T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YENİ BAZI YERLİ ÇİLEK ÇEŞİTLERİNİN TOPRAKTAKİ KİREÇ SEVİYELERİNE TEPKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Nuray KARA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Ekim 2018
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

YÜKSEK LİSANS

YENİ BAZI YERLİ ÇİLEK ÇEŞİTLERİNİN TOPRAKTAKİ KİREÇ SEVİYELERİNE TEPKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Nuray KARA

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN

2018, 67 Sayfa
Jüri

Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN
Prof. Dr. Lütfi PIRLAK
Doç. Dr. Nilda ERSOY

ÖZET

Araştırma, 2016-2017 yıllarında Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait seralarda 3 litrelik saksılarda yürütülmüştür. Çalışmada Bolverim77, Hilal77, Doruk77, Dorukhan77, Ata77, Eren77, Erenoğlu77 çilek çeşitleri kullanılmıştır. Bu çeşitlerinin kirece tepkilerini belirlemek amacıyla %0, %5, %10, %15 ve %20 kireç dozları uygulanmıştır. Bu uygulamalar sonucunda bitki ve kök yaş ve kuru ağırlığına, SPAD, bitki yaprak sayına ve bitki yaprak alanı ölçümleri yapılmıştır. Kireç dozlarının artışına bağlı olarak bitki büyümesinin olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir. Bitki yaş ağırlığı bakımından en fazla etkilenen çeşidin Ata77 olduğu tespit edilmiştir. Kontrol uygulamasında bitki yaş ağırlığı 41.37 gr olurken, %20 kireç uygulamasında %73 azalma ile 11.01 gr'a düşmüştür. Bitki kuru ağırlığında kireç dozlarından en fazla Hilal77 çeşidi etkilenmiştir. Hilal77 çeşidinin kontrol grubunda bitki yaş ağırlığı 11.92 gr olarak belirlenirken %20 kireç uygulaması sonucunda %77 azalma ile 2.71 gr olarak tespit edilmiştir. Kök yaş ağırlığı bakımından kireç dozlarından en fazla etkilenen çeşit Doruk77 çeşidi olmuş, kontrolde kök yaş ağırlığı 11.22 gr olurken %20 kireç uygulaması sonucunda %72 azalma ile 3.12 gr olarak belirlenmiştir. Kök kuru ağırlığını incelediğimizde ise Hilal77 kireç dozlarından en fazla etkilenen çeşit olmuş, kontrolde kök kuru ağırlığı 2.82 gr iken %20 kireç uygulamasında %60 azalma ile 0.83 gr olarak kaydedilmiştir. Yaprak sayısı bakımından da çeşitler içerisinden en fazla etkilenen çeşit Dorukhan77 olmuştur. Dorukhan77 çeşidindeki bitki başına yaprak sayısı kontrolde 11.67 adet olurken %20 kireç uygulamasında %54 azalma ile 5.27 olarak tespit edilmiştir. Yaprak alanı verileri incelendiğinde çeşitler içerisinde en fazla zarar gören çeşit Doruk77 olmuştur. Doruk77 çeşidinin %5 kireç dozunda bitki yaprak alanı 25.28 cm^2 iken %20 kireç uygulamasında %58 azalma ile 10.67 cm^2 olarak belirlenmiştir. Klorofil renk yoğunluğu bakımından da Hilal77 çeşidi kireçten en fazla zarar gören çeşit olmuştur. Kontrolde klorofil renk yoğunluğu 44.45 iken %20 kireç uygulamasında %28 azalma ile 31.85 olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Çilek, Kök Taze Ağırlığı, Kök Kuru Ağırlığı, Bitki Yaprak Sayısı

ABSTRACT
MS/Ph.D THESIS

THE DETERMINATION OF THE REACTIONS TO SOIL LIME LEVELS OF NEW NATIVE STRAWBERRY VARIETIES

Nuray KARA

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCİENCE

Advisor: Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN

2018, 67 Pages
Jury
Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN
Prof. Dr. Lütfi PIRLAK
Doc. Dr. Nilda ERSOY

This research was carried out in 3 liter pots at greenhouses of Selçuk University Faculty of Agriculture Department of Horticulture for 2016-2017. Strawberry varieties such as Bolverim77, Hilal77, Doruk77, Dorukhan77, Ata77, Eren77 and Erenoğlu77 were used in the experiment. 0%, 5%, 10%, 15% and 20% lime doses were applied to determine the lime responses of the strawberry varieties therefore these applications, plant, root fresh, dry weight, SPAD, plant leaf count and plant leaf area were examined. It has been determined that plant growth is adversely affected by the increase in lime doses. It was determined that Ata77 was the most affected variety in terms of plant fresh weight. In the control application, the plant fresh weight was 41.37 gr, while it has been identified 11.01 gr with 73% reduction in the application of 20% lime. In the control group of Hilal77 variety, the plant age weight was determined as 11.92 gr and it was determined as 2.71 gr with 77% decrease as a result of 20% lime application. In terms of root fresh weight, Doruk77 variety was the most affected by lime doses, root age was 11.22 gr in control and 3.12 gr with 72% decrease in 20% lime application. When we examined root dry weight, Hilal77 was the kind most affected by lime doses, while root dry weight was 2.82 gr in control whereas 20% lime application was recorded as 0.83 gr with 60% reduction. Dorukhan77 has been the most affected variety among the varieties in terms of number of leaves. The number of leaves per plant in the Dorukhan77 variety was 11.67 in control whereas it was determined as 5.27 with 54% decrease in 20% lime application. When leaf area data were examined Doruk77 was the most damaged variety among the varieties. The plant leaf area of Doruk77 was 25.28 cm^2 in 5% lime dosage and 10.67 cm2 in 20% lime application with 58% reduction. In terms of chlorophyll colour intensity, Hilal77 variety was the most damaged variety from lime. The chlorophyll colour density in the control is 44.45, while the application of 20% lime is 31.85 with a 28% reduction.

Keywords: Strawberry, Root Fresh Weight, Root Dry Weight, Plant Leaf Count

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında yeni bazı yerli çilek çeşitlerinin topraktaki kireç seviyelerine tepkileri araştırıldı. Ülkemizde yapılan melezleme ıslahı çalışmalarında yeni elde edilmiş ve tescillenmiş çilek çeşitlerinin toprak kirecine karşı tepkileri henüz bilinmemektedir. Bu proje ile kullanılacak çeşitlerin farklı kireç seviyelerine tepkileri, çeşitlerin hangi kireç seviyesine kadar tolerans gösterdikleri ve farklı kireç seviyelerinde çeşitlerin morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal tepkilerine bakılmıştır.

Öncelikle eğitim ve eğitim dışı tüm konularda bana destek olan, eğitim hayatımda benden yardımını esirgemeyen tez danışmanım Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN hocama teşekkür ederim. Ayrıca, geliştirdiği yeni çilek çeşitlerinin çalışmamda kullanılmasına müsaade eden ve çilek fidelerini gönderen Dr. Burhan ERENOĞLU'na teşekkürü bir borç bilirim. Benden desteğini eksik etmeyen değerli ailem ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Nuray KARA
KONYA-2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **4**

2.1 Topraktaki Kireç ve Demirin Durumu İle İlgili Çalışmalar 4
2.2 Demirin Bitkilerde Alınımı, Taşınımı, Bitkilerdeki Metabolik İşlevleri ve Demir Noksanlığının Bitkilerdeki Etkileri 6
2.3 Çilek 15

3 MATERYAL VE YÖNTEM **19**

3.1 Materyal 19
3.1.1 Araştırmada Kullanılan Çilek Çeşitlerinin Özellikler 19
3.1.2 Yetiştirme ortamı 23
3.2 Metot 24
3.3 Yapılan Ölçüm ve Analizler 25
3.3.1 Bitki Başına Yaprak Sayısının 25
3.3.2 Yaprak Alanı 25
3.3.3 Klorofil Renk Yoğunluğunun Belirlenmesi (SPAD Ölçümü) 25
3.3.4 Stoma İletkenliği 25
3.3.5 Bitki Yaş Ve Kuru Ağırlığı (g) 26
3.3.6 Kök Taze Ve Kuru Ağırlığı(g): 26
Büyüme 26
3.3.7 Membran Geçirgenliği 26
3.3.8 Prolin Miktarı 26
3.3.9 Yaprakta Besin Elementi 28
3.3.10 Yaprakta Aktif Demir (Fe) (mg/kg) 28

4 ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA **29**

4.1 Bitki Başına Yaprak Sayısı 29
4.2 Yaprak Alanı (cm^2) 30
4.3 Bitki Yaş Ve Kuru Ağırlığı (g) 31
4.4.Kök Taze Ve Kuru Ağırlığı (g) 33
4.5.Klorofil Renk Yoğunluğu (SPAD) 36
4.6.Membran Geçirgenliği (%) 38
4.7.Prolin Miktarı (µg g^{-1} TA) 39
4.8. Stoma İletkenliği 40
4.11.Yaprakta Besin Elementi 41
4.10.Yaprakta Aktif Demir (Fe) (ppm) 46

5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....48

KAYNAKLAR 49

ÖZGEÇMİŞ.....58

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%:	Yüzde
cm:	Santimetre
cm^2:	Santimetre kare
kg:	Kilogram
mg:	Miligram
µm:	Mikrometre

Kısaltmalar

Fe:	Demir
N:	Azot
P:	Fosfor
K:	Potasyum
Ca:	Kalsiyum
Mg:	Magnezyum
$CaCO_{3:}$	Kalsiyum Karbonat
SPAD:	Klorofil Renk Yoğunluğu

1. GİRİŞ

Kireç, toprağın katı kısmını oluşturan dört ana öğeden (kil, kum, humus, CaO) biridir. Kireç, toprağın komplekslerini oluşturan humus ve killerin birbirini tutmasını sağlar. Eğer toprakta kireç bulunmuyorsa toprağın kolloidleri olan kil ve humus akıcı bir hale gelir, parçacıkların etrafını sararak hava ve su için geçirmez bir ortam oluşmasını sağlar. Oluşan ortamda tava gelme yavaşlar, toprak işleme zor bir hal alır. Toprakta kolloidler yavaş yavaş derinlere yıkanır ve sonuç olarak podzolik ve ölü topraklar oluşur. Toprakta, kirecin çeşitli etkilerinden Ca^{+2}, HCO^{-3} ve CO_3^{-2} iyonları yanında, çözünmesi güç bir tuz olan $CaCO_3$ olarak doğrudan etkilerinin yanı sıra, onun pH üzerindeki etkisi de büyük önem taşımaktadır. Kireç, bu etkilerden başka bir de sıkı (compact) topraklarda seyreltme görevi yapmaktadır (Aydeniz, 1985)

İnsanlarda ve bitkilerde demir noksanlığı problemi, topraklardaki alınabilir demir konsantrasyonunun düşüklüğü ile alakalıdır. Topraklardaki toplam demir konsantrasyonunun (%0.5-5.0) çok yüksek olması, bitkilerin halihazırdaki demirden faydalanabilmelerini engelleyen toprak ve çevre faktörlerinin Türkiye koşullarında yaygın bir durumdur. Bu faktörlerin yüksek pH, yüksek kireç ve kil içeriği, düşük organik madde ve düşük toprak sıcaklığıdır (Kaçar ve Katkat, 1999).

İnsanlarda Fe noksanlığında kaynaklanan sağlık problemlerinin çoğu zaman demirce yetersiz olan meyve veya sebzelerin yenilmesinden dolayı meydana gelmiştir. Türkiye'de de benzer problemlerin var olduğu saptamıştır. Türkiye'de Fe yetersizliği toprakta (Eyüpoğlu ve ark., 1997), insanlarda (Çavdar ve ark., 1983) önemli bir beslenme sorunudur. Türkiye'nin farklı yörelerinden alınan toprak örneklerinde yapılan analizler doğrultusunda Fe'in %27'lik bir oranla çinkodan sonra en fazla noksanlık gösteren mikro element olduğu belirtilmiştir (Eyüpoğlu ve ark., 1997; Çakmak ve ark., 1999).

Kireç yönünden zengin, pH'sı yüksek topraklarda yetiştirilen bitkilerde demir noksanlığı gözlemlenmiştir. Bu sorun, kirecin yol açtığı sararma (kloroz) olarak bilinmekte ve bitkilerde demir yetersizliği gözlemlenmektedir (Iljin, 1951).

Demir, bitkilerde noksanlık durumunda, demir klorozu dediğimiz özel semptomlara sebep olur. Demirin toprakta yeteri derecede bulunması sorunu çözememekte; özellikle fazla kireç, havalanmayan koşullar ve diğer ağır metallerin fazlalığı demir alınımı güçleştirmekte, bitkideki demir çok zor taşınabilmekte bu nedenle toplam demir kadar aktif demir de önem kazanmaktadır.

Aktif demirin topraktan alınması ancak organik kıleytlere bağlı olarak gerçekleşebildiğinden diğer bitki besinleri arasında özel bir konumu vardır. Demir, topraklarda yeteri derecede alınabilir durumlarda olduğu zaman; klorofilin teşekkülü tam olmakta, oksitlenme ve indirgenme işlemleri normal bir şekilde devam etmektedir. Demirin topraklarda yeteri kadar olmadığı durumlarda ise; genç veya sürgün yaprakları normalliğini kaybetmekte, bütün bitki soluk görünmekte veya sarı renk almaktadır. Bu durum özellikle yeni yapraklarda dikkati çekmekte, yaprak kenarları yanabilmekte, noksanlık çok şiddetli değilse alt yapraklar karışık renkli bir manzara gösterebilmekte, yaprak damarları yeşil kalmakta, gövde kısalmakta ve incelmektedir (Aydeniz, 1969).

Bitkiler Fe eksikliğinden etkilenmemek ve toprakta çokça bulunan ancak faydalı olmayan Fe'in çözünürlüğünü arttırabilmek ve bundan yararlanmak adına iki çeşit mekanizma geliştirdiler (Marschner ve ark., 1986; Römheld, 1987; Marschner, 1995b). Buğdaygiller hariç tüm tek çenekli ve çift çenekli bitkilerde Strateji-I olarak isimlendirilmiş özel adaptasyon mekanizmaları varken, buğdaygiller Strateji-II bitkileri diye isimlendirilmiştir. Strateji-II bitkileri Strateji-I bitkilerinden farklı bir mekanizma oluşturmuşlardır. Strateji-I bitkileri topraktaki Fe'den daha fazla yararlanabilmek için, kök hücre plazma membranında Fe^{+3}'ü, Fe^{+2} ye indirgerler. Ayrıca bu gruba dahil bitkiler, rizosferde kimyasal değişimler meydana getirerek, asidifikasyon ve indirgenme ve/veya şelatize maddelerini salgılayarak; kökte rizodermal transfer hücrelerini ve daha fazla kılcal kök oluşumunu sağlayarak Fe alabilmektedir (Marschner ve ark., 1986; Römheld, 1987; Bienfait, 1988). Strateji-II ise buğdaygil bitkileri tarafından geliştirilmiştir ve fitosideroforların rizosfere salgısının artışı şeklinde gerçekleşmektedir. Rizosferde bu salgı Fe^{+3}'ün hareketli hale geçmesine yardımcı olmakta ve bu sayede Fe kök hücrelerine Fe-fitosiderefor formunda alınmaktadır (Özdemir, 2005).

Fe noksanlığına karşı bitkisel üretimde yapılabilecek önleme işlemlerinin başında toprak ve yaprak gübrelemeleriyle bitkilerin Fe ve diğer elementlerce iyileştirilmesi gelir. Bu yöntem pahalı olduğu için tavsiye edilmeyen bir yöntemdir. Topraktan gübre olarak organik (şelatlı) gübrelerin kullanılması gerekir. Bunlar çok pahalıdır ve toprağa kısa süreli etki ederler. Gübreler dışında farklı bir seçenek olarak, topraktaki Fe noksanlığına karşı ıslah programları uygulanabilir veya dayanıklı genotipler elde edilebilir.

Fe noksanlığına karşı bitki türlerinin farklı tepkiler gösterdiğine dair birçok çalışma yapılmıştır (Vose, 1982; Awad ve ark., 1994) ve bu türler içinde çilek demir noksanlığından en fazla etkilenen türlerdendir (Vose, 1982; Zaiter ve ark., 1991; 1993).

Demir noksanlığına karşı oldukça hassas olduğu bilinen çileğin Türkiye'de son yıllarda hem üretiminin artması hem de üretim alanının artmasına rağmen, Türkiye topraklarında alınabilir Fe konsantrasyonunun düşük olmasından dolayı çileğin kalitesinde ve veriminde önemli kayıplar meydana gelmiştir (Başar, 2000; Erdem, 2008).

Çilek yetiştiriciliğinde mühim sorunlar arasında görülen kloroz genellikle kireç içeriği yüksek olan bölge topraklarında meydana gelmektedir (Şen, 1974). Kloroz daha çok Kaliforniya kökenli çileklerde etkili görünmektedir (Konarlı, 1971). Bununla beraber, ülkemizde geliştirilen yeni çilek çeşitlerinin topraktaki yüksek kirece bağlı gelişen Fe klorozuna gösterdikleri tepkilerle ilgili bilgiler bulunmamaktadır.

Bu çalışma Yalova Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsünde geliştirilen yerli çilek çeşitlerinden Bolverim77, Hilal77, Doruk77, Dorukhan77, Erenoğlu77, Ata77, Eren77 çilek çeşitlerinin farklı kireç seviyelerine tepkilerini ve çeşitlerin kireç uyartımlı Fe klorozuna hassasiyetlerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1 Topraktaki Kireç ve Demirin Durumu İle İlgili Çalışmalar

Demir (Fe), canlı organizmaların tümü için gerekli olan, yerkabuğunda en çok bulunan dördüncü elementtir (Marschner, 1995b). Demir topraklarda oksit, hidroksit ve silikat mineralleri şeklinde bulunduğu gibi amorf oksitler şeklinde ve absorbe edilmiş veya organik madde ile kompleks oluşturmuş yada toprak çözeltisinde çözünmüş şekillerde bulunmaktadır (Kaçar ve Katkat, 2006). Topraklarda toplam demir miktarı genellikle yüksek olmasına rağmen, bitkiye yarayışlı Fe miktarı azdır ve bu nedenle Fe klorozu kireçli topraklarda karşılaşılan en yaygın problemdir (Megel 2001; Fernández ve ark., 2006).

Yüksek pH, toprak çözeltisindeki ve sulama suyundaki bikarbonat iyonlarının miktarı; ortamda bulunan kalsiyum ve magnezyum karbonatlarının miktarları; fosfat iyonlarının fazla miktarda bulunması, molibden, çinko, bakır ve mangan gibi ağır metallerin fazla miktarda bulunması topraktaki Fe'in etkinliğini etkileyen faktörlerdendir (Kaçar ve Katkat, 2006). Genellikle pH'nın 4'ün üstüne çıktığı her bir birimde Fe alımının 1000 defa azaldığı, ayrıca Fe alımının pH'nın 7.4 ve 8.5 aralığında minimum olduğu söylenmektedir(Byrne ve Rouse, 1995).

Güzel ve ark. (2002b)'nın belirttiği denklem Fe^{+3}'ün pH ile olan ilişkisini göstermektedir:

$Fe(OH)_3$ (toprak) + 3H+ $\leftrightarrow Fe^{+3} + 3H_2O$

Demirin çözünürlüğü büyük ölçüde $Fe(OH)_3$'ün çözünürlük durumuna bağlıdır. pH'nın yükselmesi Fe^{+3} iyonlarının aktivitesini azaltır ve yüksek pH'da $Fe(OH)^{+2}$, $Fe(OH)^{3}$ ve $Fe(OH)^{-4}$ bileşikleri azalır (Kaçar ve Katkat, 2006). Demir elementinin çözünürlüğü 6.5-8.0 pH'da minimuma iner. Asitli topraklarda inorganik Fe'in çözünürlük oranının kireçli topraklara göre yüksek olmasının nedeni budur ve bu sebeple kireçli topraklarda Fe klorozu problemi yaşanır. Su baskınlarının meydana geldiği topraklarda oksijensiz solunum gerçekleştiren bakteriler sayesinde Fe^{+3} iyonları, Fe^{+2}'ye indirgenir. İyi havalanan topraklarda ise Fe^{+2} iyonları, Fe^{+3}'e yükseltgenir ve bu sırada ortaya çıkan H^+ sayesinde pH düşer (Mengel ve Kirkby, 1982). Ancak, iyi havalanan kireçli topraklarda bitkilerin yeteri kadar Fe alamamalarının temel nedeni Fe^{+3} oksitlerin çözünür olmamalarıdır.

Solunumun yüksek olduğu genç ve aktif kök bölgesinde, Fe^{+3}'ün fazla indirgenmesi ve Fe^{+3} kıleytlerinin çözünmesi yarayışlı Fe miktarının göreceli olarak artmasına neden olmaktadır (Lindsay ve Schwab, 1982; Mengel ve Geurtzen, 1986; Kaçar ve Katkat, 2006).

Kamprath ve ark. (1956), kireçli topraklarda değişebilir kalsiyum miktarının ölçülmesinden ziyade, serbest karbonatların miktarının ölçülmesinin daha büyük önem taşıdığını, fazla miktardaki serbest karbonatların, fosfor ve demir gibi bitki besinlerinin noksanlıklarında önemli rol oynayabileceğini, bitki besin noksanlık ya da fazlalıklarında toprak pH'sının nötrden alkaliye doğru gittikçe Fe, Zn ve Mn gibi bitki besinlerinin noksanlıklarına sık sık rastlanılabileceğini bildirmişlerdir.

Genetik çalışmalarda elde edilen bulgulara göre, bitkiler tarafından demirin kullanılmasındaki etkinliğin basit bir gen tarafından idare edildiği, bu gen tarafından yönetilen bitkinin yaprak ve kök özsularının yüksek pH ve düşük demir kapsamına sahip olduğu, doku özsuyundaki demir konsantrasyonunun demir noksanlığı ile korelasyonun oldukça yüksek olduğu ve aynı şekilde meyve ağaçlarının kuru yapraklarından HCl ile süzüğe geçen Fe miktarı ile klorozun şiddeti arasında da önemli bir bağlantı olduğu belirtilmiştir (Ohlrogge, 1960).

Chapman (1966), demir klorozunun yalnız toprak demir içeriği ya da kireç kapsamı ile bilinemeyeceğini, daha pek çok etkenin sebep olduğu; demir klorozunun daha çok kireçli-alkali, iyi su geçirmeyen, nemli, mangan ve demirli asit topraklarda görüldüğünü belirtmiştir.

Çukurova turunçgil bahçelerinden bahçenin her bölümünden olacak biçimde aldıkları 189 örnekte yaptıkları analizlerde; 1 örnekte düşük, 54 örnekte yeterli, 38 örnekte yüksek ve 7 örnekte çok yüksek demir bulunduğunu belirtmişlerdir(Brohi ve Aydemir, 1987).

