzerine yaptıkları çalışmada analizini yaptıkları ıspanak bitkilerinin  $83,60 - 123,61 \text{ mg kg}^{-1}$  demir içerdiğini saptamışlardır. Kampe ve ark (1956), ıspanak bitkisinin kuru madde ilkesi esas alınarak yaptıkları çalışmada ıspanak bitkisinin demir miktarını en fazla  $300 \text{ mg kg}^{-1}$  olduğunu saptamıştır. Vasconcelos ve Grusak (2006) bitkilerin demir içeriklerinin  $50 - 100 \text{ mg kg}^{-1}$  değerleri arasında değişiklik gösterdiğini saptamışlardır. Yapılan çalışmalar denememizden elde edilen sonuçları destekler nitelikte bulunmuştur.

Sağlıklı bir insanın günlük beslenmesi sonucunda  $1 \text{ mg}$  demiri alması yeterli görüldüğü ancak beslenme yoluyla alınan demirin % 10'unun emilebilir olması nedeniyle günlük beslenmede  $8 - 10 \text{ gr}$  demirin alınması gerektiği bildirilmiştir (Morrison 1982, Poirier ve Brade 1983, Gookin ve ark. 1986, Bülbül 2004). Denememizde en yüksek demir içeriği ( $113,92 \text{ mg kg}^{-1}$ ) Fe2 uygulamasından ( $60\mu\text{M}$ ) elde edilmiş, bu dozda yetiştirilen ıspanak bitkisinden  $100 \text{ g}$  tüketilmesi durumunda normal bir insanın günlük ihtiyacı olan demir içeriğinin karşılanabileceği görülmüştür.

#### 4.4.2. Yaprakların Azot İçeriği

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak çeşitlerinin yaprak azot içerikleri üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.9’da, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.10’da sunulmuştur.

**Çizelge 4.9.** Yaprakların azot içeriğine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	0,064	0,032	0,715ns	3,320	5,390
Faktör-B	4	1,064	0,266	5,953**	2,690	4,020
A*B	8	2,665	0,333	7,454**	2,270	3,170
Hata	30	1,341	0,045			
Genel	44	5,134	0,117			

Faktör-A: Çeşit  
Faktör-B: Demir Dozları

öd: önemli değil  
\*: önemli p<0,05  
\*\*\*: önemli p<0,01

**Çizelge 4.10.** Demir dozlarının ıspanak yapraklarının azot içeriğine (%) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)						Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	Azot, (%)	
Matador	5,90 a A	5,78 a A	6,00 a A	5,87 a A	5,73 b A	5,86	
Reis	4,98 b B	5,81 a A	5,85 a A	6,28 a A	6,22 a A	5,83	
Greenstar	6,03 a A	5,71 a A	5,95 a A	6,12 a A	5,78 ab A	5,92	
Ortalama	5,64 C	5,77 BC	5,93 AB	6,09 A	5,91 ABC		

Fe<sub>LSD<0.01</sub>: 0,274      Çeşit<sub>LSD<0.01</sub>: ns      Fe\*Çeşit<sub>LSD<0.01</sub>: 0,475

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düzey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

ıspanak yapraklarının azot içerikleri üzerine, demir dozları ile çeşit x demir dozları interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak yapraklarının azot içeriğinde artış sağlamış, en yüksek yaprak azot içeriği (% 6,09) Fe4 uygulamasından elde edilmiş, en yüksek demir dozu olan Fe5 uygulamasından elde edilen yaprak azot içeriğinde (% 5,91) azalma gözlenmiştir. ıspanak yapraklarının en düşük yaprak azot içeriği (% 5,64) ilk demir uygulaması olan Fe1 dozundan elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksiyonları birlikte değerlendirildiğinde, en yüksek yaprak azot içeriği (% 6,28) Reis ve Greenstar (% 6,12) çeşitlerinde Fe4 dozundan sağlanırken, Matador çeşidinde en yüksek yaprak azot içeriği (% 6,00) ise Fe3 dozundan elde edilmiştir.

Jones ve ark. (1991), ıspanak bitkisinin azot içeriğinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda yeter azot düzeyinin % 4,00 - 6,00 değer aralığında olması gerektiğini saptamışlardır. Kacar ve Katkat (1998), kuru madde esasına göre bitkilerin azot içeriğini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada bitkilerin azot oranlarının % 0,1 - 10,00 oranında azot içerdiğini saptamışlardır. Tok (1997), kuru ağırlık ilkesini esas alarak yaptığı çalışmada bitkilerin azot oranlarının % 0,2 - 6,00 değerleri arasında azot içerdiğini saptamıştır. Cantiliffe (1972), ıspanak bitkisinin kuru madde esasına göre azot içeriğini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada ıspanak bitkisinin % 2,84 - 5,00 değer aralığında azot içerdiğini saptamıştır. Yapılan çalışmalar denememizden elde edilen sonuçları destekler nitelikte bulunmuştur.

#### 4.4.3.Yaprakların Fosfor İçeriği

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak çeşitlerinin yaprak fosfor içerikleri üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.11’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.12’de sunulmuştur.

**Çizelge 4.11.** Yaprakların fosfor içeriğine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	0,078	0,039	21,969**	3,320	5,390
Faktör-B	4	0,273	0,068	38,568**	2,690	4,020
A*B	8	0,099	0,012	6,986**	2,270	3,170
Hata	30	0,053	0,002			
Genel	44	0,503	0,011			
Faktör-A: Çeşit				öd: önemli değil		
Faktör-B: Demir Dozları				*: önemli p<0,05		
				** : önemli p<0,01		

Ispanak yapraklarının fosfor içerikleri üzerine; çeşit, demir dozları ve bunların etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11).

**Çizelge 4.12.** Demir dozlarının ıspanak yapraklarının fosfor içeriğine (%) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	
	Fosfor, (%)					
Matador	0,58 b C	0,63 a C	0,78 a A	0,88 a A	0,81 a AB	0,74 a
Reis	0,59 b C	0,62 a BC	0,63 b A	0,75 b A	0,69 b AB	0,66 b
Greenstar	0,72 a BC	0,68 a C	0,79 a A	0,91 a A	0,65 b C	0,75 a
Ortalama	0,63 C	0,64 C	0,73 B	0,85 A	0,72 B	
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,055		Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,042			Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,094	

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak yapraklarının fosfor içeriğinde artış sağlamış, en yüksek yaprak fosfor içeriği (% 0,85) Fe4 uygulamasından elde edilmiş, en yüksek demir dozu olan Fe5 uygulamasından elde edilen fosfor içeriğinde (% 0,72) azalma gözlenmiştir. Ispanak yapraklarının en düşük fosfor içeriği ilk demir uygulamasından Fe1 (% 0,63) elde edilirken, Fe2 (% 0,64) ile aynı grupta yer almıştır.

Demir uygulamalarının yaprakların fosfor içeriğine etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, en yüksek yaprak fosfor içeriği Greenstar (% 0,75) çeşidinden elde edilmiştir. Matador çeşidinin yaprak fosfor içeriği % 0,74 olarak bulunmuş, en düşük yaprak fosfor içeriği ise Reis (% 0,66) çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları etkileşimleri birlikte değerlendirildiğinde en yüksek yaprak fosfor içeriği Greenstar (% 0,91), Matador (% 0,88) ve Reis (% 0,75) çeşitlerinde Fe4 dozundan elde edilmiştir.

Jones ve ark. (1991), ıspanak bitkisinin fosfor içeriğinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda yeter fosfor düzeyinin % 0,30 - 0,60 değer aralığında olması gerektiğini, % 0,70'dan yüksek olduğunda yeter düzeyinden fazla olduğunu saptamışlardır. Cantiliffe (1972), ıspanak bitkisinin kuru madde esasına göre fosfor içeriğini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada ıspanak bitkisinin % 0,76 - 0,93 değer

aralığında fosfor içerdiğini saptamıştır. Zink (1965), ıspanak yapraklarının içerdiği besin elementi miktarlarını saptamak amacıyla yaptığı çalışma sonucunda kuru madde esasına göre ıspanak bitkisinin % 0,43 - 0,63 oranında fosfor içerdiğini saptamıştır. Denememizde yetiştirilen ıspanak çeşitlerinin fosfor içeriklerine ait verilerin yapılan önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlarla uyumlu olduğu görülmektedir.

#### 4.4.4. Yaprakların Potasyum İçeriği

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak çeşitlerinin yaprak potasyum içerikleri üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.13’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırılmaları ise Çizelge 4.14’de sunulmuştur.

ıspanak yapraklarının potasyum içerikleri üzerine; çeşitlerin etkisi önemsiz çıkarken, demir dozları ve çeşit x demir dozu interaksiyonu istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.13).

**Çizelge 4.13.** Yaprakların potasyum içeriğine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	1,939	0,969	1,201ns	3,320	5,390
Faktör-B	4	99,650	24,912	30,871**	2,690	4,020
A*B	8	33,853	4,232	5,244**	2,270	3,170
Hata	30	24,209	0,807			
Genel	44	159,650	3,628			
Faktör-A: Çeşit				öd: önemli değil		
Faktör-B: Demir Dozları				*: önemli p<0,05		
				** : önemli p<0,01		

**Çizelge 4.14.** Demir dozlarının ıspanak yapraklarının potasyum içeriğine (%) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	
Potasyum, (%)						
Matador	5,16 b	C 7,50 a B	11,06 a A	11,89 a A	10,65 a A	9,25
Reis	6,82 b	B 8,70 a AB	9,06 a A	10,58 a A	10,14 a A	9,06
Greenstar	8,86 a	B 8,66 a B	10,18 a AB	10,98 a A	9,13 a AB	9,56
Ortalama	6,94 D	8,28 C	10,10 AB	11,14 A	9,97 B	
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 1,165		Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : ns			Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> :2,017	

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak yapraklarının potasyum içeriğinde artış sağlamış, en yüksek yaprak potasyum içeriği (% 11,14) Fe4 uygulamasından elde edilmiş, en yüksek demir dozu olan Fe5 uygulamasından elde edilen yaprak potasyum içeriğinde (% 9,97) ise azalma gözlenmiştir. Ispanak yapraklarının en düşük potasyum içeriği (% 6,94) ilk demir uygulamasından Fe1 elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksyonu birlikte değerlendirildiğinde, en yüksek yaprak potasyum içeriği Matador (%11,89), Greenstar (%10,98) ve Reis (%10,58) çeşitlerinde Fe4 dozundan elde edilmiştir.

Jones ve ark. (1991), ıspanak bitkisinin potasyum içeriğinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda yeter potasyum düzeyinin % 5,00 - 8,00 değer aralığında olması gerektiğini, % 8,00'den yüksek olduğunda yeter düzeyinden fazla olduğunu saptamışlardır. Kaynar ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada ıspanak bitkilerinin % 2,32 - 13,28 oranında potasyum içerdiğini saptamışlardır. Cantiliffe (1972), ıspanak bitkisinin kuru madde esasına göre potasyum içeriğini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada ıspanak bitkisinin % 6,34 - 9,52 aralığında potasyum içerdiğini saptamıştır. Zink (1965), ıspanak yapraklarının içerdiği besin elementi miktarlarını belirlemek amacıyla yaptığı çalışma sonucunda kuru madde esasına göre ıspanak bitkisinin % 5,25 - 7,95 oranında potasyum içerdiğini saptamıştır. Denememizde yetiştirilen ıspanak çeşitlerinin potasyum ortalamalarının önceki yapılan çalışmalarla uyumlu ve denememizden elde edilen sonuçları destekler nitelikte olduğu görülmektedir.

#### **4.4.5. Yaprakların Kalsiyum İçeriği**

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak çeşitlerinin yaprak kalsiyum içerikleri üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.15'de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.16'da sunulmuştur.

Ispanak yapraklarının kalsiyum içerikleri üzerine; çeşit ve demir dozları istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.15).



**Çizelge 4.15.** Yaprakların kalsiyum içeriğine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	0,132	0,066	41,182**	3,320	5,390
Faktör-B	4	0,186	0,047	29,089**	2,690	4,020
A*B	8	0,028	0,003	2,151ns	2,270	3,170
Hata	30	0,048	0,002			
Genel	44	0,394	0,009			

Faktör-A: Çeşit  
Faktör-B: Demir Dozları  
öd: önemli değil  
\*: önemli p<0,05  
\*\*: önemli p<0,01

**Çizelge 4.16.** Demir dozlarının ıspanak yapraklarının kalsiyum içeriğine (%) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	
	Kalsiyum, (%)					
Matador	0,54	0,52	0,47	0,44	0,45	0,48 b
Reis	0,70	0,67	0,61	0,52	0,47	0,59 a
Greenstar	0,60	0,50	0,45	0,42	0,41	0,48 b
Ortalama	0,61 A	0,56 A	0,51 B	0,46 BC	0,44 C	
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,052		Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,040			Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> :ns	

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları ıspanak yapraklarının kalsiyum içeriğinde düşüşe neden olmuş, en yüksek yaprak kalsiyum içeriği (% 0,61) Fe1 uygulamasından elde edilmiş, en yüksek demir dozu olan Fe5 uygulamasına kadar tüm dozlardan elde edilen yaprak kalsiyum içeriklerinde (% 0,56, % 0,51, % 0,46, % 0,44) azalma gözlenmiştir.

Demir uygulamalarının yaprakların kalsiyum içeriğine etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, en yüksek yaprak kalsiyum içeriği Reis (% 0,59) çeşidinden elde edilmiştir. En düşük yaprak kalsiyum içeriği ise Greenstar ve Matador çeşitlerinden (% 0,48) elde edilmiştir.

Jones ve ark. (1991), ıspanak bitkisinin kalsiyum içeriğinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda yeter kalsiyum düzeyinin % 0,70 - 1,20 değer aralığında olması gerektiğini, % 1,20'den yüksek olduğunda kalsiyumun fazla olduğunu bildirmişlerdir. Kaynar ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada ıspanak bitkilerinin % 0,16 - 0,35 oranında kalsiyum içerdiğini saptamışlardır. Kampe ve ark (1956) yaptıkları çalışmada ıspanak bitkisinin en az % 0,20 oranında kalsiyum içerdiğini saptamıştır.

Hohlt ve Mynard (1966) ıspanak bitkisinin kalsiyum içeriğini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada ıspanak bitkisinin kalsiyum içeriğinin en fazla % 1,17 olduğunu saptamışlardır. Denememizden elde edilen ıspanak çeşitlerinin kalsiyum içeriklerine ait ortalamaların önceki çalışmalarla benzer bulunmuştur. İbrikçi ve ark.(1994), ıspanak bitkisinin içerdiği kalsiyum miktarlarını % 0,60 - 1,20 aralığında saptamışlardır. Denememizden elde edilen değerler yapılan çalışmalara yakın olarak bulunmuştur.

#### 4.4.6. Yaprakların Magnezyum İçeriği

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak çeşitlerinin yaprak magnezyum içerikleri üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.17’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırılmaları ise Çizelge 4.18’de sunulmuştur.

ıspanak yapraklarının magnezyum içerikleri üzerine; çeşit ve demir dozlarının etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.17).

**Çizelge 4.17.** Yaprakların magnezyum içeriğine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	0,474	0,237	45,540**	3,320	5,390
Faktör-B	4	0,199	0,050	9,558**	2,690	4,020
A*B	8	0,051	0,006	1,226ns	2,270	3,170
Hata	30	0,156	0,005			
Genel	44	0,880	0,020			
Faktör-A: Çeşit			öd: önemli değil			
Faktör-B: Demir Dozları			*: önemli p<0,05			
			**: önemli p<0,01			

**Çizelge 4.18.** Demir dozlarının ıspanak yapraklarının magnezyum içeriğine (%) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	
Magnezyum, (%)						
Matador	0,79	0,82	0,80	0,69	0,72	0,76 c
Reis	1,16	1,02	1,05	0,97	0,86	1,01 a
Greenstar	0,99	0,88	0,87	0,82	0,81	0,81 b
Ortalama	0,98 A	0,91 AB	0,91 AB	0,82 BC	0,80 C	
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,094		Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> :0,072			Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> :ns	

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak yapraklarının magnezyum içeriğinde düşüşe neden olmuş, en yüksek yaprak magnezyum içeriği (% 0,98) Fe1 uygulamasından elde edilmiş, en yüksek demir dozu olan Fe5 uygulamasına kadar tüm dozlardan elde edilen yaprak magnezyum içeriklerinde (% 0,91, % 0,91, % 0,82, % 0,80) azalma gözlenmiştir.

Demir uygulamalarının yaprakların magnezyum içeriğine etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, en yüksek yaprak magnezyum içeriği Reis (% 1,01) çeşidinden elde edilmiştir. Greenstar çeşidinin yaprak magnezyum içeriği % 0,81 olarak bulunmuş, en düşük yaprak magnezyum içeriği ise Matador (% 0,76) çeşidinden elde edilmiştir.

Jones ve ark. (1991), ıspanak bitkisinin magnezyum içeriğinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda yeter magnezyum düzeyinin % 0,60 - 1,00 değer aralığında olması gerektiğini, % 1,00'den yüksek olduğunda magnezyumun fazla olduğunu saptamışlardır. Dama(2009), ıspanak bitkisinin kuru madde ilkesi esas alınarak yaptıkları çalışmada ıspanak bitkisinin magnezyum oranını en az % 0,60 oranında olduğunu saptamıştır. İbrikçi ve ark (1994), ıspanak bitkisinin magnezyum oranının % 0,35 - 0,80 aralığında olduğunu saptamıştır. Denememizde yetiştirilen ıspanak çeşitlerinin kalsiyum içeriklerine ait ortalamalarının önceki çalışmalardan elde edilen değerlerle uyumlu olduğu görülmüştür. Kampe ve ark.(1956), ıspanak bitkisinin bileşimi üzerine yaptıkları çalışmada kuru madde esasına göre ıspanak bitkilerinin % 0,10 oranında magnezyum içerdiğini, Çıtak ve ark (2011), ıspanak bitkisinin bileşimi üzerine yaptıkları araştırmada ıspanak bitkilerinin % 0,20 - 0,30 oranında magnezyum içerdiğini saptamışlardır. Yapılan çalışmalar denememizden elde edilen sonuçlardan düşük olarak bulunmuştur. Bu düşüklüğün sebebi bu iki çalışmada analizi yapılan ıspanakların gelişimini tamamlayamamış olmasıdır.

#### **4.4.7. Yaprakların Sodyum İçeriği**

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak çeşitlerinin yaprak sodyum içerikleri üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.19'da, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.20'de sunulmuştur.

İspanak yapraklarının sodyum içerikleri üzerine; demir dozları istatistiksel olarak % 1, çeşit ve çeşit x doz interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.19).

**Çizelge 4.19.** Yaprakların sodyum içeriğine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	0,002	0,011	3,492*	3,320	5,390
Faktör-B	4	0,014	0,003	13,085**	2,690	4,020
A*B	8	0,005	0,001	2,337*	2,270	3,170
Hata	30	0,008	0,000			
Genel	44	0,028	0,001			

Faktör-A: Çeşit  
Faktör-B: Demir Dozları

öd: önemli değil  
\*: önemli p<0,05  
\*\*: önemli p<0,01

**Çizelge 4.20.** Demir dozlarının ıspanak yapraklarının sodyum içeriğine (mg kg<sup>-1</sup>) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	
	Sodyum, (mg kg <sup>-1</sup> )					
Matador	0,35 a C	0,37 a C	0,41 a AB	0,44 a A	0,40 a B	0,39 a
Reis	0,36 a B	0,38 a B	0,38 b AB	0,41 b A	0,38 ab AB	0,38 ab
Greenstar	0,37 a A	0,37 a A	0,39 ab A	0,39 b A	0,37 b A	0,38 b
Ortalama	0,36 D	0,37 CD	0,39 AB	0,41 A	0,39 BC	
Fe <sub>LSD&lt;0.05</sub> : 0,021		Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> :0,012			Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.05</sub> :0,027	

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak yapraklarının sodyum içeriğinde artış sağlamış, en yüksek yaprak sodyum içeriği (0,41 mg kg<sup>-1</sup>) Fe4 uygulamasından elde edilmiş, en yüksek demir dozu olan Fe5 uygulamasından elde edilen yaprak sodyum içeriğinde (0,39 mg kg<sup>-1</sup>) azalma gözlenmiştir. İspanak yapraklarının en düşük yaprak sodyum içeriği (0,36 mg kg<sup>-1</sup>) Fe1 dozundan elde edilmiştir.