Demir etkin olan bir yerfıstığı çeşidiyle, devamlı ekimi yapılan bir yerfıstığı çeşidini Nisan-Eylül döneminde; kireç kapsamları ve pH'ları farklı olan (%21 kireç, pH 7.2 ve %50 kireç pH 8.2) topraklarda, dönüme 1 kg sequestrene Fe-138 katarak yetiştirmiş ve kireci düşük olan toprakta demir etkin olan yerfıstığı çeşidinden alınan ürün miktarının, kireci fazla olan toprakta elde ettiği ürün miktarından daha fazla olduğu belirtmiştir (Hartzook, 1984).

Demir eksikliği problemi genellikle yarı kurak ve kurak bölgelerin pH değeri yüksek, killi, kireçli, organik maddece düşük (veya çok yüksek) ve tuzlu topraklarında meydana gelmektedir.

Dünyada topraklarının yaklaşık %50'sinin kurak ve yarı kurak bölgelerde olması ve ¼'ününde kireçli olması nedeniyle bitkilerde Fe eksikliğinin dünyanın genelinde yaygın bir problem olduğu bildirilmiştir (Bates, 1982; Miller ve ark., 1984; Awad ve ark., 1994). Dünyada tarım yapılan toprakların yaklaşık %30'unda yaygın bir şekilde Fe noksanlığı görülmüştür. (Chen ve Barak, 1982; Vose, 1982; Çakmak, 2002).

Vose (1982)'e göre dünya tarım alanlarının %25-30'u kireçli olduğu için bitkiler Fe eksikliği sorunu ile karşı karşıyadırlar. Demir noksanlığının kireçli topraklarda en yaygın ve verimi en fazla etkileyen mikro element noksanlığı olduğuna birçok çalışmada rastlanılmıştır (Sillanpää, 1982; Vose, 1982; White ve Zasoski, 1999).

2.2 Demirin Bitkilerde Alınımı, Taşınımı, Bitkilerdeki Metabolik İşlevleri ve Demir Noksanlığının Bitkilerdeki Etkileri

Yaşlı yapraklardan genç yapraklara Fe'in aktarılamaması nedeniyle bitki, büyüme organlarının Fe gereksinimini ortamdan Fe'i sürekli alarak gidermek durumundadır. Kök etki alanı içerisinde toprakta Fe, Fe^{+2} ve Fe^{+3} iyonları şeklinde bulunduğu gibi, organik bağlı ya da kıleytler şeklinde de bulunur(Kaçar ve Katkat, 2006). Topraklarda bulunan diğer katyonlarla karşılaştırıldığında, toprak çözeltisindeki Fe konsantrasyonu çok düşüktür. İyi drenajlı, havalanan topraklarda toprak çözeltisinin Fe^{+2} konsantrasyonu çözeltide hakim olarak bulunan Fe^{+3} konsantrasyonundan daha azdır(Güzel ve ark., 2002a; 2002b). Bitki metabolizmasında Fe, Fe^{+2} olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle bitkiler Fe^{+2} iyonunu ya da bu şekle indirgenmiş Fe'i kullanırlar (Brown, 1978). Demirin bitki bünyesine taşınabilmesi ve metabolik olarak değerlendirilebilmesi için Fe'in Fe^{+2} şekline indirgenmesi gerekir. İndirgenme sırasında Fe^{+3} kıleytinin durağanlığı bozulur ve bağımsız hale geçen Fe^{+2} iyonundan bitki yararlanır (Kaçar ve Katkat, 2006).

Türler ve hatta aynı türün çeşitlerinin Fe noksanlığına dayanıklılık düzeylerinin farklı olduğu, bu farklılıkların bitkilerin geliştirmiş oldukları farklı adaptasyon mekanizmalarından kaynaklandığı, toprakta demir oldukça fazla miktarda bulunmakla birlikte, bitkilerin faydalanabildiği yarayışlı demir miktarının toplam demir içerisindeki payının düşük olduğu bildirilmiştir. Toprağın pH durumuna bağlı olarak iyi havalanan topraklarda iyonik formdaki Fe^{+3} ve Fe^{+2} konsantrasyonu son derece düşüktür (10^{-10} M veya altında).Topraklardaki inorganik Fe'in çözünürlüğü toprağın pH ve redoks potansiyeline bağlıdır.

Topraklardaki Fe^{+3} veya Fe^{+2} şelatlarının miktarları 10^{-8}-10^{-7} M arasında olup çok sınırlı durumdadır (Römheld ve Marschner, 1986). Bitkilerin Fe ile beslenme durumlarına bağlı olarak değişmekle birlikte, yapraklardaki Fe'in %80'inin kloroplastlarda lokalize olduğu bildirilmiştir (Price, 1968; Timperley ve ark., 1973; Marschner ve ark., 1986). Bitkilerde Fe, fitoferritin olarak plastidlerin stomalarında depolanabilmektedir (Seckback, 1982). Demir alınımına etki eden faktörlerin çeşitliliği nedeni ile bitkiler için yarayışlı demirin belirlenmesinde değişik yörelerde oluşan farklı özellikteki topraklara bir tek kimyasal yöntemin uygulanması sakıncalıdır. Yapılan birçok çalışmada, topraklarda bitkiye yarayışlı demir miktarları sınır düzeyin üzerinde olmasına rağmen, bitkilerin demir klorozu gösterebildiği, bunun yanında, yarayışlı demir içeriği düşük bulunan topraklarda yetişen bitkilerin ise herhangi bir kloroz oluşturmadığı ifade edilmiştir (Katkat ve ark., 1994; Başar, 2000; Saatci ve Mur, 2000).

Bitkiler toprakta bulunan Fe'den yararlanabilmek için özel mekanizmalar geliştirmişlerdir (Römheld ve Marschner, 1986; Römheld, 1987; Marschner ve Römheld, 1994; Brancadoro ve ark., 1995). Dikotiledonlar ve buğdaygiller dışındaki monokotiledonlar tarafından geliştirilen mekanizma Strateji-I olarak adlandırılır (Marschner ve Römheld, 1994; Rengel, 2005).

Römheld ve Marschner (1986), Fe noksanlığında ortaya çıkan proton salgılanması ve redüktaz enziminin aktifleştirilmesi Strateji-I'deki bitkilerin hem türleri ve hem de aynı türün çeşitleri arasında farklı olduğunu söylemişlerdir. Strateji-I grubuna giren bitkilerin aynı zamanda rizosfere Fe^{+3} redükte edici şelatörler (organik asitler veya fenolik yapısındaki bileşikler) salgıladığı bildirilmiştir (Brown ve Ambler, 1974; Olsen ve ark., 1981; Römheld ve Marschner, 1983; Susín ve ark., 1994; Abadía ve ark., 2002).

Strateji-I bitkilerinin adaptasyon mekanizmaları rizosfer pH'sından etkilenmeyen Strateji-II bitkilerine (tahıllar) oranla Fe klorozuna karşı daha hassastır. Yapılan bazı çalışmalara göre Fe^{+3}'ü redükte eden enzimin hem plazma membranları üzerinde hem de hücre membranlarında lokalize olduğu saptanmıştır (Çakmak ve ark., 1987; Kobayashi ve ark., 2006).

Strateji I bitkileri plazma membranına bağlı artan redüktaz ve proton salgısı, ayrıca indirgeyici ve çoğunlukla fenolik bileşikler olan şelatizörlerin artışı olmak üzere temelde 3 bileşenle karakterize edilmektedir (Marschner ve Römheld, 1994). Strateji I bitkileri topraktaki Fe'den daha fazla yararlanabilmek için, kök hücre plazma membranında Fe^{+3}'ü, Fe^{+2}'ye indirgerler.

Ayrıca bu gruba dahil bitkiler, rizosferde kimyasal değişimler meydana getirerek, asidifikasyon ve indirgenme ve/veya şelatize maddelerini salgılayarak; kökte rizodermal transfer hücrelerini ve daha fazla kılcal kök oluşumunu sağlayarak Fe alımını gerçekleşmektedirler (Römheld ve Marschner, 1986; Römheld, 1987; Bienfait, 1988; Rengel, 2005).

Fe-redüktaz aktivitesi Strateji I bitkilerinin Fe noksanlığında gerçekleştirdikleri en yaygın bilinen ve Fe'in absorbsiyonu için gerekli bir tepkidir. Fe-redüktaz aktivitesi kök epidermal hücrelerinde yer alan plazma membranında, transmembran redoks sistemi yoluyla gerçekleşir. Köklerde Fe redüktaz aktivitesini tetikleyen 2 aktivite gerçekleşir. Birincisi Fe (III)'ü indirgeme yeteneğindeki şelatlar ve ferricyanide; ikincisi ise sadece ferricyanide ile gerçekleşen indirgemedir. Turbo redüktaz olarak da adlandırılan Fe (III) şelat redüktaz sisteminin Fe noksanlığı gösteren bitkilerin genç ve lateral kök uçlarındaki epidermal hücrelerde gerçekleştiği düşünülmektedir. Ferricyanide redüktaz sisteminin ise bütün kök hücreleri tarafından gerçekleştirildiği öngörülmektedir. Ancak, bu aktivitelerinin gerçekleştiği yerler konusunda yapılan çalışmalar bu görüşleri desteklememektedir (Guerinot ve Yi, 1994).

Strateji II ise buğdaygil bitkileri tarafından geliştirilmiştir ve fitosideroforların rizosfere salgısının artışı şeklinde gerçekleşmektedir. Bu salgı Fe^{+3}'ün rizosferde hareketli hale geçmesini sağlamakta ve bu sayede Fe kök hücrelerine Fe-fitosiderefor formunda alınmaktadır (Özdemir, 2005). Fitosiderofor adı verilen maddeler, mugineik ve avenik asitler gibi protein olmayan asitlerdir. Buğdaygil bitkilerinde kök uçlarında salgılanan fitosideroforlar rizosferde Fe^{+3} ile kileyt oluştururlar. Kileytten ayrılan ve indirgenen Fe, Fe^{+2} şeklinde kök hücreleri tarafından alınır (Kaçar ve Katkat, 2006). Fitosideroforların salgısı ve Fe-fitosiderofor komplekslerinin alımı farklı genetik kontroller altındadır. Fitosideroforların salgılanma miktarı türlerin sahip olduğu Fe etkinliği ile doğru orantılıdır. Demir eksikliği koşullarında Fe alımı etkin olan buğday ve yulaf çeşitlerinin, Fe alımı etkinliği düşük olan çeşitlere göre daha fazla fitosiderofor salgıladıkları bulunmuştur (Rengel, 2005).

Strateji I ve Strateji II olarak adlandırılan mekanizmaların dışında özel olmayan bir başka mekanizma daha vardır. Bu gruba dahil olan Fe etkin bitkiler, Fe eksikliğinde kök salgılarıyla rizosfer pH'sını düşürerek daha fazla katyon alabilirler.

Ayrıca bu bitkiler kökleriyle organik asit ve fotosentez ürünlerini salgılamak suretiyle rizosferde mikroorganizmaların güçlenip çoğalmalarına bundan rizosfer pH'sının düşmesine, redoks potansiyel gücünün de artmasına ve Fe^{+3}'ün daha fazla indirgenerek Fe^{+2}'nin oluşmasına sebep olurlar (Kaçar ve Katkat, 2006). Bu mekanizmaların etkin geliştiği çeşitler "efficient (etkin) veya "resistant"(dayanıklı) çeşitler ve tersi durumlar ise "inefficient" (etkin olmayan) yada dayanıksız (duyarlı) çeşitler olarak adlandırılırlar (Römheld ve Marschner, 1986; Rengel, 2005).

Demirin bitki bünyesinde taşınımı konusunda eksik noktalar bulunmaktadır. Strateji I bitkilerinde Fe(III), sitoplazmaya transfer edilmeden önce indirgenir ve Fe'in bitki köklerine alınımı kontrollü olarak gerçekleşir (Zhang ve ark., 1995; Bauer ve Hell, 2006). Toprakta alınabilir Fe konsantrasyonun düşük olması nedeniyle, Fe taşınım mekanizması Fe noksanlığında artış gösterir. Bitkiler bünyelerine aldıkları Fe'i uzun mesafede ve kısa mesafede taşımak suretiyle hedef moleküllere ulaştırırlar. Köklerden sürgünlere veya kotiledonlardan genç sürgünlere gerçekleştirilen uzun mesafe taşınımda Fe, ksilemden floeme geçerek bu taşınımı 2 adımda gerçekleştirir. Örneğin, Fe ksilemde iken bitkinin uç sürgünleri yerine yapraklarına taşınır. Ayrıca, Fe yapraktan verildiği zaman simplastik yolu izleyerek floeme taşınır. Bu durum uç sürgünlerdeki ksilem borularının yeterince gelişmemesi ve bu bölgelerdeki terlemenin az olması sonucu taşınamama şeklinde açıklanmaktadır (Bauer ve Hell, 2006). Ayçiçeğinde Fe'in ksilemde taşınımının terlemeyle birlikte artış gösterdiği bildirmiştir (Schulz ve Marschner, 1969). Ayrıca Fe noksanlığı çeken bitkilerin genç yapraklarındaki klorozun, terlemenin az olması nedeniyle Fe taşınmamasına bağlı olduğu düşünülmektedir (Bauer ve Hell, 2006).

Ksilemde Fe komplekslerinin büyük çoğunluğu ferrik sitrattır (Bauer ve Hell, 2006). Demir açlığı çeken bitkilerde başta sitrat ve malat olmak üzere organik asit birikimi, köklerde, ksilemde, yaprak apoplastlarında ve yaprağın tümünde görülür. Bu organik asit birikimi Fe eksikliği çeken bitkilerde uzun mesafeli Fe taşınımını arttırır (Larbi ve ark., 2010). Kısa mesafeli taşınım ise apoplastlarda hücrelerarası veya simplastlarda hücre içinde meydana gelir. Böylelikle tüm hücre ve dokulara Fe ulaşmış olur. Kısa mesafeli taşınımda bitki organlarında bulunan Fe apoplastlara taşınır. Apoplastik Fe'in hücre içine taşınımında, topraktaki Fe'in kök epidermisine taşınımı ile benzer yolu izlediği düşünülmektedir. Demir, kök yüzeyindeki apoplastlardan, ksileme taşınır.

Ksilemde ise Fe(II)-nikotinamin kompleksi veya fitosiderofer benzeri şelatörlerle Fe ve diğer ağır metallerin yer aldığı düşünülmektedir. Son adım olarak, hücre içine ulaşan Fe, hedef bileşiklere taşınır. Hücre içinde bulunan organellerin kendi membranlarındaki spesifik taşıyıcılarla Fe'i aldıkları düşünülmektedir. Çok az sayıda Fe taşınım proteini organel membranlarına lokalize olmuştur. Örneğin AtNRAMP3 proteini vakuol membranında yer alır ve buradan Fe eksikliği durumunda dışarıya gönderilir. Kloroplastlarda ferritin olarak depolanan Fe, kloroplastlara uniport mekanizmasıyla taşınır. Mitokondriler Fe elementinin bir diğer hedef noktasıdır ve Fe burada çoğunlukla Fe-S clusterında yer alır (Bauer ve Hell, 2006).

Zhang ve ark. (1995), Fe'in floem yoluyla da taşınabildiğini belirtmiştir. Araştırıcı yaşlı yapraklara uygulanan radyoaktif Fe'in, bitkinin kök ve genç yapraklarına aktarıldığını bildirmişlerdir.

Canlı organizmaların farklı birçok biyokimyasal olayında demir çok önemlidir, solunum hücre bölünmesi gibi çok önemli hücresel olaylarda proteinlerin bir bileşeni, terleme ve fotosentez gibi önemli biyolojik olayların indirgeme aşamalarında ve klorofil biyosentezinde de bulunur (Eisenstein ve Blemings, 1998; Zocchi ve ark., 2007). Demir bitkinlerin fizyolojik ve biyokimyasal olaylarında önemli bir element olup, birçok enzimde kofaktör olarak görev yapmakta ve klorofil oluşumunda etkin bir rol üstlenmektedir (Marschner, 1995b). Yapraklarda bulunan Fe'in yaklaşık %80'i kloroplastlarda lokalize olmuştur ve bunun yaklaşık %60'ının toplam Fe olduğu belirtilmektedir (Terry ve Abadía, 1986). Demir apolastlarda depolanabilmesine rağmen, Fe'in hücre içi depolanmasında vakuol ve plastidler gibi organellerin büyük rolü vardır. Plastidlerde ferritin olarak depolanan Fe'in çevresel strese karşı bitkinin direncini korumak gibi önemli bir işlevi vardır (Briat ve ark., 2007).

Demir noksanlığının, klorofil içeriğini ve dolayısıyla bitkilerde fotosentezi de etkilediği birçok çalışmayla belirlenmiştir. Davis ve ark. (1986), soya bitkisinde; Hurley ve ark. (1986) ise elmada Fe eksikliğinin fotosentezi azalttığını bildirmişlerdir. Morales ve ark. (1994), düşük Fe koşullarında bitkilerin yeni yapraklarındaki karakteristik yeşilimsi-sarı renk görüntüsünün çoğunlukla Fe klorozu kaynaklı olduğunu ve bu görünümün, Fe noksanlığında yaprak ksantofil içeriğinin klorofil ve betakarotene göre daha küçük miktarda azalmasından kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir. Ayrıca araştırıcılar Fe noksanlığı çeken yapraklarda fotosentez etkinliğinin de azaldığını saptamışlardır. Demir noksanlığı genç yapraklarda, en belirgin olarak da son çıkan yapraklarda meydana gelmektedir.

Bitkide Fe hareketli olmadığı için yaşlı yapraklardan genç yapraklara Fe aktarımı kolay olamamaktadır. Bu nedenle Fe noksanlığı belirtileri önce genç yapraklarda ortaya çıkar ve noksanlığın ileri aşamalarında yaşlı yapraklar da etkilenir. Bitkilerde Fe noksanlığı damarlar arasında sararma şeklinde ortaya çıkar. Demir noksanlığının en bilinen özelliği yapraklarda en ince damarların bile yeşil kalması ve damarlar arasında rengin tamamen sarıya dönmesidir (Erdem, 2008).

Bertamini ve Borghi (2001), İtalya'da kontrol, orta şiddetli ve çok şiddetli Fe klorozu gösteren asma yapraklarını klorofil (a+b), karetenoid, PSI, PSII ve protein miktarları açısından incelemişlerdir. Söz konusu parametrelere ait en yüksek değerler kontrol grubunda ortaya çıkarken, orta şiddetli ve şiddetli kloroz gösteren yapraklarda daha düşük değerler elde edilmiştir.

Pestana ve ark. (2005), demir noksanlığı gösteren bitkilerde fotosentetik pigmentlerin salınımının azaldığını ve karotenoidlerin oransal olarak zenginleştiğini ve böylece klorofillerden daha fazla olduğunu, dolayısıyla yapraklarda sararmaların başladığını bildirmişlerdir. Demir noksanlığı gösteren şeftali ve portakal ağaçlarında verim düşüklüğü, meyve olgunlaşmasının gecikmesi, meyve kalitesinin düşmesi gibi sonuçları gözlemlemişlerdir.

Larbi ve ark. (2006), şiddetli Fe klorozu gösteren şeftali, armut ve şeker kamışı bitkilerinin yapraklarında klorofil ve gaz değişimi ölçümleri yapmışlardır. Araştırıcılar, klorotik yapraklarda stoma açıklığı, transpirasyon oranı ve su kullanım etkinliğinin azaldığını belirtmişlerdir. Ayrıca, klorofil içeriğindeki azalmanın yaprak fotosentez oranını önemli ölçüde azalttığı ve Fe noksanlığında fotosistem II ve rubisko karboksilasyonunun düştüğü belirtilmiştir.

Demir eksikliğinin esas olarak kloroplastlarda yapısal ve fonksiyonel etkiler yarattığı ve yapraklardaki Fe konsantrasyonunun azalmasıyla klorofil miktarında düşüşler meydana geldiği bildirilmiştir (Iturbe-Orrmaetxe ve ark., 1995; Ranieri ve ark., 2001; Gogorcena ve ark., 2005). Demirin kloroplastlardaki en önemli rolü tilakoid elektron taşıma sisteminde görev yapmasıdır (Briat ve ark., 2007). Tilakoid membranlarında bulunan yaklaşık 20 Fe atomunun fotosentezin 1. ve 2. aşamalarında (PSI ve PS II) elektron taşıma zincirinde görev aldığı bilinmektedir. Kloroplastlardaki Fe'in yüksek bulunmasının nedeni tilakoid membranlarının yapısal ve fonksiyonel bütünlüğü, ferrodoksin ve klorofilin biyosentezidir. Demir noksanlığı gösteren yapraklarda PSI etkinliği, PSII etkinliğine göre çok daha fazla etkilenir.

Demir noksanlığı çeken yapraklardaki fotosentez oranının düşüklüğü, şeker ve nişasta oranını da etkilemektedir (Terry ve Abadía, 1986; Marschner, 1995b).

Bitkilerin Fe konsantrasyonları tür, çeşit ve beslenme koşullarına göre büyük farklılıklar gösterebilmektedir. Aynı zamanda bitkilerin bünyesindeki toplam Fe içeriğinin bile bitkinin Fe ile beslenme durumunu yansıtmadığı görülmüştür (Marschner, 1995b).Yani, Fe noksanlığı görülen yaprakların Fe içerikleri yeşil olanlar ile aynı düzeyde veya daha fazla demir içerebilmektedirler(Nason, 1963; Mengel, 1995).Bu açıdan önemli olan yaprakta toplam Fe miktarının yüksekliği değil aktif Fe içeriğinin yeterli olmasıdır.

Kireçli topraklara demir kileytlerinden Fe EDDHA'nın diğer kileytlere oranla daha uygun olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Basiouny ve ark., 1970; Leonard ve Calvert, 1972; Bolle-Jones ve ark., 1973). Bayers (1964), yaprağını döken meyve ağaçlarına ağaç başına 250g Fe-EDDHA uygulanmasının bitkide demir noksanlığının kontrolünde etkili olduğunu saptamışlardır.

Barney ve ark. (1985), elma ağaçlarında görülen demir klorozunun giderilmesi için $FeSO_4$, Fe sitrat ve Fe-sequestrene-330 bileşiklerini ağaçlara değişik dönemlerde uygulamışlardır. Bu çalışmada tüm bileşiklerin klorofil konsantrasyonunu artırdığı ancak $FeSO_4$ ve Fe-330 bileşiklerinin klorozu hafifletmede, Fe sitrattan daha fazla etkili olduğu belirlenmiştir.

Kaplankıran (1984), radyoaktif Fe ve radyoaktif çinko kullanarak Fe ve Zn'nin Üç yapraklı ve Kaba limon tarafından alınmasını ve hareketini incelemiştir. Her iki radyoizotopun Kaba limon tarafından Üç yapraklıdan daha iyi alındığını, yüksek konsantrasyonda verilen Fe'in alımının her iki meyve türünde de aynı olduğunu, fosfor ve bikarbonat iyonlarının Üç yapraklıda Fe'in hareketini önemli derecede engellediğini ve yüksek kalsiyum düzeyinin her iki meyve türünde Fe alımının azalmasına neden olduğunu saptamıştır.

Wutscher (1970), Florida'da 16 farklı anaç üzerine aşılı altıntop ağaçlarının yüksek miktarda kireç içeren topraklardaki performanslarını değerlendirmiştir. Araştırıcı turunç anaçlarının kireçli topraklar için uygun olduğunu belirtmiştir(Cooper ve ark., 1954).

Hamzé ve ark. (1986), 3 Citrus cinsine ait tür, 1 Poncirus cinsine ait tür, 5 türler arası melez ve 3 cinsler arası melez olmak üzere 12 anacın su kültüründe yüksek kirece karşı tolerans düzeylerini belirlemişlerdir. Kullanılan anaçların hepsinin kireçli olmayan ortamda kloroz göstermediği bildirilmiştir.

Çalışma sonucunda anaçlar kirece karşı toleransları bakımından 4 gruba ayrılmıştır. En tolerant olarak, *Citrus jambhiri* ve *Citrus macrophylla*; orta tolerant *Citrus volkameriana, Citrus aurantium, Citrus reticulata* ve *Citrus limonia*; az tolerant *Citrus tawanica, Citrus sinensis*, Troyer ve Carrizo sitranjları ve duyarlı olarak *Poncirus trifoliata* ve Swingle sitrumelo belirlenmiştir. Kök katyon değişim kapasitesi fazlalığının tolerans gösterenlerde; kök membran esterifikasyonunun ise duyarlılarda daha düşük bulunması nedeniyle bu parametrelerin Fe klorozuna karşı toleranslılığın belirlenmesinde ayırıcı olabileceğini bildirmişlerdir.

Thorne ve Wallace (1944), çeşitli kültür bitkilerinin Fe içeriklerini karşılaştırmak amacıyla yaptıkları araştırmada şeftali, armut, erik ve elma ağaçlarının klorozlu yapraklarında normal yapraklara oranla yüksek seviyede N ve K'un, daha az olarak da HCl ile ekstakte edilebilir Fe'in bulunduğunu bildirmişlerdir.

İzmir ili satsuma mandarinlerinde yapmış olduğu araştırmada, normal yapraklara oranla klorozlu yapraklarda daha yüksek konsantrasyonlarda N, P, K ve Mg saptamış, normal ve klorozlu yaprakların toplam Fe miktarlarında bir farklılık görülmemesine karşın, aktif Fe miktarlarında önemli farklılıklar olduğunu bulmuştur. Ayrıca; yaprakların aktif Fe miktarı, peroksidaz aktvitesi ve klorofil miktarı arasında %1 düzeyde önemli korelasyonlar olmasına karşın toplam demir ile bu ilişkileri önem taşıdığını belirtilmiştir(Kovancı, 1980).

Yaban mersininde görülen klorozu toprak ve bitki analizleriyle inceleyen Arnold ve Thompson (1982) toprak analizleri ile bitkide görülen kloroz arasında önemli ilişkiler belirleyememişler, fakat yaprakların klorofil ile K, Mn, P içerikleri, K/Ca ve Mn/Fe oranları arasında negatif yönde ilişkilerin olduğunu saptamışlardır.

Barak ve Chen (1984), 135-405 mg K/kg oranlarında potasyum gübrelemesinin kireçli topraklarda yetişen yer fıstığı bitkisinde demir klorozunu düzelttiğini, bu uygulamaların klorofil içeriğini iki ve üç kat arttırdığını belirtmişlerdir. Yaptıkları çalışmada; K_2SO_4'ın KCl'dan daha etkili olduğunu, bu sonuçların katyon-anyon dengesi ve sonuç olarak rizofer asitliği ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Kolesch ve ark. (1987), Almanya'nın 3 farklı bölgesinde 4 yıl süreyle bağlarda yaptıkları çalışmalarında, yeşil ve klorotik bitkilerde P konsantrasyonları bakımından farklılık bulunmadığını klorotik yaprakların Ca ve K içeriklerinin yeşil yapraklardan daha yüksek olduğunu, HCl ile ekstrakte edilebilir Fe kapamının klorotik ve yeşil yapraklarda bir farklılık göstermezken, toplam demir kapsamının klorotik yapraklarda

önemli düzeyde artış gösterdiğini belirlemişlerdir. Aynı çalışmada, klorotik yapraklarda P/Fe oranı değişmezken, K/Ca oranının önemli düzeyde arttığını bildirmişlerdir.

Abadía ve ark. (1989), İspanya'da demir noksanlığı gösteren armut yapraklarının fotosentetik pigment durumunu ve mineral bileşimini incelemişlerdir. Sarı armut yapraklarında demir noksanlığı ile ilgili olarak pigment miktarının azaldığını bildiren araştırmacılar, toplam demir miktarının hem sarı hem de yeşil yapraklarda yüksek, Mn içeriğinin ise sarı yapraklarda önemli derecede düşük olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, araştırmacılar demir noksanlığı gösteren yapraklarda, çoğu pigmentlerin klorofil a ile aynı zamanda azaldığını bildirmişlerdir.

Gezgin ve Er (2001), Konya Hadim Aladağ yöresinde bağlarda görülen kloroz ile yaprakların toplam ve aktif demir kapsamları arasında yaptıkları araştırmada klorozun teşhisi ve bağların demir ile beslenme durumlarının belirlenmesinde toplam demir (Fe^{+2}, Fe^{+3}) ve ayrıca yaprak sapı aktif demir kapsamlarının bir ölçü olarak kullanılmasının sakıncalı olacağı bu amaçla yaprak ayası aktif demir (Fe^{+2}) kapsamının iyi bir ölçü olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Ilıman iklim meyve türleri içinde şeftalinin demir eksikliğine en hassas meyve türlerinden biridir (Tagliavini ve Rombolà, 2001). Senirkent (Isparta) yöresinde ekstrem toprak koşullarına sahip şeftali bahçesinde yürütülen bir çalışmada 5 farklı demir gübresinin ($FeSO_4$, FeEDTA, FeDTPA, FeEDDHA o-o=3.6 ve FeEDDHA o-o=4.8) etkinliği araştırılmıştır. Gübreler vejetasyon başlangıcında taç iz düşümüne bant şeklinde topraktan uygulanmıştır. Standart yaprak alma döneminde yaprak örnekleri alınmış ve aktif demir (Fe^{+2}) ile diğer element analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda en yüksek aktif demir içeriği FeEDDHA o-o:4.8 gübresinden elde edilirken, FeEDDHA o-o:3.6 gübresi ikinci sırada yer almıştır. FeDTPA ve Kontrol uygulaması en düşük değerleri vermişlerdir. Yaprak aktif demir içeriği ile özellikle katyonlar arasında zıt ilişki belirlenirken, toplam demir ile aktif demir arasında doğrusal pozitif ilişki tespit edilmiştir(Akgül 2010).

Başar ve Özgümüş (1999), demir klorozunun Bursa yöresinde iklim ve toprak özelliklerinin bir sonucu olarak başta şeftali olmak üzere pek çok meyve türünün üretiminde önemli miktarlarda düşüşler meydana getirdiğini bunun yanında kalitenin bozulmasına ve ileri aşamalarda ağaçların ömrünün kısalmasına neden olan önemli bir faktör olduğunu söylemişlerdir. Ayrıca klorozun şeftali üretiminde %25-30 oranında azalmaya sebep olduğu tahmin edilmiştir (Başar, 2000).

Eyüpoğlu ve Talaz (1999), Ankara'da yetiştirilen ve çok şiddetli derecede demir eksikliği görülen Starking çeşidi elma ağaçlarına artan dozda $FeSO_4$ ve NaFe- EDDHA uygulamaları ile demir eksikliğini ortadan kaldırmaya çalışmışlardır. Sonuç olarak araştırıcılar $FeSO_4$ uygulamalarının etkili olmadığını, ancak ağaç başına 500 g NaFe-EDDHA' nin demir klorozunu önlediğini ortaya koymuşlardır.

2.3 Çilek

Çilek, Rosales takımından, Rosaceae (Gülgiller) familyasından, Fragaria cinsine aittir. Anavatanı kuzey ve güney Amerika olup ABD, Avrupa, Güney ve Doğu Afrika ülkeleri, Yeni Zelanda, Avustralya ve Japonya en çok çilek yetiştiriciliği yapan ülkelerin başında gelmektedir (Aybak, 2005).3225 m yükseklikte, soğuk alanlarda, subtropik bölgelerde, sulanabilen çöllerde, Ekvator gibi çok değişik ekolojik koşullarda da çileğin doğal yetiştirilebilme alanıdır (Ağaoğlu, 1986).

İnsan sağlığına katkıları, karlı bir yatırım kolu olması dünyada çilek üretiminin 2014 yılı istatistiklerine göre, 8.114.373 ton olmasını ve bu üretimin her yıl önemli artışlar kaydetmesini sağlamıştır. Dünya çilek üretiminde 3. sırada olan Türkiye'nin ihracat verilerinde çilek ihracatının 19.553 ton ile 9. sırada olduğu görülmektedir (FAO, 2014). Değişik iklim ve toprak karakterleri yönünden ülkemiz, çilek yetiştiriciliğinde önemli bir potansiyele sahiptir. Verilerine göre Türkiye'de 415.150 ton çilek üretilmiştir. Türkiye'de çilek üretimi gittikçe yaygınlaşmaktadır. 2005 yılında 100.000 da olan çilek üretim alanı, 2016 yılında 154.308 da'a çıkmıştır. 2005-2016 döneminde çilek üretimi 200.000 tondan 415.150 tona, ortalama verim ise dekar başına 2.000 kg'dan 2.690 kg'a yükselmiştir(TÜİK, 2016).

Çilek yetiştiriciliğinin fazla yapılmasının nedeni, değişik toprak ve iklim koşullarına dayanıklı olmasıdır. Örneğin, bazı çeşitlerin hava sıcaklığının -40°C olduğu yerlerde dahi yetiştikleri söylenmiştir (Darrow, 1966). Çilek, taze meyvenin az olduğu dönemlerde olgunlaşması nedeniyle iyi bir pazar avantajına sahiptir. Çilek yetiştiriciliğinin önem kazanmasında önemli bir diğer faktör de çileğin insan sağlığı ve beslenme açısından yararlı olmasıdır. Çilek, çeşitten çeşide değişmekle birlikte 100 g'da 100 mg'a kadar çıkabilen askorbik asit miktarıyla C vitamini bakımından zengin meyvelerden biridir (Erdem, 2008). ABD'de melezleme ıslahı yolu ile bulunan ve yetiştiriciliğine başlanan bir çilek çeşidinin 100 g taze meyvesinde 75 mg askorbik asit olduğu ortaya konmuştur (Galletta ve ark., 1996).

Çilek demir noksanlığına oldukça hassas olarak kabul edilen meyve türlerinden biridir (Rombolà ve Tagliavini, 2006). Çilek yetiştiriciliğinin önemli problemlerinden

birisi de demir klorozudur. Bitkideki demir noksanlığından ileri gelen kloroz, yaprakların sararması şeklinde kendini göstermektedir. Dolayısıyla özümleme olayı aksamakta, bitki gelişmesinde gerileme, verimde düşme gözlemlenmektedir. Özellikle kireçli topraklar da sık sık görülen demir klorozunu önlemek amacıyla bitkinin ihtiyacı olan demiri toprağa vermek gereklidir. Daha önce demir noksanlığını gidermek için Demir Sülfat kullanılırken, bitkilerin bu bileşikten az istifade etmesi sebebiyle, bugün bitkilerin kolaylıkla faydalanabileceği değişik demir bileşikleri kullanılmaktadır(Şen, 1974).

Konarlı (1971), Adana bölgesinde yapılan çalışmalarında Pocahontas ve Surprise des Hales çeşitlerinde demir klorozu görüldüğünü, bu noksanlığın Kaliforniya çeşitlerinde (Aliso, Tioga, Torrey) oldukça ağır olduğunu söylemiştir. Çilekte demir noksanlığına karşı Sequesterene Fe-138 bileşiminin en iyi neticeyi verdiği ve bir hasat periyodunda dönüme 6 Kg kadar kullanılması gerektiğini ortaya koymuştur. Bu araştırıcı Antalya ve Alanya bölgelerinde klorozun Adana'daki kadar önemli olmadığını söylemiştir. Yalova ve Bursa bölgelerinde ise özellikle Kaliforniya çeşitlerinde (Aliso, Tioga, Torrey) belirgin bir kloroz görülmediğini söylemiştir.

Kaşka ve Gezerel (1977), faklı demirli gübreleri değişik konsantrasyonlarda ve farklı zamanlarda tek bir çilek çeşidine uygulayarak yapraklardaki makro ve mikro element miktarlarını ölçmüşlerdir. Uyguladıkları gübre çileğin yapraklarındaki demir konsantrasyonunu değiştirmediğini, diğer makro ve mikro element düzeyinde de önemli bir etkisinin olmadığını bulmuşlardır. Araştırıcılar uygulanan bu sıvı gübrelerin besin elementleri üzerine bir etki meydana getirmeme sebebinin denemenin yapıldığı toprakta Ca miktarının fazlalığının sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Kaşka ve Gezerel (1982), Çukurova'da çilek ile yürütülen bir adaptasyon denemesinde, bazı çeşitlerin demir klorozuna karşı hassasiyet gösterdiklerini ve Fe'li bileşiklerle gübreleme yapılmadığı zaman ise çeşitlerin öldüğünü bildirmişlerdir.

Zaiter ve ark. (1993), yaptıkları bir çalışmada toprağın 20 cm derinliğine $CaCO_3$ uygulayarak pH'yı 8.2'ye yükseltmişlerdir. Bu toprakta demirli ve demirsiz olarak değişik çilek çeşitleri yetiştirmişlerdir. Demir uygulanan çeşitlerde kontrole oranla verimleri yaklaşık %13 ile % 56 arasında arttığı bulunmuştur.

Türemiş ve ark. (1996), yaptıkları bir araştırmada çilek çeşitlerinin topraktan ve yapraktan Fe uygulamasına farklı tepki gösterdiklerini söylemişlerdir.

Benzer şekilde Addie, Dorit ve Camarosa çeşitlerinin Fe'ye hassas, Selva'nın orta hassas ve Delmarval'ın ise dayanıklı olduğu vurgulanarak, çeşitlerin uygulanan Fe'ye farklı tepkiler verdikleri gözlemlenmiştir (Erdal, 2004).

Erdal (2004), çilek yapraklarına %0.28'lik iki farklı demir formunu ($FeSO_4$- 7 H_2O ve Fe EDTA) üç farklı dönemde (çiçeklenme öncesi, ilk çiçeklenme, tam çiçeklenme) uygulayarak; çilek çeşitlerindeki Fe ve bazı element (P, Ca, Mg, K, Mn ve Zn) konsantrasyonlarına etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, demir uygulamaları ile yaprak Fe ve Zn konsantrasyonlarının arttığı; P, Mg ve K konsantrasyonlarının değişmediği, buna karşın Ca ve Mn konsantrasyonlarının ise azaldığı bildirilmiştir. Yapraktan tekrarlanan iki Fe uygulamasında da yapraklardaki Fe konsantrasyonlarında sürekli artış gözlenmiştir.

Demir noksanlığı, bitkisel üretimde yaygın bir mikro element yetersizliğidir. Noksanlık durumunda bitki büyümesi geriler, verimde ve kalitede azalmalar meydana gelir. Bitkilerde görülen Fe noksanlığını ortadan kaldırmak için dikkate alınan en yaygın önlemlerden biri bitkiye topraktan veya yapraktan şelatlı gübre vermektir. Ancak bu yöntem geçici bir çözüm olup, yıldan yıla yenilenmesi gerekmektedir. Bu nedenle kalıcı ve daha ekonomik olan çözümlerin bulunmasına gereksinim vardır(Erdem, 2008). Şu anda görülen en kalıcı çözüm, yapılacak seleksiyon programları ile tür ve çeşitler bazında Fe eksikliği stresine karşı dayanıklı genotipleri seçilmesi ve daha sonraki aşamada ise ıslah çalışmaları ile dayanıklı genotiplerinin geliştirilmesidir (Clark ve ark., 1982).

Gen kaynaklarının ıslah programlarında yararlı olabilmeleri için toplanmaları, korunmaları ve agronomik özellikler bakımından karakterize edilmeleri gerekmektedir. Özellikleri belirlenmemiş gen kaynaklarından yararlanmak, pratik olarak mümkün değildir. Örneğin, buğday gen kaynaklarında toplam 784.500 genotip mevcuttur (FAO, 1996). Buğday ıslahçılarının her birinin kendi program amaçları doğrultusunda bu koleksiyondaki bütün genotipleri tarayabilmeleri mümkün değildir. Bundan dolayı çileklerde gen kaynağı oluşturacak genotiplerin toplanmaları son 30 yılda 20'den fazla araştırıcı tarafından, Kuzey ve Güney Amerika'ya düzenlenen gezilerle oluşturulmuştur (Luby ve ark., 1991). *Fragaria chiloensis* ve *F. virginiana* türlerinden 2000'den fazla genotip, Oregon eyaletindeki Corvallis şehrinde bulunan Ulusal Klonal Gen Kaynakları Merkezi'nde koruma altına alınmıştır (Hummer, 1991).

Çekirdek koleksiyonlar, ana koleksiyondaki birey sayısının %10-15'i ile meydana getirilmekte ve ana koleksiyonların içlerinde barındırdıkları genetik çeşitliliğin %80-85'ini temsil etmektedirler (Brown, 1989). Çekirdek koleksiyonlar sayıca çok daha az birey içerdiklerinden agronomik özelliklerinin karakterizasyonları yapılabilmekte, tarama çalışmalarında sıklıkla kullanılmakta ve önemli genotipler ıslahçıların kullanımlarına sunulmaktadır. Bundan dolayı çilek gen kaynaklarının daha etkili bir şekilde değerlendirilebilmeleri için, dünya koleksiyonu içinden 38 genotipten oluşan bir süper-çekirdek koleksiyonu meydana getirilmiştir (Hancock ve ark., 2001). Süper-çekirdek genotiplerinin dünya koleksiyonunda bulunan genetik çeşitliliğin yüzde kaçını temsil ettiği ve çoklu-değişken analizleri sonucunda, süper-çekirdek içindeki bazı genotiplerin değiştirilmesi yoluyla genetik çeşitliliğin artırılabilme olasılıkları araştırılmaya devam etmektedir (Hancock, 2007).

Çileklerde gen kaynaklarının agronomik özellikler bakımından karakterize edilmeleri, güncel süper-çekirdek koleksiyonun bahçe bitkileri özellikleri bakımından yoğun incelenmesiyle yapılmaktadır. Hancock ve ark. (2001) ABD'de beş eyalette, mevcut süper-çekirdek koleksiyon genotiplerinin agronomik performansları üzerine araştırma yapmışlardır. Süper çekirdek genotiplerin metil bromidle fumige edilmiş ve fumige edilmemiş topraklardaki performansları değerlendirilmiştir (Osborn, 2003). Buna ilaveten süper çekirdek koleksiyonu düşük ve yüksek sıcaklıklarda CO_2 asimilasyon oranları (Serçe ve ark., 2002), kırmızı örümceğe dayanıklılık seviyesi (Serçe ve Hancock, 2002), fungal hastalıklara dayanıklılık derecesi (Hancock, 2007), antraknoza dayanıklılık seviyesi gibi farklı performansları açısından da test edilmiştir. Ayrıca, değişik sıcaklık ve gün uzunluklarında bu genotiplerin bazılarının çiçeklenme desenleri belirlenmiştir (Serçe ve Hancock, 2005).

Birçok ıslah, seleksiyon ve melezleme çalışmaları demir alımı, taşınımı ve kullanımında, çeşitler arasındaki farklılığın genetikselliğin bir sonucu olduğunu göstermiştir. Demir eksikliği kireç içeren topraklarda veya kireçli su ile sulanan topraklarda yetişen acı bakla, açelya, kamelya, calluna ve benzeri gibi asidofilik bitkilerde daha fazla görülür. Alkalin toprak şartlarına adapte olmuş Okaliptüs gibi bitkilerde yüksek P: Fe oranından dolayı kloroz başladığında, yani bu çeşit bitkiler demir stresine maruz kaldıklarında kök sistemlerini daha fazla geliştirerek besin ortamından daha fazla demir ekstrakte edebilirler. Bu tür bitkilerde çok hafif bir kloroz görülebilir. Ahududu, Bektaşi üzümü, böğürtlen, sardunya çiçeği, kasımpatı ve ardıç kloroza hassas olan bazı bitki türleridir(Bergmann, 1992).

3 MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Bu araştırma, 2016-2017 yılları arasında Konya Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait araştırma ve uygulama seralarında yürütülmüştür. Bu araştırmada kullanılan bitkisel materyal Yalova Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsünde geliştirilen Bolverim77, Hilal77, Doruk77, Dorukhan77, Ata77, Eren77, Erenoğlu77 çilek çeşitleridir. Denemede frigo çilek fideleri torf doldurulmuş ve belirli oranlarda kireç ilave edilmiş 3 litrelik saksılara dikilmiştir.



Şekil 3.1 Torf+Kireç ortamının hazırlanması ve bitkilerin saksılara dikilmesi

3.1.1 Araştırmada Kullanılan Çilek Çeşitlerinin Özellikler

ATA77: *TiogaxCruz melezi* Meyveleri orta iri, meyve dış rengi parlak kırmızı, meyvenin saptan kopması kolay, meyve eti sert, meyve kalp şeklinde, tad ve kokusu çok iyidir. Sofralık özellikte olmasına rağmen derin dondurulmaya da uygun bir çeşittir (Anonim, 2017).



Şekil 3.2 ATA77 çeşidi

EREN – 77*:* *Osmanlı x Tufts melezi*

Meyveleri orta iri, konik şekilli, meyve dış rengi parlak kırmızı, meyvenin saptan kopması kolay, tad ve kokusu çok iyi, meyve kalitesi iyi ve meyve eti serttir. Derin dondurulmaya uygun, sofralık özellikte bir çeşittir(Anonim, 2017).



Şekil 3.3 EREN77 çeşidi

HİLAL – 77: *Osmanlı x Tufts melezi*

Meyveleri orta iri, kalp şeklinde, meyve dış rengi parlak kırmızı, meyvenin saptan kopması çok kolay, tad ve kokusu çok iyi, meyve kalitesi iyi ve meyve eti serttir. Derin dondurulmaya uygun, sofralık özellikte bir çeşittir(Anonim, 2017).



Şekil 3.4 HİLAL77 çeşidi

BOLVERİM – 77: *Tioga x Yalova-104 melezi*

Meyveleri iri, meyve dış rengi parlak açık kırmızı, meyvenin saptan kopması kolay, meyve eti sertliği orta, şekli basık köşeli, meyve tadı orta, derin dondurulmaya uygundur(Anonim, 2017).