Demir uygulamalarının yaprakların sodyum içeriğine etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuştur. En yüksek yaprak sodyum içeriği (0,39 mg kg<sup>-1</sup>) Matador çeşidinden elde edilirken, Reis ve Greenstar çeşitlerinin yaprak sodyum içerikleri 0,38 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur.

Çeşit ve demir dozları interaksyonları birlikte değerlendirildiğinde en yüksek yaprak sodyum içeriği Matador (0,44 mg kg<sup>-1</sup>) ve Reis çeşidinde (0,41 mg kg<sup>-1</sup>) Fe4 dozundan sağlanmıştır. Greenstar çeşidinin en yüksek yaprak sodyum içeriği ise (0,39 mg kg<sup>-1</sup>) Fe3 ve Fe4 dozlarından elde edilmiştir.

#### 4.4.8. Yaprakların Bakır İçeriği

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak çeşitlerinin yaprak bakır içerikleri üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.21’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.22’de sunulmuştur.

**Çizelge 4.21.** Yaprakların bakır içeriğine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	59,744	29,872	24,911**	3,320	5,390
Faktör-B	4	19,368	4,842	4,038**	2,690	4,020
A*B	8	46,414	5,802	4,838**	2,270	3,170
Hata	30	35,974	1,199			
Genel	44	161,501	3,670			
Faktör-A: Çeşit			öd: önemli değil			
Faktör-B: Demir Dozları			*: önemli p<0,05			
			** : önemli p<0,01			

**Çizelge 4.22.** Demir dozlarının ıspanak yapraklarının bakır içeriğine (mg kg<sup>-1</sup>) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	
	Bakır, (mg kg <sup>-1</sup> )					
Matador	10,68 b	B 14,53 a A	12,92 a AB	12,34 a AB	12,57 a AB	12,61 a
Reis	16,19 a	A 13,94 a AB	12,20 a B	13,27 a B	12,36 a B	13,59 a
Greenstar	11,53 b	A 11,29 b A	11,01 a A	11,13 a A	9,08 b A	10,81 b
Ortalama	12,80 A	13,25 A	12,04 AB	12,25 AB	11,33 B	
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 1,420	Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> :1,100			Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> :2,459		

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

İspanak yapraklarının bakır içerikleri üzerine; çeşit, demir dozları ve bunların interaksyonlarının etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.21).

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak yapraklarının bakır içeriğinde artış sağlamış, en yüksek yaprak bakır içeriği (13,25 mg kg<sup>-1</sup>) Fe2 uygulamasından, en düşük yaprak bakır içeriği (11,33mg kg<sup>-1</sup>) ise Fe5 uygulamasından elde edilmiştir.

Demir uygulamalarının yaprakların bakır içeriğine etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, en yüksek yaprak bakır içeriği (13,59 mg kg<sup>-1</sup>) Reis çeşidinden elde edilmiştir. Matador çeşidinin yaprak bakır içeriği 12,61 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuş, en düşük yaprak bakır içeriği ise Greenstar (10,81 mg kg<sup>-1</sup>) çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksyonu birlikte değerlendirildiğinde, en yüksek yaprak bakır içeriği Reis (16,19 mg kg<sup>-1</sup>) ve Greenstar (11,53 mg kg<sup>-1</sup>) çeşidinde Fe1 dozundan sağlanmıştır. Matador çeşidinde en yüksek yaprak bakır içeriği (14,53 mg kg<sup>-1</sup>) Fe2 dozundan elde edilmiştir.

Jones ve ark. (1991), ıspanak bitkisinin bakır içeriğinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda yeter bakır düzeyinin 5 - 25 mg kg<sup>-1</sup> değer aralığında olması gerektiğini, 25 mg kg<sup>-1</sup>'dan yüksek olduğunda fazla olarak değerlendirildiğini bildirmişlerdir. Kaynar ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada ıspanak bitkilerinin 6,90 - 11,50 mg kg<sup>-1</sup> bakır içerdiğini saptamışlardır. Uyan (2011) ıspanak bitkisi üzerine yaptığı çalışmada kuru madde esasına göre ıspanak bitkisinin bakır miktarlarının 4,55 - 14,00 mg kg<sup>-1</sup> değerleri arasında değişiklik gösterdiğini saptamıştır. İbrikçi ve ark. (1994) ıspanak bitkisinin içerdiği besin elementi miktarlarını belirlemek üzere yaptıkları çalışmada ıspanak bitkisinin 7 - 15 mg kg<sup>-1</sup> değerleri arasında bakır içerdiğini saptamışlardır. Peyvast (2008) yaptığı çalışma sonucunda kuru madde esasına göre bitki bakır miktarının 9,80 - 12,46 mg kg<sup>-1</sup> değerleri aralığında değiştiğini saptamıştır. Uzun (2010) bitkilerin bakır içeriği üzerine yaptıkları çalışmada bitkilerin bakır içeriğinin 4 - 32 mg kg<sup>-1</sup> değerleri arasında değiştiğini saptamıştır. Denememizde yetiştirilen ıspanak çeşitlerinin bakır içeriklerine ait ortalamaları daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen değerlerle uyumlu bulunmuştur.

#### 4.4.9. Yaprakların Çinko İçeriği

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak çeşitlerinin yaprak çinko içerikleri üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.23’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.24’de sunulmuştur.

ıspanak yapraklarının çinko içerikleri üzerine; çeşit, demir dozları ve bunların interaksiyonlarının etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.23).

**Çizelge 4.23.** Yaprakların çinko içeriğine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	5125,069	2562,535	85,103**	3,320	5,390
Faktör-B	4	3368,347	842,087	27,966**	2,690	4,020
A*B	8	1595,069	199,384	6,622**	2,270	3,170
Hata	30	903,333	30,311			
Genel	44	10991,819	249,814			
Faktör-A: Çeşit				öd: önemli değil		
Faktör-B: Demir Dozları				*: önemli p<0,05		
				** : önemli p<0,01		

**Çizelge 4.24.** Demir dozlarının ıspanak yapraklarının çinko içeriğine (mg kg<sup>-1</sup>) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	
	Çinko, (mg kg <sup>-1</sup> )					
Matador	62,50 b	BC 50,50 b C	64,50 b B	77,83 b A	79,25 a A	66,92 b
Reis	57,92 b	AB 50,00 b B	45,92 c B	66,17 b A	64,58 b A	56,92 c
Greenstar	84,58 a	BC 68,17 a D	85,00 a B	103,92 a A	72,50 ab CD	82,83 a
Ortalama	68,33 B	56,22 C	65,14 B	82,64 A	72,11 B	
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 7,114			Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> :5,510		Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> :12,321	

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak yapraklarının çinko içeriğinde artış sağlamıştır. En yüksek yaprak çinko içeriği (82,64 mg kg<sup>-1</sup>) Fe4 uygulamasından, en düşük yaprak çinko içeriği ise (56,22 mg kg<sup>-1</sup>) Fe2 uygulamasından elde edilmiştir.

Demir uygulamalarının yaprakların çinko içeriğine etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, en yüksek yaprak çinko içeriği Greenstar (82,83 mg kg<sup>-1</sup>) çeşidinden elde

edilmiştir. Matador çeşidinin yaprak çinko içeriği ( $66,92 \text{ mg kg}^{-1}$ ) olarak bulunmuş, en düşük yaprak çinko içeriği ise Reis ( $56,92 \text{ mg kg}^{-1}$ ) çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksiyonları birlikte değerlendirildiğinde, en yüksek yaprak çinko içeriği Greenstar ( $103,92 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ve Reis ( $66,17 \text{ mg kg}^{-1}$ ) çeşidinde Fe4 dozundan sağlanmıştır. Matador çeşidinde en yüksek yaprak çinko içeriği ( $79,25 \text{ mg kg}^{-1}$ ) Fe5 dozundan elde edilmiştir.

Jones ve ark. (1991), ıspanak bitkisinin çinko içeriğinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda yeter çinko düzeyinin  $25 - 100 \text{ mg kg}^{-1}$  aralığında olması gerektiğini,  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  'dan yüksek olduğunda fazla olduğunu saptamışlardır. Kaya (2014), ıspanak bitkisinin çinko içeriği üzerine yaptığı çalışmada ıspanak bitkilerinin  $14,59 - 173,69 \text{ mg kg}^{-1}$  değerleri aralığında çinko içerdiğini saptamışlardır. İbrikçi ve ark. (1994) ıspanak bitkisinin besin elementi miktarlarını belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada ıspanak bitkisinin  $20 - 70 \text{ mg kg}^{-1}$  değerleri arasında çinko içerdiğini saptamışlardır. Peyvast (2008) yaptığı çalışma sonucunda kuru madde esasına göre bitki çinko miktarının  $60,00 - 73,76 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında değerler gösterdiğini saptamıştır. Uyan (2011) ıspanak bitkisi üzerine yaptığı çalışmada kuru madde esasına göre ıspanak bitkisinin çinko miktarını  $44,50 - 104,00 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında değerler gösterdiğini saptamıştır. Denememizde yetiştirilen ıspanak çeşitlerinin çinko içeriklerine ait ortalamaların daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen verilerle uyumlu olduğu görülmüş, denememizden elde edilen sonuçları destekler nitelikte bulunmuştur.

#### **4.4.10. Yaprakların Mangan İçeriği**

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak çeşitlerinin yaprak mangan içerikleri üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.25'de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.26'da sunulmuştur.

ıspanak yapraklarının mangan içerikleri üzerine; çeşit ve çeşit x demir dozları interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.26).



**Çizelge 4.25.** Yaprakların mangan içeriğine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	4233.544	2116.772	23.194**	3,320	5,390
Faktör-B	4	687.153	171.788	1.882ns	2,690	4,020
A*B	8	3203.081	400.385	4.387**	2,270	3,170
Hata	30	2737.958	91.265			
Genel	44	10861.736	246.858			
Faktör-A: Çeşit			öd: önemli değil			
Faktör-B: Demir Dozları			*: önemli p<0,05			
			**: önemli p<0,01			

**Çizelge 4.26.** Demir dozlarının ıspanak yapraklarının mangan içeriğine ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)						Ortalama
	Fe1, 30 $\mu\text{M}$	Fe2, 60 $\mu\text{M}$	Fe3, 90 $\mu\text{M}$	Fe4, 120 $\mu\text{M}$	Fe5, 150 $\mu\text{M}$		
	Mangan, ( $\text{mg kg}^{-1}$ )						
Matador	54,67 b B	54,25 b C	75,75 a A	73,75 b ABC	80,83 ab A	67,85 b	
Reis	90,33 a A	91,75 a A	81,00 a A	96,67 a A	93,33 a A	90,62 a	
Greenstar	89,50 a A	86,92 a A	89,33 a A	94,75 ab A	65,08 b B	85,12 a	
Ortalama	78,17	77,64	82,03	88,39	79,75		
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : ns			Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> :9,593		Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> :21,450		

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler dikey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Demir uygulamalarının yaprakların mangan içeriğine etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, en yüksek yaprak mangan içeriği Reis ( $90,62 \text{ mg kg}^{-1}$ ) çeşidinden elde edilmiştir. Greenstar çeşidinin yaprak mangan içeriği ( $85,12 \text{ mg kg}^{-1}$ ) olarak bulunmuş, en düşük yaprak mangan içeriği ise Matador ( $67,85 \text{ mg kg}^{-1}$ ) çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksiyonları birlikte değerlendirildiğinde, en yüksek yaprak mangan içeriği Reis ( $96,67 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ve Greenstar ( $94,75 \text{ mg kg}^{-1}$ ) çeşidinde Fe4 dozundan sağlanmıştır. Matador çeşidinin en yüksek yaprak mangan içeriği ise ( $80,83 \text{ mg kg}^{-1}$ ) Fe5 dozundan elde edilmiştir.

Jones ve ark. (1991), ıspanak bitkisinin mangan içeriğinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda yeter mangan düzeyinin 30-250  $\text{mg kg}^{-1}$  değer aralığında olması gerektiğini, 250  $\text{mg kg}^{-1}$ 'dan yüksek olduğunda yeter düzeyinden fazla olduğunu saptamışlardır. İbrikçi ve ark. (1994) ıspanak bitkisinin içerdiği besin elementi miktarlarını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada ıspanak bitkisinin 40-100  $\text{mg kg}^{-1}$  değerleri arasında mangan içerdiğini saptamışlardır. Denememizde yetiştirilen ıspanak çeşitlerinin mangan içeriklerine ait Çizelge 4.26'ya bakıldığı zaman yetiştirilen ıspanak

bitkilerinin mangan değerleri ortalamalarının (78,17), (77,64), (82,03), (88,39) ve (79,75) mg kg<sup>-1</sup> olduğu görülmektedir. Yapılan alışmalar denememizden elde edilen sonuçları destekler niteliktedir.

#### 4.4.11. Yaprakların Bor İçeriği

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak çeşitlerinin yaprak bor içerikleri üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu izelge 4.27’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise izelge 4.28’de sunulmuştur.

ıspanak yapraklarının bor içerikleri üzerine; çeşit ve çeşit x demir dozları interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde, demir dozları ise istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur (izelge4.27).

**Çizelge 4.27.** Yaprakların bor içeriğine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	877,869	438,935	49,683**	3,320	5,390
Faktör-B	4	138,686	34,672	3,924*	2,690	4,020
A*B	8	478,922	59,865	6,776**	2,270	3,170
Hata	30	265,042	8,835			
Genel	44	1760,519	40,012			
Faktör-A: eşit			d: nemli değil			
Faktör-B: Demir Dozları			*: nemli p<0,05			
			**: nemli p<0,01			

**Çizelge 4.28.** Demir dozlarının ıspanak yapraklarının bor içeriğine (mg kg<sup>-1</sup>) etkisi

eşit	Demir Dozları, (Fe)						Ortalama
	Fe1, 30μM	Fe2, 60μM	Fe3, 90μM	Fe4, 120μM	Fe5, 150μM		
	Bor, (mg kg <sup>-1</sup> )						
Matador	38,75 a	B 44,00 a	B 51,17 a	A 53,58 a	A 51,42 a	A	47,78 a
Reis	40,25 a	A 41,42 bc	A 40,58 b	A 43,67 b	A 45,00 a	A	42,18 b
Greenstar	40,67 a	A 36,58 c	AB 38,42 b	AB 36,50 c	AB 32,37 b	B	36,97 c
Ortalama	39,89 C	40,67 BC	43,39 AB	44,58 A	43,03 AB		
Fe <sub>LSD&lt;0.05</sub> : 2,864		çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 2,985			Fe*eşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 6,674		

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak yapraklarının bor içeriğinde yükseliş sağlamış, en yüksek yaprak bor içeriği (44,58 mg kg<sup>-1</sup>) Fe4 uygulamasından, en düşük yaprak bor içeriği (39,89 mg kg<sup>-1</sup>) Fe1 uygulamasından elde edilmiştir.

Demir uygulamalarının yaprakların bor içeriğine etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, en yüksek yaprak bor içeriği miktarı Matador (47,78 mg kg<sup>-1</sup>) çeşidinden elde edilmiştir. Reis çeşidinin yaprak bor içeriği (42,18 mg kg<sup>-1</sup>) olarak bulunmuş, en düşük yaprak bor içeriği ise Greenstar (36,97 mg kg<sup>-1</sup>) çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksiyonları birlikte değerlendirildiğinde, en yüksek yaprak bor içeriği Matador (53,58 mg kg<sup>-1</sup>) çeşidinde Fe4 dozundan sağlanmıştır. Reis çeşidinde en yüksek yaprak bor içeriği (45,00 mg kg<sup>-1</sup>) Fe5 dozundan, Greenstar çeşidinin en yüksek yaprak bor içeriği ise (40,67 mg kg<sup>-1</sup>) Fe1 dozundan elde edilmiştir.

Jones ve ark. (1991), ıspanak bitkisinin bor içeriğinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda yeter bor düzeyinin 25-60 mg kg<sup>-1</sup> değer aralığında olması gerektiğini, 60 mg kg<sup>-1</sup>'dan yüksek olduğunda yeter düzeyinden fazla olduğunu saptamışlardır. Denememizde yetiştirilen ıspanak çeşitlerinin bor içeriklerine ait Çizelge 4.28'e bakıldığı zaman yetiştirilen ıspanak bitkilerinin bor değerleri ortalamalarının (39,89), (40,67), (43,39), (44,58) ve (43,03) mg kg<sup>-1</sup> olduğu görülmektedir. Yapılan çalışma denememizden elde edilen sonuçları destekler niteliktedir.

#### **4.5. Köklerin Besin Elementi İçerikleri**

Artan dozlarda uygulanan demirin; ıspanak çeşitlerinin kök besin elementi içerikleri üzerine etkisi aşağıdaki bölümde ayrıntılı olarak incelenmiştir.

##### **4.5.1. Köklerin Demir İçeriği**

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak çeşitlerinin kök demir içeriği üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.29'da, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.30'da sunulmuştur.

ıspanak çeşitlerinin kök demir içerikleri üzerine; çeşit ve demir dozları istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.29).

**Çizelge 4.29.** Köklerin demir içeriğine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	21288021,886	106644010,943	14,963**	3,320	5,390
Faktör-B	4	192717897,167	48179474,292	67,731**	2,690	4,020
A*B	8	8461950,725	1057743,841	1,487ns	2,270	3,170
Hata	30	21339975,917	711332,531			
Genel	44	243807845,694	5541087,402			
Faktör-A: Çeşit			öd: önemli değil			
Faktör-B: Demir Dozları			*: önemli p<0,05			
			**: önemli p<0,01			

**Çizelge 4.30.** Demir dozlarının köklerin demir içeriğine (mg kg<sup>-1</sup>) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	
	Demir, (mg kg <sup>-1</sup> )					
Matador	1121,58	2470,00	3604,42	6137,75	7942,75	4255,30 a
Reis	859,92	898,17	1839,83	4616,92	4735,25	2590,02 b
Greenstar	1032,08	1846,42	3326,08	6137,75	5876,92	3643,85 a
Ortalama	1004,53 C	1738,19 C	2923,44 B	5630,81 A	6184,97 A	
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 1093,349		Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 846,904			Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : ns	

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak köklerinin ortalama demir içeriğinde artış sağlamış, en yüksek kök demir içeriği (6184,97 mg kg<sup>-1</sup>) Fe5 dozu uygulamasından, en düşük kök demir içeriği (1004,53 mg kg<sup>-1</sup>) Fe1 dozu uygulamasından elde edilmiştir.

Demir uygulamalarının köklerin demir içeriğine etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, en yüksek kök demir içeriği (4255,30 mg kg<sup>-1</sup>) Matador çeşidinden elde edilmiştir. Greenstar çeşidinin kök demir içeriği (3643,85 mg kg<sup>-1</sup>) olarak bulunmuş, en düşük kök demir içeriği ise Reis (2590,02 mg kg<sup>-1</sup>) çeşidinden elde edilmiştir.

Ertunga ve ark. (1994) ıspanak bitkisinin demir içeriğini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada ıspanak bitkisinin demir içeriğini 3250 mg kg<sup>-1</sup> olarak saptamışlardır. Kaynar ve ark. (2018) ıspanak bitkisinin demir içeriğinin 221,4-420,1 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiğini saptamışlardır. Kampe ve ark. (1956) ıspanak bitkisinin demir içeriğini 300 mg kg<sup>-1</sup> olarak bildirmişlerdir. Denememizde yetiştirilen ıspanak çeşitlerinin kök demir içeriklerine ait ortalamalarının önceki çalışmalarla uyumlu olduğu ancak bazı

çalışmalardan elde edilen değerlerin denememizden elde edilen sonuçlara göre dşuk bulunduğu grlmştir.

#### 4.5.2. Köklerinin Azot İçeriği

Artan dozlarda uygulanan demirin ışpanak çeşitlerinin kök azot içerikleri üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu izelge 4.31’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise izelge 4.32’de sunulmuştur.

ışpanak çeşitlerinin kök azot içerikleri üzerine; çeşit ve demir dozlarının etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (izelge4.31).

**Çizelge 4.31.** Köklerin azot içeriği varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	1,024	0,512	9,135**	3,320	5,390
Faktör-B	4	34,746	8,687	154,951**	2,690	4,020
A*B	8	0,503	0,063	1,122ns	2,270	3,170
Hata	30	1,682	0,056			
Genel	44	37,995	0,863			
Faktör-A: eşit			d: nemli değil			
Faktör-B: Demir Dozları			*: nemli p<0,05			
			**: nemli p<0,01			

**Çizelge 4.32.** Demir dozlarının köklerin azot içeriğine (%) etkisi

eşit	Demir Dozları, (Fe)					Ortalama
	Fe1, 30μM	Fe2, 60μM	Fe3, 90μM	Fe4, 120μM	Fe5, 150μM	
	Azot, (%)					
Matador	2,79	3,21	5,03	4,79	4,73	4,11 a
Reis	2,66	2,85	4,49	4,33	4,41	3,75 b
Greenstar	2,77	3,03	4,77	4,41	4,99	3,99 a
Ortalama	2,74 B	3,03 B	4,76 A	4,51 A	4,71 A	
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,307		çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,238			Fe*eşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : ns	

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, kk harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ışpanak köklerinin azot içeriğinde artış sağlamış, en yüksek kök azot içeriği (% 4,76) Fe3 uygulamasından, en dşuk kök azot içeriği (% 2,74) Fe1 uygulamasından elde edilmiştir.

Demir uygulamalarının kök azot içeriğine etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, en yüksek kök azot içeriği (% 4,11) Matador çeşidinden elde edilmiştir. Greenstar çeşidinin kök azot içeriği (% 3,99) olarak bulunmuş, en düşük kök azot içeriği ise (% 3,75) Reis çeşidinden elde edilmiştir.

Kacar ve Katkat (1998) kuru madde esasına göre bitkilerin toplam azot içeriğinin % 0,1-10 oranında olduğunu bildirmişlerdir. Tok (1997) kuru ağırlık ilkesini esas alarak bitkilerin azot oranının % 0,20 - 6,00 arasında değiştiğini saptamıştır. Topçuoğlu ve ark. (1996) sera koşullarında yetiştirdikleri ıspanak bitkilerinin köklerinin azot oranını % 3,50 - 3,58 civarında olduğunu belirlemişlerdir. Yapılan çalışmalar denememizden elde edilen sonuçları destekler nitelikte bulunmuştur.

#### 4.5.3. Köklerin Fosfor İçeriği

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak çeşitlerinin kök fosfor içerikleri üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.33’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.34’de sunulmuştur.

ıspanak çeşitlerinin kök fosfor içerikleri üzerine; çeşit, demir dozları ve bunların etkilerinin istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.33).

**Çizelge 4.33.** Köklerin fosfor içeriği varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F Değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	0,306	0,153	34,756**	3,320	5,390
Faktör-B	4	1,958	0,489	111,109**	2,690	4,020
A*B	8	0,166	0,021	4,700**	2,270	3,170
Hata	30	0,132	0,004			
Genel	44	2,561	0,058			
Faktör-A: Çeşit			öd: önemli değil			
Faktör-B: Demir Dozları			*: önemli p<0,05			
			***: önemli p<0,01			

**Çizelge 4.34.** Demir dozlarının köklerin fosfor içeriğine (%) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	Ortalama
	Fosfor, (%)					
Matador	0,48 b C	0,61 a C	0,90 a B	1,14 a A	1,14 a A	0,86 a
Reis	0,49 b C	0,57 a BC	0,64 b B	0,91 b A	0,87 b A	0,70 b
Greenstar	0,66 a B	0,62 a B	0,99 a A	1,13 a A	1,01 a A	0,88 a
Ortalama	0,54 C	0,60 C	0,84 B	1,06 A	1,01 A	
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,086	Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,067			Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,149		

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düzey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak köklerinin fosfor içeriğinde artış sağlamış, en yüksek kök fosfor içeriği (% 1,06) Fe4 uygulamasından elde edilmiş, en yüksek demir dozu olan Fe5 uygulamasında kök fosfor içeriğinde (% 1,01) azalma gözlenmiştir. Ispanak köklerinin en düşük fosfor içeriği (% 0,54), ilk demir uygulamasından Fe1 elde edilirken, Fe2 (% 0,60) ile aynı grupta yer almıştır.

Demir uygulamalarının kök fosfor içeriğine etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, en yüksek kök fosfor içeriği Greenstar (% 0,88) çeşidinden elde edilmiştir. Matador çeşidinin kök fosfor içeriği % 0,86 olarak bulunmuş, en düşük kök fosfor içeriği ise Reis (% 0,70) çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksyonları birlikte değerlendirildiğinde, en yüksek kök fosfor içeriği (% 1,14) Matador çeşidinden elde edilmiş olup, Greenstar çeşidinde en yüksek kök fosfor içeriği (% 1,13), Reis çeşidinde (% 0,91) bulunmuş ve Fe4 uygulamasından sağlanmıştır.

İbrikçi ve ark. (1994) ıspanak bitkisinin fosfor miktarını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada ıspanak bitkisinin % 0,40 - 0,60 oranında fosfor içerdiğini saptamışlardır. Cantiliffe (1972) kuru madde esasına göre ıspanak bitkisinin içerdiği fosfor miktarını % 0,76 - 0,93 oranında olduğunu bildirmiştir. Elde edilen fosfor miktarlarına bakıldığı zaman yapılan çalışmalara oranla daha yüksek fosfor oranı elde edilmiştir.

#### 4.5.4. Köklerin Potasyum İçeriği

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak çeşitlerinin kök potasyum içerikleri üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.35’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.36’da sunulmuştur.

**Çizelge 4.35.** Köklerin potasyum içeriğine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri %5	%1
Faktör-A	2	6,206	3,103	8,225**	3,320	5,390
Faktör-B	4	50,188	12,547	33,260**	2,690	4,020
A*B	8	12,755	1,594	4,226**	2,270	3,170
Hata	30	11,317	0,377			
Genel	44	80,466	1,829			

Faktör-A: Çeşit  
Faktör-B: Demir Dozları  
öd: önemli değil  
\*: önemli p<0,05  
\*\*: önemli p<0,01

**Çizelge 4.36.** Demir dozlarının köklerin potasyum içeriğine (%) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	
	Potasyum, (%)					
Matador	1,94 b	B 2,95 a	B 5,55 a	A 5,86 a	A 5,10 a	4,28 b
Reis	3,00 ab	C 3,60 a	BC 3,60 b	BC 4,80 a	AB 5,32 a	4,06 b
Greenstar	3,98 a	BC 3,47 a	C 5,92 a	A 5,98 a	A 5,33 a	4,94 a
Ortalama	2,97 B	3,34 B	5,03 A	5,55 A	5,25 A	
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,796	Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,617			Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 1,379		

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Ispanak çeşitlerinin kök potasyum içerikleri üzerine; çeşit, demir dozları ve bunların interaksiyonlarının etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.35).

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak köklerinin potasyum içeriğinde artış sağlamış, en yüksek kök potasyum içeriği (% 5,55) Fe4 uygulamasından elde edilmiş, en yüksek demir dozu olan Fe5 uygulamasından elde edilen kök potasyum içeriğinde (% 5,25) azalma gözlenmiştir. Ispanak köklerinin en düşük potasyum içeriği (% 2,97) ilk demir uygulamasından Fe1 elde edilirken Fe2 (% 3,34) ile aynı grupta yer almıştır.



Demir uygulamalarının köklerin potasyum içeriğine etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, en yüksek kök potasyum içeriği (% 4,94) Greenstar çeşidinden elde edilmiştir. Matador çeşidinin kök potasyum içeriği % 4,28 olarak bulunmuş, en düşük kök potasyum içeriği ise (%4,06) Reis çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksiyonları birlikte değerlendirildiğinde en yüksek kök potasyum içeriği Greenstar (% 5,98) ve Matador (% 5,86) çeşidinde Fe4 dozundan sağlanmıştır. Reis çeşidinin en yüksek kök potasyum içeriği (%5,32) ise Fe5 dozundan elde edilmiştir.

İbrikçi ve ark. (1994) ıspanak bitkisinin besin elementi miktarlarını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada ıspanak bitkisinde % 3,50 - 5,30 oranında potasyum bulunduğunu tespit etmişlerdir. Denememizde yetiştirilen ıspanak çeşitlerinin potasyum ortalamalarının önceki yapılan çalışmalarla uyumlu ve denememizden elde edilen sonuçları destekler nitelikte olduğu görülmektedir.

#### 4.5.5. Köklerin Kalsiyum İçeriği

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak çeşitlerinin kök kalsiyum içerikleri üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.37’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.38’de sunulmuştur.

ıspanak çeşitlerinin kök kalsiyum içerikleri üzerine; çeşit ve demir dozlarının etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.37).

**Çizelge 4.37.** Köklerin kalsiyum içeriğine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	0,115	0,058	13,216**	3,320	5,390
Faktör-B	4	0,542	0,135	31,020**	2,690	4,020
A*B	8	0,021	0,003	0,589ns	2,270	3,170
Hata	30	0,131	0,004			
Genel	44	0,808	0,018			
Faktör-A: Çeşit		öd: önemli değil				
Faktör-B: Demir Dozları		*: önemli p<0,05				
		***: önemli p<0,01				

**Çizelge 4.38.** Demir dozlarının köklerin kalsiyum içeriğine (%) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	
	Kalsiyum, (%)					
Matador	0,34	0,38	0,48	0,59	0,64	0,49 a
Reis	0,26	0,23	0,31	0,53	0,48	0,36 b
Greenstar	0,31	0,31	0,43	0,54	0,53	0,43 ab
Ortalama	0,31 C	0,31 C	0,41 B	0,55 A	0,55 A	
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,086		Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,066			Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> :ns	

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak köklerinin kalsiyum içeriğinde artış sağlamış, en yüksek kök kalsiyum içeriği (% 0,55) Fe4 ve Fe5 uygulamalarından elde edilmiştir. Ispanak köklerinin en düşük kök kalsiyum içeriği (% 0,31) ise Fe1 ve Fe2 uygulamalarından elde edilmiştir.

Demir uygulamalarının köklerin kalsiyum içeriğine etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, en yüksek kök kalsiyum içeriği (% 0,49) Matador çeşidinden elde edilmiştir. Greenstar çeşidinin kök kalsiyum içeriği % 0,43 olarak bulunmuş en düşük kök kalsiyum içeriği ise Reis (% 0,36) çeşidinden elde edilmiştir.

Kaynar ve ark. (2018) ıspanak bitkisinin köklerinin kalsiyum oranının % 0,69 - 1,41 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Stevenson ve Miller (1965) ıspanak bitkisi üzerine yaptıkları çalışmada ıspanak bitkisinin en az % 0,11 oranında kalsiyum içerdiğini saptamışlardır. İbrikçi ve ark. (1994) ıspanak bitkisinin kalsiyum oranının % 0,60 - 1,20 olduğunu saptamışlardır. Denememizden elde edilen değerler yapılan çalışmalara yakın olarak bulunmuştur.

#### 4.5.6. Köklerin Magnezyum İçeriği

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak çeşitlerinin kök magnezyum içerikleri üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.39'da, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.40'da sunulmuştur.

Ispanak çeşitlerinin kök magnezyum içerikleri üzerine; demir dozlarının etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.39).

**Çizelge 4.39.** Köklerin magnezyum içeriğine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	11,475	5,873	0,773ns	3,320	5,390
Faktör-B	4	957,487	239,372	31,495**	2,690	4,020
A*B	8	128,423	16,053	2,112ns	2,270	3,170
Hata	30	228,007	7,600			
Genel	44	1325,662	30,129			
Faktör-A: Çeşit			öd: önemli değil			
Faktör-B: Demir Dozları			*: önemli p<0,05			
			***: önemli p<0,01			

**Çizelge 4.40.** Demir dozlarının köklerin magnezyum içeriğine (%) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	
	Magnezyum, (%)					
Matador	8,71	11,96	0,90	1,03	0,96	4,71
Reis	10,32	7,34	5,47	1,37	1,26	5,15
Greenstar	12,92	14,05	0,92	1,05	0,78	5,95
Ortalama	10,65 A	11,12 A	2,43 B	1,15 B	1,00 B	
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 3,574			Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : ns		Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> :ns	

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak köklerinin magnezyum içeriğinde düşüşe neden olmuş, en yüksek kök magnezyum içeriği (% 11,12) Fe2 uygulamasından elde edilirken, Fe3, Fe4 ve Fe5'ten elde edilen kök magnezyum içeriklerinde azalma gözlenmiştir.

Çıtak ve ark. (2011) ıspanak bitkisinin kimi besin elementi miktarı üzerine yaptıkları çalışmada ıspanak bitkilerinin magnezyum içeriğini % 0,20 - 0,30 olarak saptamışlardır. İbrikçi ve ark. (1994) yaptıkları çalışmada ıspanak bitkisinin magnezyum içeriğinin % 0,35 - 0,80 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Denememizde yetiştirilen ıspanak çeşitlerinin magnezyum içeriklerine ait ortalamaların önceki çalışma sonuçlarına göre yüksek olduğu görülmektedir.

#### 4.5.7. Köklerin Sodyum İçeriği

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak çeşitlerinin kök sodyum içerikleri üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.41'de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplanmaları ise Çizelge 4.42'de sunulmuştur.

Ispanak çeşitlerinin kök sodyum içerikleri üzerine; doz ve çeşit x doz etkileşimini istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.41).

**Çizelge 4.41.** Köklerin sodyum içeriğine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	0,005	0,002	2,652ns	3,320	5,390
Faktör-B	4	0,170	0,043	49,809**	2,690	4,020
A*B	8	0,026	0,003	3,759**	2,270	3,170
Hata	30	0,026	0,001			
Genel	44	0,226	0,005			

Faktör-A: Çeşit  
Faktör-B: Demir Dozları

öd: önemli değil  
\*: önemli p<0,05  
\*\*: önemli p<0,01

**Çizelge 4.42.** Demir dozlarının köklerin sodyum içeriğine ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					Ortalama
	Fe1, 30 $\mu\text{M}$	Fe2, 60 $\mu\text{M}$	Fe3, 90 $\mu\text{M}$	Fe4, 120 $\mu\text{M}$	Fe5, 150 $\mu\text{M}$	
	Sodyum, ( $\text{mg kg}^{-1}$ )					
Matador	0,16 b B	0,20 a B	0,33 a A	0,36 a A	0,34 a A	0,28
Reis	0,20 ab B	0,23 a B	0,24 b B	0,32 a A	0,35 a A	0,27
Greenstar	0,25 a B	0,21 a B	0,31 a A	0,35 a A	0,35 a A	0,29
Ortalama	0,20 C	0,21 C	0,30 B	0,34 A	0,35 A	
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,038		Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : ns			Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,066	

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler dikey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak köklerinin sodyum içeriğinde artış sağlamış, en yüksek kök sodyum içeriği ( $0,35 \text{ mg kg}^{-1}$ ) Fe5 uygulamasından elde edilmiştir. Ispanak köklerinin en düşük sodyum içeriği ( $0,20 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ilk demir uygulamasından Fe1 elde edilirken, Fe2 ( $0,21 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ile aynı grupta yer almıştır.

Çeşit ve demir dozları etkileşimini birlikte değerlendirildiğinde, en yüksek kök sodyum içeriği ( $0,36 \text{ mg kg}^{-1}$ ) Matador çeşidinde Fe4 dozundan sağlanmıştır. Reis ve Greenstar çeşitlerinde ise en yüksek kök sodyum içeriği ( $0,35 \text{ mg kg}^{-1}$ ) Fe5 dozundan elde edilmiştir.

#### 4.5.8. Köklerin Bakır İçeriği

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak çeşitlerinin kök bakır içeriği üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.43’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.44’de sunulmuştur.

**Çizelge 4.43.** Köklerin bakır içeriğine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	662,215	331,108	6,296**	3,320	5,390
Faktör-B	4	170,016	42,504	0,808ns	2,690	4,020
A*B	8	907,013	113,377	2,156ns	2,270	3,170
Hata	30	1577,591	52,586			
Genel	44	3316,835	75,383			

Faktör-A: Çeşit  
Faktör-B: Demir Dozları  
öd: önemli değil  
\*: önemli p<0,05  
\*\*: önemli p<0,01

**Çizelge 4.44.** Demir dozlarının köklerin bakır içeriğine (mg kg<sup>-1</sup>) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	
	Bakır, (mg kg <sup>-1</sup> )					
Matador	42,59	45,98	52,11	43,26	44,74	45,74 a
Reis	32,07	30,89	38,08	44,74	36,34	36,42 b
Greenstar	46,94	50,30	42,26	37,43	33,90	42,17 ab
Ortalama	40,53	42,39	44,15	41,81	38,33	

Fe<sub>LSD<0.01</sub>: ns      Çeşit<sub>LSD<0.01</sub>: 7,282      Fe\*Çeşit<sub>LSD<0.01</sub>: ns

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

ıspanak çeşitlerinin köklerinin bakır içerikleri üzerine; çeşitlerin etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.43).

Demir uygulamalarının köklerin bakır içeriğine etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, en yüksek kök bakır içeriği (45,74mg kg<sup>-1</sup>) Matador çeşidinden elde edilmiştir. Greenstar çeşidinin kök bakır içeriği (42,17mg kg<sup>-1</sup>) olarak bulunmuş, en düşük kök bakır içeriği ise (36,42mg kg<sup>-1</sup>) Reis çeşidinden elde edilmiştir.

Kaynar ve ark. (2018) ıspanak bitkisinin köklerinin besin elementleri miktarı üzerine yaptıkları çalışmada ıspanak köklerinin 9,6 - 113,2 mg kg<sup>-1</sup> bakır içerdiğini bildirmişlerdir. Denememizde yetiştirilen ıspanak çeşitlerinin kök bakır içeriklerine ait

ortalamları daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen değerlerle uyumlu bulunmuştur.

#### 4.5.9. Köklerin Çinko İçeriği

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak çeşitlerinin kök çinko içeriği üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.45’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.46’da sunulmuştur.

**Çizelge 4.45.** Köklerin çinko içeriğine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	24094,886	12047,443	88,578**	3,320	5,390
Faktör-B	4	12042,200	3010,550	22,135**	2,690	4,020
A*B	8	2233,767	279,221	2,053ns	2,270	3,170
Hata	30	4080,292	136,010			
Genel	44	42451,144	964,799			
Faktör-A: Çeşit			öd: önemli değil			
Faktör-B: Demir Dozları			*: önemli p<0,05			
			**: önemli p<0,01			

**Çizelge 4.46.** Demir dozlarının köklerin çinko içeriğine (mg kg<sup>-1</sup>) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	
	Çinko, (mg kg <sup>-1</sup> )					
Matador	96,25	96,08	106,67	127,17	143,17	113,87 b
Reis	68,33	61,33	66,08	94,08	87,42	75,45 c
Greenstar	108,33	106,00	137,67	161,92	139,83	130,75 a
Ortalama	90,97 BC	87,81 C	103,47 B	127,72 A	123,47 A	
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 15,118		Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 11,711			Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : ns	

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Ispanak çeşitlerinin kök çinko içerikleri üzerine; çeşit ve demir dozlarının etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.45).

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak köklerinin çinko içeriğinde artış sağlamış, en yüksek kök çinko içeriği (127,72 mg kg<sup>-1</sup>) Fe4 uygulamasından elde edilmiş, en yüksek demir dozu olan Fe5 uygulamasından elde edilen kök çinko içeriğinde (123,47mg kg<sup>-1</sup>) azalma gözlenmiştir. Ispanak köklerinin en düşük çinko içeriği (87,81mg kg<sup>-1</sup>) Fe2 uygulamasından elde edilmiştir.

Demir uygulamalarının köklerin çinko içeriğine etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, en yüksek kök çinko içeriği (130,75 mg kg<sup>-1</sup>) Greenstar çeşidinden elde edilmiştir. Matador çeşidinin kök çinko içeriği 113,87 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuş, en düşük kök çinko içeriği ise (75,45mg kg<sup>-1</sup>) Reis çeşidinden elde edilmiştir.

Kaya (2014) yaptığı çalışmada ıspanak bitkisi köklerinin 23,35 - 397,50 mg kg<sup>-1</sup> çinko içerdiğini saptamıştır. Kaynar ve ark (2018) yaptıkları çalışmada ıspanak köklerinin 43,3 - 123,9 mg kg<sup>-1</sup> çinko içerdiğini saptamışlardır. Denememizde yetiştirilen ıspanak çeşitlerinin kök çinko içeriklerine ait ortalamaların daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen verilerle uyumlu olduğu görülmüş, denememizden elde edilen sonuçları destekler nitelikte bulunmuştur.