Şekil 3.5 BOLVERİM77 çeşidi

DORUK – 77: *Tufts x Cruz melezi*

Meyveleri küçük, meyve dış rengi parlak kırmızı, meyvenin saptan kopması kolay, meyve eti oldukça serttir. Derin dondurulmaya uygun özellikte, sofralık olarak da kullanılabilir(Anonim, 2017).



Şekil 3.6 DORUK77 çeşidi

DORUKHAN – 77: *Tufts x Cruz melezi*

Meyveleri orta iri, meyve dış rengi parlak kırmızı, meyvenin saptan kopması kolay, meyve eti serttir. Oldukça verimlidir. Sofralık özellikte olmasına rağmen, derin dondurulmaya uygun bir çeşittir(Anonim, 2017).



Şekil 3.7 DORUKHAN77 çeşidi

ERENOĞLU – 77: *Cruz x Tioga melezi*

Meyveleri iri, meyve dış rengi parlak kırmızı, meyvenin saptan kopması kolay, meyve eti orta serttir. Tad ve koku çok iyi, kalp şeklinde, saptan kopması çok kolaydırdır. Meyve kalitesi çok iyidir. Sofralık kalitesi yüksek bir çeşittir(Anonim, 2017).



Şekil 3.8 ERENOĞLU77 çeşidi

3.1.2 Yetiştirme ortamı

Hazırlanan ortamın içeriği torf ve kireç olarak iki materyalden oluşturulmuştur.

Torf: Turba yataklarından elde edilir. Torf su altındaki ve bataklıklarda hızla gelişen turba bitkilerinin uzun vejetasyonları boyunca bıraktıkları artıkların havasız ve havalı koşullarda parçalanıp yığınlar halinde birikmesinden oluşur. Türkiye'de Bolu, Denizli, Van, Kahramanmaraş, Kayseri, Erzurum ve Kars illerinde torf yatakları vardır. Kars-Göle ve Bolu-Yeniçağa torlarımız tarımsal amaçlı kullanıma uygundur (Sevgican, 2003). Hazır fide üreten şirketler Almanya, Litvanya, Fransa ve Belçika'dan torf ithal edip, fide üretiminde kullanmaktadırlar (Varış, 2004).

3.2 Metot

Bu çalışmada büyütme ortamında ağırlık (w/w) esasına göre torfa ilave edilmiş aşağıda belirtilen oranlarda kireç dozları her bir çilek çeşidi için kullanılmıştır:

1. Kontrol (%0)
2. %5
3. %10
4. %15
5. %20

Araştırmada kullanılan kireç oranları, torf ağırlık (w/w) esasına göre alınmış önceden kireç analizi yapılmış ve sonuçlar aşağıdaki gibi bulunmuştur.

Çizelge 3.1 Yetiştirme ortamının kireç analiz sonuçları

Kireç	Doz
Saf Torf	%1.1
%05 Kireç	%4.06
%10 Kireç	%7.4
%15 Kireç	%9.29
%20 Kireç	%12.04

Frigo çilek fideleri 18 Kasım 2016 tarihinde serada torf:kireç miktarı 1240 gr. gelecek şekilde 3 litrelik saksılara dikilmiş ve bitkilerin bakım işleri genel yetiştiricilik prensibine göre yapılmıştır. Deneme 5 tekerrürlü ve her tekerrürde 1 bitki olacak şekilde kurulmuştur. Çilek bitkilerine dikimden 3 ay sonra, 9 Şubat 2017 tarihiden itibaren birer hafta aralıklarla toplam 5 defa olmak üzere gübreleme yapılmıştır. Uygulanan gübre çözeltisinin içeriği aşağıdaki gibidir:

Çizelge 3.2 Bitki beslemede kullanılan gübrenin içeriği.

İÇERİK(W/W)	**%**
Toplam Azot(N)	16
Amonyum Azotu(N)	5.6
Nitrat Azotu	10.4
P_2O_5	8
K_2O	24
MgO	3
B	0.01
Mo	0.02
Cu	0.1
Fe. Edttaa	0.05
Mn	0.02
Zn	0.02

3.3 Yapılan Ölçüm ve Analizler

3.3.1 Bitki Başına Yaprak Sayısının

Dikimden 9 ay sonra bitki başına yapraklar sayılmıştır.

3.3.2 Yaprak Alanı

Vejetatif gelişme periyodunun ortasında (Ağustos) alınan yapraklar, üç tekerrürlü ve her tekerrürde 3'er yaprak olacak şekilde tarayıcıda taranarak winfolia paket programıyla ölçülmüştür. Sonuçlar cm^2 cinsinden bulunmuştur (İpek ve ark., 2009).



Şekil 3.9 Yaprak alanı tarayıcısı ve software programı

3.3.3 Klorofil Renk Yoğunluğunun Belirlenmesi (SPAD Ölçümü)

SPAD-klorofilmetre cihazı ile ölçülmüştür. Bu cihaz, relatif klorofil yoğunluğunu yaprak dokusundaki kırmızı ve infrared bölgeleri (sırasıyla 659 nm ve 940 nm dalga boyunda) ölçüm yaparak belirlemektedir (Gargın, 2011).

3.3.4 Stoma İletkenliği

"Yaprak porometresi" cihazı ile ölçülmüştür. Bu cihazın çalışma prensibi, yaprak stomalarından dış çevreye çıkan gazların ölçülmesi esasına dayanmaktadır.



Şekil 3.10 SPAD metre ile klorofil yoğunluğunun ölçümü

3.3.5 Bitki Yaş ve Kuru Ağırlığı (g)

Büyüme dönemi sonunda, sökülen bitkilerin gövdeleri (kök boğazının üzerindeki yaprak dışındaki kısımlar) kese kağıtlarına konulmuş ve ± 0.01 g duyarlığa sahip hassas terazide önce yaş ağırlığı daha sonra fırın kurusu (80°C'de 72 saat) ağırlığı tespit edilmiştir (Şahin, 2015).

3.3.6 Kök Taze ve Kuru Ağırlığı(g):

Büyüme dönemi sonunda, kökleri zarar görmeyecek şekilde dikkatle sökülen fidanların kökleri gövdelerinden ayrılarak kese kağıtlarına konulmuş ve ±0.01 g duyarlığa sahip hassas terazide önce yaş ağırlığı daha sonra fırın kurusu (80^{o}C'de 72 saat) ağırlığı tespit edilmiştir(Şahin, 2015)

3.3.7 Membran Geçirgenliği

Her biri 1 cm^2 büyüklüğünde 3 yaprak diski alınmış ve cam tüpler içinde 3 kez deiyonize sudan geçirilmiştir. Bu işlemin ardından 10 ml su ekleyip kapalı viyollerde 24 saat 25°C'de çalkalayıcıda çalkalanmıştır. Hemen ardından EC (C1) ölçülmüş, aynı örnekler 20 dakika 120°C'de otoklavda bekledikten sonra 25 °C'de yine EC ölçümü yapılmıştır (C2). Membran geçirgenliği aşağıdaki formülle belirlenmiştir (Lutts ve ark., 1996).

Membran geçirgenliği = C1/C2 X 100

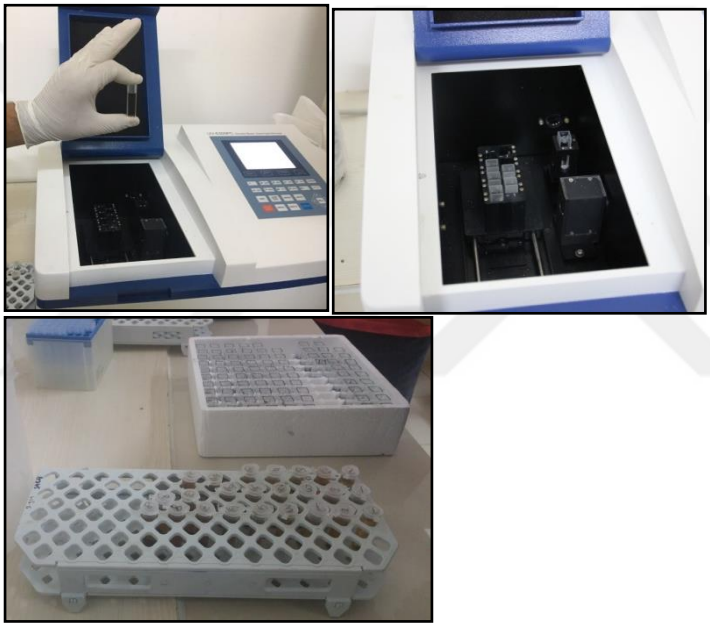


Şekil 3.11 Örneklerin hazırlanması EC1 ve EC 2 değerlerinin okunması

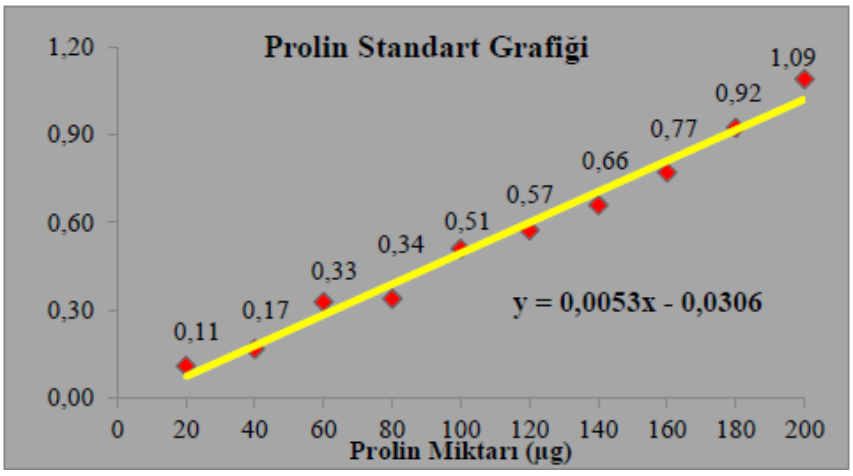
3.3.8 Prolin Miktarı

Prolin tayini spektrofotometrik olarak asit-ninhidrin metoduyla belirlenmiştir (Bates ve ark., 1973). Bu işlem için saf prolin kullanılarak standart bir grafik çizilmiştir. 1 ml'sinde 200 µg prolin içeren stok çözeltiden tüplere 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 1.2, 1.4, 1.6, 1.8 ve 2.0 ml alınarak her tüpün üzeri saf su ile 2 ml'ye tamamlanmıştır.

Daha sonra tüplere 2 ml glasiyal asetik asit ve 2 ml asit-ninhidrin çözeltisi ilave edilmiştir. Bu örnekler hemen 100°C'ye ayarlı bir etüve alınmışlardır. 1 saat sonra, buz banyosunda 10 dk. tutularak reaksiyon durdurulmuştur. Her tüpe 4 ml toluen ilave edilip, bir vorteksle 20-30 sn. iyice karıştırılmıştır. Sonra her tüpte üstte kalan faz bir otomatik pipetle alınarak 520 nm'de absorbansları ölçülmüştür. Kör numune için toluen kullanılmıştır. Bu değerler kullanılarak standart grafik çizilmiştir. Yapraklarda prolin tayini için ise 0,1g doku 10 ml %3'lük sülfosalisilik asit içinde bir porselen havanda homojenize edilmiş ve homojenat Whatman–42 filtre kâğıdıyla analitik bir huniden süzülmüştür. Süzüntüden 2 ml alınarak yukarıda standart grafik için anlatılan işlemlerden geçirilmiştir. Daha sonra elde edilen A520 değerleri standart grafik üzerinden µg prolin olarak belirlenmiştir (Aras, 2013).



Şekil 3.12 Örneklerin hazırlanması ve prolin değerlerinin spektrofotometrede okunması



Şekil 3.13 Prolin standart grafiği

3.3.9 Yaprakta Besin Elementi

Stres altındaki bitkilerden alınan yaprak örnekleri önce çeşme suyu, daha sonra 0.1N HCl, son olarak da iki defa saf su ile yıkanıp fazla suları filtre kâğıdı ile kurulanıp 70^{o}C'de iki gün süreyle kurutulmuştur. Kurutulmuş yaprak örnekleri öğütülerek 5ml HNO_3 ve 2ml H_2O_2 karışımı ile mikrodalga sistemde (CEM-MarsXpress) yakılarak ICPAES (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometer) cihazında toplam makro ve mikro elementlerin tayinleri yapılmıştır (Soltanpour ve ark., 1979).

3.3.10 Yaprakta Aktif Demir (Fe) (mg/kg)

Çilek bitkilerinin yapraklarında aktif Fe içeriğini belirlemek için ise bitki örneği olarak daha önce mineral element analizleri için hazırlanan kurutulmuş ve agat değirmende öğütülmüş örneklerden 100 mg örnek 10 ml 1 N HCl içerisinde 2 saat süre ile çalkalayıcıda (120 devir/dk.) çalkalanarak mavi bant filtre kâğıdı kullanılarak süzülmüştür. Elde edilen süzükte aktif Fe içerikleri (mg kg-1) Atomik Absorbsiyon Spektrometre cihazında belirlenmiştir (Erdem, 2008).

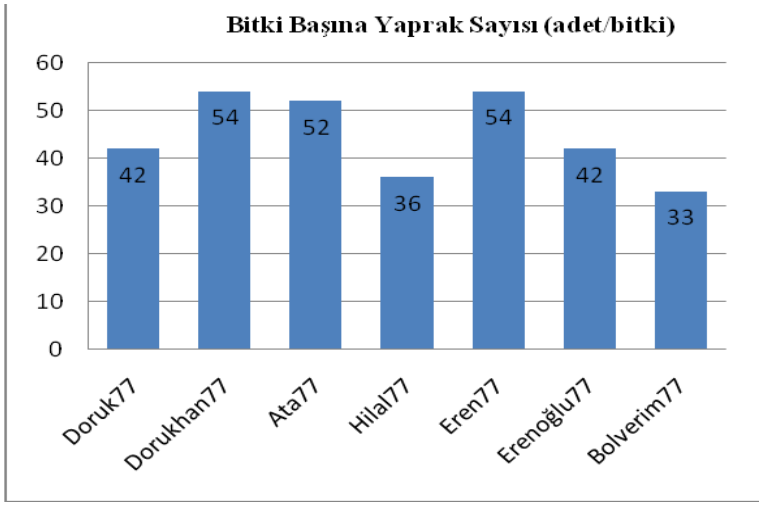
4 ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 Bitki Başına Yaprak Sayısı

Yapılan deneme sonucunda bitki başına yaprak sayısı bakımından çeşitler arasındaki farklar istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. En yüksek değer Ata77 (11.28) çeşidinde, en düşük değer ise Hilal77 (6.05) çeşidinde tespit edilmiştir. Kireç dozlarının etkisi incelendiğinde uygulamalar arasındaki farklar da istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) olarak belirlenmiştir. En fazla yaprak kontrolde, en az ise %20 kireç dozunda saptanmıştır. Her bir çeşit kendi içerisinde kireç uygulamasına verdikleri tepkiler bakımından incelendiğinde, çeşitlerin kireç dozlarına verdiği tepkilerin farklı olduğu görülmektedir. Çeşitlerde kireç uygulaması ile yaprak sayısı Doruk77 de %43, Dorukhan77 de %55, Ata77 de %53, Hilal77 de %36, Eren77 de %54, Erenoğlu77 de %42, Bolverim77 de %33 azalmıştır. Kireç dozunun artışı yaprak sayısının azalmasına yol açmıştır. Kireç dozlarından en fazla etkilenen çeşit Dorukhan77 çeşidi olmuştur. Dorukhan77 çeşidinde kontrolde 11.67 adet olan yaprak sayısı %20 kireç uygulamasında %55 azalma ile 5.27'e düşmüştür. Buna karşılık kireç dozlarından en az etkilenen çeşit Bolverim77 olmuş ve kontrolde 10.67 adet olan yaprak sayısı %20 kireç dozunda %33 azalışla 7.14 adete düşmüştür. (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Kireç dozlarının çilek çeşitlerinde yaprak sayısına etkileri (adet/bitki)

	Doruk77	Dorukhan77	Ata77	Hilal77	Eren77	Erenoğlu77	Bolverim77	Ortalama
Kontrol	9.00 a	11.67 a	15.00 a	7.83 a	16.27 a	15.83 a	10.67 a	**12.32 A**
5%	7.67 ab	9.10 b	10.17 b	6.17 b	10.67 b	10.33 b	9.13 ab	**9.03 B**
10%	7.27 b	6.17 c	13.50 a	5.93 b	9.37 b	9.50 b	7.83 bc	**8.17 B**
15%	5.57 c	5.33 c	10.73 b	5.33 b	9.87 b	9.17 b	8.50 bc	**7.79 BC**
20%	5.17 c	5.27 c	7.07 c	5.00 b	7.43 c	9.20 b	7.145 c	**6.61 C**
Ortalama	6.93 C	7.51 BC	11.28 A	6.05 C	10.72 A	10.81 A	8.66 B	



Şekil 4.1 Çilek çeşitlerinin yaprak sayısında kireç dozlarından etkilenme durumu (%)

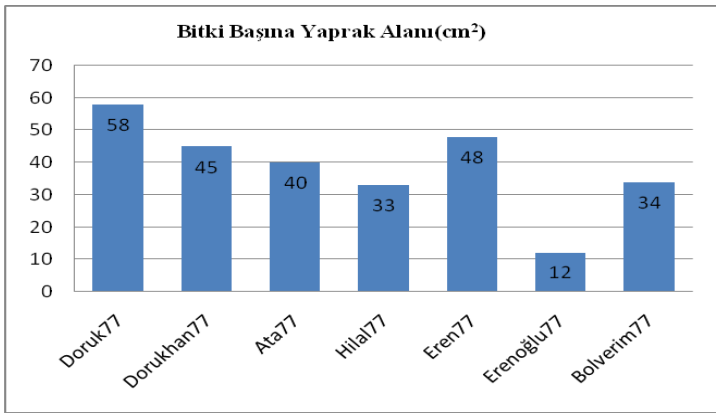
4.2 Yaprak Alanı (cm^2)

Araştırmada kullanılan çeşitlerin yaprak alanlarının önemli derecede farklı olduğu belirlenmiştir. En büyük yapraklar Bolverim77 (46.98 cm^2) çeşidinde, en küçük yapraklar ise Doruk77 (18.98 cm^2) çeşidinde tespit edilmiştir. Çeşitlerde olduğu gibi kireç dozlarında da önemli farklılıklar saptanmıştır. Kireç dozunun artışı yaprak alanında azalmaya yol açmış ve en büyük yapraklar kontrol veya %5 kireç dozunda bulunurken en küçük yapraklar genellikle en yüksek kireç dozlarından elde edilmiştir. Yaprak sayısında olduğu gibi çeşitlerin kireç dozlarına verdikleri tepkilerde de önemli farklılıklar olduğu görülmektedir. Erenoğlu 77 hariç tüm çeşitlerde kireç dozunun yükselmesi yaprak alanının önemli derecede küçülmesine yol açmıştır. Yaprak alanı bakımından kireç dozlarından en fazla etkilenen çeşit Doruk77 çeşidi olmuştur. Doruk77 çeşidinde %5 kireç dozunda 25.28 cm^2 olan bitki yaprak alanı %20 kireç uygulamasında %58 azalma ile 10.67 cm^2'ye düşmüştür. Buna karşılık kireç dozlarından en az etkilenen çeşit Erenoğlu77 olmuş ve %5 kireç dozunda 38.73 cm^2 olan bitki yaprak alanı %20 kireç dozunda %12 azalışla 33.94 cm^2'ye düşmüştür (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 Kireç dozlarının çilek çeşitlerinde yaprak alanına etkileri (cm^2)

	Doruk77	Dorukhan77	Ata77	Hilal77	Eren77	Erenoğlu77	Bolverim77	ortalama
Kontrol	22.30 a	31.82 a	34.49'a	21.11 b	36.82 a	34.57 ö.d	50.05 b	**33.45 A**
5%	25.28 a	23.10 b	29.33 b	31.38 a	29.64 c	38.73	56.60 a	**33.44 A**
10%	23.40 a	24.07 b	25.75 b	28.26 a	19.21 e	35.61	44.33 c	**28.66 B**
15%	13.25 b	17.53 c	25.93 b	28.27 a	31.41 b	34.71	36.99 d	**27.59 B**
20%	10.67 b	26.29 b	20.74 c	22.13 b	24.67 d	33.94	51.89 b	**27.19 B**
ortalama	18.98 F	24.56 E	27.25 CD	26.23 DE	28.35 C	37.51 B	46.98 A	

ö.d: istatistik olarak önemli değildir.



Şekil 4.2 Çilek çeşitlerinin yaprak alanında kireç dozlarından etkilenme durumu (%)

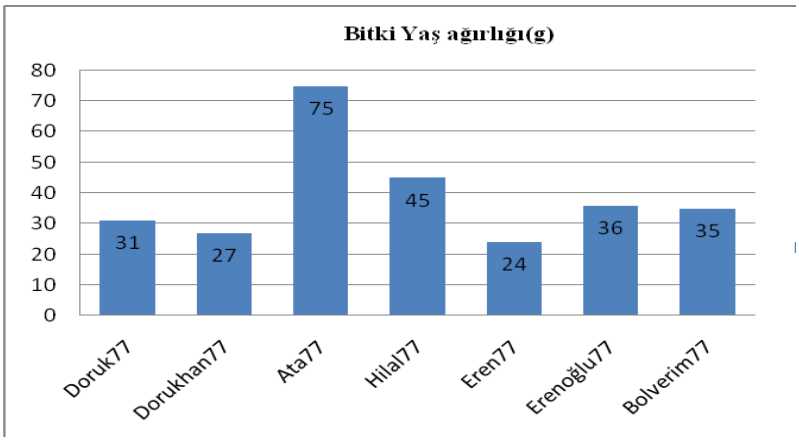
4.3 Bitki Yaş ve Kuru Ağırlığı (g)

Yapılan deneme sonucunda bitki yaş ağırlığı çeşitler arasında incelendiğinde çeşitler arasındaki farklar istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) çıkmıştır. En yüksek bitki yaş ağırlığı değeri Erenoğlu77 (36.67 g) çeşidinde, en düşük değer ise Doruk77 (11.59 g) çeşidinde belirlenmiştir. Bitki yaş ağırlığı kireç dozları bazında incelendiğinde ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) çıkmıştır. En yüksek bitki yaş ağırlığı kontrol veya %5 kireç grubuna aitken, en düşük ise %20 kireç dozuna ait olduğu görülmüştür. Yapılan deneme sonucunda bitki yaş ağırlığı Çeşit X Doz bazında incelendiğinde interaksiyon istatistiki olarak önemli çıkmıştır ($p<0,05$) fakat Dorukhan77 ve Eren77çeşidinde önemli bir farklılık tespit edilememiştir. Kirecin etkisi artıkça bitki strese girmiş, fotosentez yeterli düzeyde yapılmadığından dolayı gerekli besin maddeleri yeterli düzeyde üretilmemiş, madde kaybı olmuştur. Yaş ağırlık kaybı en fazla Ata77 çeşidinde olmuştur. Ata77 çeşidinde %10 kireç dozunda 44.43 g olan bitki yaş ağırlığı %20 kireç uygulamasında %75 azalma ile 11.01 g'a düşmüştür. Buna karşılık kireç dozlarından en az etkilenen çeşit Dorukhan77 olmuş ve kontrolde 19.19 g olan bitki yaş ağırlığı %20 kireç dozunda %27azalışla 13.85 g'a düşmüştür.

Çizelge 4.3 Kireç dozlarının çilek çeşitlerinde bitki yaş ağırlığına etkileri (g)

	Doruk77	Dorukhan77	Ata77	Hilal77	Eren77	Erenoğlu77	Bolverim77	ortalama
Kontrol	14.14 a	19.99$^{ö.d}$	41.37 a	34.31 cd	31.50$^{ö.d}$	42.42 a	35.23 a	**31.15 A**
5%	13.27 ab	16.99	37.69 a	31.72 a	31.38	41.89 a	32.08 b	**29.41 B**
10%	9.67 c	16.12	44.43 a	21.26 bc	26.94	37.92 b	33.00 b	**27.04 C**
15%	9.67 bc	16.17	12.29 b	20.90 b	25.70	29.27 b	23.88 c	**19.70 D**
20%	11.20 bc	13.85	11.01 b	18.62 d	23.80	26.82 b	22.90 c	**18.32 E**
Ortalama	11.59 F	16.62 E	29.36 B	25.36 D	27.86 C	35.67 A	29.42 B	

ö.d: istatistik olarak önemli değildir.

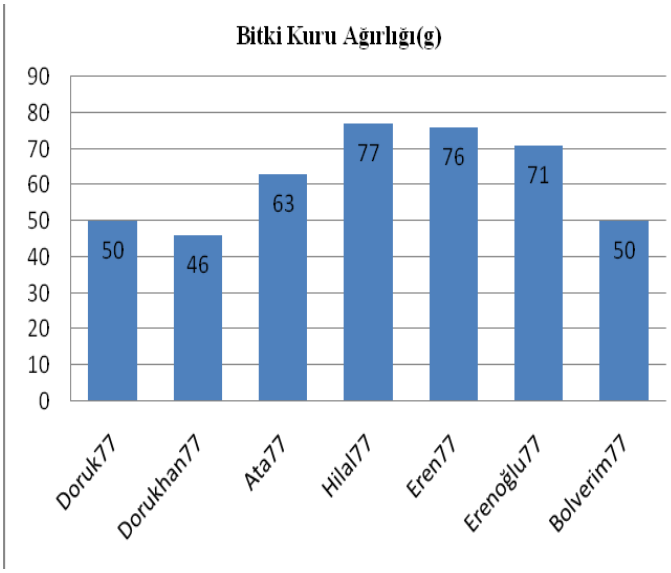


Şekil 4.3 Çilek çeşitlerinin bitki yaş ağırlığının kireç dozlarından etkilenme durumu (%)

Tüm çeşitlerde bitki kuru ağırlığı toprağa uygulanan farklı kireç dozlarından önemli seviyede etkilenmiştir. Deneme sonucunda bitki kuru ağırlığı çeşitler arasında incelendiğinde çeşitler arasındaki farklar önemli ($p<0,05$) çıkmıştır. Bitki kuru ağırlığı en fazla Ata77 (8.68 g) çeşidinde bulunurken, en düşük ise Doruk77 (3.63 g) çeşidinde saptanmıştır. Deneme sonucunda bitki kuru ağırlığı kireç dozları bazında incelendiğinde kireç dozlarının etkisinin istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) olduğu belirlenmiştir. En ağır bitkiler kontrol grubu veya %5 kireç dozunda bulunurken, en hafif bitkilerin ise %20 kireç dozuna ait olduğu tespit edilmiştir. Farklı kireç dozları tüm çeşitlerde, bitki kuru ağırlığını istatistiki olarak önemli seviyede etkilemiştir. Kireç uygulamalarının her bir çeşitte bitki kuru ağırlığına etkisi incelendiğinde kireç dozlarının etkisi istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) çıkmıştır. Kireç dozlarından en fazla zarar gören çeşit Hilal77 olmuştur. Hilal77 çeşidinde kontrolde 11.92 g olan bitki yaş ağırlığı %20 kireç uygulamasında %77 azalma ile 2.71 g'a düşmüştür. Buna karşılık kireç dozlarında en az zarar gören çeşit Dorukhan77 olmuş ve kontrolde 5.58 g olan bitki kuru ağırlığı %20 kireç dozunda %46 azalışla 3.0 g'a düşmüştür (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 Kireç dozlarının çilek çeşitlerinde bitki kuru ağırlığına etkileri (g)

	Doruk77	Dorukhan77	Ata77	Hilal77	Eren77	Erenoğlu77	Bolverim77	ortalama
Kontrol	5.74 a	5.58 a	12.81 a	11.92 a	14.50 a	13.43 a	8.71 a	**10.38 A**
5%	3.49 b	4.71 ab	11.67 a	5.21 b	9.54 b	10.35 b	8.82 a	**7.68 B**
10%	3.15 b	3.85 bc	9.17 b	3.10 c	5.96 c	6.17 c	6.80 b	**5.46 C**
15%	2.97 b	3.62 c	5.10 c	2.94 c	4.83 d	5.83 c	4.94 c	**4.32 CD**
20%	2.83 b	3.00 c	4.67 c	2.71 c	3.37 e	3.83 d	4.33 c	**3.53 D**
ortalama	3.63 E	4.15 DE	8.68 A	5.17 D	7.64 B	7.92 AB	6.72 C	



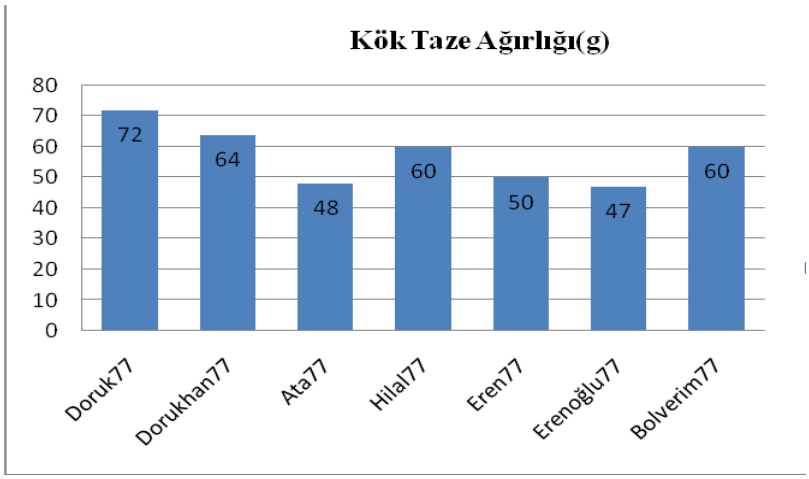
Şekil 4.4 Çilek çeşitlerinin bitki kuru ağırlığının kireç dozlarından etkilenme durumu (%)

4.4.Kök Taze ve Kuru Ağırlığı (g)

Kök yaş ağırlığı da farklı kireç dozlarından önemli derece etkilenmiştir. Yapılan deneme sonucunda kök taze ağırlığı çeşitler bazında incelendiğinde çeşitler arasındaki farklar istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) çıkmıştır. Kök taze ağırlığı en fazla Erenoğlu77 (11.14 g) çeşidinde, en düşük ise Doruk77 (6.66 g) çeşidinde belirlenmiştir. Kök taze ağırlığı kireç dozları bazında incelendiğinde, kireç dozları arasındaki farklar istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. En yüksek kök taze ağırlığı kontrolde belirlenirken kireç dozunun artışı kök yaş ağırlığının azalmasına yol açmıştır. En düşük ise %20 kireç dozunda tespit edilmiştir. Kireç dozlarından kök yaş ağırlığı bakımından en fazla zarar gören çeşit Doruk77 çeşidi olmuş, kontrolde 11.22 g olan kök yaş ağırlığı %20 kireç uygulamasında %72 azalma ile 3.12 g'a düşmüştür. Buna karşılık kireç dozlarından en az etkilenen çeşit Erenoğlu77 olmuş ve kontrolde 14.97 g olan kök yaş ağırlığı %15 kireç dozunda %47 azalışla 7.93 g olarak belirlenmiştir. (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5 Kireç dozlarının çilek çeşitlerinde kök taze ağırlığına etkileri (g)

	Doruk77	Dorukan77	Ata77	Hilal77	Eren77	Erenoğlu77	Bolverim77	ortalama
Kontrol	11.22 a	15.72 a	11.71 a	14.12 a	13.00 a	14.97 a	14.54 a	**13.61 A**
5%	8.39 b	9.31 b	9.73 ab	11.82 b	11.33 a	13.53 a	12.00 b	**10.87 B**
10%	5.36 c	7.80 bc	8.49 bc	9.57 c	7.86 bc	10.79 b	8.27 c	**8.28 C**
15%	5.22 c	6.76 cd	7.07 cd	7.95 d	8.50 b	7.93 c	7.04 cd	**7.21 C**
20%	3.12 d	5.53 d	6.01 d	5.53 e	6.54 c	8.50 c	5.80 d	**5.86 C**
ortalama	6.66 C	9.02 B	8.60 B	9.80 B	9.41 B	11.14 A	9.53 AB	

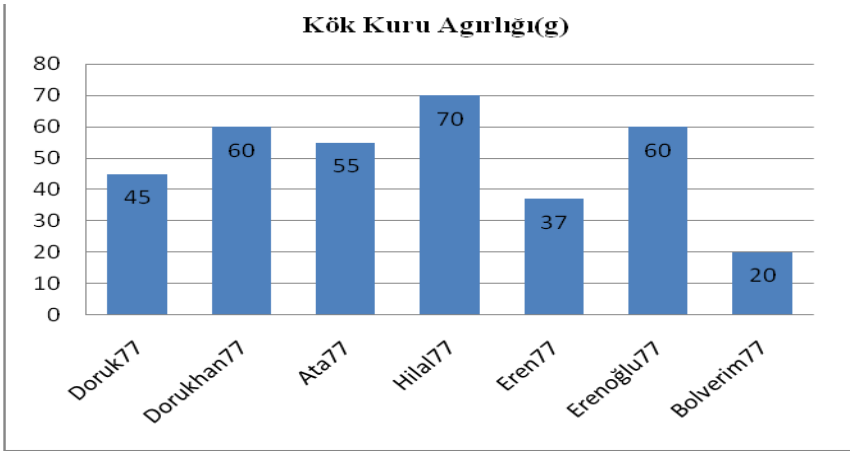


Şekil 4.5 Çilek çeşitlerinin kök taze ağırlığının kireç dozlarından etkilenme durumu (%)

Toprakta farklı kireç seviyeleri tüm çeşitlerde kök yaş ağırlığında olduğu gibi kök kuru ağırlığının da etkilenmesine yol açmıştır. Deneme sonucunda kök kuru ağırlığı bakımından çeşitlerin arasındaki farklar önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. En yüksek kök kuru ağırlığı Bolverim77 (2.36 g) çeşidinde, en düşük ise Doruk77 (1.36 g) çeşidinde belirlenmiştir. Kireç dozlarının kök kuru ağırlığını istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) seviyede etkilediği de saptanmıştır. En yüksek kök kuru ağırlığı kontrolde belirlenirken, kireç dozunun artışı kök kuru ağırlığının azalmasına neden olmuş ve en düşük kök kuru ağırlıkları %20 kireç dozunda tespit edilmiştir. Çeşitlerin kendi içerisinde kireç dozlarından etkilenme durumları incelendiğinde ortalamalar arasındaki farkların istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) olduğu belirlenmiştir. Artan kireç dozları Hilal77 çeşidini en fazla etkilemiş, kontrolde 2.82 g olan kök kuru ağırlığı %20 kireç uygulamasında %70 azalma ile 0.83 g'a düşmüştür. Buna karşılık Bolverim77 kireç dozlarından en az etkilenen çeşit olmuş ve kontrolde 2.81 g olan kök kuru ağırlığı %20 kireç dozunda %20 azalışla 2.24 g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6 Kireç dozlarının çilek çeşitlerinde kök kuru ağırlığına etkileri (g)

	Doruk77	Dorukhan77	Ata77	Hilal77	Eren77	Erenoğlu77	Bolverim77	Ortalama
Kontrol	1.86 a	2.69 a	2.37 a	2.82 a	2.66 a	3.13 a	2.81 a	**2.62 A**
5%	1.42 b	2.34 ab	1.80 b	2.33 b	2.50 a	2.46 b	1.92 d	**2.11 B**
10%	1.06 d	2.17 b	1.19 c	2.08 c	2.13 b	1.76 c	2.56 b	**1.85 C**
15%	1.27 c	1.74 c	1.06 c	1.86 d	1.70 c	1.54 d	2.28 c	**1.63 C**
20%	1.22 c	1.06 d	1.12 c	0.83 e	1.67 c	1.23 e	2.24 c	**1.34 D**
Ortalama	1.36 D	2.00 B	1.51 D	1.98 C	2.13 B	2.02 B	2.36 A	



Şekil 4.6 Çilek çeşitlerinin kök kuru ağırlığının kireç dozlarından etkilenme durumu (%)

Yetiştirme ortamında bulunan yüksek dozda kirecin en önemli etkilerinin başında aktif Fe yetersizliğine bağlı kloroz meydana gelmektedir (Mengel, 1994). Kloroz yaprakta klorofil sentezinin yeterince gerçekleşmemesine bağlı olarak meydana gelmektedir. Yaprakta klorofil miktarının yeterli olmaması durumunda fotosentez doğrudan olumsuz etkilenecek ve bitkinin yeterince karbonhidrat üretememesine sebep olacaktır. Bu konuda yapılan çalışmalarda toprakta yüksek kireç içeriğinin fotosentez üzerine olumsuz etki yaptığını gösteren pek çok çalışma bulunmaktadır (Erdem, 2008; Colla ve ark., 2010).Bitkinin yeterince asimilat maddesi üretememesi nedeniyle yaprak sayısı ve alanı, bitki yaş ve kuru ağırlıkları gibi pek çok özellik olumsuz etkilenecektir. Nitekim farklı türlerde yapılan çalışmalarda büyüme üzerine kirecin olumsuz etkisinin ya da Fe gübrelemesinin olumlu etkisinin belirlendiği çalışmalar bulunmaktadır.

Pestana ve ark. (2005) Troyer sitranjı, Taiwanica ve Swingle sitrumelo anaçları ile yaptığı çalışmada farklı Fe dozlarının (0, 5, 10, 15 ppm) yaprak sayılarını ve bitki ve kök taze ve kuru ağırlıklarını etkilediğini, anaçların artan Fe dozlarıyla orantılı olarak bu özelliklerde artışlar meydana getirdiğini bildirmişlerdir.

Sabır ve ark. (2010), dört farklı asma çeşidinde yaptıkları çalışmalarında yaprak sayısı ve bitki taze ve kuru ağırlıklarının Fe dozundaki artışla uyumlu olduğunu ve sodyum bikarbonat uygulamasında yaprak sayısı, bitki taze ve kuru ağırlığında düşüşler yaşandığını belirtmişlerdir.

Colla ve ark. (2010), toprak ya da yetiştirme ortamındaki $NaHCO_3$ konsantrasyonunun sürgün ve köklerin gelişimini, yaprak alanını ve net CO_2 asimilasyonunu olumsuz yönde etkilediğini belirtmiştir.

Castle ve ark. (2009), bazı turunçgil anaçlarının Fe kloruzuna karşı gösterdikleri tepkileri inceledikleri çalışmada, Fe klorozunun bitkilerin yaş ağırlıklarını azalttığını belirtmişlerdir.

Molassiotis ve ark. (2006), Fe eksikliğine oldukça tolerant GF-677 (*Prunus amygdalus* Batsch X *Prunus persica* (L.) Batsch) ve duyarlı Cadaman [*Prunus persica* (L.) Batsch X *Prunus davidiana* (Carr.) Franch.) anaçlarının 1 yaşlı çöğürlerinin su kültürü çalışmasıyla Fe stresine karşı gösterdikleri tepkileri inceledikleri çalışmada, Fe noksanlığında kök ve yaprak kuru ağırlıklarının önemli ölçüde azaldığını tespit etmişlerdir.

Bu çalışmalarda belirlendiği gibi bizim çalışmamızda da yetiştirme ortamında kireç miktarının artması büyüme ve gelişmeyi olumsuz etkilemiştir. Kirecin etkisi çeşitlerde farklı olmuştur. Bazı çeşitler daha az etkilenirken bazıları daha fazla etkilenmiştir. Bu durum çeşitlerin genetik yapıları ve kirece tolerans durumları ile ilişkili görünmektedir. Nitekim farklı türlerde yapılan çalışmalarda çeşitlerin kireçten kaynaklanan Fe klorozuna ve olumsuz etkilerine farklı tepkiler verdiğini gösteren pek çok çalışma bulunmaktadır (Erdem, 2008; İncesu, 2011)

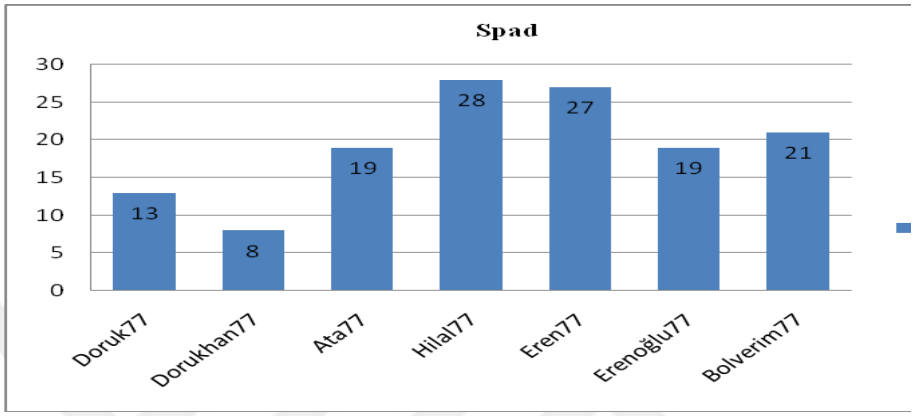
4.5.Klorofil Renk Yoğunluğu (SPAD)

Yapılan deneme sonucunda SPAD değeri çeşitler arasında incelendiğinde çeşitler arasındaki farklar istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) çıkmıştır. SPAD değeri en yüksek Erenoğlu77 (42.65) çeşidinde belirlenirken, en düşük değer ise Eren77 (33.90) çeşidinde tespit edilmiştir. Deneme sonucunda SPAD değeri kireç dozları bakımından incelendiğinde kireç dozlarının SPAD değerini istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) derecede etkilediği belirlenmiştir. En yüksek klorofil renk yoğunluğu kontrolde belirlenirken, kireç dozunun artışı klorofil renk yoğunluğunun azalmasına yol açmış ve en düşük değer ise %20 kireç dozunda tespit edilmiştir. SPAD değerinin Doruk77 hariç diğer çeşitlerde kireç uygulamasından önemli seviyede etkilendiği de saptanmıştır. Artan kireç dozlarından en fazla etkilenen çeşit Hilal77 çeşidi olmuştur. Hilal77 çeşidinde kontrolde klorofil renk yoğunluğu 44.45 iken %20 kireç uygulamasında %28 azalma ile 31.85'e düşmüştür. Buna karşılık kireç dozlarından en az etkilenen çeşit Dorukhan77 olmuş ve %5kireç dozunda klorofil renk yoğunluğu 38.55 iken %20 kireç dozunda %8 azalışla 35.47'e düşmüştür (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7 Kireç dozlarının çilek çeşitlerinde SPAD değerine etkileri

	Doruk77	Dorukhan77	Ata77	Hilal77	Eren77	Erenoğlu77	Bolverim77	ortalama
Kontrol	44.53 ö.d	36.87 a	45.18 a	44.45 a	39.75 a	48.63 a	45.48 a	**44.56 A**
5%	43.10	38.55 ab	40.67 b	36.38 b	35.98 ab	44.78 b	38.53 b	**39.69 B**
10%	41.37	36.08 b	40.33 b	35.81 b	34.68 ab	40.26 c	38.51 b	**38.15 B**
15%	39.60	37.98 b	39.73 b	35.03 bc	30.08 b	40.13 c	36.60 b	**37.02 BC**
20%	38.35	35.47 b	36.38 c	31.85 c	29.00 b	39.43 c	35.77 b	**35.18 C**
ortalama	41.39 B	38.39 BC	40.42 B-D	36.71 D	33.90 E	42.65 A	38.98 CD	

ö.d: istatistik olarak önemli değildir.



Şekil 4.7 Çilek çeşitlerinde SPAD değerinin kireç dozlarından etkilenme durumu (%)

Bitkilerde Fe'nin en önemli görevlerinden birisi klorofil sentezinde yer almasıdır. Yapılan pek çok çalışmada yapraktaki Fe miktarı ile klorofil sentezi arasındaki ilişki gösterilmiştir (Erdem, 2008; İncesu, 2011). Buna bağlı olarak yetiştirme ortamında kireç içeriğinin yüksekliğine bağlı olarak yaprakta aktif Fe miktarının azalması ile klorofil miktarında düşme ortaya çıkmaktadır (Byrne ve Rouse, 1995; Pestana ve ark., 2001). Toprakta kireç miktarının yükselmesi yaprakta hücrelere ve buradan kloroplastlara ulaşan Fe miktarının azalmasına sebep olarak klorofil sentezini ve miktarını olumsuz etkilemektedir.

SPAD değerinin bitkideki klorofil konsantrasyonu ile ilişkili olduğu birçok çalışmada belirtilmiştir (Schaper, 1997; Daşgan, 1999; Eker, 2001). Bu çalışmada da Fe eksikliği koşullarında çeşitlerde belirlenen klorofil konsantrasyonları ve SPAD değerleri arasında çok yakın bir ilişki bulunmuştur. Çalışmada kireç dozu artıkça SPAD değeri düşmüştür.