#### 4.5.10. Köklerin Mangane İçeriği

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak çeşitlerinin kök mangane içerikleri üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.47’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırılmaları ise Çizelge 4.48’de sunulmuştur.

**Çizelge 4.47.** Köklerin mangane içeriğine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	1403167,169	701583,585	60,949**	3,320	5,390
Faktör-B	4	1606992,592	401748,148	34,901**	2,690	4,020
A*B	8	424176,900	53022,113	4,606**	2,270	3,170
Hata	30	345331,125	11511,037			
Genel	44	3779667,786	85901,541			
Faktör-A: Çeşit				öd: önemli değil		
Faktör-B: Demir Dozları				*: önemli p<0,05		
				** : önemli p<0,01		

ıspanak çeşitlerinin kök mangane içerikleri üzerine; çeşit, demir dozları ve bunların interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.47).

**Çizelge 4.48.** Demir dozlarının köklerin mangan içeriğine ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					Ortalama
	Fe1, 30 $\mu\text{M}$	Fe2, 60 $\mu\text{M}$	Fe3, 90 $\mu\text{M}$	Fe4, 120 $\mu\text{M}$	Fe5, 150 $\mu\text{M}$	
	Mangan, ( $\text{mg kg}^{-1}$ )					
Matador	91,42 b	B 114,42 b	B 264,50 b AB	287,75 c AB	372,75 b A	226,17 c
Reis	121,42 b	B 249,58 ab B	338,17 b B	746,25 b A	615,08 a A	414,10 b
Greenstar	377,25 a	C 361,08 a C	814,33 a B	1056,25 a A	678,67 a B	657,52 a
Ortalama	196,69 C	241,69 C	472,33 B	696,75 A	555,50 B	
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 139,085		Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 107,735		Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 240,902		

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak köklerinin mangan içeriğinde artış sağlamış, en yüksek kök mangan içeriği ( $696,75 \text{ mg kg}^{-1}$ ) Fe4 uygulamasından elde edilmiş, en yüksek demir dozu olan Fe5 uygulamasından elde edilen kök mangan içeriğinde ( $555,50 \text{ mg kg}^{-1}$ ) azalma gözlenmiştir. Ispanak köklerinin en düşük mangan içeriği ( $196,69 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ise ilk demir uygulamasından (Fe1) elde edilirken Fe2 ( $241,69 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ile aynı grupta yer almıştır.

Demir uygulamalarının köklerin mangan içeriğine etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, en yüksek kök mangan içeriği ( $657,52 \text{ mg kg}^{-1}$ ) Greenstar çeşidinden elde edilmiştir. Reis çeşidinin kök mangan içeriği  $414,10 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak bulunmuş, en düşük kök mangan içeriği ( $226,17 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ise Matador çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksyonları birlikte değerlendirildiğinde en yüksek kök mangan içeriği Greenstar ( $1056,25 \text{ mg kg}^{-1}$ ) çeşidinde Fe4 dozundan sağlanmıştır. Reis çeşidinde en yüksek kök mangan içeriği ( $746,25 \text{ mg kg}^{-1}$ ) Fe4 dozundan, Matador çeşidinin en yüksek kök mangan içeriği ise ( $372,75 \text{ mg kg}^{-1}$ ) Fe5 dozundan elde edilmiştir.

Kaynar ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada ıspanak köklerinin  $30,2-90,5 \text{ mg kg}^{-1}$  mangan içerdiğini saptamışlardır. Kaya (2014) yaptığı çalışmada ıspanak köklerinin  $49,77-112,80 \text{ mg kg}^{-1}$  mangan içerdiğini bildirmiştir. Denememizde yetiştirilen ıspanak çeşitlerinin mangan değerlerinin ortalamaları yapılan çalışmalardan yüksek bulunmuştur.



#### 4.5.11. Köklerin Bor İçeriği

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak çeşitlerinin kök bor içerikleri üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.49’da, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.50’de sunulmuştur.

ıspanak çeşitlerinin kök bor içerikleri üzerine; çeşit ve demir dozlarının etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.49).

**Çizelge 4.49.** Köklerin bor içeriğine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	10,133	5,067	8,272**	3,320	5,390
Faktör-B	4	18,222	4,556	7,438**	2,690	4,020
A*B	8	6,894	0,862	1,407ns	2,270	3,170
Hata	30	18,375	0,612			
Genel	44	53,625	1,219			
Faktör-A: Çeşit			öd: önemli değil			
Faktör-B: Demir Dozları			*: önemli p<0,05			
			**: önemli p<0,01			

**Çizelge 4.50.** Demir dozlarının köklerin bor içeriğine (mg kg<sup>-1</sup>) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	
	Bor, (mg kg <sup>-1</sup> )					
Matador	13,83	13,17	15,25	15,25	15,42	14,58 a
Reis	13,17	13,33	12,92	14,00	14,83	13,65 b
Greenstar	12,67	13,17	13,42	14,42	13,92	13,52 b
Ortalama	13,22 B	13,22 B	13,86 AB	14,56 A	14,72 A	
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 1,015		Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,786			Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> :ns	

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak köklerinin bor içeriğinde artış sağlamış, en yüksek kök bor içeriği (14,72 mg kg<sup>-1</sup>) Fe5 uygulamasından, en düşük kök bor içeriği (13,22 mg kg<sup>-1</sup>) Fe1 ve Fe2 uygulamalarından elde edilmiştir.

Demir uygulamalarının kök bor içeriğine etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, en yüksek kök bor içeriği (14,58 mg kg<sup>-1</sup>) Matador çeşidinden elde edilmiştir. Reis çeşidinin kök bor içeriği 13,65 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuş, en düşük kök bor içeriği (13,52 mg kg<sup>-1</sup>) ise Greenstar çeşidinden elde edilmiştir.

Jones ve ark. (1991) ıspanak bitkisinin bor miktarı üzerine yaptığı çalışmada ıspanak bitkisinin 25 - 60 mg kg<sup>-1</sup> bor içerdiğini saptamışlardır. Yapılan çalışma denememizde yetiştirilen ıspanak çeşitlerinin kök bor içeriklerine ait ortalamaları destekler niteliktedir.

#### 4.6. Yaprakların Kaldırdığı Besin Elementi Miktarları

Artan dozlarda uygulanan demirin; ıspanak yapraklarının kaldırdığı besin elementi miktarlarına etkisi aşağıdaki bölümde ayrıntılı olarak incelenmiştir.

##### 4.6.1. Yaprakların Kaldırdığı Demir Miktarı

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak yapraklarının kaldırdığı demir miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.51’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.52’de sunulmuştur.

**Çizelge 4.51.** Yaprakların kaldırdığı demir miktarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	4,798	2,399	21,289**	3,320	5,390
Faktör-B	4	6,052	1,513	13,426**	2,690	4,020
A*B	8	4,319	0,540	4,791**	2,270	3,170
Hata	30	3,381	0,113			
Genel	44	18,550	0,422			
Faktör-A: Çeşit				öd: önemli değil		
Faktör-B: Demir Dozları				*: önemli p<0,05		
				**: önemli p<0,01		

**Çizelge 4.52.** Demir dozlarının, yaprakların kaldırdığı demir miktarına (mg tkm<sup>-1</sup>) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	
Demir Alımı, (mg tkm <sup>-1</sup> )						
Matador	0,21 a	B 0,52 a	B 2,23 a	A 1,65 a	A 1,61 a	A 1,24 a
Reis	0,28 a	A 0,45 a	A 0,36 b	A 0,73 b	A 0,92 ab	A 0,55 b
Greenstar	0,25 a	A 0,34 a	A 0,65 b	A 0,91 ab	A 0,63 b	A 0,56 b
Ortalama	0,24 B	0,43 B	1,08 A	1,10 A	1,05 A	
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,435		Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,337		Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,754		

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir. tkm: toplam kuru madde

Ispanak yapraklarının kaldırdığı demir miktarı üzerine; çeşit, demir dozları ve bunların etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.51).

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak yapraklarının kaldırdığı demir miktarında artış sağlamış, yapraktan kaldırılan en yüksek demir miktarı ( $1,10 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) Fe4 uygulamasından elde edilmiş, en yüksek demir dozu olan Fe5 uygulamasından elde edilen yapraktan kaldırılan demir miktarında ( $1,05 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) azalma gözlenmiştir. Ispanak yapraklarının en düşük yapraktan kaldırılan demir miktarı ( $0,24 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) ilk demir uygulamasından (Fe1) elde edilirken Fe2 ( $0,43 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) ile aynı grupta yer almıştır.

Demir uygulamalarının yapraktan kaldırılan demir miktarına etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, yapraktan kaldırılan en yüksek demir miktarı ( $1,24 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) Matador çeşidinden elde edilmiştir. Greenstar çeşidinin yapraktan kaldırılan demir miktarı  $0,56 \text{ mg tkm}^{-1}$  olarak bulunmuş, yapraktan kaldırılan en düşük demir miktarı ise Reis ( $0,55 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları etkileşimlerini birlikte değerlendirildiğinde, yapraktan kaldırılan en yüksek demir miktarı ( $2,23 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) Matador çeşidinde Fe3 dozundan sağlanmıştır. Reis çeşidinde yapraktan kaldırılan en yüksek demir miktarı ( $0,92 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) Fe5 dozundan, Greenstar çeşidinin yapraktan kaldırılan en yüksek demir miktarı ise ( $0,91 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) Fe4 dozundan elde edilmiştir.

#### **4.6.2. Yaprakların Kaldırdığı Azot Miktarı**

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak yapraklarının kaldırdığı azot miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.53’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.54’de sunulmuştur.

Ispanak yapraklarının kaldırdığı azot miktarı üzerine; çeşit ve demir dozlarının etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde, çeşit x demir dozları etkileşimi ise istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.53).

**Çizelge 4.53.**Yaprakların kaldırdığı azot miktarı varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri %5	%1
Faktör-A	2	742887,537	371443,769	11,766**	3,320	5,390
Faktör-B	4	2821194,816	705298,704	22,342**	2,690	4,020
A*B	8	795888,475	99486,059	3,151*	2,270	3,170
Hata	30	947057,549	31568,585			
Genel	44	5307028,377	120614,281			
Faktör-A: Çeşit			öd: önemli değil			
Faktör-B: Demir Dozları			*: önemli p<0,05			
			** : önemli p<0,01			

**Çizelge 4.54.** Demir dozlarının, yaprakların kaldırdığı azot miktarına (mg tkm<sup>-1</sup>) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	
	Azot Alımı, (mg tkm <sup>-1</sup> )					
Matador	136,76 a C	206,83 a C	866,41 a B	1185,96 a A	854,32 a B	650,06 a
Reis	99,40 a C	215,43 a C	259,81 b BC	523,11 b AB	682,99 ab A	356,15 b
Greenstar	185,50 a C	250,47 a BC	461,22 b ABC	648,04 b A	482,89 b AB	405,62 b
Ortalama	140,55 C	224,24 C	529,15 B	785,70 A	673,40 AB	
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 230,330			Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 178,413		Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> :296,496	

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler dikey karşılaştırmayı ifade etmektedir.  
tkm: toplam kuru madde

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak yapraklarının kaldırdığı azot miktarında artış sağlamış, yapraktan kaldırılan en yüksek azot miktarı (785,70 mg tkm<sup>-1</sup>) Fe4 uygulamasından elde edilmiş, en yüksek demir dozu olan Fe5 uygulamasından elde edilen yapraktan kaldırılan azot miktarında (673,40 mg tkm<sup>-1</sup>) azalma gözlenmiştir. Ispanak yapraklarının en düşük kaldırılan azot miktarı (140,55 mg tkm<sup>-1</sup>) ilk demir uygulamasından (Fe1) elde edilirken Fe2 (224,24 mg tkm<sup>-1</sup>) ile aynı grupta yer almıştır.

Demir uygulamalarının yapraktan kaldırılan azot miktarına etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, yapraktan kaldırılan en yüksek azot miktarı (650,06 mg tkm<sup>-1</sup>) Matador çeşidinden elde edilmiştir. Greenstar çeşidinin yapraktan kaldırılan azot miktarı 405,62 mg tkm<sup>-1</sup> olarak bulunmuş, yapraktan kaldırılan en düşük azot miktarı (356,15 mg tkm<sup>-1</sup>) ise Reis çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksiyonları birlikte değerlendirildiğinde, yapraktan kaldırılan en yüksek azot miktarı (1185,96 mg tkm<sup>-1</sup>) Matador ve Greenstar (648,04 mg tkm<sup>-1</sup>)

çeşidinde Fe4 dozundan sağlanmış. Reis çeşidinde yapraklardan kaldırılan en yüksek azot miktarı (682,99 mg tkm<sup>-1</sup>) Fe5 dozundan elde edilmiştir.

#### 4.6.3.Yaprakların Kaldırdığı Fosfor Miktarı

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak yapraklarının kaldırdığı fosfor miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.55’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.56’da sunulmuştur.

ıspanak yapraklarının kaldırdığı fosfor miktarı üzerine; çeşit, demir dozları ve bunların etkisinin istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.55).

**Çizelge 4.55.** Yaprakların kaldırdığı fosfor miktarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	19361,875	9680,938	16,579**	3,320	5,390
Faktör-B	4	58226,369	14556,592	24,929**	2,690	4,020
A*B	8	19153,809	2394,226	4,100**	2,270	3,170
Hata	30	17517,632	583,921			
Genel	44	114259,685	2596,811			
Faktör-A: Çeşit			öd: önemli değil			
Faktör-B: Demir Dozları			*: önemli p<0,05			
			**: önemli p<0,01			

**Çizelge 4.56.** Demir dozlarının, yaprakların kaldırdığı fosfor miktarına (mg tkm<sup>-1</sup>) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	
Fosfor Alımı, (mg tkm <sup>-1</sup> )						
Matador	13,49 a C	22,16 a C	113,54 a B	175,17 a A	121,47 a AB	89,17 a
Reis	11,78 a B	22,95 a AB	27,69 b AB	62,58 b AB	75,98 ab A	40,20 b
Greenstar	22,03 a B	29,59 a B	62,05 ab AB	96,67 b A	54,41 b AB	52,95 b
Ortalama	15,76 C	24,90 C	67,76 B	111,48 A	83,95 AB	
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 15,76		Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 24,265			Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 54,258	

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

tkm: toplam kuru madde

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak yapraklarının kaldırdığı fosfor miktarında artış sağlamış, en yüksek yapraklardan kaldırılan fosfor miktarı (111,48 mg tkm<sup>-1</sup>) Fe4 uygulamasından elde edilmiş, en yüksek demir dozu olan Fe5

uygulamasından elde edilen yapraktan kaldırılan fosfor miktarında (83,95 mg tkm<sup>-1</sup>) azalma gözlenmiştir. Ispanak yapraklarının kaldırılan en düşük fosfor miktarı (15,76 mg tkm<sup>-1</sup>) ilk demir uygulamasından (Fe1) elde edilirken Fe2 (24,90 mg tkm<sup>-1</sup>) ile aynı grupta yer almıştır.

Demir uygulamalarının yapraktan kaldırılan fosfor miktarına etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, yapraktan kaldırılan en yüksek fosfor miktarı (89,17 mg tkm<sup>-1</sup>) Matador çeşidinden elde edilmiştir. Greenstar çeşidinin yapraktan kaldırılan fosfor miktarı 52,95 mg tkm<sup>-1</sup> olarak bulunmuş, yapraktan kaldırılan en düşük fosfor miktarı (40,20 mg tkm<sup>-1</sup>) ise Reis çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksiyonları birlikte değerlendirildiğinde, yapraktan kaldırılan en yüksek fosfor miktarı Matador (175,17 mg tkm<sup>-1</sup>) ve Greenstar (96,67 mg tkm<sup>-1</sup>) çeşidinde Fe4 dozundan sağlanmıştır. Reis çeşidinin yapraktan kaldırılan en yüksek fosfor miktarı ise (75,98 mg tkm<sup>-1</sup>) Fe5 dozundan elde edilmiştir.

#### 4.6.4. Yaprakların Kaldırdığı Potasyum Miktarı

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak yapraklarının kaldırdığı potasyum miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.57’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.58’de sunulmuştur.

**Çizelge 4.57.** Yaprakların kaldırdığı potasyum miktarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	3301658,505	1650829,253	15,155**	3,320	5,390
Faktör-B	4	10840964,513	2710241,128	24,881**	2,690	4,020
A*B	8	3860981,010	482622,626	4,431**	2,270	3,170
Hata	30	3267900,669	108930,022			
Genel	44	21271504,697	483443,289			
Faktör-A: Çeşit			öd: önemli değil			
Faktör-B: Demir Dozları			*: önemli p<0,05			
			** : önemli p<0,01			

Ispanak yapraklarının kaldırdığı potasyum miktarı üzerine; çeşit, demir dozları ve bunların interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.57).

**Çizelge 4.58.** Demir dozlarının, yaprakların kaldırdığı potasyum miktarına (mg tkm<sup>-1</sup>) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	
	Potasyum Alımı, (mg tkm <sup>-1</sup> )					
Matador	119,64 a	C 283,37 a C	1587,17 a B	2396,89 a A	1581,94 a B	1193,80 a
Reis	136,85 a	C 345,71 a BC	401,15 b ABC	880,48 b AB	1115,13 ab A	575,86 b
Greenstar	273,58 a	B 382,67 a B	797,52 b AB	1160,64 b A	763,57 b AB	675,60 b
Ortalama	176,69 C	337,25 C	928,61 B	1479,34 A	1153,55 AB	
	Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 427,855		Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 331,415		Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 741,066	

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

tkm: toplam kuru madde

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ispanak yapraklarının kaldırdığı potasyum miktarında artış sağlamış, yapraktan kaldırılan en yüksek potasyum miktarı (1479,34 mg tkm<sup>-1</sup>) Fe4 uygulamasından elde edilmiş, en yüksek demir dozu olan Fe5 uygulamasından elde edilen yapraktan kaldırılan potasyum miktarında (1153,55 mg tkm<sup>-1</sup>) azalma gözlenmiştir. Ispanak köklerinin yapraktan kaldırılan en düşük potasyum miktarı (176,69 mg tkm<sup>-1</sup>) ilk demir uygulamasından (Fe1) elde edilirken, Fe2 (337,25 mg tkm<sup>-1</sup>) ile aynı grupta yer almıştır.

Demir uygulamalarının yapraktan kaldırılan potasyum miktarına etkisi ispanak çeşitlerinde farklı olmuş, yapraktan kaldırılan en yüksek potasyum miktarı (1193,80 mg tkm<sup>-1</sup>) Matador çeşidinden elde edilmiştir. Greenstar çeşidinin yapraktan kaldırılan potasyum miktarı 675,60 mg tkm<sup>-1</sup> olarak bulunmuş, yapraktan kaldırılan en düşük potasyum miktarı (575,86 mg tkm<sup>-1</sup>) ise Reis çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksiyonları birlikte değerlendirildiğinde, yapraktan kaldırılan en yüksek potasyum miktarı Matador (2396,89 mg tkm<sup>-1</sup>) ve Greenstar (1160,64 mg tkm<sup>-1</sup>) çeşidinde Fe4 dozundan sağlanmıştır. Reis çeşidinin yapraktan kaldırılan en yüksek potasyum miktarı ise (1115,13 mg tkm<sup>-1</sup>) Fe5 dozundan elde edilmiştir.

#### 4.6.5. Yaprakların Kaldırdığı Kalsiyum Miktarı

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak yapraklarının kaldırdığı kalsiyum miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.59’da, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.60’da sunulmuştur.

ıspanak yapraklarının kaldırdığı kalsiyum miktarı üzerine; çeşit, demir dozları ve bunların interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.59).