4.6.Membran Geçirgenliği (%)

Yapılan deneme sonucunda membran geçirgenliği bakımından çeşitler incelendiğinde ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. En yüksek membran geçirgenliği Erenoğlu77 (%23.29) çeşidinde, en düşük ise Dorukhan77 (%19.14) çeşidinde tespit edilmiştir. Çeşitlerde olduğu gibi kireç dozlarının da membran geçirgenliğini istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) seviyede etkilediği saptanmıştır. En yüksek kontrolde tespit edilirken artan kireç dozları ile membran geçirgenliğinin azaldığı bulunmuştur. Çeşitlerde uygulanan kireç dozlarının etkisi dikkate alındığında uygulamaların etkisinin çeşide bağlı olduğu ve Dorukhan77, Eren77 ve Bolverim77 çeşitlerinde etki önemli olurken diğer çeşitlerde önemsiz bulunmuştur. Kireç dozlarından en fazla etkilenen çeşit Eren77 olmuştur. Kontrol grubunda 32.77 olan değeri %5 kireç dozu uygulamasında %50 azalışla 16.04 olmuştur. Buna karşılık kireç dozlarından en az etkilenen çeşit Erenoğlu77 olmuş ve %10 kireç dozunda 27.02 olan değer %5 kireç dozunda %22 azalışla 20.97 olmuştur (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8 Kireç dozlarının çilek çeşitlerinde membran geçirgenliğine etkileri (%)

	Doruk77	Dorukhan77	Ata77	Hilal77	Eren77	Erenoğlu77	Bolverim77	Ortalama
Kontrol	24.13 ö.d	24.89 a	23.03ö.d	24.56ö.d	32.77 a	25.91ö.d	23.13 b	**25.49 A**
5%	21.16	14.56 c	21.24	23.16	20.36 b	21.01	16.04 b	**19.65 B**
10%	19.14	15.69 bc	20.60	18.36	16.18 c	27.02	18.16 b	**19.34 B**
15%	25.56	19.76 a-c	23.7	18.63	19.28 bc	20.97	16.18 b	**20.59 B**
20%	19.36	20.82 ab	23.95	28.60	16.57 bc	21.55	36.14 a	**23.89 A**
Ortalama	21.87 B	19.14 C	22.51 AB	22.70 AB	21.03 B	23.29 A	21.93 AB	

ö.d: istatistik olarak önemli değildir.

Yetiştirme ortamında kireç miktarının yükselmesi yapraklarda membran geçirgenliğini çeşitlerin çoğunda önemli derecede etkilememiştir. Hatta bazı çeşitlerde yüksek kireç dozlarında membran geçirgenliğinin azaldığı görülmektedir. Membran geçirgenliğinin düşük olması hücre duvarı stabilitesinin iyi olduğunu gösteren bir durumdur. Genellikle bitkilerde stres şartlarında membran geçirgenliği yükselmekte ve hücre duvarı stabilitesi bozulmaktadır (Terry ve Abadía, 1986; Marschner, 1995a). Bizim yaptığımız çalışmada ise kireç uygulaması ile membran geçirgenliğinin azaldığı görülmektedir. Bu durumun Ca ile alakalı olduğunu söylenebilir. Kireç uygulamalarında bitkilerin daha yüksek Ca almaları hücre duvarının dayanıklılığını artırarak membran geçirgenliğini azaltmış olabilir. Nitekim farklı stres şartlarında Ca gübrelemesinin hem membran stabilitesini koruduğu hem de strese toleransı artırdığı belirlenmiştir (Yeşiloğlu ve ark., 2013).

4.7.Prolin Miktarı (µg g^{-1} TA)

Prolin miktarı çeşitler arasında incelendiğinde ortalamalar arasındaki farklar önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. En yüksek prolin Doruk77 (61.64 µg g^{-1} TA) çeşidinde, en düşük ise Bolverim77 (32.12 µg g^{-1} TA) çeşidinde belirlenmiştir. Prolin miktarının kireç dozları tarafından daistatistiki olarak önemli ($p<0,05$) derecede etkilendiği de tespit edilmiştir. Genel olarak yüksek değer kontrolde saptanırken, artan kireç dozlarına bağlı olarak değerlerin düştüğü görülmüştür. Çeşitler kendi içerisinde incelendiğinde Doruk77, Dorukhan77, Ata77, Bolverim77 çeşitlerinde kireç uygulamaları prolin miktarını önemli seviyede etkilemezken, diğer çeşitlerde etki önemli bulunmuştur. Artan kireç dozlarına en fazla hassasiyeti Eren77 göstermiştir. Eren77 çeşidinde kontrolde grubunda 82.10 µg g^{-1} TA iken %5 kireç dozunda %63 azalma ile 29.77 µg g^{-1} TA olmuştur. En az hassasiyet gösteren çeşit Erenoğlu77 olmuştur. %5 kireç dozunda 48.60 µg g^{-1} TA olan prolin miktarı kireç dozunun artışına bağlı olarak %20 kireç dozunda 29.50 µg g^{-1} TA olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9 Kireç dozlarının çilek çeşitlerinde prolin miktarına etkileri (µg g^{-1} TA)

	Doruk77	Dorukhan77	Ata77	Hilal77	Eren77	Erenoğlu77	Bolverim77	Ortalama
Kontrol	80.01 ö.d	33.65 ö.d	33.10 ö.d	63.84 a	82.10 a	40.52 ab	31.67 ö.d	**59.37 A**
5%	66.94	32.72	31.47	33.65 b	29.77 b	48.60 a	29.15	**38.90 D**
10%	64.57	34.52	32.29	60.75 b	81.57 a	30.52 bc	31.35	**47.94 B**
15%	49.09	36.67	61.84	35.46 b	36.61 b	47.60 a	29.65	**42.42 C**
20%	47.60	35.91	32.25	33.65 b	33.82 b	29.50 c	40.75	**36.21 E**
Ortalama	61.64 A	34.70 BC	38.19 BC	51.87 AB	54.31 BC	39.35 BC	32.52 C	

ö.d: istatistik olarak önemli değildir.

Bir amino asit olan prolin birçok çevresel strese tepki olarak gelişmiş bitkilerde sentezlenip biriktirilmektedir (Rains, 1989; Ali ve ark., 1999; Öztürk ve Demir, 2002). Prolin bitkilerde genellikle ozmotik strese karşı koruma sağlamakta ve özellikle kurak, tuz ve soğuk gibi stres şartlarında suyun bağlanmasını sağlayarak bitkinin olumsuz etkilenmesini önlemekte görev yapmaktadır. Nitekim, Pırlak ve Eşitken (2004), Fern ve Camarosa çilek çeşitleri ile yaptıkları bir çalışmada tuz stresi altındaki bitkilerde prolin miktarının büyük ölçüde arttığını bildirmişlerdir**.** Alexieva ve ark. (2001), yapmış oldukları çalışmada buğday ve bezelyede %10 PEG 6000 ile oluşturulan kuraklık stresi ve ultraviyole-B (UV-B) radyasyonun bitki gelişiminde meydana getirdiği değişimleri incelemişlerdir. Kuraklık stresi ile her iki türde de kontrol bitkilerine göre prolin miktarlarında artış meydana geldiğini bildirmişlerdir. Yapmış olduğumuz çalışmada ise kireç dozları ile prolin miktarı arasında belirgin bir ilişki görünmemektedir.

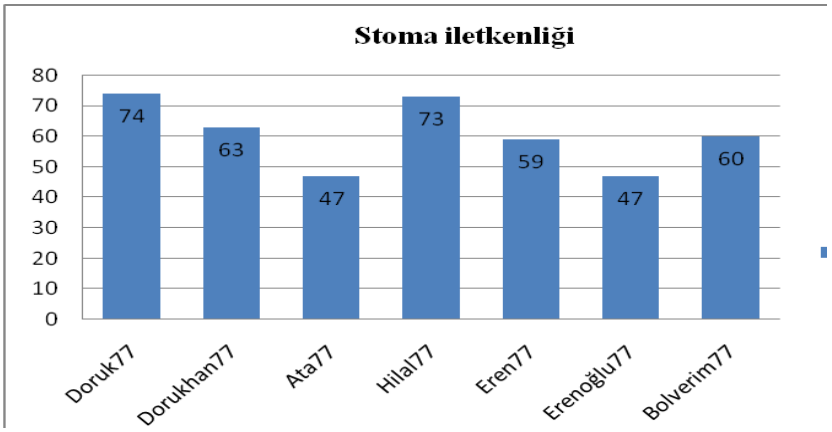
Bunun sebebi kirecin bitkide yaprak su içeriğine herhangi bir etkisinin olmaması dolayısıyla prolin miktarını doğrudan etkilememesi olabilir.

4.8. Stoma İletkenliği

Stoma geçirgenliği çeşitler arasında incelendiğinde ortalamalar arasındaki farklar önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. En yüksek stoma iletkenliği Hilal77 (272.64) çeşidinde, en düşük ise Bolverim77 (203.94) çeşidinde belirlenmiştir. Stoma geçirgenliğinin kireç dozları tarafından da istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) derecede etkilendiği de tespit edilmiştir. Genel olarak yüksek değer kontrolde saptanırken, artan kireç dozlarına bağlı olarak değerlerin düştüğü görülmüştür. Çeşitler kendi içerisinde incelendiğinde değerler istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Artan kireç dozlarına en fazla hassasiyeti Doruk77 göstermiştir. Doruk77 çeşidinde kontrolde grubunda stoma geçirgenliği 466.35 iken %20 kireç dozunda %74 azalma ile 121.27 olmuştur. En az hassasiyet gösteren çeşit Ata77 olmuştur kotrol grubunda stoma geçirgenliği 321.43 iken stoma iletkenliği kireç dozunun artışına bağlı olarak %20 kireç dozunda %47 azalarak 175.67 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10 Kireç dozlarının çilek çeşitlerinde stoma geçirgenliğine etkileri

	Doruk77	Dorukan77	Ata77	Hilal77	Eren77	Erenoğlu77	Bolverim77	ortalama
Kontrol	466.35 a	325.24 a	321.43 a	470.48 a	408.45 a	443.95 a	342.60 a	396.93 A
5%	332.35 b	263.33 b	167.30 c	324.02 b	238.67 b	293.57 b	189.02 b	**258.32 B**
10%	230.48 c	252.22 b	219.53 b	240.12 c	236.37 b	250.73 c	182.57 bc	**230.29 C**
15%	201.23 d	215.72 c	182.97 c	172.07 d	221.83 b	235.03 c	167.15 bc	**199.43 D**
20%	121.27 e	119.23 d	175.67 c	156.50 d	167.37 c	235.17 c	138.37 c	**159.08 E**
ortalama	270.33 B	235.15 D	213.38 E	272.64 B	254.54 C	291.69 A	203.94 E	



Şekil 4.10 Çilek çeşitlerinde Stoma iletkenliğinin kireç dozlarından etkilenme durumu

Şiddetli Fe klorozu gösteren şeftali, armut ve şeker kamışı bitkilerinin yapraklarında klorofil ve gaz değişimi ölçümleri yapmıştır. Araştırıcılar, klorotik yapraklarda stoma açıklığı, transpirasyon oranı ve su kullanım etkinliğinin azaldığını belirtmişlerdir. Ayrıca, klorofil içeriğindeki azalmanın yaprak fotosentez oranını önemli ölçüde azalttığı ve Fe noksanlığında fotosistem II ve rubisko karboksilasyonunun düştüğü belirtilmiştir (Larbi ve ark., 2006). Bitkilerin Fe ile beslenme durumlarına bağlı olarak değişmekle birlikte, yapraklardaki Fe'in % 80'inin kloroplastlarda lokalize olduğu bildirilmektedir (Marschner ve ark., 1986).

4.9.Yaprakta Besin Elementi

Yapılan deneme sonucunda yaprak azot (N) miktarı çeşitler ve kireç dozları bakımından incelendiğinde ortalamalar arasındaki farkların önemli ($p>0,05$) olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.11). Hilal77 çeşidinde %20 kireç dozunda %4.40 olan azot miktarı %5 kireç dozunda %14 azalma ile %3.75'e düşmüştür. Bunun ortam şartları veya başka faktörlerden dolayı olduğu düşünülmektedir. Diğer çeşitlerde önemli bir farklılık olmamıştır.

Çizelge 4.11 Kireç dozlarının çilek çeşitlerinde yaprakta Azot (N) miktarına etkileri (%)

	Doruk77	Dorukhan77	Ata77	Hilal77	Eren77	Erenoğlu77	Bolverim77	Ortalama
Kontrol	3.50 ö.d	3.73 ö.d	4.26 ö.d	3.77 b	4.09 ö.d	4.15 ö.d	4.03 ö.d	3.93 ö.d
5%	3.58	3.75	4.14	3.75 b	3.99	3.98	4.21	3.91
10%	3.42	3.68	4.18	4.06 ab	4.02	3.92	3.79	3.87
15%	3.61	3.77	4.33	3.82 b	3.75	4.11	4.17	3.94
20%	3.45	3.74	4.04	4.40 a	4.00	4.12	3.84	3.94
Ortalama	3.51 ö.d	3.73	4.19	3.96	3.97	4.05	4.01	

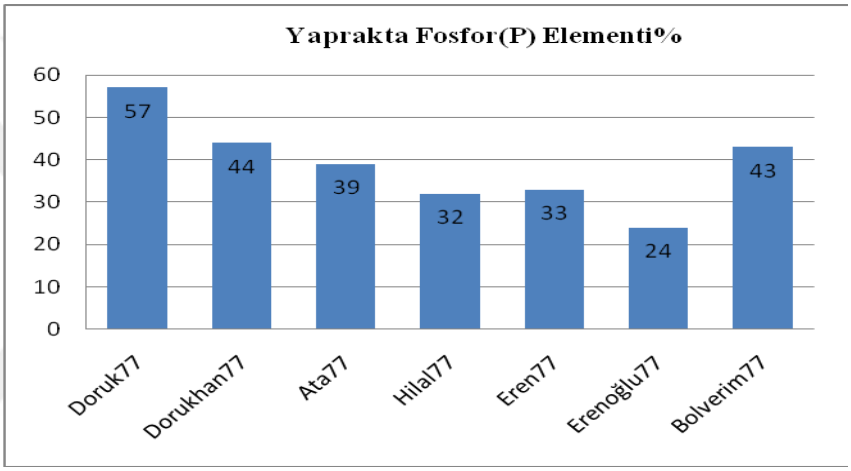
ö.d: istatistik olarak önemli değildir.

Tüm çeşitlerde yaprak fosfor miktarı toprağa uygulanan farklı kireç dozlarından önemli seviyede etkilenmiştir. Yapılan deneme sonucunda yaprak fosfor miktarı bakımından çeşitler arasındaki farklar istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) çıkmıştır. En yüksek Bolverim77 (%0.46) çeşidinde, en düşük ise Doruk77 (%0.18) çeşidinde belirlenmiştir. Ayrıca, yaprak fosfor miktarının kireç dozları tarafından da istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) seviyede etkilediği tespit edilmiştir. Yaprak fosfor miktarı en fazla kontrol veya %5 kireç dozuna aitken, artan kireç dozuyla beraber yapraklarda fosfor elementi miktarında azalma saptanmıştır. Farklı kireç dozları tüm çeşitlerde, yaprak fosfor miktarını istatistiki olarak önemli seviyede etkilemiştir. (Çizelge 4.12). Kireç dozlarından en fazla etkilenen çeşit Doruk77 çeşidi olmuştur.

Doruk77 çeşidinde kontrolde %0.25 olan P miktarı %20 kireç uygulamasında %57 azalma ile %0.10'a düşmüştür. Buna karşılık kireç dozlarından en az etkilenen çeşit Erenoğlu77 olmuş ve kontrolde %0.44 olan P %20 kireç dozunda %24 azalışla %0.33'e düşmüştür (Çizelge 4.12).

Çizelge4.12 Kireç dozlarının çilek çeşitlerinde yaprakta Fosfor(P) miktarına etkileri (%)

	Doruk77	Dorukhan77	Ata77	Hilal77	Eren77	Erenoğlu77	Bolverim77	Ortalama
kontrol	0.25a	0.31 a	0.34 a	0.31 a	0.36a	0.44 a	0.50 b	**0.33 A**
5%	0.22 a	0.23 b	0.29 b	0.28 a	0.29 c	0.38 b	0.56 a	**0.33 A**
10%	0.23 a	0.24 b	0.25 b	0.28a	0.19 e	0.35b	0.51 b	**0.28 B**
15%	0.13 b	0.17 c	0.25 b	0.21b	0.31 b	0.34b	0.44 c	**0.27 B**
20%	0.10 b	0.22 b	0.20 c	0.22 b	0.24 d	0.33b	0.31 d	**0.27B**
Ortalama	0.18 F	0.24 E	0.27 CD	0.26 DE	0.28 C	0.37 B	0.46 A	



Şekil 4.12 Çilek çeşitlerinin yapraklarındaki Fosfor (P)'un kireç dozlarından etkilenme durumu (%)

Deneme sonucunda Yaprak potasyum miktarı çeşitler arasında incelendiğinde değerler çeşitler arasındaki farklar bakımından istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) çıkmıştır. En yüksek değer Eren77 (%2.68) çeşidinde, en düşük değer ise Doruk77 (%2.31) çeşidinde bulunmuştur. Yapılan deneme sonucunda yaprak potasyum miktarı kireç dozları bazında incelendiğinde, kireç dozları arasındaki farklar istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) çıkmıştır. En yüksek ve en düşük değer kireç dozuna ve çilek çeşitlerine göre farklılık göstermiştir. Yaprak potasyum miktarı bakımından çeşitler kendi içerisinde değerlendirildiğinde Doruk77, Hilal77, Erenoğlu77, Bolverim77 çeşitlerinde kireç uygulamalarının etkisi önemsiz çıkmıştır. Dorukhan77 ve Ata77 çilek çeşitlerinde ise etki önemli bulunmuştur. Artan kireç dozuna bağlı olarak potasyum miktarında azalma görülmüştür. En fazla azalan çeşit Dorukhan77 olmuştur.

Dorukhah77'nin K miktarı kontrolde %2.51 iken %20 kireç dozunda %14 azalma ile %2.21 olmuştur. Çeşitlerden en az azalan ise Eren77 olmuştur. %20 kireç dozunda %2.81 iken %10 kireç dozunda %3 azalma ile K miktarı %2.36 olmuştur (Çizelge 4.13)

Çizelge4.13 Kireç dozlarının çilek çeşitlerinde yaprakta Potasyum (K) miktarına etkileri (%)

	Doruk77	Doruhkan77	Ata77	Hilal77	Eren77	Erenoğlu77	Bolverim77	Ortalama
kontrol	2.23 ö.d	2.51 a	2.61 a	2.55 ö.d	2.72 a	2.61 ö.d	2.68 ö.d	**2.51 C**
5%	2.26	2.44 ab	2.51ab	2.42	2.75 a	2.67	2.73	**2.49 C**
10%	2.39	2.29 bc	2.42 bc	2.75	2.36 b	2.55	2.39	**2.44 D**
15%	2.27	2.21c	2.36 bc	2.59	2.76 a	2.66	2.45	**2.53 B**
20%	2.37	2.14 c	2.30c	2.87	2.81 a	2.55	2.47	**2.56 A**
Ortalama	2.31 A	2.32 A	2.44 B	2.64 A	2.68 A	2.61 A	2.54 A	

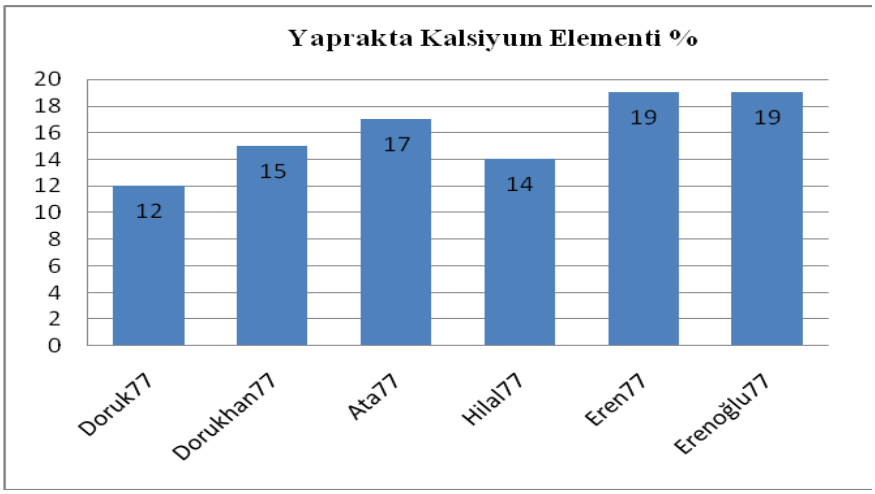
ö.d: istatistik olarak önemli değildir.

Yaprak kalsiyum (Ca) miktarı çeşitler ve kireç dozları bazında incelendiğinde ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemli ($p>0,05$) çıkmamıştır. Buna karşılık, her çeşit kendi içerisinde değerlendirildiğinde kireç uygulamalarının etkisi Bolverim77 hariç diğer çeşitlerde önemli bulunmuştur. Artan kireç dozlarına paralel olarak çeşitlerde Ca miktarında artışlar meydana gelmiştir. Çeşitlerden kireçten en fazla etkilenen çeşit Eren77 olmuştur. Kontrol gurubunda %1.70 olan kireç değeri %19 artışla %20 kireç dozunda %2.12 olmuştur. Artan kireç dozunda kalsiyum miktarının en az artış gösterdiği çeşit Bolverim77 olmuştur. Kontrol gurubunda %1.60 olan kalsiyum miktarı %7 artış ile %20 kireç dozunda 1.71 olmuştur. (Çizelge 4.14).

Çizelge4.14 Kireç dozlarının çilek çeşitlerinde yaprakta Kalsiyum (Ca) miktarına etkileri (%)

	Doruk77	Dorukhan77	Ata77	Hilal77	Eren77	Erenoğlu77	Bolverim77	Ortalama
Kontrol	1.61 b	1.66 b	1.61 b	1.85 b	1.70 c	1.86 b	1.60 ö.d	**1.66 ö.d**
5%	1.62 b	1.79 ab	1.85 a	1.63 b	1.78 bc	1.87 b	1.67	**1.74**
10%	1.80 a	1.89 a	1.72 b	1.68 b	1.87 b	1.69 c	1.65	**1.76**
15%	1.74 ab	1.96 a	1.91 a	1.72 b	1.90 b	1.84 b	1.83	**1.84**
20%	1.85 a	1.92 a	1.95 a	1.91 a	2.12 a	2.11 a	1.71	**1.94**
Ortalama	1.72 ö.d	1.84	1.81	1.70	1.88	1.87	1.69	

ö.d: istatistik olarak önemli değildir.



Şekil 4.14 Çilek çeşitlerinin yapraklarındaki Kalsiyumun (Ca)'un kireç dozlarından etkilenme durumu (%)

Yaprak magnezyum (Mg) miktarı çeşitlerde ve kireç uygulamalarında önemli farklılıklar göstermemiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge4.15 Kireç dozlarının çilek çeşitlerinde yaprakta Magnezyum (Mg) miktarına etkileri (%)

	Doruk77	Dorukhan7	Ata77	Hilal77	Eren77	Erenoğlu77	Bolverim77	Ortalama
Kontrol	0.07 ö.d	0.09 ö.d	0.07 ö.d	0.07 ö.d	0.08 ö.d	0.08 ö.d	0.06 ö.d	**0.07** ö.d
5%	0.07	0.07	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	**0.07**
10%	0.07	0.08	0.08	0.06	0.09	0.08	0.08	**0.08**
15%	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	**0.08**
20%	0.08	0.09	0.07	0.06	0.08	0.09	0.07	**0.08**
Ortalama	0.07 ö.d	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	

ö.d: istatistik olarak önemli değildir.