**Çizelge 4.59.** Yaprakların kaldırdığı kalsiyum miktarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri %5	%1
Faktör-A	2	3680,427	1840,214	11,688**	3,320	5,390
Faktör-B	4	12459,886	3114,972	19,784**	2,690	4,020
A*B	8	4473,183	559,148	3,551**	2,270	3,170
Hata	30	4723,534	157,451			
Genel	44	25337,030	575,842			

Faktör-A: Çeşit  
Faktör-B: Demir Dozları  
öd: önemli değil  
\*: önemli p<0,05  
\*\*: önemli p<0,01

**Çizelge 4.60.** Demir dozlarının, yaprakların kaldırdığı kalsiyum miktarına (mg tkm<sup>-1</sup>) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	Ortalama
	Kalsiyum Alımı, (mg tkm <sup>-1</sup> )					
Matador	12,46 a	B 18,89 a	B 65,98 a	A 87,00 a	A 67,29 a	50,33 a
Reis	14,00 a	B 23,93 a	AB 26,98 b	AB 43,21 b	A 51,64 ab	31,95 b
Greenstar	18,49 a	A 21,94 a	A 34,01 b	A 43,86 b	A 33,81 b	30,42 b
Ortalama	14,99 B	21,59 B	42,33 A	58,02 A	50,91 A	
	Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 16,267		Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 12,600		Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 28,174	

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.  
tkm: toplam kuru madde

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak yapraklarının kaldırdığı kalsiyum miktarında artış sağlamış, yapraktan kaldırılan en yüksek kalsiyum (58,02 mg tkm<sup>-1</sup>) Fe4 uygulamasından elde edilmiş, en yüksek demir dozu olan Fe5 uygulamasından elde edilen yapraktan kaldırılan kalsiyum miktarında (50,91 mg tkm<sup>-1</sup>) azalma gözlenmiştir. ıspanak köklerinin yapraktan kaldırılan en düşük kalsiyum miktarı (14,99 mg tkm<sup>-1</sup>) ilk



demir uygulamasından (Fe1) elde edilirken Fe2 (21,59 mg tkm<sup>-1</sup>) ile aynı grupta yer almıştır.

Demir uygulamalarının yapraktan kaldırılan kalsiyum miktarına etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, yapraktan kaldırılan en yüksek kalsiyum miktarı (50,33 mg tkm<sup>-1</sup>) Matador çeşidinden elde edilmiştir. Reis çeşidinin yapraktan kaldırılan kalsiyum miktarı 31,95 mg tkm<sup>-1</sup> olarak bulunmuş, yapraktan kaldırılan en düşük kalsiyum miktarı (30,42 mg tkm<sup>-1</sup>) ise Greenstar çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksiyonları birlikte değerlendirildiğinde, en yüksek yapraktan kaldırılan kalsiyum miktarı Matador (87,00 mg tkm<sup>-1</sup>) çeşidinde Fe4 dozundan sağlanmıştır. Reis çeşidinde en yüksek yapraktan kaldırılan kalsiyum miktarı (51,64 mg tkm<sup>-1</sup>) Fe5 dozundan, Greenstar çeşidinin en yüksek yapraktan kaldırılan kalsiyum miktarı ise (43,86 mg tkm<sup>-1</sup>) Fe5 dozundan elde edilmiştir.

#### 4.6.6. Yaprakların Kaldırdığı Magnezyum Miktarı

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak yapraklarının kaldırdığı magnezyum miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.61’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırılmaları ise Çizelge 4.62’de sunulmuştur.

ıspanak yapraklarının kaldırdığı magnezyum miktarı üzerine; çeşit, demir dozları ve bunların interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.61).

**Çizelge 4.61.** Yaprakların kaldırdığı magnezyum miktarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	5544,546	2772,273	7,194**	3,320	5,390
Faktör-B	4	41218,842	10304,711	26,740**	2,690	4,020
A*B	8	9510,706	1188,838	3,085**	2,270	3,170
Hata	30	11561,044	385,368			
Genel	44	67835,139	1541,708			

Faktör-A: Çeşit  
Faktör-B: Demir Dozları  
öd: önemli değil  
\*: önemli p<0,05  
\*\*: önemli p<0,01

**Çizelge 4.62.** Demir dozlarının yaprakların kaldırdığı magnezyum miktarına (mg tkm<sup>-1</sup>) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	
	Magnezyum Alımı, (mg tkm <sup>-1</sup> )					
Matador	18,39 a	B 29,79 a	B 111,47 a	A 136,32 a	A 107,37 a	80,67 a
Reis	23,22 a	B 36,83 a	B 46,70 b	B 80,73 b	A 93,99 ab	56,30 b
Greenstar	30,58 a	C 38,67 a	BC 67,50 b	AB 86,28 b	A 67,20 b	AB 58,05 b
Ortalama	24,06 C	35,09 C	75,23 B	101,11 A	89,52 AB	
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 25,448			Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 19,712		Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 32,759	

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.  
tkm: toplam kuru madde

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak yapraklarının kaldırdığı magnezyum miktarında artış sağlamış, yapraktan kaldırılan en yüksek magnezyum miktarı (101,11 mg tkm<sup>-1</sup>) Fe4 uygulamasından elde edilmiş, en yüksek demir dozu olan Fe5 uygulamasından elde edilen yapraktan kaldırılan magnezyum miktarında (89,52 mg tkm<sup>-1</sup>) azalma gözlenmiştir. Ispanak yapraklarının kaldırılan en düşük magnezyum miktarı (24,06 mg tkm<sup>-1</sup>) ilk demir uygulamasından (Fe1) elde edilirken Fe2 (1,38 mg tkm<sup>-1</sup>) ile aynı grupta yer almıştır.

Demir uygulamalarının yapraktan kaldırılan magnezyum miktarına etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, yapraktan kaldırılan en yüksek magnezyum miktarı Matador (80,67 mg tkm<sup>-1</sup>) çeşidinden elde edilmiştir. Greenstar çeşidinin yapraktan kaldırılan magnezyum miktarı 58,05 mg tkm<sup>-1</sup> olarak bulunmuş, yapraktan kaldırılan en düşük magnezyum (56,30 mg tkm<sup>-1</sup>) ise Reis çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksyonları birlikte değerlendirildiğinde, yapraktan kaldırılan en yüksek magnezyum miktarı Matador (136,32 mg tkm<sup>-1</sup>) ve Greenstar (86,28 mg tkm<sup>-1</sup>) çeşidinde Fe4 dozundan sağlanmıştır. Reis çeşidinde yapraktan kaldırılan en yüksek magnezyum miktarı (93,99 mg tkm<sup>-1</sup>) Fe5 dozundan elde edilmiştir.

#### 4.6.7. Yaprakların Kaldırdığı Sodyum Miktarı

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak yapraklarının kaldırılan sodyum miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.63’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırılmaları ise Çizelge 4.64’de sunulmuştur.

ıspanak yapraklarının kaldırdığı sodyum miktarı üzerine; çeşit, demir dozları ve bunların interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.63).

**Çizelge 4.63.** Yaprakların kaldırdığı sodyum miktarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri %5	%1
Faktör-A	2	4343,064	2171,532	17,332**	3,320	5,390
Faktör-B	4	13201,547	3300,387	26,341**	2,690	4,020
A*B	8	4388,107	548,513	4,378**	2,270	3,170
Hata	30	3758,787	125,293			
Genel	44	25691,506	583,898			
Faktör-A: Çeşit				öd: önemli değil		
Faktör-B: Demir Dozları				*: önemli p<0,05		
				** : önemli p<0,01		

**Çizelge 4.64.** Demir dozlarının, yaprakların kaldırdığı sodyum miktarına (mg tkm<sup>-1</sup>) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	Ortalama
	Sodyum Alımı, (mg tkm <sup>-1</sup> )					
Matador	8,10 a C	13,17 a C	58,78 a B	85,63 a A	59,71 a B	45,07 a
Reis	7,25 a C	14,14 a BC	16,78 b BC	33,82 b AB	41,92 ab A	22,78 b
Greenstar	11,53 a B	15,91 a B	30,21 b AB	41,56 b A	31,07 b AB	26,06 b
Ortalama	8,96 C	14,41 C	35,26 B	53,65 A	44,23 AB	
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 14,511			Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 11,240		Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 25,133	

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.  
tkm: toplam kuru madde

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak yapraklarının kaldırdığı sodyum miktarında artış sağlamış, yapraktan kaldırılan en yüksek sodyum miktarı (53,65mg tkm<sup>-1</sup>) Fe4 uygulamasından elde edilmiş, en yüksek demir dozu olan Fe5 uygulamasından elde edilen yapraktan kaldırılan sodyum miktarında (44,23 mg tkm<sup>-1</sup>) azalma gözlenmiştir. ıspanak yapraklarının yapraktan kaldırılan en düşük sodyum

miktarı (8,96 mg tkm<sup>-1</sup>) ilk demir uygulamasından (Fe1) elde edilirken, Fe2 (14,41 mg tkm<sup>-1</sup>) ile aynı grupta yer almıştır.

Demir uygulamalarının yapraktan kaldırılan sodyum miktarına etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, yapraktan kaldırılan en yüksek sodyum miktarı (45,07 mg tkm<sup>-1</sup>) Matador çeşidinden elde edilmiştir. Greenstar çeşidinin yapraktan kaldırdığı sodyum miktarı 26,06 mg tkm<sup>-1</sup> olarak bulunmuş, yapraktan kaldırılan en düşük sodyum miktarı (22,78 mg tkm<sup>-1</sup>) ise Reis çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksiyonu birlikte değerlendirildiğinde, yapraktan kaldırılan en yüksek sodyum miktarı Matador (85,63 mg tkm<sup>-1</sup>) ve Greenstar çeşidinde (41,56 mg tkm<sup>-1</sup>) Fe4 dozundan sağlanmıştır. Reis çeşidinde yapraktan kaldırılan en yüksek sodyum miktarı (41,92 mg tkm<sup>-1</sup>) Fe5 dozundan elde edilmiştir.

#### 4.6.8. Yaprakların Kaldırdığı Bakır Miktarı

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak yapraklarının kaldırılan bakır miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.65’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.66’da sunulmuştur.

**Çizelge 4.65.** Yaprakların kaldırdığı bakır miktarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	0,045	0,022	14,816**	3,320	5,390
Faktör-B	4	0,105	0,026	17,374**	2,690	4,020
A*B	8	0,042	0,005	3,450**	2,270	3,170
Hata	30	0,046	0,002			
Genel	44	0,238	0,005			
Faktör-A: Çeşit				öd: önemli değil		
Faktör-B: Demir Dozları				*: önemli p<0,05		
				**: önemli p<0,01		

ıspanak yapraklarının kaldırdığı bakır miktarı üzerine; çeşit, demir dozları ve bunların interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.65).

**Çizelge 4.66.** Demir dozlarının, yaprakların kaldırdığı bakır miktarına ( $\text{mg tkm}^{-1}$ ) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)						Ortalama
	Fe1, 30 $\mu\text{M}$	Fe2, 60 $\mu\text{M}$	Fe3, 90 $\mu\text{M}$	Fe4, 120 $\mu\text{M}$	Fe5, 150 $\mu\text{M}$	Bakır Alımı, ( $\text{mg tkm}^{-1}$ )	
Matador	0,02 a	B 0,05 a B	0,19 a A	0,25 a A	0,19 a A	0,14 a	
Reis	0,03 a	B 0,05 a AB	0,05 b AB	0,11 b AB	0,13 ab A	0,08 b	
Greenstar	0,04 a	A 0,05 a A	0,08 b A	0,12 b A	0,07 b A	0,07 b	
Ortalama	0,03	B 0,05 B	0,11 A	0,16 A	0,13 A		
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,051		Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,039		Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,087			

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.  
tkm: toplam kuru madde

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak yapraklarının kaldırdığı bakır miktarında artış sağlamış, yapraktan kaldırılan en yüksek bakır miktarı ( $0,16 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) Fe4 uygulamasından elde edilmiş, en yüksek demir dozu olan Fe5 uygulamasından elde edilen yapraktan kaldırılan bakır miktarında ( $0,13 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) azalma gözlenmiştir. Ispanak yapraklarının kaldırdığı en düşük bakır miktarı ( $0,03 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) ilk demir uygulamasından (Fe1) elde edilirken, Fe2 ( $0,05 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) ile aynı grupta yer almıştır.

Demir uygulamalarının yapraktan kaldırılan bakır miktarına etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, yapraktan kaldırılan en yüksek bakır miktarı ( $0,14 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) çeşidinden elde edilmiştir. Reis çeşidinin yapraktan kaldırılan bakır miktarı  $0,08 \text{ mg tkm}^{-1}$  olarak bulunmuş, yapraktan kaldırılan en düşük bakır miktarı ise Greenstar ( $0,07 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksiyonu birlikte değerlendirildiğinde, yapraktan kaldırılan en yüksek bakır miktarı Matador ( $0,25 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) ve Greenstar ( $0,12 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) çeşidinde Fe4 dozundan sağlanmıştır. Reis çeşidinde en yüksek yapraktan kaldırılan bakır miktarı ( $0,13 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) Fe5 dozundan elde edilmiştir.

#### 4.6.9. Yaprakların Kaldırdığı Çinko Miktarı

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak yapraklarının kaldırdığı çinko miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.67’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.68’de sunulmuştur.

Ispanak yapraklarının kaldırdığı çinko miktarı üzerine; çeşit, demir dozları ve bunların etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.67).

**Çizelge 4.67.** Yaprakların kaldırdığı çinko miktarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	1,501	0,751	13,878**	3,320	5,390
Faktör-B	4	5,502	1,375	25,432**	2,690	4,020
A*B	8	1,518	0,190	3,509**	2,270	3,170
Hata	30	1,622	0,054			
Genel	44	10,143	0,231			
Faktör-A: Çeşit		öd: önemli değil				
Faktör-B: Demir Dozları		*: önemli p<0,05				
		***: önemli p<0,01				

**Çizelge 4.68.** Demir dozlarının, yaprakların kaldırdığı çinko miktarına ( $\text{mg tkm}^{-1}$ ) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					Ortalama
	Fe1, 30 $\mu\text{M}$	Fe2, 60 $\mu\text{M}$	Fe3, 90 $\mu\text{M}$	Fe4, 120 $\mu\text{M}$	Fe5, 150 $\mu\text{M}$	
	Çinko Alımı, ( $\text{mg tkm}^{-1}$ )					
Matador	0,15 a	C 0,17 a C	0,92 a B	1,58 a A	1,20 a AB	0,80 a
Reis	0,12 a	B 0,19 a B	0,20 b AB	0,55 b AB	0,72 ab A	0,36 b
Greenstar	0,26 a	B 0,29 a B	0,67 ab AB	1,10 a A	0,61 b AB	0,59 ab
Ortalama	0,18 C	0,22 C	0,60 B	1,08 A	0,84 AB	
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,301		Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,234			Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,522	

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.  
tkm: toplam kuru madde

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak yapraklarının kaldırdığı çinko miktarında artış sağlamış, yapraktan kaldırılan en yüksek çinko miktarı ( $1,08 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) Fe4 uygulamasından elde edilmiş, en yüksek demir dozu olan Fe5 uygulamasından elde edilen yapraktan kaldırılan çinko miktarında ( $0,84 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) azalma gözlenmiştir. Ispanak yapraklarının kaldırdığı en düşük çinko miktarı ( $0,18 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) ilk demir uygulamasından (Fe1) elde edilirken, Fe2 ( $0,22 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) ile aynı grupta yer almıştır.

Demir uygulamalarının yapraktan kaldırılan çinko miktarına etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, yapraktan kaldırılan en yüksek çinko miktarı ( $0,80 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) Matador çeşidinden elde edilmiştir. Greenstar çeşidinin yapraktan kaldırdığı çinko miktarı  $0,59 \text{ mg tkm}^{-1}$  olarak bulunmuş, yapraktan kaldırılan en düşük çinko miktarı ( $0,36 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) ise Reis çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksyonu birlikte değerlendirildiğinde, yapraktan kaldırılan en yüksek çinko miktarı Matador (1,58 mg tkm<sup>-1</sup>) ve Greenstar (1,10 mg tkm<sup>-1</sup>) çeşidinde Fe4 dozundan sağlanmıştır. Reis çeşidinin yapraktan kaldırılan en yüksek çinko miktarı (0,72 mg tkm<sup>-1</sup>) ise Fe5 dozundan elde edilmiştir.

#### 4.6.10.Yaprakların Kaldırdığı Mangan Miktarı

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak yapraklarının kaldırdığı mangan miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.69’da, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.70’de sunulmuştur.

İspanak yapraklarının kaldırdığı mangan miktarı üzerine; çeşit, demir dozları ve bunların interaksyonunun etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.69).

**Çizelge 4.69.** Yaprakların kaldırdığı mangan miktarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	0,658	0,329	6,367**	3,320	5,390
Faktör-B	4	5,533	1,383	26,756**	2,690	4,020
A*B	8	1,599	0,200	3,865**	2,270	3,170
Hata	30	1,551	0,052			
Genel	44	9,340	0,212			
Faktör-A: Çeşit				öd: önemli değil		
Faktör-B: Demir Dozları				*: önemli p<0,05		
				***: önemli p<0,01		

**Çizelge 4.70.** Demir dozlarının yaprakların kaldırdığı mangan miktarına (mg tkm<sup>-1</sup>) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)						Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM		
Mangan Alımı, (mg tkm <sup>-1</sup> )							
Matador	0,13 a	B 0,20 a	B 1,06 a	A 1,48 a	A 1,22 a	A	0,82 a
Reis	0,18 a	C 0,33 a	BC 0,36 b	BC 0,81 b	AB 1,04 ab	A	0,55 b
Greenstar	0,28 a	B 0,37 a	B 0,69 ab	AB 1,00 ab	A 0,55 b	AB	0,58 b
Ortalama	0,19 C	0,30 C	0,70 B	1,10 A	0,94 AB		
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,295		Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,228			Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,511		

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.  
tkm: toplam kuru madde

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak yapraklarının kaldırdığı mangan miktarında artış sağlamış, yapraktan kaldırılan en yüksek mangan miktarı ( $1,10 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) Fe4 uygulamasından elde edilmiş, en yüksek demir dozu olan Fe5 uygulamasından elde edilen yapraktan kaldırılan mangan miktarında ( $0,94 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) azalma gözlenmiştir. Ispanak yapraklarının kaldırdığı en düşük mangan miktarı ( $0,19 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) ilk demir uygulamasından (Fe1) elde edilirken, Fe2 ( $0,30 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) ile aynı grupta yer almıştır.

Demir uygulamalarının yapraktan kaldırılan mangan miktarına etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, yapraktan kaldırılan en yüksek mangan miktarı ( $0,82 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) Matador çeşidinden elde edilmiştir. Greenstar çeşidinin yapraktan kaldırdığı mangan miktarı  $0,58 \text{ mg tkm}^{-1}$  olarak bulunmuş, yapraktan kaldırılan en düşük mangan miktarı ( $0,55 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) ise Reis çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksyonu birlikte değerlendirildiğinde, yapraktan kaldırılan en yüksek mangan miktarı Matador ( $1,48 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) ve Greenstar ( $1,00 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) çeşidinde Fe4 dozundan sağlanmıştır. Reis çeşidinde yapraktan kaldırılan en yüksek mangan miktarı ( $1,04 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) Fe5 dozundan elde edilmiştir.

#### **4.6.11. Yaprakların Kaldırdığı Bor Miktarı**

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak yapraklarının kaldırdığı bor miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.71’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.72’de sunulmuştur.

Ispanak yapraklarının kaldırdığı bor miktarı üzerine; çeşit, demir dozları ve bunların interaksyonunun etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.71).



**Çizelge 4.71.** Yaprakların kaldırdığı bor miktarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri %5	%1
Faktör-A	2	0,976	0,488	22,358**	3,320	5,390
Faktör-B	4	1,768	0,442	20,251**	2,690	4,020
A*B	8	0,887	0,111	5,082**	2,270	3,170
Hata	30	0,655	0,022			
Genel	44	4,285	0,097			

Faktör-A: Çeşit  
Faktör-B: Demir Dozları  
öd: önemli değil  
\*: önemli p<0,05  
\*\*: önemli p<0,01

**Çizelge 4.72.** Demir dozlarının, yaprakların kaldırdığı bor miktarına (mg tkm<sup>-1</sup>) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)																
	Fe1, 30µM		Fe2, 60µM		Fe3, 90µM		Fe4, 120µM		Fe5, 150µM		Ortalama						
	Bor Alımı, (mg tkm <sup>-1</sup> )																
Matador	0,09	a	C	0,16	a	C	0,73	a	B	1,08	a	A	0,76	a	AB	0,57	a
Reis	0,08	a	B	0,15	a	B	0,18	b	AB	0,37	b	AB	0,49	ab	A	0,26	b
Greenstar	0,13	a	A	0,16	a	A	0,30	b	A	0,39	b	A	0,27	b	A	0,25	b
Ortalama	0,10		C	0,16		C	0,40		B	0,61		A	0,51		AB		
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,192			Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,148				Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,332										

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.  
tkm: toplam kuru madde

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak yapraklarının kaldırdığı bor miktarında artış sağlamış, yapraktan kaldırılan en yüksek bor miktarı (0,61 mg tkm<sup>-1</sup>) Fe4 uygulamasından elde edilmiş, en yüksek demir dozu olan Fe5 uygulamasından elde edilen yapraktan kaldırılan bor miktarında (0,51 mg tkm<sup>-1</sup>) azalma gözlenmiştir. Ispanak köklerinin yapraktan kaldırılan en düşük bor miktarı (0,10 mg tkm<sup>-1</sup>) ilk demir uygulamasından (Fe1) elde edilirken, Fe2 (0,16 mg tkm<sup>-1</sup>) ile aynı grupta yer almıştır.

Demir uygulamalarının yapraktan kaldırılan bor miktarına etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, en yüksek yapraktan kaldırılan bor miktarı Matador (0,57 mg tkm<sup>-1</sup>) çeşidinden elde edilmiştir. Reis çeşidinin yapraktan kaldırılan bor miktarı (0,26 mg tkm<sup>-1</sup>) olarak bulunmuş, en düşük yapraktan kaldırılan bor miktarı ise Greenstar (0,25 mg tkm<sup>-1</sup>) çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksiyonu birlikte değerlendirildiğinde, yapraktan kaldırılan en yüksek bor miktarı Matador (1,08 mg tkm<sup>-1</sup>) ve Greenstar çeşidinde (0,39 mg tkm<sup>-1</sup>)

Fe4 dozundan sağlanmışır. Reis çeşidinde yapraktan kaldırılan en yüksek bor miktarı (0,49 mg tkm<sup>-1</sup>) Fe5 dozundan elde edilmiştir.

#### 4.7. Köklerin Kaldırdığı Besin Elementi Miktarları

Artan dozlarda uygulanan demirin; ıspanak köklerinin kaldırdığı besin elementi miktarlarına etkisi aşağıdaki bölümde ayrıntılı olarak incelenmiştir.

##### 4.7.1. Köklerin Kaldırdığı Demir Miktarı

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak köklerinin kaldırdığı demir miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.73’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.74’de sunulmuştur.

**Çizelge 4.73.** Köklerin kaldırdığı demir miktarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	846,772	423,386	121,915**	3,320	5,390
Faktör-B	4	3092,023	773,006	222,588**	2,690	4,020
A*B	8	662,985	82,873	23,863**	2,270	3,170
Hata	30	104,184	3,473			
Genel	44	4705,964	106,954			
Faktör-A: Çeşit			öd: önemli değil			
Faktör-B: Demir Dozları			*: önemli p<0,05			
			***: önemli p<0,01			

**Çizelge 4.74.** Demir dozlarının, köklerin kaldırdığı demir miktarına (mg tkm<sup>-1</sup>) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	
	Demir, (mg tkm <sup>-1</sup> )					
Matador	1,20 a	D 3,28 a D	10,68 a C	29,55 a B	33,77 a A	15,70 a
Reis	0,86 a	B 1,25 a B	2,53 b B	9,78 c A	11,34 c A	5,15 c
Greenstar	1,33 a	C 2,85 a C	7,24 a B	17,49 b A	17,48 b A	9,27 b
Ortalama	1,13 C	2,46 C	6,82 B	18,94 A	20,86 A	
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 2,416		Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 1,871		Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 4,184		

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

ıspanak köklerinin kaldırdığı demir miktarı üzerine; çeşit, demir dozları ve bunların interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.73).

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak köklerinin kaldırdığı demir miktarında artış sağlamış, kökten kaldırılan en yüksek demir miktarı (20,86 mg tkm<sup>-1</sup>) Fe5 uygulamasından elde edilmiştir. Ispanak köklerinin kaldırdığı en düşük demir miktarı (1,13 mg tkm<sup>-1</sup>) ilk demir uygulamasından (Fe1) elde edilirken, Fe2 (2,46 mg tkm<sup>-1</sup>) ile aynı grupta yer almıştır.

Demir uygulamalarının kökten kaldırılan demir miktarına etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, en yüksek kökten kaldırılan demir miktarı (15,70 mg tkm<sup>-1</sup>) Matador çeşidinden elde edilmiştir. Greenstar çeşidinin kökten kaldırdığı demir miktarı 9,27 mg tkm<sup>-1</sup> olarak bulunmuş, kökten kaldırılan en düşük demir miktarı (5,15 mg tkm<sup>-1</sup>) ise Reis çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksiyonu birlikte değerlendirildiğinde, kökten kaldırılan en yüksek demir miktarı Matador (33,77 mg tkm<sup>-1</sup>) ve Reis (11,34 mg tkm<sup>-1</sup>) çeşidinde Fe5 dozundan sağlanmıştır. Greenstar çeşidinde kökten kaldırılan en yüksek demir miktarı (17,49 mg tkm<sup>-1</sup>) Fe4 dozundan elde edilmiştir.

#### 4.7.2. Köklerin Kaldırdığı Azot Miktarı

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak köklerinin kaldırdığı azot miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.75’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.76’da sunulmuştur.

**Çizelge 4.75.** Köklerin kaldırdığı azot miktarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	38241,254	19120,627	27,727**	3,320	5,390
Faktör-B	4	125428,513	31357,128	45,472**	2,690	4,020
A*B	8	29031,945	3628,993	5,262**	2,270	3,170
Hata	30	20687,875	689,596			
Genel	44	213389,586	4849,763			
Faktör-A: Çeşit				öd: önemli değil		
Faktör-B: Demir Dozları				*: önemli p<0,05		
				** : önemli p<0,01		

Ispanak köklerinin kaldırdığı azot miktarı üzerine; çeşit, demir dozları ve bunların interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.75).

**Çizelge 4.76.** Demir dozlarının, köklerin kaldırdığı azot miktarına ( $\text{mg tkm}^{-1}$ ) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					Ortalama
	Fe1, 30 $\mu\text{M}$	Fe2, 60 $\mu\text{M}$	Fe3, 90 $\mu\text{M}$	Fe4, 120 $\mu\text{M}$	Fe5, 150 $\mu\text{M}$	
	Azot Alımı, ( $\text{mg tkm}^{-1}$ )					
Matador	29,80 a C	42,94 a C	149,70 a B	245,76 a A	206,84 a AB	135,01 a
Reis	26,67 a C	36,26 a BC	61,88 b ABC	91,83 b AB	103,43 b A	64,02 c
Greenstar	35,20 a B	47,33 a B	107,57 ab A	125,59 b A	148,69 ab A	92,88 b
Ortalama	30,56 C	42,18 C	106,38 B	154,40 A	152,99 A	
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 34,042		Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> :26,369			Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 58,963	

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.  
tkm: toplam kuru madde

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak köklerinin kaldırdığı azot miktarında artış sağlamış, kökten kaldırılan en yüksek azot miktarı ( $154,40 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) Fe4 uygulamasından elde edilmiş, en yüksek demir dozu olan Fe5 uygulamasından elde edilen kökten kaldırılan azot miktarında ( $152,99 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) azalma gözlenmiştir. Ispanak köklerinin kaldırdığı en düşük azot miktarı ( $30,56 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) ilk demir uygulamasından (Fe1) elde edilirken, Fe2 ( $42,18 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) ile aynı grupta yer almıştır.

Demir uygulamalarının kökten kaldırılan azot miktarına etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, kökten kaldırılan en yüksek azot miktarı ( $135,01 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) Matador çeşidinden elde edilmiştir. Greenstar çeşidinin kökten kaldırdığı azot miktarı  $92,88 \text{ mg tkm}^{-1}$  olarak bulunmuş, kökten kaldırılan en düşük azot miktarı ( $64,02 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) ise Reis çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksiyonu birlikte değerlendirildiğinde, kökten kaldırılan en yüksek azot miktarı ( $245,76 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) Matador çeşidinde Fe4 dozundan sağlanmıştır. Greenstar ( $148,69 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) ve Reis ( $103,43 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) çeşidinde kökten kaldırılan en yüksek azot miktarı Fe5 dozundan elde edilmiştir.

#### 4.7.3. Köklerin Kaldırdığı Fosfor Miktarı

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak köklerinin kaldırdığı fosfor miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.77’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.78’de sunulmuştur.

ıspanak köklerinin kaldırdığı fosfor miktarı üzerine; çeşit, demir dozları ve bunların interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.77).

**Çizelge 4.77.** Köklerin kaldırdığı fosfor miktarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri %5	%1
Faktör-A	2	2222,986	1111,493	43,860**	3,320	5,390
Faktör-B	4	6910,805	1727,701	68,175**	2,690	4,020
A*B	8	1904,936	238,117	9,396**	2,270	3,170
Hata	30	760,2621	25,342			
Genel	44	11798,989	268,159			

Faktör-A: Çeşit  
Faktör-B: Demir Dozları  
öd: önemli değil  
\*: önemli p<0,05  
\*\*\*: önemli p<0,01

**Çizelge 4.78.** Demir dozlarının, köklerin kaldırdığı fosfor miktarına (mg tkm<sup>-1</sup>) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	
	Fosfor, (mg tkm <sup>-1</sup> )					
Matador	5,14 a C	8,17 a C	26,84 a B	57,49 a A	49,56 a A	49,56 a
Reis	4,87 a C	7,48 a C	8,89 b BC	19,21 c AB	20,70 b A	20,70 c
Greenstar	8,37 a B	9,86 a B	22,10 a A	32,10 b A	30,09 b A	30,09 b
Ortalama	6,13 C	8,51 C	19,28 B	36,27 A	33,45 A	
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 6,526	Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 5,055			Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 11,303		

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

tkm: toplam kuru madde

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak köklerinin kaldırdığı fosfor miktarında artış sağlamış, kökten kaldırılan en yüksek fosfor miktarı (36,27 mg tkm<sup>-1</sup>) Fe4 uygulamasından elde edilmiş, en yüksek demir dozu olan Fe5 uygulamasından elde edilen kökten kaldırılan fosfor miktarında (33,45 mg tkm<sup>-1</sup>) azalma gözlenmiştir. ıspanak köklerinin kökten kaldırılan en düşük fosfor miktarı (6,13 mg tkm<sup>-1</sup>) ilk demir uygulamasından (Fe1) elde edilirken, Fe2 (8,51 mg tkm<sup>-1</sup>) ile aynı grupta yer almıştır.

Demir uygulamalarının kökten kaldırılan fosfor miktarına etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, kökten kaldırılan en yüksek fosfor miktarı (49,56 mg tkm<sup>-1</sup>) Matador çeşidinden elde edilmiştir. Greenstar çeşidinin kökten kaldırılan fosfor miktarı 30,09 mg tkm<sup>-1</sup> olarak bulunmuş, en düşük kökten kaldırılan fosfor miktarı (20,70 mg tkm<sup>-1</sup>) ise Reis çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksiyonu birlikte değerlendirildiğinde, kökten kaldırılan en yüksek fosfor miktarı Matador (57,49 mg tkm<sup>-1</sup>) ve Greenstar (32,10 mg tkm<sup>-1</sup>) çeşidinde Fe4 dozundan sağlanmıştır. Reis çeşidinin en yüksek kökten kaldırılan fosfor miktarı (20,70 mg tkm<sup>-1</sup>) ise Fe5 dozundan elde edilmiştir.

#### 4.7.4. Köklerin Kaldırdığı Potasyum Miktarı

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak köklerinin kaldırdığı potasyum miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.79’da, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.80’de sunulmuştur.

**Çizelge 4.79.** Köklerin kaldırdığı potasyum miktarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F Değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	47174,921	23587,460	17,368**	3,320	5,390
Faktör-B	4	178951,933	47737,983	32,942**	2,690	4,020
A*B	8	53657,254	6707,157	4,939**	2,270	3,170
Hata	30	40742,514	1358,084			
Genel	44	320526,621	7284,696			
Faktör-A: Çeşit			öd: önemli değil			
Faktör-B: Demir Dozları			*: önemli p<0,05			
			** : önemli p<0,01			

**Çizelge 4.80.** Demir dozlarının köklerin kaldırdığı potasyum miktarına (mg tkm<sup>-1</sup>) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)						Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	Potasyum, (mg tkm <sup>-1</sup> )	
Matador	20,66 a	C 40,65 a	C 165,42 a	B 303,34 a	A 223,10 a	AB 150,64 a	
Reis	30,05 a	B 49,14 a	AB 49,57 b	AB 101,73 b	AB 126,52 b	A 71,40 b	
Greenstar	50,85 a	C 55,12 a	BC 134,49 a	AB 170,63 b	A 159,12 ab	A 114,04 a	
Ortalama	33,85 C	48,30 C	116,49 B	191,90 A	169,58 A		
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 47,773			Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 37,005		Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 82,746		

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

tkm: toplam kuru madde

Ispanak köklerinin kaldırdığı potasyum miktarı üzerine; çeşit, demir dozları ve bunların interaksyonunun etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.79).

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak köklerinin kaldırdığı potasyum miktarında artış sağlamış, kökten kaldırılan en yüksek potasyum miktarı (191,90 mg tkm<sup>-1</sup>) Fe4 uygulamasından elde edilmiş, en yüksek demir dozu olan Fe5 uygulamasından elde edilen kökten kaldırılan potasyum miktarında (169,58 mg tkm<sup>-1</sup>) azalma gözlenmiştir. Ispanak köklerinin kökten kaldırılan en düşük potasyum miktarı (33,85 mg tkm) ilk demir uygulamasından (Fe1) elde edilirken, Fe2 (48,30 mg tkm<sup>-1</sup>) ile aynı grupta yer almıştır.

Demir uygulamalarının kökten kaldırılan potasyum miktarına etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, kökten kaldırılan en yüksek potasyum miktarı (150,64 mg tkm<sup>-1</sup>) Matador çeşidinden elde edilmiştir. Greenstar çeşidinin kökten kaldırdığı potasyum miktarı 114,04 mg tkm<sup>-1</sup> olarak bulunmuş, kökten kaldırılan en düşük potasyum miktarı (71,40 mg tkm<sup>-1</sup>) ise Reis çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksyonu birlikte değerlendirildiğinde, kökten kaldırılan en yüksek potasyum miktarı Matador (303,34 mg tkm<sup>-1</sup>) ve Greenstar (170,63 mg tkm<sup>-1</sup>) çeşidinde Fe4 dozundan sağlanmıştır. Reis çeşidinin kökten kaldırılan en yüksek potasyum miktarı (126,52 mg tkm<sup>-1</sup>) ise Fe5 dozundan elde edilmiştir.

#### **4.7.5. Köklerin Kaldırdığı Kalsiyum Miktarı**

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak köklerinin kaldırdığı kalsiyum miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.81'de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.82'de sunulmuştur.

Ispanak köklerinin kaldırdığı kalsiyum miktarı üzerine; çeşit, demir dozları ve bunların interaksyonunun etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.81).

**Çizelge 4.81.** Köklerin kaldırdığı kalsiyum miktarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	666,097	333,048	78,316**	3,320	5,390
Faktör-B	4	1899,344	774,836	111,658**	2,690	4,020
A*B	8	425,699	53,212	12,513**	2,270	3,170
Hata	30	127,578	4,253			
Genel	44	3118,717	70,880			
Faktör-A: Çeşit			öd: önemli değil			
Faktör-B: Demir Dozları			*: önemli p<0,05			
			***: önemli p<0,01			

**Çizelge 4.82.** Demir dozlarının, köklerin kaldırdığı kalsiyum miktarına (mg tkm<sup>-1</sup>) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)						Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	Kalsiyum, (mg tkm <sup>-1</sup> )	
Matador	3,58 a C	4,95 a C	14,11 a B	29,17 a A	27,08 a A	15,78 a	
Reis	2,64 a B	3,06 a B	4,18 b B	11,11 b A	11,32 b A	6,46 c	
Greenstar	3,99 a C	4,85 a C	9,60 a B	15,30 b A	15,64 b A	9,88 b	
Ortalama	3,41 C	4,29 C	9,30 B	18,53 A	18,01 A		
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 2,673		Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 2,071			Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 4,630		

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.  
tkm: toplam kuru madde

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak köklerinin kaldırdığı kalsiyum miktarında artış sağlamış, kökten kaldırılan en yüksek kalsiyum miktarı (18,53 mg tkm<sup>-1</sup>) Fe4 uygulamasından elde edilmiş, en yüksek demir dozu olan Fe5 uygulamasından elde edilen kökten kaldırılan kalsiyum miktarında (18,01 mg tkm<sup>-1</sup>) azalma gözlenmiştir. Ispanak köklerinin kaldırılan en düşük kalsiyum miktarı (3,41 mg tkm<sup>-1</sup>) ilk demir uygulamasından (Fe1) elde edilirken, Fe2 (4,29 mg tkm<sup>-1</sup>) ile aynı grupta yer almıştır.

Demir uygulamalarının kökten kaldırılan kalsiyum miktarına etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, kökten kaldırılan en yüksek kalsiyum miktarı (15,78 mg tkm<sup>-1</sup>) Matador çeşidinden elde edilmiştir. Greenstar çeşidinin kökten kaldırdığı kalsiyum miktarı 9,88 mg tkm<sup>-1</sup> olarak bulunmuş, kökten kaldırılan en düşük kalsiyum miktarı (6,46 mg tkm<sup>-1</sup>) ise Reis çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksiyonu birlikte değerlendirildiğinde, kökten kaldırılan en yüksek kalsiyum miktarı (29,17 mg tkm<sup>-1</sup>) Matador çeşidinde Fe4 dozundan



sağlanmıştır. Greenstar (15,64 mg tkm<sup>-1</sup>) ve Reis (11,32 mg tkm<sup>-1</sup>) çeşidinde kökten kaldırılan en yüksek kalsiyum miktarı Fe5 dozundan elde edilmiştir.

#### 4.7.6. Köklerin Kaldırdığı Magnezyum Miktarı

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak köklerinin kaldırdığı magnezyum miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.83’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.84’de sunulmuştur.

**Çizelge 4.83.** Köklerin kaldırdığı magnezyum miktarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	6145,619	3072,809	1,844öd	3,320	5,390
Faktör-B	4	117342,891	29335,723	17,605**	2,690	4,020
A*B	8	39400,428	4925,053	2,956*	2,270	3,170
Hata	30	49989,566	1666,319			
Genel	44	212878,504	4838,148			
Faktör-A: Çeşit			öd: önemli değil			
Faktör-B: Demir Dozları			*: önemli p<0,05			
			***: önemli p<0,01			

**Çizelge 4.84.** Demir dozlarının, köklerin kaldırdığı magnezyum miktarına (mg tkm<sup>-1</sup>) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)						Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM		
	Magnezyum, (mg tkm <sup>-1</sup> )						
Matador	92,99 b B	162,46 a A	26,52 a B	52,79 a B	41,65 a B	75,28	
Reis	103,39 ab A	82,35 b AB	74,58 a AB	29,24 a B	29,97 a B	63,91	
Greenstar	165,88 a A	221,81 a A	20,78 a B	30,17 a B	23,08 a B	92,34	
Ortalama	120,75 A	155,54 A	40,63 B	37,40 B	31,57 B		
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 52,918		Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : ns			Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.5</sub> : 68,12		

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.

tkm: toplam kuru madde

ıspanak köklerinin kaldırdığı magnezyum miktarı üzerine; demir dozlarının etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde, çeşit x demir dozu interaksyonu ise istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge4.83).

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak köklerinin kaldırdığı magnezyum miktarında düşüşe neden olmuş, kökten kaldırılan en yüksek magnezyum miktarı (155,54 mg tkm<sup>-1</sup>) Fe2 uygulamasından elde edilmiştir. ıspanak köklerinin kökten

kaldırılan en düşük magnezyum miktarı (31,57 mg tkm<sup>-1</sup>) Fe5 uygulamasından elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksiyonu birlikte değerlendirildiğinde, kökten kaldırılan en yüksek magnezyum miktarı Greenstar (221,81 mg tkm<sup>-1</sup>) ve Matador (162,46 mg tkm<sup>-1</sup>) çeşidinde Fe2 dozundan sağlanmıştır. Reis çeşidinin kökten kaldırılan en yüksek magnezyum miktarı ise (103,39 mg tkm<sup>-1</sup>) Fe1 dozundan elde edilmiştir.