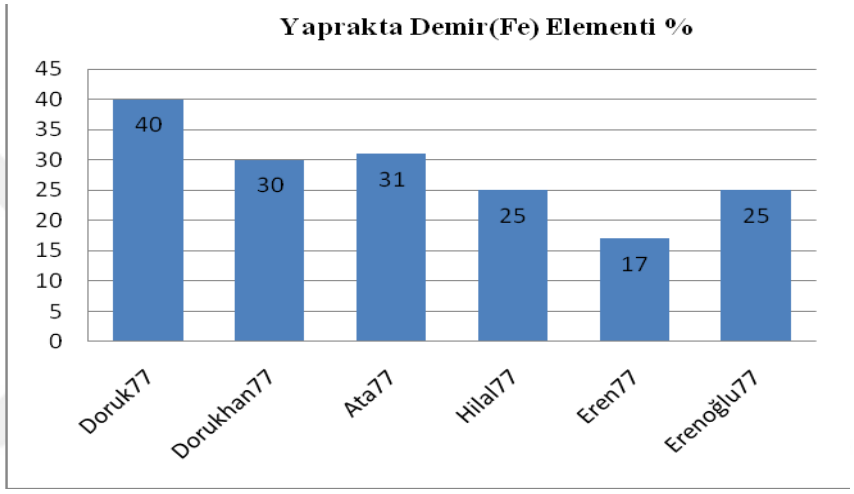
Tüm çeşitlerde yaprak demir (Fe) miktarı toprağa uygulanan farklı kireç dozlarından önemli seviyede etkilenmiştir. Yapılan deneme sonucunda yaprak Fe miktarı çeşitlerde istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) çıkmıştır. En yüksek Eren77 (116.30 ppm) çeşidinde, en düşük ise Doruk77 (109.36 ppm) çeşidinde bulunmuştur. Kireç dozlarının etkileri incelendiğinde de kireç dozları arasındaki farklar istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) çıkmıştır. En yüksek değer kontrol veya %5 kireç dozlarında görülürken artan kireç dozlarına paralel olarak yaprak demir miktarında azalma tespit edilmiştir. Çeşitler kendi içerisinde değerlendirildiğinde kireç dozları Bolverim77 hariç diğer çeşitlerde Fe miktarını istatistiki olarak önemli seviyede etkilemiştir (Çizelge 4.16). Kirecin bitkideki demir oranını azalttığı bilinmektedir. Çizelge 4.16 ya bakıldığında çeşitlerde yaprak demir miktarı en fazla azalan çeşit Doruk77 çeşidi olmuştur. Doruk77 çeşidinde kontrolde 134.88 ppm olan yaprak Fe miktarı %10 kireç uygulamasında %40 azalma ile 80.77 ppm'e düşmüştür.

Buna karşılık kireç dozlarından en az etkilenen çeşit Bolverim77 olmuş ve kontrolde 112.20 olan Fe miktarı %20 kireç dozunda %0.6 azalışla 111.52'ye düşmüştür.

Çizelge4.16 Kireç dozlarının çilek çeşitlerinde yaprakta Demir (Fe) miktarına etkileri (ppm)

	Doruk77	Dorukhan77	Ata77	Hilal77	Eren77	Erenoğlu77	Bolverim77	Ortalama
Kontrol	134.88 a	130.17a	128.71 a	127.33 a	119.35 a	127.85 a	112.20 ö.d	**125.79 A**
5%	120.88 b	114.95 b	125.18a b	127.37 a	125.46 a	127.19 a	106.10	**121.02 B**
10%	80.77 d	90.98 c	88.34 c	107.95 bc	113.78 b	94.63 c	120.25	**98.12 E**
15%	114.29 b	116.29 b	117.12 ab	110.43 b	118.99 a	108.34 b	97.84	**111.90 C**
20%	95.96 c	109.88 b	111.04 b	94.84 c	103.92ab	103.31 bc	111.52	**105.76 D**
Ortalama	109.36 D	112.46 C	114.08 B	113.58 BC	116.30 A	112.27 C	109.58 D	

ö.d: istatistik olarak önemli değildir.



Şekil 4.16 Çilek çeşitlerinin yapraklarındaki Demir (Fe)'in kireç dozlarından etkilenme durumu (%)

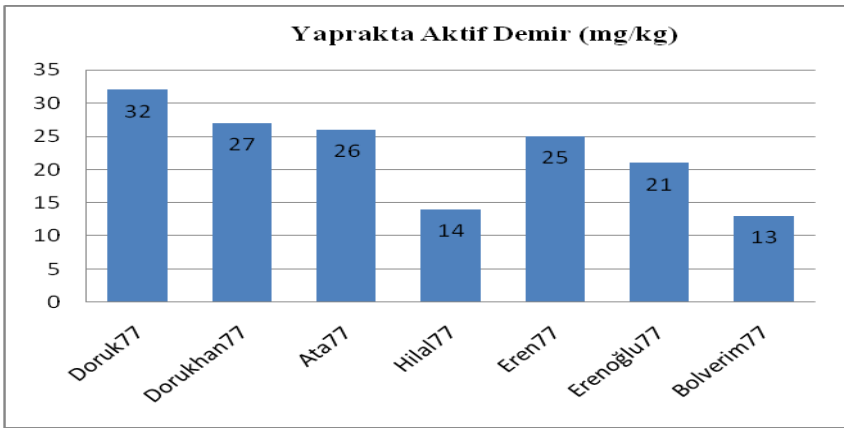
Yaptığımız çalışmada, yetiştirme ortamında kireç dozunun artması bitkinin beslenme durumunu önemli derecede etkilemiştir. Kireç uygulaması özellikle P ve Fe içeriğinde azalmaya sebep olurken Ca içeriğinde bir miktar yükselme meydana geldiği görülmüştür. Diğer elementlerde ise kirecin etkisi çok belirgin bulunmamıştır. Topraktaki kireç fazlalığının bitkilerde özellikle P ve Fe beslenmesini olumsuz etkilediği çok iyi bilinen durumlardan birisidir. Bu konuda farklı türlerle yapılan pek çok çalışmada bu durum açık bir şekilde belirlenmiştir (Alhendawi ve ark., 1997; Daşgan, 1999). Yaprak Ca miktarındaki artışında kirecin içeriğiyle alakalı olduğunu söylemek mümkündür. Kireç uygulamasında yetiştirme ortamında artan Ca bitkinin daha fazla Ca almasına yol açmış olabilir. Yetiştirme ortamında artan kireç seviyesine göre çeşitlerin P ve Fe beslenmelerinde farklılıklar görülmektedir. Bu durum çeşitlerin genetik olarak kirece tolerans durumuyla ilişkili olabilir.

4.10.Yaprakta Aktif Demir (Fe) (ppm)

Yaptığımız deneme sonucunda yaprak aktif demir miktarı çeşitler olarak incelendiğinde çeşitler arasındaki farklar istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) çıkmıştır. En yüksek aktif Fe Ata77 (22.16 ppm) çeşidinde, en düşük ise Erenoğlu77 (18.17 ppm) çeşidinde belirlenmiştir. Çeşitlerde olduğu gibi, aktif demir miktarı kireç dozları tarafından da istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) seviyede etkilemiştir. En yüksek değer kontrolde bulunurken artan kireç dozlarına paralel olarak yaprakta aktif demir miktarında azalış ortaya çıkmıştır. Farklı kireç dozları tüm çeşitlerde, aktif Fe miktarını istatistiki olarak önemli seviyede etkilemiştir. Çeşitler içerisinde kireç dozlarından en fazla etkilenen çeşit Doruk77 olmuştur. Doruk77 çeşidinde kontrolde 21.42 ppm olan aktif demir miktarı %20 kireç uygulamasında %32 azalma ile 14.40 ppm'e düşmüştür. Buna karşılık kireç dozlarından en az etkilenen çeşit Bolverim77 olmuştur. Kontrolde yaprak aktif demir miktarı 22.76 ppm iken %20 kireç dozunda %13 azalışla 19.67 ppm'e düşmüştür (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17 Kireç dozlarının çilek çeşitlerinde yaprakta aktif demir miktarına etkileri (ppm)

	Doruk77	Dorukhan77	Ata77	Hilal77	Eren77	Erenoğlu77	Bolverim77	Ortalama
Kontrol	21.42 a	23.32 a	24.46 a	21.65 ab	21.45 a	20.12 a	22.76 a	**22.18 A**
5%	20.51 a	22.50 a	23.29 a	20.45 bc	19.34 b	19.32 ab	20.92 b	**21.30 AB**
10%	20.67 a	20.12 b	23.78 a	22.18 a	18.91 b	18.56 b	19.93 b	**20.20 BC**
15%	16.96 b	19.51 b	21.24 b	19.03 d	18.57 b	16.98 c	22.35 a	**19.08 C**
20%	14.40 c	16.98 c	18.08 c	19.08 cd	15.92 c	15.85 c	19.67 b	**17.00 D**
Ortalama	18.79 B	20.49 A	22.16 A	20.48 A	18.85 B	18.17 B	21.13 A	



Çizelge 4.17 Çilek çeşitlerinin yapraklarındaki aktif demirin kireç dozlarından etkilenme durumu (%)

Bitkilerde Fe'in büyük bir kısmı Fe^{+3}'den oluşmasına karşın, Fe^{+2} metabolik olarak aktiftir (Kaçar B, 2009). Bu nedenle, aktif Fe'in bitkinin Fe düzeyini belirlemek için uygun olduğu ve bitkinin kloroz durumunu yansıttığı belirtilmiştir (Byrne ve Rouse, 1994; Mohammad ve ark., 1998; Çelik ve Katkat, 2007). Topraktaki kireç ile yapraktaki Fe içeriği arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik çalışmalarda, kireçli ortamlarda yetişen bitkilerde Fe klorozu ile yapraktaki toplam Fe miktarı arasında doğrudan bir ilişkinin olmadığı, yapraktaki toplam Fe miktarının klorozlu ve klorozsuz bitkilerde benzer olduğu belirlenmiştir (İncesu, 2011) . Buna karşılık aktif Fe miktarının iki bitki grubu arasında önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir (Erdem, 2008). Genel olarak yetiştirme ortamında artan kireç miktarının yapraktaki aktif Fe miktarını azalttığı belirlenmiştir. Burada kireç dozuna bağlı olarak yapraktaki aktif Fe miktarının en az etkilendiği türler/çeşitler kirece en toleranslı bitkiler olarak kabul edilebilir. Bu bitkiler kireçli topraklarda Fe'yi daha etkin bir şekilde alanlar olarak görülebilir. Bu bakımdan denemede kullandığımız çilek çeşitleri arasında önemli farkların olduğu görülmektedir. Buna göre kirecin daha az etkiye sahip olduğu Hilal77 ve Bolverim77 çeşitlerinin daha toleranslı olduğu söylenebilir. Nitekim, su kültürü şartlarında Fe 0 (0 μM) ve Fe 100 (100 μM) uygulamaları altında yetiştirilen çilek genotipleri ile yapılan bir çalışmada yeşil aksam aktif demir konsantrasyonu ölçümünde çilek genotiplerinin 0 μM Fe uygulaması altındaki ortalama aktif Fe konsantrasyonları, total Fe konsantrasyonlarına benzer bulunmuştur. Aktif Fe konsantrasyonu Fe noksanlığına dayanıklı genotiplerde 28 mg kg^{-1}, duyarlı genotiplerde ise 24 mg kg^{-1}, 100 μM Fe uygulaması koşullarında ise dayanıklı ve duyarlı genotiplerde bu değerler sırasıyla 153 mg kg^{-1} ve 106 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir. Demir uygulanmayan (0 μM) koşullar altında en düşük aktif Fe konsantrasyonu RCP 37 (21 mg kg^{-1}) ve Pigeon Point genotiplerinde (21 mg kg^{-1}), en yüksek aktif Fe konsantrasyonu ise 2 BRA 1A ve Eagle 14 genotiplerinde sırasıyla 37 mg kg^{-1} ve 31 mg kg^{-1}olarak bulunmuştur (Erdem, 2008).

5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bitki büyümesini engelleyen her faktör stres olarak tanımlanmaktadır. Dünyanın birçok yerinde kuraklık, tuzluluk, yüksek ve düşük sıcaklık, pH ve ağır metallerin neden olduğu stresler yaygın olarak görülmektedir. Çilek ülkemizde ve tüm dünyada sevilen ve yetiştiriciliği yaygınlaşan bir üzümsü meyve türüdür. Marmara, Ege ve Akdeniz kıyı bölgelerinde oldukça yaygın yetiştirilmekte ve verimlilik düzeyi diğer bölgelerden daha yüksek olmaktadır fakat çilek yetiştiriciliğinde önemli problemler arasında görülen kloroz, genellikle kireççe zengin topraklarda ortaya çıkmakta, verim ve kalitede ciddi problemlere sebep olmaktadır (Şen 1974).

Yaptığımız çalışma sonucunda, bitki ve kök yaş ve kuru ağırlığı, stoma iletkenliği, SPAD, bitki yaprak sayısı, bitki yaprak alanı, membran geçirgenliği, prolin miktarı, yaprakta besin elementi tayini, yaprakta aktif demir tayini parametreleri göz önüne alındığında kirecin çilek yetiştiriciliğini olumuz yönden etkilediği tespit edilmiştir. Genel itibari ile yukarıdaki parametreler göz önüne alındığında kireç seviyelerinden en fazla olumsuz yönde etkilenen çeşit Hilal77 ve Ata77 olmuş bu nedenle bu çeşitlerin kirece en hassas çeşitler olduğu söylenebilir. Kireç uygulamalarından en az etkilenen çeşitler ise Bolverim77,Erenoğlu77,Dorukhan77 olarak belirlenmiştir. Bu bakımdan bu çeşitlerin de en toleranslı çeşitler olduğunu söyleyebiliriz.

KAYNAKLAR

Abadía, A., Sanz, M., Rivas, J. ve Abadía, J., 1989, Photosynthetic pigments and mineral composition of iron deficient pear leaves, *Journal of Plant Nutrition*, 12 (7), 827-838.

Abadía, J., López-Millán, A.-F., Rombolà, A. ve Abadía, A., 2002, Organic acids and Fe deficiency: a review, *Plant and Soil*, 241 (1), 75-86.

Ağaoğlu, S. Y., 1986, Üzümsü Meyveler. , *A.Ü. Zir. Fak. Yayınları: 984*, 290.

Akgül , H. U., K, 2010, Isparta (Senirkent) Bölgesi Topraklarında Farklı Demir Gübrelerinin ġeftalide Demir ve Diğer Elementlerin Alımına Etkileri, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg. Özel Sayı, 29-35*.

Alexieva, V., Sergiev, I., Mapelli, S. ve Karanov, E., 2001, The effect of drought and ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat, *Plant, Cell & Environment*, 24 (12), 1337-1344.

Alhendawi, R. A., Römheld, V., Kirkby, E. A. ve Marschner, H., 1997, Influence of increasing bicarbonate concentrations on plant growth, organic acid accumulation in roots and iron uptake by barley, sorghum, and maize, *Journal of Plant Nutrition*, 20 (12), 1731-1753.

Ali, G., Srivastava, P. ve Iqbal, M., 1999, Proline accumulation, protein pattern and photosynthesis in Bacopa monniera regenerants grown under NaCl stress, *Biologia Plantarum*, 42 (1), 89-95.

Anonim, 2017, https://arastirma.tarim.gov.tr/yalovabahce/Menu/34/Meyveler.

Aras, S., 2013, Antifriz proteinler ve glisin betainin çilek bitkisinde soğuğa dayanıklılık üzerine etkileri, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Arnold, J. ve Thompson, L., 1982, Chlorosis in blueberries: A soil-plant investigation, *Journal of Plant Nutrition*, 5 (4-7), 747-753.

Awad, F., Römheld, V. ve Marschner, H., 1994, Effect of root exudates on mobilization in the rhizosphere and uptake of iron by wheat plants, *Plant and Soil*, 165 (2), 213-218.

Aybak, H. Ç., 2005, Çilek Yetistiriciligi. , *Hasad Yayıncılık, 118 s.*

Aydeniz, A., 1969 Toprak verimliliği için bitki besin maddelerinde ışınsal analiz, *AÜZF.yayınalrı. 370.yard . ders kitabı .130:111-129*.

Aydeniz, A., 1985, Toprak Amenajmanı. A.U.Z.F, *yayınları:928 Ders kitabı:263*.

Barak, P. ve Chen, Y., 1984, The effect of potassium on iron chlorosis in calcareous soils, *Journal of Plant Nutrition*, 7 (1-5), 125-133.

Barney, D., Walser, R., Davis, T. ve Williams, C., 1985, Trunk injection of iron compounds as a treatment for overcoming iron chlorosis in apple trees, *HortScience*, 20 (2), 236-238.

Basiouny, F., Leonard, C. ve Biggs, R., 1970, Comparison of different iron formulations for effectiveness in correcting iron chlorosis in citrus, *Proceedings of the 83rd Annual Meeting of the Florida State Horticultural Society.*, 1-6.

Başar, H. ve Özgümüş, A., 1999, Değişik demirli gübre ve dozlarının şeftali ağaçlarının bazı mikro besin elementi içerikleri üzerine etkisi, *Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 23, 273-281.

Başar, H., 2000, Bursa yöresi şeftali ağaçlarında görülen sarılığa etkili etmenler üzerine bir araştırma, *Turk J. of agriculture forestry*, 24, 237-245.

Bates, G. W., 1982, Parallels in plant and human iron nutrition, *Journal of Plant Nutrition*, 5 (4-7), 269-276.

Bates, L., Waldren, R. ve Teare, I., 1973, Rapid determination of free proline for water-stress studies, *Plant and soil*, 39 (1), 205-207.

Bauer, P. ve Hell, R., 2006, Translocation of iron in plant tissues, In: Iron nutrition in plants and rhizospheric microorganisms, Eds: Springer, p. 279-288.

Bayers, E., J. J., Prins, , 1964, Control of lron Deficiency, The Decidious. Fruit Grower, *14:271-276.*

Bergmann, W., 1992, Nutritional disorders of plants, *visual and analytical diagnosis (English, French, Spanish)*, 156, 377.

Bertamini, M., Nedunchezhian, N ve Borghi, B., 2001, Effect of iron deficiency induced changes on photosynthetic pigments, ribulose-1, 5-bisphosphate carboxylase, and photosystem activities in field grown grapevine (Vitis vinifera L. cv. Pinot noir) leaves, *Photosynthetica*, 39 (1), 59-65.

Bienfait, H., 1988, Mechanisms in Fe-efficiency reactions of higher plants, *Journal of Plant Nutrition*, 11 (6-11), 605-629.

Bolle-Jones, E., Sanei, F. ve Pahlavani, A., 1973, Incidence and control of iron deficiency chlorosis in fruit trees in Iran, *Experimental Agriculture*, 9 (3), 241-247.

Brancadoro, L., Rabotti, G., Scienza, A. ve Zocchi, G., 1995, Mechanisms of Fe-efficiency in roots of Vitis spp. in response to iron deficiency stress, *Plant and Soil*, 171 (2), 229-234.

Briat, J.-F., Curie, C. ve Gaymard, F., 2007, Iron utilization and metabolism in plants, *Current opinion in plant biology*, 10 (3), 276-282.

Brohi, A. ve Aydemir, A., 1987, Tokat İlinde Yetiştirilen Narince ve Çavuş Üzümlerinin Bitki Besin Kapsam Durumu, *CÜ Zir. Fak. Der*, 3, 27-58.

Brown, A., 1989, Core collections: a practical approach to genetic resources management, *Genome*, 31 (2), 818-824.

Brown, J. ve Ambler, J., 1974, Iron-stress response in tomato (Lycopersicon esculentum) 1. Sites of Fe reduction, absorption and transport, *Physiologia Plantarum*, 31 (3), 221-224.

Brown, J. C., 1978, Mechanism of iron uptake by plants, *Plant, Cell & Environment*, 1 (4), 249-257.

Byrne, D. ve Rouse, R., 1994, Greenhouse Screening of citrus rootstock for tolerance to bicarbonate-induced iron chlorosis, *HortScience*, 29 (2), 113-116.

Byrne, D. ve Rouse, R., 1995, Tolerance of citrus rootstocks to lime-induced iron chlorosis, *Subtropical plant science: journal of the Rio Grande Valley Horticultural Society (USA)*.

Castle, W. S., Nunnallee, J. ve Manthey, J. A., 2009, Screening citrus rootstocks and related selections in soil and solution culture for tolerance to low-iron stress, *HortScience*, 44 (3), 638-645.

Chapman, H. E., 1966, Diagnostic criteria for plants and soils, *Diagnostic Criteria for Plants and Soils,1966 pp.793 pp.*

Chen, Y. ve Barak, P., 1982, Iron nutrition of plants in calcareous soils, *Advances in agronomy*, 35, 217-240.

Clark, R., Yusuf, Y., Ross, W. ve Maranville, J., 1982, Screening for sorghum genotypic differences to iron deficiency, *Journal of Plant Nutrition*, 5 (4-7), 587-604.

Colla, G., Rouphael, Y., Cardarelli, M., Salerno, A. ve Rea, E., 2010, The effectiveness of grafting to improve alkalinity tolerance in watermelon, *Environmental and Experimental Botany*, 68 (3), 283-291.

Cooper, W., Peynado, A. ve Shull, A., 1954, Screening citrus seedlings for tolerance to calcareous soils, *Screening citrus seedlings for tolerance to calcareous soils,8:100-105*.

Çakmak, I., van de Wetering, D. A., Marschner, H. ve Bienfait, H. F., 1987, Involvement of superoxide radical in extracellular ferric reduction by iron-deficient bean roots, *Plant Physiology*, 85 (1), 310-314.

Çakmak, I., Kalaycı, M., Ekiz, H., Braun, H., Kılınç, Y. ve Yılmaz, A., 1999, Zinc deficiency as a practical problem in plant and human nutrition in Turkey: a NATO-science for stability project, *Field Crops Research*, 60 (1), 175-188.

Çakmak, I., 2002, Plant nutrition research: Priorities to meet human needs for food in sustainable ways, *Progress in Plant Nutrition: Plenary Lectures of the XIV International Plant Nutrition Colloquium*, 3-24.

Çavdar, A. O., Arcasoy, A., Cin, S., Babacan, E. ve Gözdasoğlu, S., 1983, Geophagia in Turkey: iron and zinc deficiency, iron and zinc absorption studies and response to treatment with zinc in geophagia cases, *Progress in clinical and biological research*, 129, 71-97.

Çelik, H. ve Katkat, A. V., 2007, Some parameters in relation to iron nutrition status of peach orchards, *Journal of Biological and Environmental Sciences*, 1 (3).