#### 4.7.7. Köklerin Kaldırdığı Sodyum Miktarı

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak köklerinin kaldırdığı sodyum miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.85’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.86’da sunulmuştur.

**Çizelge 4.85.** Köklerin kaldırdığı sodyum miktarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	173,312	86,656	19,433**	3,320	5,390
Faktör-B	4	696,865	174,216	39,069**	2,690	4,020
A*B	8	183,385	22,923	5,141**	2,270	3,170
Hata	30	133,776	4,459			
Genel	44	1187,338	26,985			
Faktör-A: Çeşit			öd: önemli değil			
Faktör-B: Demir Dozları			*: önemli p<0,05			
			***: önemli p<0,01			

**Çizelge 4.86.** Demir dozlarının, köklerin kaldırdığı sodyum miktarına (mg tkm<sup>-1</sup>) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)						Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	Sodyum, (mg tkm <sup>-1</sup> )	
Matador	1,65 a C	2,66 a C	9,90 a B	18,41 a A	14,89 a A	9,50 a	
Reis	2,00 a B	3,15 a B	3,34 b B	6,72 b AB	8,34 b A	4,71 b	
Greenstar	3,12 a B	3,37 a B	7,10 ab AB	9,80 b A	10,42 ab A	6,76 b	
Ortalama	2,26 C	3,06 C	6,78 B	11,65 A	11,22 A		
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> :2,737		Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 2,120			Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 4,741		

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.  
tkm: toplam kuru madde

Ispanak köklerinin kaldırdığı sodyum miktarı üzerine; çeşit, demir dozları ve bunların interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.85).

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak köklerinin kaldırdığı sodyum miktarında artış sağlamış, kökten kaldırılan en yüksek sodyum miktarı ( $11,65 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) Fe4 uygulamasından elde edilmiş, en yüksek demir dozu olan Fe5 uygulamasından elde edilen kökten kaldırılan sodyum miktarında ( $11,22 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) azalma gözlenmiştir. Ispanak köklerinin kaldırdığı en düşük sodyum miktarı ( $2,26 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) ilk demir uygulamasından (Fe1) elde edilirken, Fe2 ( $3,06 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) ile aynı grupta yer almıştır.

Demir uygulamalarının kökten kaldırılan sodyum miktarına etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, kökten kaldırılan en yüksek sodyum miktarı ( $9,50 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) Matador çeşidinden elde edilmiştir. Greenstar çeşidinin kökten kaldırdığı sodyum miktarı  $6,76 \text{ mg tkm}^{-1}$  olarak bulunmuş, kökten kaldırılan en düşük sodyum miktarı ( $4,71 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) ise Reis çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksiyonu birlikte değerlendirildiğinde, kökten kaldırılan en yüksek sodyum miktarı ( $18,41 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) Matador çeşidinde Fe4 dozundan sağlanmıştır. Greenstar ( $10,42 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) ve Reis ( $8,34 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) çeşidinde kökten kaldırılan en yüksek sodyum miktarı Fe5 dozundan elde edilmiştir.

#### **4.7.8. Köklerin Kaldırdığı Bakır Miktarı**

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak köklerinin kaldırdığı bakır miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.87’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.88’de sunulmuştur.

Ispanak köklerinin kaldırdığı bakır miktarı üzerine; çeşit, demir dozları ve bunların interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.87).

**Çizelge 4.87.** Köklerin kaldırdığı bakır miktarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	0,040	0,020	51,226**	3,320	5,390
Faktör-B	4	0,058	0,015	36,898**	2,690	4,020
A*B	8	0,025	0,003	7,928**	2,270	3,170
Hata	30	0,012	0,000			
Genel	44	0,135	0,003			

Faktör-A: Çeşit  
Faktör-B: Demir Dozları

öd: önemli değil  
\*: önemli p<0,05  
\*\*: önemli p<0,01

**Çizelge 4.88.** Demir dozlarının; köklerin kaldırdığı bakır miktarına (mg tkm<sup>-1</sup>) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)						Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	Bakır, (mg tkm <sup>-1</sup> )	
Matador	0,05 a	C 0,06 a C	0,15 a B	0,21 a A	0,19 a AB	0,13 a	
Reis	0,03 a	B 0,04 a B	0,05 b AB	0,09 b A	0,09 b A	0,06 c	
Greenstar	0,06 a	A 0,08 a A	0,09 b A	0,11 b A	0,10 b A	0,09 b	
Ortalama	0,05 C	0,06 C	0,10 B	0,14 A	0,13 A		

Fe<sub>LSD<0.01</sub>: 0,026      Çeşit<sub>LSD<0.01</sub>: 0,020      Fe\*Çeşit<sub>LSD<0.01</sub>: 0,045

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düzey karşılaştırmayı ifade etmektedir.  
tkm: toplam kuru madde

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak köklerinin kaldırdığı bakır miktarında artış sağlamış, kökten kaldırılan en yüksek bakır miktarı (0,14 mg tkm<sup>-1</sup>) Fe4 uygulamasından elde edilmiş, en yüksek demir dozu olan Fe5 uygulamasından elde edilen kökten kaldırılan bakır miktarında (0,13 mg tkm<sup>-1</sup>) azalma gözlenmiştir. Ispanak köklerinin kaldırdığı en düşük bakır miktarı (0,05 mg tkm<sup>-1</sup>) ilk demir uygulamasından (Fe1) elde edilirken, Fe2 (0,06 mg tkm<sup>-1</sup>) ile aynı grupta yer almıştır.

Demir uygulamalarının kökten kaldırılan bakır miktarına etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, kökten kaldırılan en yüksek bakır miktarı (0,13 mg tkm<sup>-1</sup>) Matador çeşidinden elde edilmiştir. Greenstar çeşidinin kökten kaldırdığı bakır miktarı 0,09 mg tkm<sup>-1</sup> olarak bulunmuş, kökten kaldırılan en düşük bakır miktarı (0,06 mg tkm<sup>-1</sup>) ise Reis çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksiyonu birlikte değerlendirildiğinde, kökten kaldırılan en yüksek bakır miktarı Matador (0,21 mg tkm<sup>-1</sup>) ve Greenstar (0,11 mg tkm<sup>-1</sup>) çeşidinde

Fe4 dozundan sağlanmıştır. Reis çeşidinin kökten kaldırdığı en yüksek bakır miktarı (0,09 mg tkm<sup>-1</sup>) ise Fe4 ve Fe5 dozlarından elde edilmiştir.

#### 4.7.9. Köklerin Kaldırdığı Çinko Miktarı

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak köklerinin kaldırdığı çinko miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.89’da, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.90’da sunulmuştur.

**Çizelge 4.89.** Köklerin kaldırdığı çinko miktarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	0,430	0,215	0,215**	3,320	5,390
Faktör-B	4	0,878	0,219	0,219**	2,690	4,020
A*B	8	0,233	0,029	0,029**	2,270	3,170
Hata	30	0,086	0,003			
Genel	44	1,627	0,037			
Faktör-A: Çeşit			öd: önemli değil			
Faktör-B: Demir Dozları			*: önemli p<0,05			
			**: önemli p<0,01			

**Çizelge 4.90.** Demir dozlarının, köklerin kaldırdığı çinko miktarına (mg tkm<sup>-1</sup>) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)						Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM		
Çinko, (mg tkm <sup>-1</sup> )							
Matador	0,10 a C	0,13 a C	0,32 a B	0,63 a A	0,63 a A		0,36 a
Reis	0,07 a C	0,08 a BC	0,09 b ABC	0,20 c AB	0,21 c A		0,13 c
Greenstar	0,14 a C	0,16 a C	0,31 a B	0,46 b A	0,42 b AB		0,30 b
Ortalama	0,10 C	0,13 C	0,24 B	0,43 A	0,42 A		
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,070		Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,054			Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,120		

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.  
tkm: toplam kuru madde

ıspanak köklerinin kaldırdığı çinko miktarı üzerine; çeşit, demir dozları ve bunların interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.89).

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak köklerinin kaldırdığı çinko miktarında artış sağlamış, kökten kaldırılan en yüksek çinko miktarı (0,43 mg tkm<sup>-1</sup>) Fe4 uygulamasından elde edilmiş, en yüksek demir dozu olan Fe5 uygulamasından elde

edilen kökten kaldırılan çinko miktarında (0,42 mg tkm<sup>-1</sup>) azalma gözlenmiştir. Ispanak köklerinin kökten kaldırılan en düşük çinko miktarı (0,10 mg tkm<sup>-1</sup>) ilk demir uygulamasından (Fe1) elde edilirken, Fe2 (0,13 mg tkm<sup>-1</sup>) ile aynı grupta yer almıştır.

Demir uygulamalarının kökten kaldırılan çinko miktarına etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, kökten kaldırılan en yüksek çinko miktarı (0,36 mg tkm<sup>-1</sup>) Matador çeşidinden elde edilmiştir. Greenstar çeşidinin kökten kaldırdığı çinko miktarı 0,30 mg tkm<sup>-1</sup> olarak bulunmuş, kökten kaldırılan en düşük çinko miktarı (0,13 mg tkm<sup>-1</sup>) ise Reis çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksiyonları birlikte değerlendirildiğinde, en yüksek kökten kaldırılan çinko miktarı Matador (0,63 mg tkm<sup>-1</sup>) çeşidinde Fe4 ve Fe5 dozlarından sağlanmıştır. Greenstar çeşidinde en yüksek kökten kaldırılan çinko miktarı (0,46 mg tkm<sup>-1</sup>) Fe4 dozundan, Reis çeşidinin en yüksek kökten kaldırılan çinko miktarı ise (0,21 mg tkm<sup>-1</sup>) Fe5 dozundan elde edilmiştir.

#### 4.7.10. Köklerin Kaldırdığı Mangana Miktarı

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak köklerinin kaldırdığı mangana miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.91’de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.92’de sunulmuştur.

Ispanak köklerinin kaldırdığı mangana miktarı üzerine; çeşit, demir dozları ve bunların interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.91).

**Çizelge 4.91.** Köklerin kaldırdığı mangana miktarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	6,007	3,003	30,834**	3,320	5,390
Faktör-B	4	22,372	5,593	57,422**	2,690	4,020
A*B	8	2,603	0,325	3,341**	2,270	3,170
Hata Genel	30 44	2,922 33,904	0,097 0,771			

Faktör-A: Çeşit  
Faktör-B: Demir Dozları  
öd: önemli değil  
\*: önemli p<0,05  
\*\*: önemli p<0,01

**Çizelge 4.92.** Demir dozlarının, köklerin kaldırdığı mangan miktarına ( $\text{mg tkm}^{-1}$ ) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					Ortalama
	Fe1, 30 $\mu\text{M}$	Fe2, 60 $\mu\text{M}$	Fe3, 90 $\mu\text{M}$	Fe4, 120 $\mu\text{M}$	Fe5, 150 $\mu\text{M}$	
	Mangan, ( $\text{mg tkm}^{-1}$ )					
Matador	0,10 a C	0,16 a C	0,78 b BC	1,45 b AB	1,58 a A	0,81 b
Reis	0,12 a B	0,37 a B	0,47 b B	1,60 b A	1,48 a A	0,81 b
Greenstar	0,49 a C	0,56 a C	1,85 a B	3,00 a A	2,02 a B	1,59 a
Ortalama	0,24 C	0,36 C	1,04 B	2,02 A	1,70 A	
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,405		Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,313			Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> : 0,701	

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.  
tkm: toplam kuru madde

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak köklerinin kaldırdığı mangan miktarında artış sağlamış, kökten kaldırılan en yüksek mangan miktarı ( $2,02\text{mg tkm}^{-1}$ ) Fe4 uygulamasından elde edilmiş, en yüksek demir dozu olan Fe5 uygulamasından elde edilen kökten kaldırılan mangan miktarında ( $1,70\text{mg tkm}^{-1}$ ) azalma gözlenmiştir. Ispanak köklerinin kökten kaldırdığı en düşük mangan miktarı ( $0,24\text{ mg tkm}^{-1}$ ) ilk demir uygulamasından (Fe1) elde edilirken, Fe2 ( $0,36\text{mg tkm}^{-1}$ ) ile aynı grupta yer almıştır.

Demir uygulamalarının kökten kaldırılan mangan miktarına etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, kökten kaldırılan en yüksek mangan miktarı ( $1,59\text{ mg tkm}^{-1}$ ) Greenstar çeşidinden elde edilmiştir. Kökten kaldırılan en düşük mangan miktarı ( $0,81\text{ mg tkm}^{-1}$ ) ise Matador ve Reis çeşitlerinden elde edilmiştir.

Çeşit ve demir dozları interaksiyonu birlikte değerlendirildiğinde, kökten kaldırılan en yüksek mangan miktarı Greenstar ( $3,00\text{ mg tkm}^{-1}$ ) ve Reis ( $1,60\text{ mg tkm}^{-1}$ ) çeşidinde Fe4 dozundan sağlanmıştır. Matador çeşidinin kökten kaldırdığı en yüksek mangan miktarı ( $1,58\text{ mg tkm}^{-1}$ ) ise Fe5 dozundan elde edilmiştir.

#### 4.7.11. Köklerin Kaldırdığı Bor Miktarı

Artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak köklerinin kaldırdığı bor miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.93'de, verilere ait ortalamalar ve LSD testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.94'de sunulmuştur.

Ispanak köklerinin kaldırdığı bor miktarı üzerine; çeşit, demir dozları ve bunların interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.93).

**Çizelge 4.93.** Köklerin kaldırdığı bor miktarı varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değeri	
					%5	%1
Faktör-A	2	0,003	0,002	19,425**	3,320	5,390
Faktör-B	4	0,011	0,003	30,350**	2,690	4,020
A*B	8	0,003	0,000	4,738**	2,270	3,170
Hata	30	0,003	0,000			
Genel	44	0,020	0,000			

Faktör-A: Çeşit  
Faktör-B: Demir Dozları

öd: önemli değil  
\*: önemli p<0,05  
\*\*: önemli p<0,01

**Çizelge 4.94.** Demir dozlarının, köklerin kaldırdığı bor miktarına (mg tkm<sup>-1</sup>) etkisi

Çeşit	Demir Dozları, (Fe)					Ortalama
	Fe1, 30µM	Fe2, 60µM	Fe3, 90µM	Fe4, 120µM	Fe5, 150µM	
	Bor Alımı, (mg tkm <sup>-1</sup> )					
Matador	0,01 a C	0,02 a C	0,05 a B	0,08 a A	0,07 a AB	0,04 a
Reis	0,01 a B	0,02 a AB	0,02 ab AB	0,03 b AB	0,04 b A	0,02 b
Greenstar	0,02 a B	0,02 a B	0,03 b AB	0,04 b A	0,04 b A	0,03 b
Ortalama	0,01 C	0,02 C	0,03 B	0,05 A	0,05 A	
Fe <sub>LSD&lt;0.01</sub> :0,012	Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> :0,009			Fe*Çeşit <sub>LSD&lt;0.01</sub> :0,021		

Büyük harfler yatay karşılaştırmayı, küçük harfler düşey karşılaştırmayı ifade etmektedir.  
tkm: toplam kuru madde

Artan miktarlarda uygulanan demir dozları, ıspanak köklerinin kaldırdığı bor miktarında artış sağlamış, kökten kaldırılan en yüksek bor miktarı (0,05 mg tkm<sup>-1</sup>) Fe4 ve Fe5 uygulamasından elde edilmiştir. Ispanak köklerinin kaldırdığı en düşük bor miktarı (0,01mg tkm<sup>-1</sup>) ilk demir uygulamasından (Fe1) elde edilirken, Fe2 (0,02 mg tkm<sup>-1</sup>) ile aynı grupta yer almıştır.

Demir uygulamalarının kökten kaldırılan bor miktarına etkisi ıspanak çeşitlerinde farklı olmuş, kökten kaldırılan en yüksek bor miktarı (0,04 mg tkm<sup>-1</sup>) Matador çeşidinden elde edilmiştir. Greenstar çeşidinin kökten kaldırdığı bor miktarı 0,03 mg tkm<sup>-1</sup> olarak bulunmuş, kökten kaldırılan en düşük bor miktarı (0,02 mg tkm<sup>-1</sup>) ise Reis çeşidinden elde edilmiştir.



Çeşit ve demir dozları interaksyonu birlikte değerlendirildiğinde, kökten kaldırılan en yüksek bor miktarı Matador ( $0.08 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) çeşidinde Fe4 dozundan sağlanmıştır. Reis çeşidinde kökten kaldırılan en yüksek bor miktarı ( $0,04 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) Fe5 dozundan, Greenstar çeşidinde kökten kaldırılan en yüksek bor miktarı ( $0,04 \text{ mg tkm}^{-1}$ ) ise Fe4 ve Fe5 dozlarından elde edilmiştir.



## 5. SONUÇ

Büyüme için mutlak gerekli olarak bilinen besin elementleri bitki metabolizmasında önemli rol oynar. Bu besinler arasındaki denge, bitkilerin verimini ve kalitesini olumlu yönde etkiler. Bunlardan birinin fazla veya az olması, bu metabolizmada verim ve kalitenin azalması ile sonuçlanan bazı bozukluklara neden olur. Denememizde ıspanak yetiştirilen hidroponik ortama artan miktarlarda uygulanan demir, ıspanak bitkisinin yaprak ve kök kuru madde verimini, SPAD değerlerini, makro ve mikro besin element içeriklerini ve kaldırılan miktarlarını olumlu yönde etkilemiştir. Ancak en yüksek dozun (150  $\mu\text{M}$ ) olumsuz etki gösterdiği hem yaprakların hem de köklerin bitki kuru ağırlık miktarlarını azalttığı görülmüştür. Uygulanan en yüksek Fe dozu bitkinin kuru madde verimi ve demir içeriğindeki azalış yanı sıra yapraklardaki ve köklerdeki besin elementlerinin alımını da azalmıştır. Demir ve mikro besin elementleri arasındaki antagonistik ilişki nedeniyle, köklerde yüksek miktarda bulunan Fe özellikle Mn ve Cu'nun yapraklara taşınamayıp kökte birikimine neden olmuştur. Demirin yetersiz miktarda bulunması durumunda ise, Mg'nin sürgünlere taşınamayarak demir eksikliği görülen ıspanak bitkilerinin köklerinde Mg biriktiği gözlenmiştir. Düşük demir aynı zamanda diğer besin elementlerinin de azalmasına yol açmıştır. Yapılan çalışma sonucunda ıspanak bitkisinin içerdiği demir miktarının insan sağlığı için gerekli olan demir miktarını karşılayabilme potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir. Tüm dozlardan belirli miktarlarda tüketilmesi günlük demir ihtiyacını karşılama konusunda yeterli olacağı tespit edilmiştir. İkinci demir dozu olan Fe2 (60  $\mu\text{M}$ ) uygulamasından elde edilen ıspanak bitkilerinin demir içeriğinin (113,92 mg  $\text{kg}^{-1}$ ) olduğu, bu bitkinin 100 g tüketilmesi ile insanın bir günlük demir ihtiyacını karşılayabileceği görülmüştür. Yapılan çalışmada bitkilerin demirle beslenmesinde Fe4 dozuna kadar bitki gelişimi ve besin elementi alımında artış görülmesine rağmen, aşırı miktarların demirde olduğu gibi diğer besin elementlerinin de alımında azalmaya yol açması nedeniyle bitkilerin demirle zenginleştirilmesinde bir limit doz bulunması gerektiği sonucuna varılmıştır. Yapılan çalışmaya göre Fe4 (120  $\mu\text{M}$ ) dozunun ıspanak bitkileri için en uygun demir dozu olduğu sonucuna varılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Açıksöz, S., Yazıcı, A., Ozturk, L., Cakmak, I. 2011.** Biofortification of wheat with iron through soil and foliar application of nitrogen and iron fertilizers. *Plant and Soil*, 349 (1–2): 215-225.
- Akkuş, F., 2011.** Mikrobiyal ve İnorganik Gübre Uygulamalarının Farklı Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Ispanak (*Spinacia oleracea*) ve Kök Kerevizinde (*Apium graveolens*) Bitki Gelişimi ve Verim Üzerine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Erzurum.
- Alan, R., Padem, H., 1994.** Farklı Yaprak Gübrelere ve Uygulamadan Sonra Geçen Sürenin Ispanak'ta Yaprak Bileşimine Etkileri. *Tr. J of Agri and Forestry*. 18(5):355-365.
- Albayrak, M., 2015.** Çocuklarda Demir ve Vitamin B12 Eksikliği. *Türk Pediatrik Hematoloji Derneği Dergisi*, Kasım 2015 S.5-13.
- Andrevs, N.C., Bridgens, K.R., 1998.** Disorders of Iron Metabolism and Sideroblastic Anemia in: Nathan and Oski' s Hematology of Infancy and Childhood. *W.B. Saunders Company*, Philadelphia, 1998 423 – 438.
- Andrews, N., Ullrich, C.K., Fleming, M.D. 2009.** Disorders of iron metabolism and sideroblastic anemia. In: Nathan DG, Orkin SH, Ginsburg D, Look AT (eds). *Hematology of Infancy and Childhood* (7th ed) Philadelphia: Saunders, 2009: 521-70.
- Anonim, 2017.** Tük istatistik verileri. [http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab\\_id=64](http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=64). [Ziyaret Tarihi: 12.06.2017].
- Bandian, L., Nemati, H. and Moghaddam, M. 2019.** Effects of bentonite application and urea fertilization time on growth, development and nitrate accumulation in spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 50(1): 1-9.
- Bayraktar, K., 1970.** Sebze Yetiştirme Cilt II. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 169. S. 111. Bornova- İzmir.
- Bayraktar, K. 1973.** *Sebze Yetiştirme*. Cilt I.(Kültür Sebzeleri) E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No:110. Bornova-İzmir.
- Baysal, A., 2000.** Genel Beslenme, Hatipoğlu Yayınları 10.Basım. ISBN: 975-7527-07-6, s.194, Ankara.
- Bremner, J.M., 1965.** Total Nitrogen. *Methods of Soil Analysis, Part 2.* ed. C.A. Black, American Soc. Ag. Inc. Pub. Agronomy Series, No.9, Madison, Wisconsin, USA. pp: 1149-1178.
- Briat, J. F., Dubos, C., Gaymard, F. 2015.** Iron nutrition, biomass production, and plant product quality. *Trends in Plant Science*, 20 (1): 33-40.
- Brown, J.C. 1978.** Mechanism of iron uptake by plants. *Plants, Cell and Environment* 1:249-257.
- Bülbül, S.H, 2004.** İnsan Beslenmesinde Demir'in Yeri ve Önemi. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*. Cilt 13, Sayı 12,s.447.
- Cantliffe, D.J., 1972.** Nitrate Accumulation in Spinach Grown Under Different Light Intensities. *J.Amer.Soc. Hort. Scie.* 97(2): 152-154.
- Cin, Ş., Çavdar, A., Arcasoy, A., 1978.** Değişik sosyo- ekonomik koşullarda çocuk ve gençlerde iz elementlerin incelenmesi (Çinko, demir, bakır ve magnezyum) Nuray Matbaası, Ankara 1978.

- Cordeiro, A. M., Alcantara, E., Barranco, D. 1995.** Differences in tolerance to iron deficiency among olive (*Olea europea* L.) cultivars: iron Nutrition in soils and plants. Abadia J. (ed.). *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht, The Netherlands, p. 197-200.
- Çakmak, İ., 2002.** Plant nutrition Research: Priorities to Meet Human Needs for Food in Sustainable Ways. *Plant and Soil* 247: 3-24.
- Çelik H., Asik B. B., Gurel S., Katkat A. V. 2010.** Effects of potassium and iron on macro element uptake of maize. *Zemdirbyste-Agriculture*, 97 (1): 11-22.
- Çelik, H., and Katkat, A.V. 2007.** Some physical soil properties and potassium as an intensified factor on iron chlorosis. *Int. Soil Sci.*, 2(4): 294-300.
- Çıtak, S., Sönmez, S., Koçak, F., Yasin S., 2011.** Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkisi. *Batu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi* 2011,28(1): 56-59.
- Çil, N. ve Katkat, V. 1995.** Azotlu Gübre Çeşitleri ve Aşırı Miktarlarının Ispanak Bitkisinin Verim, Nitrat ve Kimi Mineral Madde Kapsamı Üzerine Etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 1995 11: 143-153.
- Dağlıoğlu, F., 1996** .Farklı Sebze Çeşitlerinin Uygulanan Mikrodalga Kurutma Metodunun Sebzelerin Kimyasal Bileşimine ve Kurutma Süresine Etkisi Üzerine Bir Araştırma (*Basılmamış Doktora Tezi*). Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ.
- Dama, A.Y., 2009.** Farklı Kil Minerali İçeriğine Sahip Topraklarda Yetiştirilen Ispanak Bitkisinin Gelişimine Bazalt Tüfünün Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Dukpa P., Chatterjee R., Subba S. K. 2017.** Soil and foliar iron fertilization on terrestrial Water spinach (*Ipomoea reptans*) for biofortification. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6 (6): 1327-1330.
- El- Fadaly, K.A. and Mishriky, J.F. 1990.** Effect of nitrogen sources and levels on growth, yield and mineral composition of spinach. *Bulletin of Faculty Agriculture*, University of Cario. 41: (3) 973-988.
- Erduran, E., Özbek, N., 2015.** Çocuklarda Demir ve Vitamin B12 Eksikliği. *Türk Pediatrik Hematoloji Derneği Dergisi*, Kasım 2015 S.1-27.
- Eriş, A., 1985.** Bahçe Bitkileri Fizyolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu No:11.S:118.
- Ertunga, Z., Kurt, A., Elgun, A., Gökalp, H.Y., 1994.** Gıda Bilimi ve Teknolojisi Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Erzurum. Yayın No:301.S:272.
- Gautam, C.S., Saha, L., Sekhri, K., and Saha, P.K., 2008.** Iron deficiency in pregnancy and the rationality of iron supplements prescribed during pregnancy. *Medspace J. Medicine*, 10(12): 283.
- Gookin, K., Morrison, J.C., 1986.** Anemia associated with pregnancy in: Sciarra Gynecology and Obstetrics (Rev. Ed). *Sciarra J.J. (Ed). Vol:3 Philadelphia Harper – Row Publishers 1986* Chap 16.
- Göbelez M, 1981.** Gıdalarımız ve Sağlığımız. 6.Baskı s.192, Ankara.
- Gürses, Ö. , Artık, N. , 1984.** Pazi, Ebegümece, Semizotu ve Ispanak Sebzelerinin Bileşimi Üzerinde Araştırmalar. *GIDA*, 9 (2).
- Günay, A., 2005.** Sebze Yetiştiriciliği. Cilt II. ISBN: 975-00725-2-9.
- Hanlon, E.A., 1998.** Elemental Determination by Atomic Absorption Spectrophotometry, ed. Karla, Y.P., Handbook of Reference Methods for Plant Analysis, CRC Pres, Washington, D.C., p.157.

- Hohlt, H.E. and D. Mynard 1966.** Magnesium Nutrition of Spinach. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 89: 478-482.
- Horneck, D.A., Hanson, D., 1998.** Determination of Potassium and Sodium by Flame Emission Spectrophotometry, ed. Karla, Y.P., *Handbook of Reference Methods for Plant Analysis*, CRC Pres, Washington, D.C., p. 157-164.
- Horuz, A., Korkmaz, A., Akinoğlu, G., Boz, E. 2016.** Bitkilerde Demir Klorozunun Nedenleri ve Giderilme Yöntemleri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 4(1) s. 32-42.
- İbrikçi, H., Gülüt, K.Y., Güzel, N., 1994.** Gübrelemede Bitki Analiz Teknikleri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 95, Ders Kitapları Yayın No:8, S.16-17, Adana.
- Jin C. W., Liu Y., Mao Q. Q., Wang Q., Du S. T. 2013.** Mild Fe-deficiency improves biomass production and quality of hydroponic-cultivated spinach plants (*Spinacia oleracea* L.). *Food chemistry*, 138 (4): 2188-2194.
- Jiraungkoorskul, W., 2016.** Review of neuro-nutrition used as anti-Alzheimer plant, spinach, *Spinacia oleracea*. *Pharmacognosy Reviews*, 10(20): 105 – 108.
- Jones, J. B. , B.Wolf and H. A. Mills 1991.** I. Methods of Plant Analysis and Interpretation. *Plant Analysis Handbook*, p. 1-213. Micro-Macro Publishing Inc. USA.
- Kacar, B. 1972.** Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II (Bitki Analizleri). Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları : 453. Ankara.
- Kacar, B. 1977.** Bitki Besleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 637. 317 s. Ankara.
- Kacar, B. 2014.** Kolay Uygulanabilir Bitki Analizleri Kitabı. Nobel Yayın No: 910, Ankara. s.219-227.
- Kacar, B., Katkat, V. 1998.** Bitki Besleme. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 127. Vipaş Yayınları No: 3, Bursa.
- Kacar, B., Katkat, V. 2009.** Bitki Besleme Kitabı. Nobel Yayın No:849, Ankara, s.423-440.
- Kacar, B., Katkat, V. 2010.** Bitki Besleme Kitabı. Nobel Yayın No:849, Ankara, s.434.
- Kacar, B., Katkat, V., Öztürk, Ş. 2010.** Bitki Fizyolojisi Kitabı. Nobel Yayın No:848, Ankara, s.225-285.
- Kampe, K., Basse, H., Glaschke, B. and I. Schreiber 1956.** Gemmüsesorten. Paul Parley in Berlin. 229 p.
- Kansal, B. D., Singh, B., Bajaj, K.L. and Kaur, G., 1981.** Effect of Different Levels of Nitrogen and Farmyard Manure on Yield and Quality of Spinach (*Spinacea oleracea* L.). *Plant Foods Hum. Nutr.* 31: 163–170.
- Kaya, S., 2014.** Hümik Asit ve Çinko Uygulamalarının Ispanakta Bitki Gelişimi ve Besin Elementi İçeriklerine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kaynar, S., Hiçsönmez, Ü., Özdemir, A., Özdemir, C. 2018.** Manisa’da Yetiştirilen Ispanak Bitkisinin (*Spinacia oleracea* L.) Toprak, Kök ve Yaprak Element İçeriklerinin Değerlendirilmesi. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. / Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech.* 8(2): 131-140, 2018.
- Khush, G.S., Lee, S.C., Cho Jung, I., and Jeon, J.S. 2012.** Biofortification of crops for reducing malnutrition. *Plant Biotech. Rep.*, 6(3): 195 – 202.
- Knott, J.E., 1957.** Handbook for Vegetable Growers. John Willey Newyork.

- Ko, S.H., Park, S.Y., Kim, S.W., Lee, S.S., Chun and Park, E. 2014.** Antioxidant effects of spinach (*Spinacia oleracea* L.) supplementation in hyperlipidemic rats. *Prevent. Nutr. Food Sci.*, 19(1): 19-26.
- Koh, E., Charoenprasert S. and Mitchell, A. 2012.** Effect of organic and conventional cropping systems on ascorbic acid, vitamin C, flavonoids, nitrate and oxalate in 27 varieties of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *J. Agric. Food Chem.*, 60: 3144-3150.
- Lang, H. J. and D. W. Reed, 1987.** Comparison of HCl extraction versus total iron analysis for iron tissue analysis. *J. of Plant Nutri.* 10(7): 107 - 116.
- Lott, W.L., Gallo, J.P., Meaff, J.C., 1956.** Leaf Analysis Tecnique in Coffe Research, *Ibec. Research Inc.* 1-9,21-24.
- Lucena, J.J., 2000.** Effects of bicarbonate, nitrate and other environmental factors on iron deficiency chlorosis. A review. *J. Plant Nut.*, 23(11-12): 1591 – 1606.
- Mane, P.C., Kadam R.D., Chaudhari, K.A., Varpe, S.D., Sarogade, V.T., Thorat, S.S. Said and Sayyed, S.A.R. 2015.** Phytochemical investigations of *Spinacia oleracea*: an important leafy vegetable used in Indian diet. *Cent. Europ. J. Exp. Biol.*, 4: 1-4.
- Marschner, H. 1995.** Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. New York. p. 1-889.
- Martinez, P.M., Masoud, T.A. and I. Torija 1979.** Estimation of Copper and Iron in Vegetables by Atomic Absorption. *Anales de Bromatologia.* 31(2): 189-193.
- Morrison J.C. 1982.** Anemians in Pregnancy in manuel of clinical problemes in Obstetrics an Gynecology (3 rd. ed) Rivilin M.E., Morrison J.C., Bates W.G., (Ed). *Boston Little Brown and Company* 1982 p:103.
- Murgia, I., Arosio, P., Tarantino, D., Soave C., 2012.** Biofortification for combating 'hidden hunger' for iron. *Trends-in-Plant-Sci.*, 17(1):47-55.
- Mynard, D. 1970.** The Effect of Nutrient Stress on the Growht and Compositional of Spinach. *J. Armer Soc. Hot. Sci.* 95 (5): p.598-600.
- Nelson, S.D.A. Wallace and J.C. Brown 1982.** Iron nutrition and interactions in plants. *J. Plant Nutrition* 5 (4-7): 229-301.
- Osmanoğlu, E. ve E. Ergun 1995.** Türkiye’de Açıkta Yetiştirilen Ispanağın Üretimi ile Pazarlanmasının Ekonomik Yönden Değerlendirilmesi Üzerinde Araştırma. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkezi Araştırma Enstitüsü, Yalova. Yayın No:69.
- Öztekin, G.B., Uludag, T. And Tuzel, Y., 2018.** Growing spinach (*Spinacia oleracea* L.) in a floating system with different concentrations of nutrient solution. *App. Eco. Env. Res.*, 16(3): 3333 – 3350.
- Pahwa, A. and Kansal, Y.K. 1980.** Effect of Incorporation of Skim Milk Powder in the Leafy Vegetable and Cereal Diets on the Utilization of Calcium and Pospourus. *Indian Jour. Nutr. And Dietetics.* 17(9): 335-341.
- Peyvast, G., Olfati, J.A., Madeni, S. and Forghani 2008.** Effect of vermicompost on the growth and yield of spinach. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 6,110-113.
- Pingoliya, K. K., Dotaniya, M. L., Lata, M. 2014.** Effect of iron on yield, quality and nutrient uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *African Journal of Agricultural Research*, 9 (37): 2841-2845.
- Poirier, K.Y., Brode K.Y., 1983.** Hematologic Complicatinos in Pregnancy in manuel of obstetrics (2nd.. ed) Niswander K.R. (Ed). *Boston Little Brown and Company* 1983 p:57.
- Pushnik, J.C. and G. W. Miller 1989.** Iron regulation of chloroplast photosynthetic function: mediation of PSI development. *J.Plant Nutr.* 12: 407-421.

- Rashid, M.H., Fardous Z., Chowdhury M.A.Z., Alam M.K., Rahman M.A. and Jahan M.A.U.I. 2015.** Micronutrients analysis in eggplant, spinach and water of Tangail district in Bangladesh. *Adv. Biochem. Biotech.*, 1(1): 1 – 13.
- Singh, S.P., Singh S., Kumar V., Kumar R.R. and Singh M. 2018.** Effect of Integrated Nutrients Management and Iodine Fertilization on Sulphur Content in Spinach (*Spinacia oleracea* L.) *Int. J. Current Microbiol. App. Sci.*, 7(2): 2355 – 2361.
- Stevenson, T.G. and Miller, C. 1965.** Foods and Nutrition. S.297.
- Sutton, M. 2016.** How the spinach, popeye and iron decimal point error myth was finally bust. *Health Watch Newsletter*, 101: 7.
- Şenlikoğlu, G., 2015.** Organik Materyal İlavesi ve Azotlu Gübre Uygulamalarının Ispanak Bitkisinin (*Spinacia oleracea* L.) Gelişimi ve Nitrat Akümülyasyonuna Etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ordu.
- Terry, N. And Abadia, J. 1986.** Function of iron in chloroplasts. *J. Plant Nutr.* 9: 609-646.
- Tok, H.H.,1997.** Bitki Besleme. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No: 109. Ders Notu No: 69, Tekirdağ.
- Topçuoğlu, B., Alpaslan, M., Yalçın, S.R. ve Kasap, Y. 1996.** Yapraktan CaCl<sub>2</sub> uygulamasının değişik formlarda azotla gübrelenen ıspanak bitkisinde oksalik asit, nitrat ve organik bağlı azot ile kalsiyum içerikleri üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 2(3):11-16.
- Uyan, B., 2011.** Değişen Vejetasyon Dönemlerinde Farklı Su Kısıtlarının Ispanakta Meydana Getirdiği Fizyolojik, Morfolojik ve Kimyasal Değişkenlerin Belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı. *Yüksek Lisans Tezi*. Tekirdağ.
- Uysal Z. , 1999.** Demir Metabolizmasında, Demir Eksikliğinde ve Demir Fazlalığında Yenilikler. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası* Cilt 52, Sayı 3, 199. S.157-164.
- Uysal, Z., 2004.** Demir Emilimi. Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Pediatri Günleri II-Demir ve Çocuk Sempozyumu, 11 Mayıs 2004, Kırıkkale.
- Uzel, C., Conrad, M.E., 1998.** Absorption of Heme Iron, *Seminers in Hematology*, 1998, 35: 1 27 – 34.
- Uzun, E., 2010.** Farklı Ortamlarda Yetiştirilen Ispanağın Bazı Gelişme Dönemlerindeki Makro-Mikro Besin Elementleri İle Fenolik Madde İçeriklerinin Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı.
- Vasconcelos, M. And Grusak, M.A., 2006.** Status and future developments involving plant iron in animal and human nutrition. In: *Iron Nutrition In Plants and Rhizospheric Microorganisms. Eds. L. L. Barton and J. Abadia. Ppringer.* pp.1-22.
- Vural, H., Eşiyok D., Duman, İ., 2000.** Kültür Sebzeleri Kitabı. Ege Üniversitesi Basım Evi ISBN: 975-97190-0-2, s.95. Bornova, İzmir.
- Watanabe, Y., Uchiyama, F. and Yoshida, K. 1994.** Compositional Changes in Spinach (*Spinacia oleracea* L.) Grown in the summer and in the Fall. *J. Of Jap. Soc. For Hort. Sci.* 62(4): 889-895.
- Welch, R. M. 2002.** The impact of mineral nutrients in food crops on global human health. *Plant and Soil* 247: 83–90.
- Yedav, S.K. and Sehgal, S. 1994.** Effect of Home Processing on Total an Ekstractable Calcium and Zinc Content of Spinach (*Spinacia oleracea*) and Amaranth (*Amaranthus tricolor*) Leaves. *Plant Foods for Human Nutrition.* 48(1): 65-72.

**Yılmaz, F., Harmankaya, M., Gezgin, S. 2012.** The effects of different iron compounds and TKİ-Hümas treatments on iron uptake and growth of spinach. *Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi*, 2012 (1): 217-231.

**Yurdakök, K. And İnce, O.T. 2009.** Approaches to prevent iron deficiency anemia in children. *Çocuk Sağlığı Hastalıkları Dergisi*, 52(4): 224 – 231.

**Zhang, Y.D., Chen, C.H., Gao, Z.M. and Zhang, C.L. 1993.** The Diagnosis of Iron Deficiency in Leaf Vegetables in Water Culture Using Peroxidase Activities. *J.Nanjing Agric. Univ.*. 16(1): 60-64.

**Zink, F.W., 1965.** Growth and Nutrient Absorption in Spring Spinach. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 87:381-386.





## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Olgun ŞİMŞEK  
Doğum Yeri ve Tarihi : Köyceğiz 27.10.1991  
Yabancı Dil : İngilizce, başlangıç seviyesi

Eğitim Durumu  
Lise : Köyceğiz Anadolu Lisesi, MUĞLA.2005-2009.  
Lisans : Uludağ Üniversitesi, BURSA. 2011-2015.  
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi, BURSA. 2015-2019.

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : -

İletişim (e-posta) : olgunnsimsekk@hotmail.com

Yayınları :

**Çelik, H. ve Şimşek, O. 2018.** Bursa İlinde Ispanak (*Spinacia Oleracea* L.) Yetiştiriciliği Yapılan Toprakların Verimlilik Durumlarının Bitki ve Toprak Analizleri ile Değerlendirilmesi. International Agricultural Congress 3-6 Mayıs 2018, Komrat/ Gagauzya/ Moldova. Abstarct Book. S.240.