Darrow, G. M., 1966, The strawberry. History, breeding and physiology, *The strawberry. History, breeding and physiology, 447 pp.*

Daşgan, H. Y., 1999, Domateste Fe Eksikliğine Dayanıklılığın Morfolojik, Fizyolojik Ve Genetiksel Açıdan İncelenmesi (Doktora Tezi), *Ç.U. Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana*.

Davis, T., Jolley, V., Valser, R., Brown, J. ve Blaylock, A., 1986, Net photosynthesis of Fe-efficient and Fe-inefficient soybean cultivars grown under varying iron levels, *Journal of Plant Nutrition*, 9 (3-7), 671-681.

Eisenstein, R. S. ve Blemings, K. P., 1998, Iron regulatory proteins, iron responsive elements and iron homeostasis, *The Journal of nutrition*, 128 (12), 2295-2298.

Eker, S., 2001, Yapraktan Azot Ugulamasının Limon Ve Mandarinde Düşük Sıcaklık Stresine Etkisinin Antioksidatif Savunma Mekanizmaları Açısından Araştırılması,(Doktora Tezi), ÇU Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Erdal, I. K., Kahraman;Kızılöz, İlhan, 2004, Effect of foliar iron applications at different growth stages on iron and some nutrient concentrations in strawberry cultivars, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28 (6), 421-427.

Erdem, N., 2008, Screening the strawberry (Fragaria Sp.) super core collection for tolerance to iron deficiency and identification of its physilogical and morphological mechanisms, *https://www.ulusaltezmerkezi.net/farkli-cilek-fragaria-sp-genotiplerinin-demir-fe-noksanligina-karsi-duyarliliginin-belirlenmesi-screening-the-strawberry-fragaria/82/*.

Eyüpoğlu, F., Kurucu, N., Talaz, S. ve Canısağ, U., 1997, Plant available trace iron, zinc, manganase and cupper in Turkish soils, *Accomplisments and Future Challenges in Dryland Soil Fertility Research in the Mediterranean Area, ICARDA book*, 191-196.

Eyüpoğlu, F. ve Talaz, S., 1999, Elma Bahçelerinde Görülen Demir Eksikliğinin İyileştirilmesinde Kullanılan Organik ve İnorganik Demir Formlarının Etkisi ve Etki Süreleri, *Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitk. Kong*, 14-17.

FAO, 1996, The state of the world's plant genetic resources for food and agriculture, FAO, p.

FAO, 2014, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Statistical database. Erişim adresi, *http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx Erişim Tarihi 2015*.

Fernández, V., Del Río, V., Abadía, J. ve Abadía, A., 2006, Foliar iron fertilization of peach (Prunus persica (L.) Batsch): effects of iron compounds, surfactants and other adjuvants, *Plant and Soil*, 289 (1-2), 239-252.

Galletta, G., Maas, J., Finn, C., Smith, B., Gupton, C., Luby, J. ve Wildung, D., 1996, New strawberries from the USDA cooperative breeding programmes, *III International Strawberry Symposium 439*, 227-232.

Gargın, S. v. G., A.,, 2011, Farklı üzümsü meyve türlerinde yaprak klorofil miktarının belirlenmesi, *GAP VI. Tarım Kongresi, Şanlıurfa, 438-441*.

Gezgin, S. ve Er, F., 2001, Relationship Betwen Total And Active İron Contents Of Leaves And Observed Chlorosis İ Vineyards İn Neyards İn Konya-Hadmalada Region Of Turkey, *Communications in soil science and plant analysis*, 32 (9-10), 1513-1521.

Gogorcena, Y., Abadía, J. ve Abadía, A., 2005, A new technique for screening iron-efficient genotypes in peach rootstocks: elicitation of root ferric chelate reductase by manipulation of external iron concentrations, *Journal of Plant Nutrition*, 27 (10), 1701-1715.

Guerinot, M. L. ve Yi, Y., 1994, Iron: nutritious, noxious, and not readily available, *Plant Physiology*, 104 (3), 815.

Güzel, N., Gülüt, K. ve Büyük, G., 2002a, Toprak verimliliği ve gübreler, *Bitki Besin Elementleri Yönetimine Giriş. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Genel Yayın* (246).

Güzel, N., Gülüt, K. ve Büyük, G., 2002b, Toprak Verimliliği ve Gübreler Bitki Besin Elementleri Yönetimine Giriş, *ÇÜ Ziraat Fakültesi Genel Yayın* (246).

Hamzé, M., Ryan, J. ve Zaabout, M., 1986, Screening of citrus rootstocks for lime-induced chlorosis tolerance, *Journal of Plant Nutrition*, 9 (3-7), 459-469.

Hancock, J., Callow, P., Dale, A., Luby, J., Finn, C., Hokanson, S. ve Hummer, K. E., 2001, From the Andes to the Rockies: native strawberry collection and utilization, *HortScience*, 36 (2), 221-224.

Hancock, J. F., Schilder ,A.C.,Serçe,S, 2007, Foliar Disease Resistance In Elite Strawberry Germplasm Grown With and Without Soil Fumigation, *Journal of American Pomological Society*.

Hartzook, A., 1984, The performance of iron absorption effeicient peanut cultivars on calcareous soils in the Lakhish and Beisan valley region in Israel, *Journal of Plant Nutrition*, 7 (1-5), 407-409.

Hummer, K. E., 1991, Fragaria at the National Clonal Germplasm Repository at Corvallis, Oregon, *The strawberry into the 21st century. Timber Press, Portland, OR*, 106-107.

Hurley, A., Walser, R., Davis, T. ve Barney, D., 1986, Net photosynthesis, chlorophyll, and foliar iron in apple trees after injection with ferrous sulfate, *HortScience*, 21 (4), 1029-1031.

Iljin, W., 1951, Metabolism of plants affected with lime-induced chlorosis (calciose), *Plant and Soil*, 3 (3), 239-256.

İncesu, M., 2011, Anaç ve Anaç Özelliği Olan Bazı Turuçgil Genotiplerinde Demir(Fe)Klorozunda Dayanıklılığın Fizyolojik ve Genetik Yönden İncelenmesi *https://www.ulusaltezmerkezi.net/anac-ve-anac-ozelligi-olan-bazi-turuncgil-genotiplerinde-demir-fe-klorozuna-dayanikliligin-fizyolojik-ve-genetik-yonden/40/*.

İpek, M., Pırlak, L., Eşitken, A., Dönmez, M. ve Şahin, F., 2009, Kireçli Topraklarda Yetiştirilen Çilekte Bitki Büyümesini Artıran Bakterilerin (BBAB) Verim Ve Gelişme Üzerine Etkileri, *III. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu*, 73-77.

Iturbe-Orrmaetxe, I., Morán, J. F., Arrese-Igor, C., Gogorcena, Y., Klucas, R. ve Becana, M., 1995, Activated oxygen and antioxidant defences in iron-deficient pea plants, *Plant, Cell & Environment*, 18 (4), 421-429.

Kaçar, B. ve Katkat, V., 1999, Gübreler ve Gübreleme Tekniği, Uludağ Ünv, *Güçlendirme Vakfı Yayınları, Bursa*.

Kaçar, B. ve Katkat, B., 2006, Bitki Besleme.(2. Basım), *Nobel Yayın* (849), 595.

Kaçar B, K. V., 2009, Bitki Besleme, *Nobel yayınları, Ankara, 659 s*.

Kamprath, E., Nelson, W. ve Fitts, J., 1956, The effect of pH, sulfate and phosphate concentrations on the adsorption of sulfate by soils, *Soil Science Society of America Journal*, 20 (4), 463-466.

Kaplankıran, M., 1984, Bazı turunçgil anaçlarının doğal hormon, karbonhidrat ve bitki besin madde düzeyleri ile büyümeleri arasındaki ilişkiler üzerinde araştırmalar, *ÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi, Adana*.

Kaşka, N. ve Gezerel, Ö., 1977, Pocahantas çilek çeşidinde yaprak gübrelerinin makro ve mikro element miktarları üzerine etkileri, *Tubitak TOAG VI. Bilim Kongresi*, 1-9.

Kaşka, N. ve Gezerel, Ö., 1982, Effect of liquid fertilizers on the yield, quality and nutrient element content of the leaves of some early strawberry varieties, *TBTAK-TOAG ABBAU-5, Adana*.

Katkat, V., Özgümüş, A., Başar, H. ve Altınel, B., 1994, Bursa Yöresi şeftali ağaçlarının demir, çinko, bakır ve mangan ile beslenme durumları, *Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 18, 447-456.

Kobayashi, T., Nishizawa, N. K. ve Mori, S., 2006, Molecular analysis of iron-deficient graminaceous plants, In: Iron nutrition in plants and rhizospheric microorganisms, Eds: Springer, p. 395-435.

Kolesch, H., Höfner, W. ve Schaller, K., 1987, Effect of bicarbonate and phosphate on iron chlorosis of grape vines with special regard to the susceptibility of two rootstocks. Part II: pot experiments, *Journal of Plant Nutrition*, 10 (2), 231-249.

Konarlı, 1971, Yeni çilek çeşitleri, *Yalova Bahçe Kültürleri Araştırma ve Eğitim Dergisi*.

Kovancı, İ., Çolakoğu,H.,Oktay,M, 1980, Satsuma Mandarinlerinde Görülen Klorozun Enzim Aktivitesiyle İlişkisi. , *E.Ü.Z.F.Derg.17/2:83-93,İzmir*.

Larbi, A., Abadía, A., Abadía, J. ve Morales, F., 2006, Down co-regulation of light absorption, photochemistry, and carboxylation in Fe-deficient plants growing in different environments, *Photosynthesis Research*, 89 (2-3), 113-126.

Larbi, A., Morales, F., Abadía, A. ve Abadía, J., 2010, Changes in iron and organic acid concentrations in xylem sap and apoplastic fluid of iron-deficient Beta vulgaris plants in response to iron resupply, *Journal of plant physiology*, 167 (4), 255-260.

Leonard, C. ve Calvert, D., 1972, Field tests with new iron chelates on citrus growing on calcareous soils, *Fla State Hort Soc Proc ,65:20–24*.

Lindsay, W. ve Schwab, A., 1982, The chemistry of iron in soils and its availability to plants, *Journal of Plant Nutrition*, 5 (4-7), 821-840.

Luby, J. J., Hancock, J. F. ve Cameron, J. S., 1991, Expansion of the strawberry germplasm base in North America, *The strawberry into the 21st Century*, 66-75.

Lutts, S., Kinet, J. ve Bouharmont, J., 1996, NaCl-induced senescence in leaves of rice (Oryza sativa L.) cultivars differing in salinity resistance, *Annals of botany*, 78 (3), 389-398.

Marschner, H., Römheld, V. ve Kissel, M., 1986, Different strategies in higher plants in mobilization and uptake of iron, *Journal of Plant Nutrition*, 9 (3-7), 695-713.

Marschner, H. ve Römheld, V., 1994, Strategies of plants for acquisition of iron, *Plant and soil*, 165 (2), 261-274.

Marschner, H., 1995a, Mineral nutrition of higher plants., 2nd edn (Academic Press: London), 78,527–528.

Marschner, H., 1995b, Function of mineral nutrients : Micronutrients, Mineral Nutrition of Higher Plants, *Academic Press, London, 313-324*.

Megel , K., A., KOSEGARTEN, H., and APPEL, T., , 2001, Principles of Plant Nutrition (fifth ed.), *Kluwer Academic Publishers, 513–539*.

Mengel, K. ve Kirkby, E., 1982, Principles of Plant Nutrition, International Potash Institute, Bern, 655 pp, *Google Scholar*.

Mengel, K. ve Geurtzen, G., 1986, Iron chlorosis on calcareous soils. Alkaline nutritional condition as the cause for the chlorosis, *Journal of Plant Nutrition*, 9 (3-7), 161-173.

Mengel, K., 1994, Iron availability in plant tissues-iron chlorosis on calcareous soils, *Plant and soil*, 165 (2), 275-283.

Mengel, K., 1995, Iron availability in plant tissues—iron chlorosis on calcareous soils, In: Iron Nutrition in Soils and Plants, Eds: Springer, p. 389-397.

Miller, G., Pushnik, J. ve Welkie, G., 1984, Iron chlorosis, a world wide problem, the relation of chlorophyll biosynthesis to iron, *Journal of Plant Nutrition*, 7 (1-5), 1-22.

Mohammad, M. J., Najim, H. ve Khresat, S., 1998, Nitric acid-and o-phenanthroline-extractable iron for diagnosis of iron chlorosis in citrus lemon trees, *Communications in Soil Science & Plant Analysis*, 29 (7-8), 1035-1043.

Molassiotis, A., Tanou, G., Diamantidis, G., Patakas, A. ve Therios, I., 2006, Effects of 4-month Fe deficiency exposure on Fe reduction mechanism, photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence and antioxidant defense in two peach rootstocks differing in Fe deficiency tolerance, *Journal of plant physiology*, 163 (2), 176-185.

Morales, F., Abadía, A., Belkhodja, R. ve Abadía, J., 1994, Iron deficiency-induced changes in the photosynthetic pigment composition of field-grown pear (Pyrus communis L) leaves, *Plant, Cell & Environment*, 17 (10), 1153-1160.

Nason, A. v. M., W. D.,, 1963, Modes of action of essential mineral elements. Chapter, *4 : 451-536. Plant Physiology Vol. III Inorganic Nutrition of Plants (F.C. Steward,Ed.) Academy Pres.*

Ohlrogge, A., 1960, Mineral nutrition of soybeans, *Advances in Agronomy*, 12, 229-263.

Olsen, R., Bennett, J., Blume, D. ve Brown, J., 1981, Chemical aspects of the Fe stress response mechanism in tomatoes, *Journal of Plant Nutrition*, 3 (6), 905-921.

Osborn, C., 2003, Resistance of native and cultivated strawberry genotypes to the black root rot syndrome, *Master Thesis. Michigan State University*.

Özdemir, G., 2005, Farklı Kireç İçerikli Topraklarda Yetiştirilen Asma Genotiplerinde Değişik Uygulamaların Fe Alımı Üzerine Etkilerinin Morfolojik ve Fizyolojik Yönden İncelenmesi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora tezi*.

Öztürk, L. ve Demir, Y., 2002, In vivo and in vitro protective role of proline, *Plant Growth Regulation*, 38 (3), 259-264.

Pestana, M., David, M., de Varennes, A., Abadía, J. ve Faria, E. A., 2001, Responses of "Newhall" orange trees to iron deficiency in hydroponics: effects on leaf chlorophyll, photosynthetic efficiency, and root ferric chelate reductase activity, *Journal of Plant Nutrition*, 24 (10), 1609-1620.

Pestana, M., de Varennes, A., Abadía, J. ve Faria, E. A., 2005, Differential tolerance to iron deficiency of citrus rootstocks grown in nutrient solution, *Scientia Horticulturae*, 104 (1), 25-36.

Pırlak, L. ve Eşitken, A., 2004, Salinity effects on growth, proline and ion accumulation in strawberry plants, *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science*, 54 (3), 189-192.

Price, C., 1968, Iron compounds and plant nutrition, *Annual Review of Plant Physiology*, 19 (1), 239-248.

Rains, D., 1989, 10 Plant tissue and protoplast culture: applications to stress physiology and, *Plants Under Stress: Biochemistry, Physiology and Ecology and Their Application to Plant Improvement*, 39, 181.

Ranieri, A., Castagna, A., Baldan, B. ve Soldatini, G. F., 2001, Iron deficiency differently affects peroxidase isoforms in sunflower, *Journal of experimental botany*, 52 (354), 25-35.

Rengel, Z., 2005, Breeding crops for adaptation to environments with low nutrient availability, *Abiotic stresses: plant resistance through breeding and molecular approaches. The Haworth, New York*, 239-276.

Rombolà, A. D. ve Tagliavini, M., 2006, Iron nutrition of fruit tree crops, In: Iron nutrition in plants and rhizospheric microorganisms, Eds: Springer, p. 61-83.

Römheld, V. ve Marschner, H., 1983, Mechanism of iron uptake by peanut plants I. FeIII reduction, chelate splitting, and release of phenolics, *Plant Physiology*, 71 (4), 949-954.

Römheld, V. ve Marschner, H., 1986, Evidence for a specific uptake system for iron phytosiderophores in roots of grasses, *Plant Physiology*, 80 (1), 175-180.

Römheld, V., 1987, Different strategies for iron acquisition in higher plants, *Physiologia Plantarum*, 70 (2), 231-234.

Saatci, N. ve Mur, B. Y., 2000, Relationships between the concentrations of iron, macro and micro nutrients in Satsuma Mandarine leaves (citrus reticuláta Blanco), *Journal of Plant Nutrition*, 23 (11-12), 1745-1750.

Sabır, A., Ekbic, H., Erdem, H. ve Tangolar, S., 2010, Response of four grapevine (Vitis spp.) genotypes to direct or bicarbonate-induced iron deficiency, *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8 (3), 823-829.

Schaper, H. v. C., E. K.,, 1997, Sulphur Availability Rubuco Content, and Photosynthetic Rate of Soybean, *Crop Sci., 37, 1801-1806.*

Schulz, R. ve Marschner, H., 1969, Aufnahme und Verlagerung von Eisen bei Bohnenpflanzen in Abhängigkeit von Transpiration und Stoffwechselaktivität, *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*, 124 (1), 1-12.

Seckback, J., 1982, Ferreting out the secrets of plant ferritin-a review, *Journal of Plant Nutrition*, 5 (4-7), 369-394.

Serçe, S., Callow, P. W., Ho-Joeng, H. ve Hancock, J. F., 2002, High temperature effects on CO2 assimilation rate in genotypes of fragaria xananassa, F. chiloensis and F. virginiana, *Journal of the American Pomological Society*, 56 (1), 57.

Serçe, S. ve Hancock, J., 2002, Screening of strawberry germplasm for resistance to the two-spotted spider mite, *HortScience*, 37 (3), 593-594.

Serçe, S. ve Hancock, J. F., 2005, The temperature and photoperiod regulation of flowering and runnering in the strawberries, Fragaria chiloensis, F. virginiana, and F. x ananassa, *Scientia horticulturae*, 103 (2), 167-177.

Sevgican, A., 2003, Örtüaltı Sebzeciliği (Topraksız Tarım) Genişletilmiş 2, *Basım. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları* (526).

Sillanpää, M., 1982, Micronutrients and the nutrient status of soils: a global study, 48, Food & Agriculture Org., p.

Soltanpour, P., Workman, S. ve Schwab, A., 1979, Use of Inductively-coupled Plasma Spectrometry for the Simultaneous Determination of Macro-and Micronutrients in NH4HCO3-DTPA Extracts of Soils 1, *Soil Science Society of America Journal*, 43 (1), 75-78.

Susín, S., Abián, J., Peleato, M. L., Sánchez-Baeza, F., Abadía, A., Gelpi, E. ve Abadía, J., 1994, Flavin excretion from roots of iron-deficient sugar beet (Beta vulgaris L.), *Planta*, 193 (4), 514-519.

Şahin, M., 2015, Kirazlarda yan dal oluşumuna promalin ve malç uygulamalarının etkileri, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Şen, S. M., 1974, Muhtelif Demir Bileşiklerinin Üç Çilek Çeşidinde Mahsuldarlığa Ve Erkenciliğe Etkileri Üzerinde Bir Araştırma, *Journal of the Faculty of Agriculture*, 5 (2-3).

Tagliavini, M. ve Rombolà, A. D., 2001, Iron deficiency and chlorosis in orchard and vineyard ecosystems, *European Journal of Agronomy*, 15 (2), 71-92.

Terry, N. ve Abadía, J., 1986, Function of iron in chloroplasts, *Journal of Plant Nutrition*, 9 (3-7), 609-646.

Thorne, D. ve Wallace, A., 1944, Some factors affecting chlorosis on high-lime soils: i. Ferrous and ferrıc ıron, *Soil Science*, 57 (4), 299.

Timperley, M., Brooks, R. ve Peterson, P., 1973, The distribution of nickel, copper, zinc, and iron in tree leaves, *Journal of experimental botany*, 24 (5), 889-895.

TÜİK, 2016, Türkiye İstatistik Kurumu, Erişim adresi, http://www.tuik.gov.tr. Erişim tarihi Ocak 2017.

Türemiş, N., Özgüven, A., Paydas, S. ve Idem, G., 1996, Effects of sequestrene Fe-138 as foliar and soil application on yield and earliness of some strawberry cultivars in the subtropics, *V Temperate Zone Fruit in the Tropics and Subtropics 441*, 369-374.

Varış, S., S. Altıntaş, H. Çinkılıç, P. S. Koral, S. J. Butt ve L. Çinkılıç,, 2004, Öğütülmüş Cibre-Cüruf (ÖCC) Harcı, *Hasad Dergisi*, 234:26-34.

Vose, P., 1982, Iron nutrition in plants: a world overview, *Journal of Plant Nutrition*, 5 (4-7), 233-249.

White, J. G. ve Zasoski, R. J., 1999, Mapping soil micronutrients, *Field crops research*, 60 (1), 11-26.

Wutscher, H., 1970, Leaf nutrient levels, chlorosis, and growth of young grapefruit trees on 16 rootstocks grown on calcareous soil, *Journal of the American Society of Horticultural Science*, 95, 259-261.

Yeşiloğlu, T., İncesu, M., Yılmaz, B. ve Çimen, B., 2013, Bazı turunçgil genotiplerinin yüksek pH koşullarında demir kloroz düzeyleri ile fotosentez aktivitelerinin belirlenmesi, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* (1), 97-100.

Zaiter, H., Saad, I. ve Nimah, M., 1991, Leaf chlorosis and yield of strawberry grown on high pH calcareous soil as affected by iron spray, *IN: Abstract Lebanese Association for Advancement of Science, Beirut, Lebanon, November*, 21-23.

Zaiter, H., Saad, I. ve Nimah, M., 1993, Yield of iron-sprayed and non-sprayed strawberry cultivars grown on high ph calcareous soil, *Communications in Soil Science & Plant Analysis*, 24 (11-12), 1421-1436.

Zhang, C., Römheld, V. ve Marschner, H., 1995, Distribution pattern of root-supplied 59iron in iron-sufficient and iron-deficient bean plants, *Journal of Plant Nutrition*, 18 (10), 2049-2058.

Zocchi, G., De Nisi, P., Dell'Orto, M., Espen, L. ve Gallina, P. M., 2007, Iron deficiency differently affects metabolic responses in soybean roots, *Journal of experimental botany*, 58 (5), 993-1000.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Nuray KARA
Uyruğu : T.C
Doğum Yeri ve Tarihi : Sarayönü 01.01.1990
Telefon : 05519559491
Faks :
e-mail : Ziraatnuray_42@hotmail.com

EĞİTİM

Derece			**Bitirme Yılı**
Lise	:	Selçuklu Lisesi Selçuklu/Konya	2009
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri	2015
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri	2018
Doktora	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**

UZMANLIK ALANI
Meyve Yetiştiriciliği ve Islahı
YABANCI DİLLER
İngilizce
BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR