



2016

Cilt/Volume : 4

Sayı/Number : 1

eISSN : 2146 - 8141

[www.toprak.org.tr](http://www.toprak.org.tr)

Türkiye Toprak Bilimi  
Derneği Yayınıdır

# TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

( Journal of Soil Science and Plant Nutrition )





# TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

## SAHİBİ

Dr.Ayten NAMLI, Türkiye Toprak Bilimi Derneği Başkanı, Ankara Üniversitesi, Ankara

## YAZI İŞLERİ MÜDÜRÜ

Dr.Rıdvan KIZILKAYA, Türkiye Toprak Bilimi Derneği Başkan Yardımcısı, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun

## EDİTORLER KURULU BAŞKANI

Dr.Coşkun GÜLSER, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun

## BÖLÜM EDİTÖRLERİ

Dr.Ahmet KORKMAZ, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun - Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği

Dr.Mehmet ZENGİN, Selçuk Üniversitesi, Konya - Gübreler ve Gübreleme

Dr.Necat AĞCA, Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay - Toprak Kimyası

Dr.Nur OKUR, Ege Üniversitesi, İzmir - Toprak Biyolojisi ve Biyokimyası

Dr.Orhan DENGİZ, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun - Toprak Genesisi, Etüt ve Haritalama

Dr.Sabit ERŞAHİN, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Çankırı - Toprak Fiziki ve Mekaniği

Dr.Salih AYDEMİR, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa - Toprak Kalitesi ve Kirliliği

Dr.Tayfun AŞKIN, Ordu Üniversitesi, Ordu - Toprak ve Su Koruma

## EDİTÖRLER KURULU

Dr.Bülent OKUR, İzmir

Dr.Günay ERPUL, Ankara

Dr.Hasan Sabri ÖZTÜRK, Ankara

Dr.İbrahim ERDAL, Isparta

Dr.İbrahim ORTAŞ, Adana

Dr.İlhami BAYRAMİN, Ankara

Dr.İmanverdi EKBERLİ, Samsun

Dr.Kadir SALTALI, Kahramanmaraş

Dr.Mustafa BOLCA, İzmir

Dr.Mustafa CANBOLAT, Erzurum

Dr.Oğuz Can TURGAY, Ankara

Dr.Osman SÖNMEZ, Kayseri

Dr.Ömer Lütfi ELMACI, İzmir

Dr.Refik UYANÖZ, Konya

Dr.Sezai DELİBACAK, İzmir

Dr.Suat ŞENOL, Adana

Dr.Tuğrul YAKUPOĞLU, Kahramanmaraş

Dr.Yasemin KAVDIR, Çanakkale

## DANIŞMA KURULU

Dr.A.Vahap KATKAT, Bursa

Dr.Abdulkadir SÜRÜCÜ, Bingöl

Dr.Abdullah BARAN, Ankara

Dr.Ahmet Ali İŞILDAR, Isparta

Dr.Aydın ADILOĞLU, Tekirdağ

Dr.Cengiz KAYA, Şanlıurfa

Dr.Ceyhan TARAKÇIOĞLU, Ordu

Dr.Fusun GÜLSER, Van

Dr.Hikmet GÜNAL, Tokat

Dr.Huriye UYSAL, İzmir

Dr.Hüseyin DİKİCİ, Kahramanmaraş

Dr.Mehmet AYDIN, Aydın

Dr.Mustafa Bülent TORUN, Adana

Dr.Mustafa KAPLAN, Antalya

Dr.N.Mücella MÜFTÜOĞLU, Çanakkale

Dr.Nutullah ÖZDEMİR, Samsun

Dr.Sait GEZGİN, Konya

Dr.Taşkın ÖZTAŞ, Erzurum

## AMAÇ ve KAPSAM

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, Türkiye Toprak Bilimi Derneği'nin (TTBD) yayın organıdır. Dergi, bu alanda yeni bulgular ortaya koyan erişilebilir ve uygulanabilir temel ve uygulamalı yöntem ve tekniklerin sunulduğu bir forumdur. Dergi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme alanında yapılmış özgün araştırma makalelerini veya önemli bilimsel ve teknolojik yenilikleri ve yöntemleri açıklayan derleme niteliğindeki yazıları yayımlar.

e-ISSN: 2146-8141

# TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

Cilt : 4

Sayı : 1

Sayfa: 1 - 41

## İÇİNDEKİLER

- Yapraktan kalsiyum uygulamasının farklı sera domates çeşitlerinde verim, meyve kalitesi ve mineral beslenmesine etkisi** 1  
*Züleyha Budak, İbrahim Erdal*
- Organik toprak düzenleyicilerin toprak parametreleri ve ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisinin verim ve verim öğeleri üzerine etkileri** 11  
*Nihal Tamer, Dilek Başalma, Cafer Türkmen, Ayten Namlı*
- Organik düzenleyicilerin asit, nötr ve alkalın toprakların agregat stabilitesi üzerine etkileri** 22  
*Nutullah Özdemir, Ömrüm Tebessüm Kop Durmuş*
- Kükürt ve humik asit uygulamalarının ıspanak (*Spinacea oleracea* var. *Spinoza*) bitkisinin mikro besin elementi içeriklerine etkisi** 27  
*Füsun Gülser, Hatice Çoban Ayaş*
- Bitkilerde demir klorozunun nedenleri ve giderilme yöntemleri** 32  
*Ayhan Horuz, Ahmet Korkmaz, Güney Akınoğlu, Elif Boz*

1 9 6 4

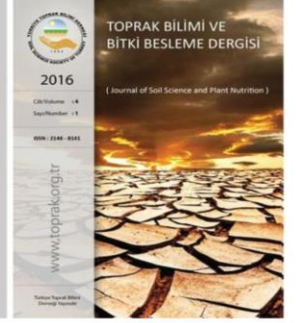
SOIL SCIENCE SOCIETY OF TURKEY





# TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



## Yapraktan kalsiyum uygulamasının farklı sera domates çeşitlerinde verim, meyve kalitesi ve mineral beslenmesine etkisi #

Züleyha Budak, İbrahim Erdal\*

Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Isparta

### Özet

Yapraktan kalsiyum (Ca) uygulamasının farklı domates çeşitlerinin (Daylos, Bufalo, Tybif, Şimşek, Newton ve Ty12Rz) verim, meyve kalitesi bitkinin mineral beslenmesine etkisini belirlemek amacı ile serada yürütülen bu çalışmada, içerisinde % 0.0 (kontrol) % 0.25 ve % 0.50 Ca bulunan  $CaCl_2 \cdot 2H_2O$  çözeltisi yetiştirme periyodu boyunca çiçeklenme başlangıcında, meyve tutumu ve hasat öncesinde olmak üzere 3 defa yapraktan spreyleme şekli ile uygulanmıştır. Çalışmada meyve verim ve kalite ölçütleri olarak, meyve ağırlığı, en boy, sertlik ve suda çözünür kuru madde değerleri belirlenmiş, ayrıca uygulamaların bitkinin mineral beslenmesine etkisini belirlemek amacıyla yaprakta ve meyvede N, P, K, Mg, Ca, Fe, Cu, Zn ve Mn analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, yapraktan Ca uygulamaları ile kontrol bitkilerine göre bitki başına düşen verim, meyve eni, meyve boyu ve meyve ağırlıkları artmış; meyve eti sertliği ve toplam suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) değerleri ise uygulamalardan genelde etkilenmemiştir. Meyve verim değerlerinin çeşitlere göre önemli farklılıklar göstermiştir. Ortalama değerlere göre en yüksek meyve ağırlığı ve verimi Bufalo ve Tybif çeşitlerinde görülürken, en düşük değerlerin Ty12Rz çeşidinde olduğu görülmüştür. Yapraktan Ca uygulamalarının bitkinin mineral beslenmesine olan etkisi çeşit özelliklerine göre farklılık göstermiştir. Uygulamaların meyve Ca içerdiğine etkisi olmazken yaprak analizlerine göre Ca uygulamasına tepki veren tek çeşidin TY12Rz olduğu görülmüş ve dolayısıyla bu çeşidin Ca'ya daha hassas olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Besin elementi, domates, yapraktan Ca gübrelemesi, meyve kalitesi, verim.

### Effect of foliar calcium application on yield and mineral nutrition of tomato cultivars under greenhouse condition

#### Abstract

Study was conducted to determine the effects of foliar Ca application on fruit yield, quality and mineral nutrition of different tomato varieties (Daylos, Bufalo, Taybif, Şimşek, Newton and Ty12Rz). As foliar application, 0.0 % (Control) 0.25% and 0.50% Ca containing  $CaCl_2 \cdot 2H_2O$  solutions were sprayed to the leaves in three growing periods as flowering stage, fruit set and pre-harvest. In this study, fruit yield and quality criteria such as fruit weight, width, height, firmness and total soluble solids contents were determined. In addition, N, P, K, Mg, Ca, Fe, Cu, Zn and Mn concentrations of leaves and fruits analysis were conducted to determine the effect of applications on plant mineral nutrition. According to the results, Ca applications increased yield criteria such as yield per plant, fruit weight, fruit width and height. Fruit firmness and soluble solids contents were not affected from the applications generally. Yield and quality parameters showed variations with the varieties. According to the mean values, while the highest yield was determined from Bufalo and Tybif cultivars, the lowest was determined from the Ty12Rz variety. Foliar Ca applications on tomato mineral nutrition showed variation with the variety. While there was no effect of spraying on fruit Ca concentrations, leaf analysis showed that TY12Rz was the single variety that showed response to foliar Ca application, it was concluded that this variety was more sensitive.

**Keywords:** Plant nutrient, tomato, foliar Ca fertilization, fruit quality, yield.

© 2016 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

# Bu araştırma, Süleyman Demirel Üniversitesi BAP tarafından desteklenen Züleyha Budak'ın yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır

\* Sorumlu yazar:

Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Isparta

Tel.: 0(246) 211 85 91

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: [ibrahimerdal@sdu.edu.tr](mailto:ibrahimerdal@sdu.edu.tr)



## Giriş

Bitki dokularındaki kalsiyumun (Ca) büyük bir bölümü, hücre duvarlarında yer alır. Pektatlar şeklinde bulunan Ca hücre duvarlarının ve bitki dokularının güçlenmesinde temel görev üstlenmiştir. Kalsiyum noksanlığında bitki dokularında biriken poligalakturonaz Ca-pektatların parçalanmalarına neden olur Bunun sonucu olarak hücre duvarları parçalanır, dokular etkilenir. Bu olgunun belirtileri özellikle yaprak ayalarında ve gövdenin üst kısımlarında görülür. Hücre duvarlarında yer alan Ca pektatlar bitki dokularını ve meyveleri mantar ve bakteri enfeksiyonlarına karşı da korurlar. Belirtilen işlevleri yanında daha birçok işlevi bulunan Ca, meyve oluşumu, gelişimi ve kalitesi üzerinde de önemli işlevler üstlenmektedir (Konno ve ark., 1984; Kacar ve Katkat, 2007).

Kalsiyum eksikliğinin yeşil aksamda da ortaya çıkan çeşitli belirtileri olmasına rağmen, öncelikle meyve kalitesine olan etkisi dikkat çekicidir. Bunlardan domates başta olmak üzere çeşitli meyvelerde de görülen, çiçek burnu çürüklüğü, öz çürümesi, çatlamalar, şekil bozuklukları, raf ömrünün kısalması, depolama kalitelerinin düşmesi gibi durumlar, Ca eksikliğinde karşılaştığımız beslenme sorunlarından bazılarıdır (Bergmann, 1992; Marschner, 2011).

Kalsiyum bitki bünyesine toprak çözeltisi ile temas halinde olan kök tüylerinin epidermal hücre duvarlarında Ca'ü geçirebilen iyon kanalları vasıtasıyla Ca<sup>++</sup> formunda doğrudan alınır ve ksilem iletim demetlerine taşınır (White and Broadley, 2003). Kalsiyum, genellikle endodermis hücreleri henüz mantarlaşmamış genç kök uçları tarafından alınmakta ve iyi bir kök gelişiminin bitkinin Ca beslenmesi üzerinde önemli etkisi olduğu belirtilmektedir. İyi gelişmiş bir kök ve kök ucundaki kök tüyleri, kökün absorpsiyon yüzey alanını oldukça genişletmekte olup, başta Ca olmak üzere besin elementlerinin alımında önemli kolaylıklar sağlamaktadır (Kacar ve Katkat, 2007).

Kalsiyumun bitki tarafından alınması ve taşınması üzerinde su son derece önemli bir faktördür. Kalsiyumun kök etki alanına taşınımındaki ana mekanizma olan kitle akışı, ancak suyun olduğu koşullarda gerçekleşmektedir. Aynı zamanda, kök tarafından alınmış olan Ca'nın taşınmasında da su en temel etkidir. Dolayısıyla su hareketinin olmadığı koşullarda bitkilerin Ca eksikliği göstermesi kaçınılmaz bir durumdur. Bitkideki su hareketi transpirasyonla yakından ilgilidir. Transpirasyon oranının düştüğü koşullarda toprakta yeterli Ca olsa bile bitkiler bundan yararlanamamakta ve Ca eksikliği belirtileri ortaya çıkmaktadır (Kacar ve Katkat, 2007).

Meyvelerin mineral beslenmelerinin büyük oranda floem yoluyla olması nedeniyle, floemde hareketsiz olan Ca gibi elementlerin meyvelere aktarılması oldukça zordur. Bu duruma birde ksilem hareketini engelleyen koşulların varlığı da eklenecek olduğunda, bu durumdan en fazla etkilenen organın meyveler olması kaçınılmazdır. Bu durum, doğal transpirasyonun büyük oranda engellendiği bir ortam olan seralarda daha da önemli bir hal almaktadır.

Yukarıda belirtildiği gibi, topraktan Ca alımını olumsuz engelleyen çeşitli faktörlerin varlığı durumlarında bitkilerin beslenme sorunlarını giderebilmek amacıyla yapılan yapraktan Ca uygulaması, sıklıkla başvuru yöntemlerinden birisi olmuştur (İrget ve ark., 1999; Johnson ve Dover, 2002; Papadopoulos, 2003; Kadir, 2004; Rab ve Haq, 2012; Köksal ve Erdal, 2013). Bu çalışmada, sera koşullarında yetiştirilen domates çeşitlerine yapraktan Ca uygulamasının etkilerini incelemek ve çeşitlerin uygulamaya karşı göstermiş olduğu farklılıkları ortaya koymak amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Deneme, 2014 yılı Şubat-Haziran ayları arasında Antalya'nın Aksu ilçesinde üretici serasında, 6 domates çeşidi (Şimşek, Bufalo, Daylos, Tybif, Ty12Rz ve Newton) kullanılarak yapılmıştır. Üretim kısa dönem yetiştiriciliği şeklinde yürütülmüş olup 6. salkımda kesilmiştir. Araştırma, 3 doz ve 3 tekrarla birlikte 54 parselden oluşmuştur. Her tekrarda 10 bitkinin bulunduğu denemede toplamda 540 bitki kullanılmış olup dekarda 2750 bitki bulunmaktadır. Denemenin yapıldığı plastik örtülü sera oluk yüksekliği 3 metre olan 10 bloktan (toplam 4 da) oluşmaktadır. Her blokta ayrı-ayrı havalandırma sistemi olup kenarı hastalık ve her türlü dış etkiden zarar görmemesi için ince net ile çevrilmiştir. Sulama ve gübreleme damla sulama sistemiyle yapılmıştır. Sulama, 3-4 gün aralıklarla bitkiye dayalı gözlemlere göre yapılmış ve bir sulama süresince bitkilere yaklaşık 20 dk/parsel su verilmiştir. Sera içerisinde olası ani soğukları önlemek amacıyla gerektiğinde soba ile ısıtma yapılmıştır. Serada yürütülen diğer kültürel uygulamalar (budama, hastalık ve zararlı kontrolü, hasad vs.) üreticinin rutin olarak yaptığı şekilde, üretici tarafından yapılmıştır.



Deneme alanı toprağı killi-tın bünyeli, organik madde içeriğı az (%1.8), fazla kireçli (%18.4), hafif alkali karakterli (pH: 8.0) ve hafif tuzludur (2.3 dS/m). [Alpaslan ve ark. \(1998\)](#)'a göre toprağın elverişli besin elementlerinden P (13.1 ppm), Mg (386 ppm), Cu (0.98 ppm), Zn (1.42 ppm) ve Fe (2.92 ppm) yeter seviyede, Mn (11.1 ppm) az, Ca (7022 ppm) fazla, K (1189 ppm) ise çok fazladır.

Denemede, kalsiyum kaynağı olarak kalsiyum klorür ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) kullanılmış olup uygulama dozları: % 0.00 Ca (kontrol); % 0.25 Ca ve % 0.50 Ca'dan oluşturulmuştur. Her ne kadar kalsiyum nitrat yaygın olarak kullanılan bir kaynak olmakla birlikte, bu kaynaktan gelecek N'nin denemeyi etkilememesi amacıyla Ca kaynağı olarak kalsiyum nitrat kullanılmamıştır. Kalsiyum uygulamaları yanında, temel gübreleme amacıyla yöre üreticilerinin deneyimlerine göre ayarlanmış fertigasyon tekniğıyle fide dikiminden çiçeklenme dönemine kadar dekara 1:1:1 oranında, çiçeklenme döneminden meyve oluşumuna kadar 2:2:1 oranında, meyve olgunlaşma döneminden hasat bitimine kadar ise 1:1:2 oranında toplamda dekara 30, 20 ve 45 kg N, P ve K uygulanmıştır. Ayrıca % 0.2 B, % 0.5 Cu, % 6 Fe, % 6 Mn, % 0.2 Mo, % 6 Zn içeren gübreden dekara 0.5 kg olacak şekilde 5 defa 7 gün aralıkla mikro element gübrelemesi yapılmıştır. İlk yaprak gübrelemesi çiçeklenme başlangıcında (Nisan) yapılmış olup, meyve tutumu ve hasat öncesinde ise (Mayıs) ikinci ve üçüncü uygulamalar yapılmıştır. Kontrol grubu bitkilere ise diğerlerine uygulanan miktar kadar çeşme suyu püskürtülmüştür.

Yapraktan Ca uygulamasının bitkinin mineral beslenmesine etkisini belirlemek amacıyla, son uygulamadan 15 gün sonra büyüme ucuna yakın (üstten 4-5. yaprak) tam gelişmiş olgun ve sağlıklı yapraklardan bitkiyi homojen şekilde temsil edecek şekilde örnekleme yapılmıştır ([Jones ve ark., 1991](#)). Alınan bu örnekler çeşme suyu, 0.2 N HCl ve saf su ile yıkandıktan sonra  $65 \pm 1$  C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve öğütülmüştür. Yaprak örnekleri mikrodalga yakma ünitesinde yaş yakma yöntemiyle yakılmış ve elde edilen çözümler 50 ml'lik ölçü balonlarına aktarılarak ultra saf su ile derecelerine tamamlanmıştır ([Kacar ve İnal, 2008](#)). Uygulamaların meyvenin besin elementi içeriklerine etkilerini belirlemek amacıyla 3. ve 4. salkımlardan alınan olgun domates meyveleri laboratuara getirilerek yıkanıp temizlenmiştir. Meyve örneklerini kurutmak amacıyla cam petri kablarına dilimlenmiş olarak konulmuş ve  $65 \pm 1$  C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutma dolabında bekletilmiştir. Kurutulmuş meyve örnekleri, yaprak analizlerinde olduğu gibi analizlere hazır hale getirilmiştir. Analizlere hazır hale getirilen örneklerin K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu ve Mn analizleri atomik absorpsiyon spektrofotometresi (Varian AA240FS) kullanılarak, N analizi modifiye edilmiş Kjeldahl yöntemi ile P analizi ise Vanadamolibdat sarı renk yöntemine göre spektrofotometre yardımıyla belirlenmiştir ([Kacar ve İnal, 2008](#)).

Meyve kalite analizlerinden en ve boy ölçümleri kumpas yardımıyla yapılırken, sertlik ölçümü için 7.94 mm çaplı uca sahip el penetrometresi (Mod FT-327, Gullimex) kullanılmıştır. Suda çözünür kuru madde içerikleri (SKÇM) refraktometre yardımıyla ([Hortwirth, 1960](#)), meyve ağırlık ve toplam verim değerleri ise hassas teraziler kullanılarak belirlenmiştir. Her bir değer belirlenmesinde 20 adet meyve kullanılmış ve ortalamaları alınmıştır.

Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre planlanmış ve ölçülen parametrelerden elde edilen veriler faktöriyel düzende varyans analizi tekniğı ile analiz edilmiştir. Grup ortalamaları arasında farkların belirlenmesinde Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Her çeşit ve her doz kendi içerisinde ayrı-ayrı değerlendirilmiştir.

## Bulgular

### Uygulamaların verim değerleri üzerine etkileri

Domatesin meyve ağırlığı ve bitki başına elde edilen verim değerleri çeşit ve doz ana faktörlerine göre farklılıklar göstermiştir. Ortalama meyve ağırlıkları % 0.25 ve % 0.50 Ca dozlarında kontrole göre % 29 ve % 0.44 oranlarında, bitki başına elde edilen verim ise yaklaşık olarak % 6 ve % 14 oranlarında artış göstermiştir. Domates çeşitlerinin meyve ağırlığı ve verimleri, doz artışlarına bağlı olarak doğrusal bir artış göstermiş olup, en yüksek meyve ağırlıkları ve verimleri genellikle (Ty12Rz hariç) % 0.50'lik Ca uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 1). Meyve ağırlıkları bakımından Tybif ve Bufalo çeşitleri; verim bakımından ise Tybif çeşidinin bütün uygulama dozlarında en yüksek değerlere sahip olduğu, buna karşılık Ty12Rz çeşidinin ise en düşük verimli çeşit olduğu görülmüştür. Bütün çeşitler için en düşük ağırlık ve verim değerleri kontrol koşullarında elde edilmiş olup, Ca uygulamalarına bağlı olarak belirlenen ağırlık artış oranları kontrole göre Şimşek, Bufalo, Daylos, Tybif, Ty12Rz ve Newton çeşitlerinde sırasıyla % 30, % 61, % 20, % 56, % 104 ve % 31 olarak hesaplanmıştır. Ortalama ağırlık artış oranı ise yaklaşık % 50'dir.



Çizelge 1. Yapraktan Ca uygulamasının domatesin meyve ağırlığı ve verimine etkisi

Ca dozu (%)	Şimşek	Bufalo	Daylos	Tybif	Ty12Rz	Newton	Ort. (Doz)
	Meyve ağırlığı (g/meyve)						
Kontrol	127 BC*b**	213 Ac	172 ABb	202 Ab	102 Cc	135 BCb	159
0.25	143 Dab	273 Ab	199 BCab	242 ABb	208 BCa	163 CDab	205
0.50	165 Ba	343 Aa	207 Ba	316 Aa	164 Bb	177 Ba	229
Ort. (Çeşit)	178	276	193	253	158	158	
	Verim (g/bitki)						
Kontrol	2783 E*c**	4162 Bc	3755 Cb	4265 Ac	2650 Fc	3075 Dc	3448
0.25	3048 Eb	4275 Bb	4181 Ca	4334 Ab	2918 Fb	3152 Db	3651
0.50	3646 Ca	4450 Ba	3380 Dc	4790 Aa	3003 Fa	3202 Ea	3745
Ort. (Çeşit)	3159	4296	3772	4463	2857	3143	
	Verim (ton/da)						
Kontrol	7.65 Ec	11.45 Bc	10.33 Cb	11.73Ac	7.29 Fc	8.46 Dc	9.49
0.25	8.38 Eb	11.76 Bb	11.50 Ca	11.92 Ab	8.02 Fb	8.67 Db	10.04
0.50	10.03 Ca	12.24 Ba	9.30 Dc	13.17 Aa	8.26 Fa	8.81 Ea	10.30
Ort. (Çeşit)	8.69	11.81	10.37	12.27	7.86	8.64	

\*Büyük harfler çeşitler, \*\*küçük harfler ise dozlar arası farklılığı göstermektedir. Aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir ( $P<0.05$ ).

Meyve verim değerleri genellikle meyve ağırlıklarına paralel artışlar göstermiştir. Uygulamalara bağlı olarak elde edilen en fazla verim artış değeri Şimşek çeşidinde belirlenmiş olup, kontrol koşullarında 2783 g olan bitki başına verim değeri, % 0.25 doz uygulamasında % 10, % 0.50 doz uygulamasında % 31 oranında bir artış göstermiştir (Çizelge 1). Bufalo, Daylos, Tybif, Ty12Rz ve Newton çeşitlerinde uygulamaların verim üzerine önemli etkileri olmuş ve bu çeşitlerdeki elde edilen verim artışları kontrole oranla sırasıyla yaklaşık olarak % 7, 11, 12, 13 ve 4 olmuştur.

Bitki başına verim değerleri ve dekara bitki sayısından yola çıkılarak yapılan hesaplamalara göre, dekara verim değerlerinin doğal olarak bitki başına elde edilen verim değerleriyle örtüştüğü görülmüştür. Yapraktan Ca uygulamaları ve çeşit farklılıkları dekara verimi istatistiksel anlamda etkilemiştir. Daylos hariç diğer çeşitler için en düşük meyve verimi kontrol koşullarında elde edilirken Ca uygulamalarıyla elde edilen verim değerlerinde doğrusal bir artış gözlemlenmiş ve en yüksek meyve verimleri % 0.5 Ca dozunda elde edilmiştir. Ortalama değerlere göre kontrol koşullarında 9.49 ton olan dekara verim değeri, % 0.50 Ca dozunda 10.30 ton/da olarak hesaplanmıştır. Dekara verim değerleri üzerine çeşit farklılığının net bir etkisi görülmemiş olup her koşulda en düşük verim Ty12Rz çeşidinde elde edilirken (ortalama 7.86 ton/da), en yüksek verim Tybif çeşidinden (ortalama 12.27 ton/da) elde edilmiştir (Çizelge 1). En fazla verim artışı Şimşek çeşidinde belirlenmiştir.

### Uygulamaların meyve kalitesi üzerine etkileri

Meyvenin en ve boy değerleri üzerine Ca uygulamalarının ve çeşit farklılığının ana etkisi önemli olmuştur (Çizelge 2). En düşük ortalama meyve eni (6.68 cm) kontrol koşullarında görülürken, % 0.25 ve % 0.50 dozlarında % 7 ve % 18'lik artışlar göstermiştir. Düşük Ca dozundan elde edilen artış oranı kontrole göre önemli olmamıştır. Benzer durum meyve boy değerlerinde de görülmüş olup, kontrol koşullarında en düşük olan meyve boyu, yüksek Ca dozunda yaklaşık % 7'lik artış göstermiştir. Ortalama değerlere göre en yüksek meyve eninin Tybif çeşidinde olduğu görülürken en yüksek meyve boyunun Bufalo çeşidinde olduğu belirlenmiştir. Şimşek çeşidinin ise her iki özellik içinde en düşük değere sahip olduğu görülmüştür.

Kalsiyum uygulamalarının her bir çeşit üzerine olan etkileri ayrı ayrı incelendiğinde, uygulamalardan etkilenen tek çeşidin Newton olduğu, diğerlerinin ise uygulamalardan etkilenmediği görülmüştür. Newton çeşidinde ölçülen meyve SÇKM içeriği, Ca'nın yüksek dozunda düşmüş, diğer iki dozda ise aynı kalmıştır. Çeşit farklılığının meyvenin SÇKM değerlerine etkisi hemen her uygulama dozunda görülmüş olup, genellikle Bufalo çeşidinin meyve SÇKM değerleri diğerlerine göre daha düşük bulunmuştur. Meyve eti sertliğine uygulamaların bir etkisi olmazken, çeşitler arası farklılık önemli bulunmuştur. En düşük meyve eti sertliği Şimşek çeşidinde ölçülürken, en yüksek değer Daylos çeşidinde ölçülmüştür (Çizelge 3).



Çizelge 2. Yapraktan Ca uygulamasının domatesin meyve eni ve boyuna etkisi

Ca dozu (%)	Şimşek	Bufalo	Daylos	Tybif	Ty12Rz	Newton	Ort.(Doz)
	En (cm)						
Kontrol	6.33	7.59	6.76	7.43	5.72	6.27	6.68 b**
0.25	6.40	7.04	7.14	8.03	7.41	7.06	7.18 b
0.50	7.00	9.43	7.63	9.31	7.05	6.82	7.87 a
Ort. (Çeşit)	6.58C*	8.02AB	7.17BC	8.25A	6.71C	6.72C	
	Boy (cm)						
Kontrol	5.32	6.20	6.19	5.86	5.07	5.37	5.67 b
0.25	5.61	6.00	6.12	6.17	5.83	5.33	5.84 ab
0.50	5.61	6.60	6.02	6.20	5.76	6.08	6.05 a
Ort. (Çeşit)	5.51 D	6.27 A	6.11 AB	6.07 BC	5.55 CD	5.59 BCD	

\*Büyük harfler çeşitler, \*\*küçük harfler ise doz ortalamaları arasındaki farklılığı göstermektedir. Aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir ( $P<0.05$ ).

Çizelge 3. Yapraktan Ca uygulamasının domates meyvesinin suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı ve meyve eti sertliğine etkisi

Ca dozu (%)	Şimşek	Bufalo	Daylos	Tybif	Ty12Rz	Newton	Ort. (Doz)
	SÇKM (%)						
Kontrol	3.26 A*a**	2.16 Ba	2.76 ABa	2.66 ABa	3.06 Aa	3.13 Aa	2.82
0.25	3.23 Aa	2.40 Ba	3.00 ABa	3.00 ABa	3.46 Aa	3.10 Aa	3.03
0.50	2.96 ABa	2.40 BCa	2.66 BCa	2.90 ABa	3.43 Aa	2.03 Cb	2.73
Ort.(Çeşit)	3.12	2.32	2.81	2.85	3.32	2.76	
	Meyve eti sertliği (Lb)						
Kontrol	2.38	1.34	3.85	3.51	2.92	3.11	2.85
0.25	1.88	2.96	4.93	4.08	3.40	2.71	3.33
0.50	1.59	2.21	3.88	2.96	3.61	3.08	2.88
Ort.(Çeşit)	1.95 D	2.17 CD	4.22 A	3.52 AB	3.31 ABC	2.97 BCD	

\*Büyük harfler çeşitler, \*\*küçük harfler ise dozlar arası farklılığı göstermektedir. Aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir ( $P<0.05$ ).

### Uygulamaların domatesin Ca beslenmesine etkisi

Yapraktan Ca uygulaması sadece Ty12Rz çeşidi üzerinde etkili olurken, diğer çeşitlerin yaprak Ca içeriklerinin değişmediği belirlenmiştir. Ty12Rz çeşidinde kontrol ve düşük doz uygulamalarının Ca konsantrasyonu üzerine etkileri benzer olup, yüksek doz uygulamasında yaprak Ca içeriği bu iki doza göre artmıştır. Çeşitlerin her bir uygulama dozunda belirlenen yaprak Ca içerikleri farklılık göstermiştir. Genel olarak bakıldığında, Şimşek ve Bufalo çeşitlerinin Ca konsantrasyonu diğerlerine göre daha yüksek, Ty12Rz ve Tybif çeşitlerinin ise daha düşük bulunmuştur.

Çeşitlerin meyve Ca konsantrasyonları üzerine yaprakten Ca uygulamalarının bir etkisi olmamıştır. Ortalama değerlere bakıldığında çeşit farklılığının meyve Ca konsantrasyonunu önemli derecede etkilediği görülürken, Newton ve Şimşek çeşitlerinin meyve Ca konsantrasyonlarının diğerlerine göre daha düşük olduğu, diğer çeşitlerin meyve Ca konsantrasyonlarının ise benzer olduğu görülmüştür (Çizelge 4).

### Uygulamaların domatesin N, P, K ve Mg beslenmesine etkisi

Yapraktan farklı dozlarda uygulanan Ca'nın domates çeşitlerinin N konsantrasyonları üzerine bir etkisi olmamış, buna karşılık, çeşit farklılığı domates bitkisinin N konsantrasyonlarını önemli derecede etkilemiştir. Uygulamalardan alınan ortalama değerlere göre, yaprak N konsantrasyonları bakımından çeşitler iki istatistiksel gurup altında toplanmıştır. Ty12Rz çeşidi, % 4.17 ile en yüksek N konsantrasyonuna sahip iken, diğer 4 çeşitte belirlenen N konsantrasyonları arasındaki fark önemli bulunmamıştır. Çeşitlerin Ca uygulamalarına olan tepkilerinin incelendiği istatistiksel değerlendirme sonunda, 4 çeşidin (Şimşek, Daylos, Bufalo, Tybif ve Ty12Rz) meyve N konsantrasyonları Ca dozlarından etkilenmezken Newton çeşidinin meyve N konsantrasyonları % 0.50'lik Ca uygulamasından olumlu etkilenmiştir (Çizelge 5). Doz artışına bağlı olarak meyve N içerikleri çeşitlere göre farklılıklar göstermiş, çeşit farklılığı her dozda olduğu gibi ortalama değerlerde de belirgin bir şekilde görülmüştür.

Çizelge 4. Yapraftan Ca uygulamasının domates çeşitlerinin yaprak ve meyve Ca konsantrasyonuna etkisi

Ca dozu (%)		Şimşek	Bufalo	Daylos	Tybif	Ty12Rz	Newton	Ort. (Doz)
		Ca (%)						
Kontrol 0.25 0.50	Yaprak	2.32 AB*a**	2.59 Aa	1.94 BCa	1.76 BCa	1.36 Cb	1.93 BCa	1.98
		2.37 Aa	2.31 Aa	2.06 ABa	1.52 BCa	1.30 Cb	1.89 ABa	1.90
		2.14 ABa	2.17 Aa	2.07 ABa	1.57 Ba	1.95 ABa	1.94 ABa	1.97
Ort. (Çeşit)		2.28	2.36	2.02	1.62	1.54	1.92	
Kontrol 0.25 0.50	Meyve	0.50	0.58	0.60	0.66	0.66	0.47	0.58
		0.56	0.66	0.65	0.66	0.51	0.54	0.59
		0.58	0.61	0.64	0.62	0.68	0.44	0.60
Ort. (Çeşit)		0.55 B*	0.62 A	0.60 A	0.65 A	0.62 A	0.48 B	

\*Büyük harfler çeşitler, \*\*küçük harfler ise dozlar arası farklılığı göstermektedir. Aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir ( $P<0.05$ ).

Çizelge 5. Yapraftan Ca uygulamasının domates çeşitlerinin yaprak ve meyve N, P, K, ve Mg konsantrasyonuna etkisi

Ca dozu (%)		Şimşek	Bufalo	Daylos	Tybif	Ty12Rz	Newton	Ort.(Doz)
		N (%)						
Kontrol 0.25 0.50	Yaprak	3.00	2.39	2.90	3.40	4.32	3.02	3.17
		2.93	3.69	3.19	3.58	3.99	3.08	3.41
		2.94	3.38	2.87	3.54	4.19	2.81	3.28
Ort.(Çeşit)		2.96 B*	3.16 B	2.99 B	3.51 B	4.17 A	2.97 B	
Kontrol 0.25 0.50	Meyve	3.00 ABa**	3.11 ABa	3.84 Aa	2.80 BCa	2.04 Ca	2.60 BCb	2.89
		3.47 Aa	2.70 ABCa	3.38 ABa	2.60 BCa	1.98 Ca	2.80 ABCb	2.82
		3.21Aa	2.80 ABa	3.43 Aa	2.36 Ba	2.12 Ba	3.55 Aa	2.91
Ort.(Çeşit)		3.24	2.87	3.55	2.59	2.05	2.98	
		P (%)						
Kontrol 0.25 0.50	Yaprak	0.24 Ba	0.44 ABa	0.45 ABa	0.47 ABa	0.49 Ab	0.51 Aa	0.43
		0.41 BCa	0.40 BCa	0.46 ABCa	0.53 ABa	0.69 Aa	0.26 Cb	0.46
		0.39 ABa	0.44 ABa	0.49 ABa	0.43 ABa	0.61 Aab	0.30 Bb	0.44
Ort.(Çeşit)		0.35	0.43	0.47	0.48	0.56	0.36	
Kontrol 0.25 0.50	Meyve	0.81 Aa	0.54 CDa	0.73 ABa	0.63 BCa	0.53 CDa	0.48 Db	0.62
		0.70 Aab	0.62 ABa	0.75 Aa	0.54 Ba	0.50 Ba	0.50 Bab	0.60
		0.60 ABb	0.61 Ba	0.80 Aa	0.55 BCa	0.44 Ca	0.67 Ba	0.62
Ort.(Çeşit)		0.70	0.59	0.76	0.57	0.49	0.55	
		K (%)						
Kontrol 0.25 0.50	Yaprak	2.14 BCab	2.46 ABa	2.40 ABa	2.32 ABa	3.07 Aa	1.44 Ca	2.31
		2.57 Aa	3.00 Aa	2.37 Aa	2.55 Aa	2.72 Aab	1.39 Ba	2.43
		1.88 BCb	3.09 Aa	2.70 Aa	2.82 Aa	2.37 ABb	1.34 Ca	2.37
Ort.(Çeşit)		2.20	2.85	2.49	2.56	2.72	1.39	
Kontrol 0.25 0.50	Meyve	4.35	3.56	3.90	2.83	3.70	3.64	3.66
		4.25	3.68	4.20	4.59	3.06	4.25	4.00
		4.47	3.11	3.37	4.46	2.77	3.22	3.57
Ort.(Çeşit)		4.36 A	3.45 AB	3.82 AB	3.96 AB	3.18 B	3.71 AB	
		Mg (%)						
Kontrol 0.25 0.50	Yaprak	0.47	0.54	0.51	0.63	0.41	0.31	0.48
		0.48	0.48	0.41	0.59	0.34	0.31	0.44
		0.35	0.60	0.40	0.65	0.49	0.28	0.46
Ort.(Çeşit)		0.43BC	0.54AB	0.44BC	0.62A	0.42C	0.30D	
Kontrol 0.25 0.50	Meyve	0.70ABCa	0.62Ca	0.67ABCa	0.73ABa	0.63BCa	0.74Aa	0.68
		0.63Aa	0.53ABb	0.42Cb	0.52BCc	0.45BCb	0.45BCb	0.50
		0.43BCb	0.54ABb	0.44BCb	0.62Ab	0.42Cb	0.30Dc	0.46
Ort.(Çeşit)		0.59	0.56	0.51	0.62	0.50	0.50	

\*Büyük harfler çeşitler, \*\*küçük harfler ise dozlar arası farklılığı göstermektedir. Aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir ( $P<0.05$ ).



Domates çeşitlerinin ortalama yaprak P konsantrasyonu % 0.35 (Şimşek) - % 0.56 (Ty12Rz) arasında, meyve P konsantrasyonları ise % 0.49 (Ty12Rz) - % 0.76 (Daylos) arasında değişim göstermektedir. Doz ana faktöründen ise önemli bir etkilenmenin olmadığı ve ortalama P konsantrasyonlarını % 0.60 - % 0.62 aralığında farklılaştığı belirlenmiştir. Domates çeşitlerinin yaprak ve meyve P konsantrasyonları üzerine dozçeşit interaksyonunun etkisi önemli olmuştur. Ty12Rz ve Newton çeşitlerinin yaprak P konsantrasyonları uygulamalardan etkilenmiş; Ty12Rz çeşidinde yaprak P konsantrasyonu artarken Newton çeşidinde azalmıştır. Diğer çeşitlerin yaprak P konsantrasyonları uygulamalardan etkilenmemiştir. Meyve P konsantrasyonlarının da dozçeşit interaksyonundan etkilendiği görülmüştür. Şimşek çeşidinin meyve P konsantrasyonu Ca uygulamalarıyla azalırken, Newton çeşidinde artmıştır. Diğer çeşitlerin meyve P konsantrasyonlarında da dozlara bağlı artışlar yada azalışlar olsa da bu değişimler istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır (Çizelge 5). Yapraktan Ca uygulamalarının yaprağın K konsantrasyonuna etkisi çeşitlere göre farklılık göstermiştir. Buffalo, Daylos, Tybif ve Newton çeşitlerinin yaprak K konsantrasyonlarının uygulamalardan istatistiksel olarak etkilenmediği görülürken, Ty12Rz çeşidinde doz arttıkça azalma olmuştur. Şimşek çeşidinin yaprak K konsantrasyonu ise düşük dozda artarken, yüksek dozda azalmıştır. Çeşit farklılığının meyvenin K konsantrasyonları üzerine önemli etkisinin olduğu çalışmada, en yüksek değere Şimşek, en düşük değere ise Ty12Rz çeşidinde rastlanmıştır (Çizelge 5). Domatesin yaprak Mg konsantrasyonu çeşit faktöründen önemli derecede etkilenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre yaprak Mg konsantrasyonları % 0.30 ile % 0.62 arasında değişiklik göstermiştir. Çeşitlerin meyve Mg konsantrasyonları Ca uygulamalarından olumsuz etkilenmiş ve elde edilen değerler uygulanan Ca dozu arttıkça azalmıştır. Bütün çeşitler için en yüksek meyve Mg konsantrasyonu kontrol koşullarında ölçülürken, genellikle yüksek Ca dozunda en düşük Mg değeri belirlenmiştir (Çizelge 5).

### Uygulamaların domatesin Fe, Zn, Cu, ve Mn beslenmesine etkisi

Domates yaprak ve meyvesinin Fe ve Zn konsantrasyonları üzerine çeşit×doz interaksyonu etkili olmuştur. Daylos çeşidinin yaprak Fe konsantrasyonu Ca uygulamalarından etkilenmezken, Şimşek ve Newton çeşidinde yaprak Fe içeriği Ca'nın yüksek dozundan olumsuz etkilenmiştir. İki çeşitte (Buffalo ve Newton) düşük Ca dozu bitkinin Fe beslenmesini olumlu etkilerken, iki çeşitte de (Tybif ve Ty12Rz) yüksek Ca dozunda Fe artışı devam etmiştir. Yapraktan Ca uygulamalarıyla, meyve Fe konsantrasyonları iki çeşitte değişmezken (Şimşek, Buffalo) 4 çeşitte (Daylos, Taybiy, Ty12Rz, Newton) artmıştır (Çizelge 6). Şimşek çeşidinde yaprak Fe konsantrasyonu uygulamalara bağlı olarak azalırken, Ty12Rz çeşidinde artmıştır. Dozlara bağlı yaprak Zn konsantrasyonlarındaki değişim çeşitlere göre farklılıklar göstermiştir. Şimşek, Tybif ve Ty12Rz çeşitlerindeki meyve Zn konsantrasyonları Ca uygulamalarından etkilenmemiştir. Buna karşılık, Buffalo ve Newton çeşitlerinde artışlar elde edilirken, Daylos çeşidinde meyve Zn konsantrasyonu gerilemiştir. Yaprak ve meyve Cu konsantrasyonları üzerine sadece çeşit faktörünün etki yaptığı ve çeşitlere bağlı Cu konsantrasyonlarının değiştiği belirlenmiştir. Yaprak Mn konsantrasyonu üzerine dozçeşit interaksyonu etkili bulunurken, meyve Mn konsantrasyonu üzerine faktörlerin etkisi olmamıştır. Newton çeşidinde uygulamalar arası fark bulunmazken, Ty12Rz çeşidinde doza bağlı artış görülmüştür. Şimşek ve Daylos çeşitlerinde ise uygulamaların etkisi olumsuz olurken, diğer çeşitlerde düşük dozda artış, yüksek dozda azalmalar kaydedilmiştir.

### Tartışma

Domatesin bitki başına ve dekara meyve verimi bütün çeşitlerde yapraktan Ca uygulamalarına bağlı olarak artmıştır. Elde edilen bu artış değerleri üzerine bitkinin diğer kalite ölçütleri olan en, boy ve birim meyve ağırlıklarının etkili olduğu görülmektedir. Yapılan ölçümler sonunda da uygulamaların yukarıda belirtilen kriterlere etkisi açık bir şekilde görülmekte olup, gerek çeşit bazında gerekse ortalamalara göre Ca uygulamaları belirtilen kalite kriterlerini önemli oranda artırmıştır. [Rab ve Hag \(2012\)](#) tarafından yapılan bir çalışmada yapraktan CaCl<sub>2</sub> uygulamasının domatesin bitki boyu, meyve ağırlığı ve bitki başına meyve verimini artırdığını belirlemişlerdir. Yapılan çalışmalarda Ca'nın hücre duvarı ve hücre membranlarının yapısında rol alan önemli bir besin elementi olduğu bu nedenle meyve gelişimi ile kalitesinde önemli rol oynadığı ifade edilmekte ([Kadir, 2004](#)) ve dolayısıyla topraktan beslemenin etkili olmadığı durumlarda yapraktan Ca uygulamasının bu parametreler üzerinde olumlu etkisinin olacağı belirtilmektedir ([Del-Amor ve Marcelis 2003](#); [Kadir, 2004](#)). Yapılan değişik çalışmalarda da Ca'un topraktan veya yapraktan uygulamalarının domates meyvesinin verim ve kalitesinin artırdığına yönelik sonuçlar bulunmaktadır ([Simon, 1978](#); [Dodds ve ark., 1997](#); [Papadopoulos, 2003](#); [Hao ve Papadopoulos 2004](#); [Yang ve ark., 2012](#)). Elde edilen verilere göre çeşit farklılığının meyvenin verim değerlerini önemli derecede etkilediği ve genelde

birim meyve ağırlığı fazla olan çeşitlerin verim değerlerinin de yüksek olduğu görülmüştür. Bufalo çeşidinde ise durum biraz farklı bulunmuştur. Bu çeşitte, en fazla meyve ağırlığı ölçülürken verimde Tybif çeşidinden sonra ikinci sırada yer almıştır. Bu durum, Bufalo çeşidindeki bitkideki meyve sayısının Tybif'e göre daha az olmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 6. Yapraftan Ca uygulamasının domates çeşitlerinin yaprak ve meyve Fe, Zn, Cu, ve Mn konsantrasyonuna etkisi

Ca dozu (%)		Şimşek	Bufalo	Daylos	Tybif	Ty12Rz	Newton	Ort.(Doz)
Fe (ppm)								
Kontrol	Yaprak	79 B*a**	67 Cb	67 Ca	73 BCb	70 BCb	88 Aab	74
0.25		80 BCa	82 Ba	71 Ca	80 BCb	76 BCb	91 Aa	82
0.50		72 Bb	68 Bb	74 Ba	87 Aa	85 Aa	84 Ab	78
Ort.(Çeşit)		80	72	71	80	77	88	
Kontrol	Meyve	73 Ba	64 ABa	76 Ab	65 ABb	58 Bc	74 Ac	68
0.25		76 Ba	61 Ca	76 Bb	76 BCab	94 Ab	87 ABb	78
0.50		78 CDa	69 Da	104 Ba	84 Ca	73 CDa	119 Aa	88
Ort.(Çeşit)		76	65	85	75	75	93	
Zn (ppm)								
Kontrol	Yaprak	19 ABa	16 ABCa	15 ABCa	15 BCa	14 Cb	19 Aa	16
0.25		18 ABa	18 ABa	18 ABa	14 Ba	20 Aa	16 Ba	17
0.50		13 Bb	17 Ba	15 Ba	16 Ba	22 Aa	17 Ba	17
Ort.(Çeşit)		17	17	16	15	19	17	
Kontrol	Meyve	34 ABa	29 Cb	39 Aa	29 BCa	23 Da	27 CDb	30
0.25		35 ABa	27 CDb	38 Aa	26 CDa	23 Da	30 BCab	30
0.50		38 Aa	33 Ba	34 ABb	27 Ca	20 D*a	32 Ba	31
Ort.(Çeşit)		36	30	37	27	22	30	
Cu (ppm)								
Kontrol	Yaprak	4.5	5.5	5.5	5.8	7.5	7.0	6.0
0.25		4.8	5.4	6.2	6.0	8.3	7.5	6.4
0.50		4.9	6.0	5.8	6.0	8.5	7.8	6.5
Ort.(Çeşit)		4.8 C	5.6 BC	5.8 B	5.9 B	8.1 A	7.5 A	
Kontrol	Meyve	12	11	14	12	8	10	11
0.25		13	12	14	11	8	12	12
0.50		13	11	14	9	7	13	11
Ort.(Çeşit)		12 A	11 A	14 A	11 AB	7 B	11 A	
Mn (ppm)								
Kontrol	Yaprak	242 Aa	189 Bb	152 Ca	153 Cb	96 Ec	129 Da	160
0.25		152 Cb	230 Aa	131 Cb	202 Ba	133 Cb	132 Ca	163
0.50		144 BCb	186 Ab	87 Ec	115 Dc	155 Ba	123 CDa	135
Ort.(Çeşit)		179	202	123	157	81	128	
Kontrol	Meyve	21.0	20.5	23.0	19.6	18.3	16.2	19.8
0.25		20.5	19.3	23.3	18.7	24.0	19.9	21.0
0.50		18.7	18.2	21.7	21.3	25.1	19.5	20.8
Ort.(Çeşit)		20.0	19.3	22.7	19.9	22.5	18.5	

\*Büyük harfler çeşitler, \*\*küçük harfler ise dozlar arası farklılığı göstermektedir. Aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir ( $P<0.05$ ).

Kalsiyum uygulamaları 5 domates çeşidinin (Daylos, Bufalo, Tybif, Şimşek, ve Ty12Rz) SÇKM değerlerini istatistiksel anlamda etkilemezken 1 çeşitte (Newton) azaltmıştır. Benzer sonuçlar daha önce yapılan çeşitli çalışmalarda da belirtilmiş ve Ca uygulamalarının meyvenin tek tane ağırlığını, verimini, meyve sertliğini ve C vitamini içeriğini artırırken organik asit ve SÇKM içerikleri azalttığı ifade edilmiştir (Yang, 1994; Dong ve ark., 2004; Dong ve ark., 2005; Xia ve Yang, 2005). Bu durum, meyve iriliğinin artmasına bağlı olarak birim



miktardaki organik asit veya SÇKM değerlerinin seyrelmesi ile açıklanabilir (Epstain ve Bloom, 2004; Kacar ve Katkat, 2007).

Yaprakların Ca içeriklerinin 5 çeşit için de Jones ve ark. (1991) tarafından bildirilen ve domates için yeter seviye kabul edilen değerler (%1.50-2.40) aralığında olduğu, sadece Ty12Rz çeşidinde kontrol ve düşük doz uygulamalarında yeter seviyenin altında olduğu görülmüştür. Yapraktan yüksek dozda uygulanan Ca ile TY12Rz çeşidindeki düşük Ca içerikleri yeter seviyeye yükselmiştir. Elde edilen sonuçlara, göre yapraktan Ca uygulamasının kontrol koşullarında yeter düzeyde Ca içeren çeşitlerin yaprak Ca konsantrasyonlarına pek bir etkisinin olmadığı, buna karşılık düşük Ca içeriğine sahip durumlarda ise bitkinin Ca beslenmesine olumlu etki yaptığı söylenebilir. Bu durum çeşitli araştırmalarda da yapraktan Ca uygulamasıyla bitkinin Ca beslenmesinin düzeltilebildiği açıkça ifade edilmektedir (Cheour ve ark., 1990; Kadir, 2004). Kalsiyum uygulamalarına rağmen genellikle yaprak ve meyve Ca konsantrasyonlarının artmamış olmasının en büyük nedeninin seyrelme etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Epstain ve Bloom, 2004; Kacar ve Katkat, 2007). Bu etki özellikle meyve ağırlığında göze çarpmakta ve Ca uygulamalarıyla meyve ağırlıklarının bütün çeşitlerde önemli miktarda artışı görülmektedir. Yapraktan uygulanan Ca'nın domates çeşitlerinin genelinde diğer besin elementleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı, etkisi olanlarda ise net bir yargı oluşturacak sonuçlara ulaşılmadığı görülmektedir (Peyvast ve ark., 2009).

Sonuç olarak; yapraktan Ca uygulamalarının her iki dozunun da domatesin verim parametrelerinden olan bitki başına düşen verim, meyve eni, meyve boyu ve meyve ağırlıkları üzerine etkisi olumlu olmuş ve bu değerler artmıştır. Yapraktan Ca uygulamasının verim üzerine en etkili olduğu çeşidin Şimşek olduğu görülmüş ve bu çeşitte uygulamalara bağlı önemli verim artışları elde edilmiştir. Dolayısıyla bu çeşitte Ca uygulamasına özel önem gösterilmelidir. Kalite parametrelerinden olan meyve eti sertliği ve SÇKM değerleri ise uygulamalardan genelde etkilenmemiştir. Yapraktan Ca uygulamalarının bitkinin mineral beslenmesine olan etkisi çeşit özelliklerine ve uygulanan doz miktarına göre farklılık göstermiştir. Yapılan yaprak analizlerine göre Ca uygulamasına tepki veren tek çeşidin TY12Rz olduğu görülmüş ve dolayısıyla bu çeşidin Ca'ya daha hassas olduğu sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla özellikle Ca eksikliğinin olduğu ve olma olasılığının bulunduğu koşullarda TY12Rz çeşidinin kullanılmasından kaçınılmalıdır.

## Kaynaklar

- Alpaslan M, Guneş A, İnal A, 1998. Deneme tekniği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayın No: 1501. Ders Kitabı. 455.
- Bergmann W, 1992. Nutritional disorders of plants-Development, visual and analytical diagnosis. Gustav Fischer Verlag, Jena, Germany. 351s.
- Cheour F, Willemot C, Arul J, Desjardins Y, Makhlof J, Charest P. M, Gosselin A, 1990. Foliar application of calcium chloride delays postharvest ripening of strawberry. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 115(5): 789-792.
- Del-Amor F K, Marcelis LFM, 2003. Regulation of nutrient uptake, water uptake and growth under calcium starvation and recovery. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 78(3): 343-349.
- Dodds G T, Trenholm L, Rajabipour A, Madramootoo C A, Norris ER, 1997. Yield and quality of tomato under water-table management. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 122(4): 491-498.
- Dong C, Zhou J, Fan X, Wang H, 2004. Effects of different ways of ca supplements on the ca content and forms in mature fruits of tomato. *Plant Nutrition and Fertilizer Science* 10 (1): 91-95.
- Dong C, Zhou J, Zhao S, Wang H, 2005. Effects of exogenous ca on some physiological characteristics of tomato (*Lycopersicon esculentum*) seedlings with different ca sensitivity. *Chinese Journal of Applied Ecology* 16 (2): 267-272.
- Epstain A, Bloom AJ, 2004. Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives. secon Ed. Sinauer Ass. Sunderland, MA 01375, USA.
- Hao X, Papadopoulos AP, 2004. Effects of calcium and magnesium on plant growth, biomass partitioning, and fruit yield of winter greenhouse tomato. *HortScience* 39(3): 512-515.
- Hortwith N, 1960. Officials methods of analysis. Chapter 29, Sugar and Sugar Products, AOAC, Benjamin Franklin Station, Washington DC.
- İrget ME, Aydın S, Oktay M, Tutam M, Aksoy U, Nalbant M, 1999. Effect of foliar potassium nitrate and calcium nitrate application on nutrient content and fruit Quality of Fig. In: Anac, D., Martin-Prevel, P. (Eds.), Improved Crop Quality by Nutrient Management. Kluwer Academic Publishers, s. 81-85.
- Johnson DS, Dover DJ, 2002. The effect of calcium and zinc sprays on the texture of 'cox's orange pippin' apples in controlled atmosphere storage. *Proceedings Acta Horticulture* 594: 427-434
- Jones JB, Wolf Jr B, Mills HA, 1991. Plant analysis handbook. I. Methods of plant analysis and interpretation. Micro-Macro Publishing Inc., 183 Paradise Blvd, Suite 108, Athens Georgia 30607 USA.
- Kacar B, İnal A, 2008. Bitki analizleri, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kacar B, Katkat AV 2007. Bitki besleme. Nobel Yayın No: 849, Ankara.
- Kadir, SA, 2004. Fruit quality at harvest of 'jonathan' apple treated with foliar applied calcium chloride. *Journal of Plant Nutrition* 27: 1991-2006.
- Konno H, Yamaya T, Yamasaki Y, Matsumoto H, 1984. Pectic polysaccharide break-down of cell walls in cucumber roots grown in calcium starvation. *Plant Physiology* 76(3): 633-637.

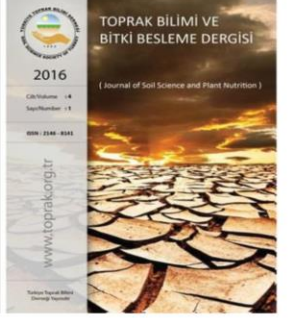
- Köksal F, Erdal İ, 2013. Yapraktan kalsiyum uygulamasının farklı karanfil çeşitlerinde verim, kalite ve besin elementi içeriğine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 8(2):1-10
- Marschner H, 2011. Marschner's mineral nutrition of higher plants. Academic Press.
- Papadopoulos A P, 2003. Effects of calcium and magnesium on growth, fruit yield and quality in a fall greenhouse tomato crop grown on rockwool. *Canadian Journal of Plant Science* 83(4): 903-912.
- Peyvast G, Olfati J A, Ramezani-Kharazi P, Kamari-Shahmaleki S, 2009. Uptake of calcium nitrate and potassium phosphate from foliar fertilization by tomato. *Journal of Horticulture and Forestry* 1(1): 7-13.
- Rab A, Haq S, 2012. Foliar Application of calcium chlorid and borax influences plant growth, yield, and quality of tomato (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) fruit. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 36: 695-701.
- Simon E W, 1978. The symptoms of calcium deficiency in plants. *The New Phytologist* 80(1): 1-15.
- White P J, Broadley M R, 2003. Calcium in plants. *Annals of Botany* 92(4): 487-511.
- Xia G, Yang J, 2005. Effect of different Ca and Mg levels on uptake of mineral elements by tomato plants and fruits. *Northern Horticulture* 2: 44-45.
- Yang L, Qu H, Zhang Y, Li F, 2012. Effects of partial root-zone irrigation on physiology, fruit yield and quality and water use efficiency of tomato under different calcium levels. *Agricultural Water Management* 104: 89-94.
- Yang Z, 1994. Effects of Ca and Mg on anatomic structure of roots, stems and leaves of tomato. *Journal of Hua Zhong University* (Natural Science Edition) 13: 51-54 (in Chinese with English abstract).





# TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



## Organik toprak düzenleyicilerin toprak parametreleri ve ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisinin verim ve verim öğeleri üzerine etkileri

Nihal Tamer <sup>1</sup>, Dilek Başalma <sup>2</sup>, Cafer Türkmen <sup>3</sup>, Ayten Namli <sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ankara

<sup>2</sup> Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Ankara

<sup>3</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Çanakkale

### Özet

Bu araştırma; 2005-2006 yetiştirme döneminde Çukurova Tarım İşletmesi (TİGEM) arazilerinde yürütülmüştür. "Pioneer 64 LL 62" ayçiçeği çeşidi ile Tesadüf Blokları deneme deseninde 5 uygulama konulu ve 4 tekerrürlü olarak yürütülen çalışmada; organik toprak düzenleyicilerin bazı toprak özelliklerine ve ayçiçeğinin verim ve verim öğeleri üzerine etkilerini araştırmak amaçlanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; en yüksek organik madde 30 kg/ha humik asit + kimyasal gübre uygulanmış topraklarda belirlenmiştir. Farklı organik materyal ilavesi toprakların pH, EC, kireç, K ve fosfor üzerine istatistiksel olarak önemli etkide bulunmamış, azot miktarlarını artırmıştır. Ayçiçeğinde tüm organik materyal uygulamaları bitki boyu, bin tane ağırlığı, hektara verimi önemli düzeyde etkilemiştir. En yüksek tane verimi Leonardit A + kontrol gübresi uygulamasından elde edilmiş olup verimde %21 oranında artış gerçekleşmiştir. Organik materyallerin etkisini belirleyebilmek için değişik bitkilerle daha uzun süreli çalışmalar yapılmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Ayçiçeği, leonardit, humik asit, toprak.

### Effect of organic soil conditioners on soil properties and yield and yield components of sunflower (*Helianthus annuus* L.)

### Abstract

This research was carried out at Çukurova General Directory Agricultural during 2005-2006 growing seasons. In the present study, the effects of organic soil conditioners on some soil parameters and yield and yield components of sunflower were studied in a field experiment with 4 plot replications and 5 applications in Randomized Block Design and sunflower varieties as a "Pioneer 64 LL 62" were used. According to the results, the highest organic matter was observed at the dose of 30kg/ha humic acid + chemical fertilizer. The addition of different organic materials had't significant effect on the amount of lime, P, K, pH and EC of soil but increased the amount of nitrogen. All organic material applications, plant height, thousand seed weight, yield per hectare has been affected significantly. The highest seed yield was obtained from Leonardit A + chemical fertilizer application and yield has also been increased by 21%. Long-term studies should be performed for determining the effect of organic material with different plants.

**Keywords:** Sunflower, leonardite, humic acid, soil.

© 2016 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

### Giriş

Bitkilerin ilk gelişme devrelerini hızlandıracak, kök ve toprak üstü organlarının daha iyi gelişimini sağlayacak uygulamalar son yıllarda büyük önem kazanmaktadır. Özellikle organik materyaller ve organik madde fraksiyonlarından olan humik asitin bitki biyokütlesini artırdığı ve bu olumlu etkinin kök gelişiminde daha fazla olduğu belirlenmiştir (Sözüdoğru ve ark., 1996; Erdal ve ark., 2000; Sönmez ve ark., 2013;

\* Sorumlu yazar:

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 06110 Dışkapı Ankara

Tel.: 0(312) 596 16 83

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: namli@ankara.edu.tr

[Delibacak ve Ongun, 2016](#)). Ticari olarak üretilen organik toprak düzenleyiciler ile organomineral gübreler toz veya granül halde toprağa uygulanmakta, toz veya sıvı formda üretilen humik asitler ise bitkiye, toprağa veya tohuma uygulanabilmekte, yabancı ot ilaçları veya bitki besin maddeleri ile karıştırılabilmektedir.

Yıllardan beri inorganik gübre uygulamaları ile tarımsal alanlarda verim artışı sağlanmaya çalışılmıştır. Ancak bu gübrelerin etkili olabilmesi için toprakta yeterli organik maddeye ihtiyaç olduğu uzun süre gözden kaçırılmıştır. Modern tarımda organik madde sorununun en ekonomik ve hızlı çözüm yollarından biri, toprağa veya bitkiye doğrudan organik materyal uygulamasıdır. Organik materyaller toprakta uzun süre kalmakta ve zaman içinde parçalanmaktadır. Organik madde, bitkisel ve hayvansal kalıntıların toprağa karıştırıldığında belirli bir süre sonunda biyolojik ve fiziko-kimya olaylara maruz kalarak bozunması ve daha sonrada parçalanması ile olur. Bu dokuların organik kısımlarının bozunup parçalanmasına humifikasyon, inorganik kısımlarının bozunup parçalanmasına ise mineralizasyon denir. Organik maddelerin humifikasyona girmesi topraktaki mikroorganizmalar tarafından sağlanır. Mikroorganizmalarının en büyük beslenme kaynağı karbon gruplarıdır. Bu olayların devamı süresince ortaya çıkan ürün humik asittir. Humik asitler uzun ömürlü organik maddeler olup, kation değişim kapasitelerinin bütün organik gübrelerden daha yüksek olması sebebi ile besin maddelerini en yüksek düzeyde absorbe ederler. Böylece bitkiler ile toprağa doğal ve organik bir yolla yaşamsal besin maddeleri olan; makro, mikro (iz) elementleri, vitaminleri, aminoasitleri sağlarlar. Humik asitler toprakta, hayvan gübresinde, torf yataklarında, denizlerde, linyitte, leonarditte bulunur. Leonardit ise linyitin kömürleşme esnasında yüksek oksidasyona uğramış halidir.

Humik asit uygulaması ile toprağın havalanması ve su tutması, toprak mikroorganizmalarının gelişim ve çoğalması sağlanmakta, bitkilerin stres koşullarına, hastalık ve zararlılara dayanıklılığı artırılmaktadır. Ayrıca bu materyaller N, P, K, Fe ve Zn gibi bitki besin elementlerinin alımını da kolaylaştırmakta, ağır killi toprakların yapısını iyileştirmekte, toprakta tuz birikimini önlemekte ve toprakların havalanmasında da olumlu etkiler yapmaktadır. Humik asit, buğdayda dahil olmak üzere birçok bitkide Zn başta olmak üzere mikro besin elementlerinin alımını etkileyerek, verim ve verim öğelerinde artışlara neden olmaktadır ([Kaya ve ark., 2005](#)). Humik asit birim kuru madde yapımı için gerekli transpirasyonu azaltarak, bitki su tüketimini azaltıp, kökte hücre geçirgenliğini değiştirerek hem seçiciliği hem de minerallerin ve suyun absorpsiyonu artmakta, aynı zamanda fotosentez ve karbonhidrat metabolizması üzerindeki etkisinden dolayı mineral madde tüketimini azaltmaktadır ([Mustin, 1987](#)). Yapılan çalışmalar sonucu, organik materyallerin mineral besin elementleri ile uygun dozlarda karıştırılarak organomineral gübre şeklinde topraklara verilmesi halinde, birlikte uygulamanın sinerjistik etkisinden dolayı bitki gelişimini önemli ölçüde artırdığı belirlenmiştir ([Vaughan ve Malcolm 1985](#)). [Aydeniz ve ark. \(1986\)](#), farklı dozlarda N, P'lu gübrelemenin yapıldığı Rize, Siverek, Ankara ve Viranşehir topraklarını kullanarak, serada mini biyolojik yöntemle yetiştirdiği yağ kabağı ve ayçiçeği üzerine hümik asitin (herbex) etkisini incelemişlerdir. Rize toprağında yağ kabağına uygulanan hümik asitin kuru maddeyi arttırmadığını, N ve P'lu gübrelerin etkisini kesinleştirdiğini saptamışlardır. Siverek toprağında hümik asit yağ kabağında kuru maddeyi biraz azaltmış, N'lu gübrelerin etkisini daha belirginleştirmiştir. Aynı ortamda ayçiçeğinde ise, hümik asidin verimi (4.01 g'dan 4.71 g'a) ve N'lu gübrelerin etkisini artırdığını belirlemişlerdir. Ankara toprağına ilave edilen hümik asit, yağ kabağında kuru madde miktarını artırmış (1.15 g'a karşın 1.25 g); ayçiçeğinde ise, 4.43 g olan ağırlığı 4.50 g'a çıkardığını ifade etmişlerdir. Viranşehir toprağında hümik asit, yağ kabağında kuru madde miktarını etkilemezken, N'lu gübrelerin yaptığı etkiyi artırmıştır. Benzer koşullarda ayçiçeğinde kuru madde üzerine etkisi olmazken, P'lu gübrelerin etkisini artırdığını belirtmişlerdir.

Bu araştırmada, Çukurova koşullarında farklı dozlardaki organik (leonardit) materyaller ile bu materyallerden elde edilen humik asit uygulamalarının ayçiçeği bitkisinde verim ve verim öğeleri ile toprakların toplam azot, yarıyışlı fosfor ve potasyum ile organik madde, kireç, pH ve tuzluluk üzerine etkilerini belirlemek amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

TİGEM İşletme arazisinde, eğim % 0-1 arasında değişmekte ve işletmenin denizden yüksekliği en üst noktada 30 metreye ulaşmaktadır. İşletme topraklarının en önemli sorunları profilde yüksek kireç (% 20-35) ve yüksek kil (% 70) ve silt içerikli olmasıdır. Ortalama pH 7-8, ortalama organik madde içeriği ise % 1,5-2 civarındadır. İşletmede 8048 da alanda ayçiçeği yetiştirilmekte olup, 2006 yılında 1852 ton ayçiçeği üretimi yapılmıştır, ortalama verim ise 230,1 kg/da olarak belirlenmiştir.

Adana /Ceyhan ilçesinde yıllık ortalama yağış toplamı uzun yıllar (1994- 2004) ortalamasına göre 759,5 mm, denemenin 1. yılında (2005) 683,5 mm ve 2. yılında (2006) ise 632,5 mm olmuştur (Çizelge 1). Deneme



yıllarındaki (2005 ve 2006) yağış ortalamaları uzun yıllar ortalamasından daha az olmuştur. Özellikle çiçeklenme ve dölllenme dönemlerinin gerçekleştiği Haziran ve Temmuz aylarında 1. yıl 61 mm, 2. yıl ise hiç yağış kaydedilmemiştir. Deneme yıllarındaki aylık ortalama sıcaklıklar uzun yıllara ait rakamlarla karşılaştırıldığında uzun yıllara göre daha soğuk bir kış ve ilkbahar mevsimi geçtiği söylenebilir. Deneme yıllarına ait aylık % nispi nem değerleri uzun yıllar ortalamalarından daha düşük olmuştur.

Denemede bitki materyali olarak "Pioneer 64 LL 62" ayçiçeği çeşidi, Biyotar A.Ş. tarafından üretilen pelet şeklinde leonardit (biyo-organik SR) ve sıvı humik asit (biyo-humus), kimyasal ticari gübre (üre ve 15.15.15) kullanılmıştır. P64 LL 62 ayçiçeği çeşidi orta olum grubunda olup çok yüksek verim ve yağ oranı potansiyeline sahiptir. Kurağa dayanıklıdır. Taneleri dolgun ve ince kabukludur. Uygulamada tek çeşit leonardit, 2 farklı dozda uygulanmış ve leonardit A ve B şeklinde sınıflandırılmıştır. Leonardit A 100 kg/da leonardit, leonardit B ise 200 kg/da leonardit uygulandığını göstermektedir. Denemede kullanılan sıvı humik asit örneğinin pH'sı 9, sıvı içerisindeki organik madde miktarı % 4, toplam humik asit + fulvik asit % 78,55'dir. Toprakların bünye analizi Hidrometre yöntemiyle, (Bouyoucos, 1951); kireç içerikleri Schebler kalsimetresi ile (Richards, 1954), toplam azot Kjeldahl yöntemiyle (Bremner, 1965); organik madde Walkley Black yöntemiyle (Jackson, 1969); pH ve EC 1:2.5 toprak:su karışımında (Jackson, 1958); alınabilir P Spektrofotometrik olarak (Olsen ve ark., 1954); değişebilir K fleymfotometrik olarak Richards (1954)'a göre; bitkide yağ ve protein oranı Akyıldız (1968)'a göre belirlenmiştir.

Çizelge 1. Adana/Ceyhan'da 2004-2005 ve 2005-2006 üretim yılları ve uzun yıllar (1994-2004) ortalamalarına ait aylık ortalama sıcaklıklar ve nispi nem ile toplam yağış miktarları

AYLAR	Ortalama Sıcaklık (°C)			Toplam Yağış (mm)			Nispi Nem (%)		
	Uzun Yıllar	2005	2006	Uzun Yıllar	2005	2006	Uzun Yıllar	2005	2006
Eylül	25.3	24.4	25.3	28.9	32.5	35.0	77,9	63,5	77,4
Ekim	20.9	18.4	21.5	51.2	31.5	71,0	71,5	62,3	75,7
Kasım	14.4	12.6	-	132.9	62.5	128,0	70,6	67,9	-
Aralık	9.7	6.2	-	122.5	167.5	0,0	75,2	70,9	-
Ocak	8.8	8.8	7.4	107.1	57.0	43,0	75,8	50,8	65,5
Şubat	9.5	4.1	9.7	91.8	53.0	183,0	66,8	48,1	74,2
Mart	12.1	12.9	13.1	100.1	107,5	131,5	66,8	57,7	76,1
Nisan	16.0	16.9	17.7	58.4	51,5	16,0	74,4	57,5	70,8
Mayıs	21.0	20.8	21.2	41.9	52,0	25,0	73,9	51,9	67,1
Haziran	25.7	24.1	24.8	18.4	61,0	0,0	71,3	55,9	69,1
Temmuz	28.3	27.8	26.9	5.45	0,0	0,0	74,9	60,1	75,0
Ağustos	28.1	27.7	28.6		7,5	0,0	76,7	59,9	77,4
Toplam				759.5	683,5	632,5			
Ortalama	18.31	17.59	19.62						

Kaynak: Adana ili meteoroloji verileri

Deneme alanından, ekimden 1 ay sonra ve bitkilerin hasadını takiben toprak (0-20 cm derinlikten) örnekleme yapılmış ve alınan toprak örneklerinde Çizelge 2'de belirtilen analizler yapılmıştır. Deneme toprağı, organik madde % si bakımından az sınıfına girmektedir.

Çizelge 2. Deneme başlangıcında 0- 20 cm derinliğindeki üst toprağın bazı özellikleri

	pH (1:2,5 w/v)	EC dS/m	OM %	CaCO <sub>3</sub> %	Tekstür			N %	P mg kg <sup>-1</sup>	K mg kg <sup>-1</sup>
					Kil	Silt	Kum			
2005	7,43	0,38	1,67	21,00	56,52	36,96	6,52	0,21	18,30	390
2006	7,60	0,40	1,43	21,79	54,45	29,05	16,5	0,13	16,97	412

## Uygulama şekli ve dozları

1. Kontrol (TİGEM uygulaması): taban gübresi olarak 42 kg/da 15.15.15 ve üst gübre olarak 12 kg/da üre,
2. Leo A (Leonardit A) (100 kg/da)/ toz leonardit + 42 kg/da 15.15.15 ve 12 kg/da üre
3. LeoB (Leonardit B) (200 kg/da)/ toz leonardit + 42 kg/da 15.15.15 ve 12 kg/da üre
4. Humik A (Humik asit) (7,5 kg/ha)/ sıvı humik asit (HA) + 42 kg/da 15.15.15 ve 12 kg/da üre
5. Humik B (Humik asit) (30 kg/ha)/ sıvı humik asit (HA) + 42 kg/da 15.15.15 ve 12 kg/da üre

Tarla denemesi (Kuru), Tesadüf Blokları deneme deseninde 4 tekerrürlü ve iki yıl tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Denemede toplam 20 (5 x 4) parsel mevcut olup, her parsel dört sıra ekilmiştir. Her bir parsel büyüklüğü 32 m<sup>2</sup> (10m x 3,20 m)'dir. Parsel arası açıklıklar 3 m ve bloklar arası açıklıklar ise 4 m olup, deneme toplam parseller ve bloklar arası boşluklarda dahil olmak üzere toplam 1785,6 m<sup>2</sup>'lik bir alan üzerinde tesis edilmiştir. Ayçiçeği ekiminden 1 gün önce ise farklı dozlarda organik gübre olarak katı leonardit ve sıvı humik asit uygulanmıştır. Yabancı ot kontrolü amacıyla ilaçlama (Challenge -600 g/lt lelonifen) yapılmıştır. Hasatta her bir parselde kenarlardan 1'er sıra ve başlardan 0.5 m'lik kısımlar atıldıktan sonra ortada kalan (4 sıra'dan kenarlar atılarak ortadaki 2 sıra) bitkiler hasat edilerek önce parsel daha sonrada dekara verimleri bulunmuştur. Ayrıca 10 adet bitki tesadüfi olarak seçilerek öncelikle bitki boyları ölçülmüş ve hasat edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar Tesadüf Blokları deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş, önemlilik kontrolleri F testi ile, ortalamaların farklılık gruplandırılmaları ise Duncan ve LSD'ye göre yapılmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

Denemeden elde edilen verim öğeleri ve toprak parametre değerleri varyans analizine tabi tutulmuş ve yıllar arası incelenen bitki boyu, bin tane ağırlığı ve dekara verim dışındaki tüm özellikler P>0,05 düzeyinde önemli çıkmadığı için iki yılın ortalama değerleri dikkate alınarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Uygulamaların organik madde, pH, EC ve kireç üzerine etkileri Çizelge 3'de verilmiştir. Her iki yıla ait elde edilen toprak özelliklerinde önemli bir fark olmamasının başlıca nedeninin, iki yılda denemenin yürütüldüğü parsellerin toprak özelliklerinin (EC, pH, kireç ve organik madde) birbirine çok yakın olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. İki yıla ait elde edilen bitki boyu, bin tane ağırlığı ve dekara verim değerlerinde yıllar arası fark önemli çıktığı için yıllar ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

### Uygulamaların toprağın organik madde içeriği üzerine etkisi

Ayçiçeği ekiminden bir ay sonra alınan topraklarda, toprakların organik madde içerikleri % 1,65 - 2,05 arasında bulunmuştur. Ayçiçeği hasadından sonra alınan topraklarda ise organik madde değerleri ise %1,34-1,79 değerleri arasında saptanmıştır. Deneme toprakları organik maddece az sınıfına girmekte olup (Jackson, 1969), sadece humik asit uygulanmış toprakta organik madde orta seviyesinin başlangıç değeri olan %2'yi biraz geçmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Ayçiçeğinde farklı dozlarda kullanılan leonardit ve hümik asit uygulamaların toprağın organik madde, pH, EC ve kireç üzerine etkileri

Uygulama	OM (%)		pH		EC (dS/m)		Kireç (%)	
	1. ay	Hasat	1. ay	Hasat	1. ay	Hasat	1. ay	Hasat
Kontrol	1.65 Ba	1.34 Bb	7.54 Aa	7.46 Aa	0.403 Aa	0.393 Aa	22.34 Aa	22.68 Aa
Leo A	2.01 Aa	1.75 Ab	7.52 Ba	7.35 Bb	0.395 Aa	0.383 Aa	21.90 Aa	22.64 Aa
Leo B	2.05 Aa	1.73 Ab	7.60 Aa	7.47 Ab	0.436 Aa	0.430 Aa	21.76 Aa	22.24 Aa
Humik A	1.95 Aa	1.79 Aa	7.64 Aa	7.54 Aa	0.400 Aa	0.416 Aa	21.72 Aa	22.27 Aa
Humik B	2.09 Aa	1.79 Ab	7.63 Aa	7.57 Aa	0.423 Aa	0.425 Aa	22.19 Aa	22.09 Aa
LSD	0.277		0.117		0.085		0.943	

P<0.05, Büyük harf düşey olarak uygulamalar arasındaki değişkenlik, Küçük harf yatay olarak her uygulamanın başlangıç ve hasat değerleri arasındaki değişkenlik,

Aynı harfi taşıyan uygulamalar arasında istatistik farklılık yoktur.

Her iki örneklem zamanında da en düşük organik madde kontrol parsellerinde (TİGEM uygulaması), en yüksek organik madde ise 30 kg/ha humik asit + kimyasal gübre uygulanmış topraklarda belirlenmiştir. Buna göre, topraklara farklı doz ve çeşitte organik materyal ilavesi sonucu tek başına kimyasal gübre uygulanmış topraklara göre toprakların organik madde miktarları artmış ve toprakların organik madde miktarlarının artmasında en etkili uygulama ise humik asitin yüksek dozunda olmuştur. Başlangıç toprakları ile hasat toprakları arasında belirlenen organik madde değerleri mineralizasyondan dolayı azalmış ve bu azalış (100 kg/da Leo hariç) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ancak, bitki hasadından sonra bile diğer uygulamalardaki toprak organik madde içeriklerinin kontrol (TİGEM uygulaması) organik madde değerlerinden yüksek olması, organik maddece yetersiz durumda olan deneme toprağının sorununun giderilmesi açısından iyi değerlendirilmelidir.



**Önemli ve Coşkun (2005)**, ayçiçeği yetiştirilmiş topraklarda mikroorganizma sayılarını belirledikleri çalışmada, diğer faktörlerin yanında, yaygın olarak üretimi yapılan ayçiçeğinin toprak mikroorganizma sayıları üzerinde olumsuz etkileri bulunduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, toprak canlılığını yeniden kazanmak için acilen önlemlerin alınması ve yeni uygulamaların yapılması gerektiğini, bunların başında en uygun ürün deseninin belirlenmesi ve topraklara ek organik gübre ilavesi yapılarak toprak canlılığını artıracak yeni yöntemlerin belirlenmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

### **Uygulamaların toprak pH'sı üzerine etkisi**

Deneme toprakları hafif alkali ile nötr reaksiyonda olup (Çizelge 3), ayçiçeği ekiminden bir ay sonra alınan topraklarda, toprakların pH değerleri 7.54 - 7.64 arasında bulunmuştur. Hasattan sonra ise toprakların pH değerleri 7.35-7.57 olarak çok az düşüş göstermiştir. Leonardit A gübresi uygulanmış toprakta pH diğer uygulamalara göre  $P<0.05$  düzeyinde önemli sayılabilecek şekilde azalmış ancak, toprak pH'sı ile ilgili varyans analiz sonucuna göre, diğer uygulamalar arasındaki interaksiyonların önemli olmadığı görülmektedir. Uygulamaların zamana göre değişimleri ele alındığında ise tüm uygulamalarda pH başlangıç topraklarına göre hasat topraklarında azalmış ancak pH değerlerinde meydana gelen azalma sadece Leo A (100 kg/da leonardit) uygulamasında  $P<0.05$  düzeyinde önemli bulunmuş, diğer uygulamalarda zamana bağlı olarak meydana gelen azalma önemli bulunmamıştır. Bu sonuçlar ışığında deneme topraklarının Leo A gübresinin uygulandığı toprakta tek başına kimyasal gübre uygulanan kontrol toprağına göre  $P<0.05$  düzeyinde önemli azalmaya neden olmasındır. Alkalilik problemi olan topraklara toz şeklinde leonardit uygulamasının topraklarda bu sorunu kısmen de olsa giderebileceği düşünülmektedir. Yüksek pH içermesine rağmen humik asit ilavesinin, toprakların pH değerlerinde artışa yol açmadığı da görülmektedir.

### **Uygulamaların toprağın tuz (EC) miktarı üzerine etkisi**

Mineral gübre uygulamasının tek başına ve farklı organik materyaller ile birlikte uygulamalarından elde edilen toprakların EC değerleri, yıllar arası fark  $P<0.05$  düzeyinde önemli çıkmadığı için iki yılın ortalamasına ait değerler Çizelge 3'de verilmiştir. Deneme toprakları tuzsuz olup, ayçiçeği ekiminden bir ay sonra alınan topraklarda, toprakların EC değerleri 0.395 - 0.436 dS/m arasında bulunmuştur. Hasattan sonra ise toprakların EC değerleri 0.383-0.430 dS/m olarak çok az düşüş göstermiştir. Uygulamaların zamana göre değişimleri ele alındığında da tüm uygulamalarda EC başlangıç topraklarına göre hasat topraklarında azalmış ancak EC değerlerinde meydana gelen azalma istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Bu sonuçlar ışığında deneme topraklarının tuzluluk değerlerinde tüm uygulamalarda ve tüm zamanlarda önem arz edecek bir değişim olmadığı görülmektedir.

### **Uygulamaların toprağın kireç içeriği üzerine etkisi**

Mineral gübre uygulamasının tek başına ve farklı organik materyaller ile birlikte uygulamalarından elde edilen toprakların kireç değerleri, yıllar arası fark  $P<0.05$  düzeyinde önemli çıkmadığı için iki yılın ortalamasına ait değerler verilmiştir. Deneme toprakları kireç açısından fazla kireçli sınıfta olup (Bkz Çizelge 3), ayçiçeği ekiminden bir ay sonra alınan topraklarda, toprakların kireç içerikleri % 21.72 - 22.34 arasında bulunmuştur. Ayçiçeği hasadından sonra alınan topraklarda ise kireç değerleri artış göstermiş ve % 22.09- 22.68 değerleri arasında bulunmuştur. Her iki örnekleme zamanında da en yüksek kireç tek başına kimyasal gübre uygulamasında (kontrol) belirlenmiştir. Deneme topraklarının kireç değerlerinde; tüm uygulamalarda önem arz edecek bir değişim olmadığı görülmektedir.

### **Uygulamaların toprağın toplam azot miktarına etkisi**

Mineral gübre uygulamasının tek başına ve farklı organik materyaller ile birlikte uygulamalarından elde edilen toprakların toplam azot değerleri yıllar arası fark  $P<0.05$  düzeyinde önemli çıkmadığı için iki yılın ortalamasına ait değerler Çizelge 4'de verilmiştir. Ayçiçeği ekiminden bir ay sonra alınan topraklarda, toprakların toplam azot içerikleri % 0.140-0.271 arasında bulunmuştur. Ayçiçeği hasadından sonra alınan topraklarda ise azot değerleri % 0.225-0.289 şeklinde artış göstermiştir. Buna göre başlangıç ve hasat topraklarında en fazla azot düşük doz humik asit uygulamasında (Humik A) belirlenmiş, başlangıç topraklarında bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuşken, hasat topraklarında uygulamalara bağlı olarak azot değerlerinde meydana gelen artma ve azalmalar istatistiksel olarak aynı gruba girmiş ve önemli bulunmamıştır. Başlangıç ve hasat toprakları kıyaslandığında ise toprakların başlangıca göre azot değerleri tüm uygulamalarda artış göstermiş ve belirlenen artışlar 7.5 kg/ha HA uygulaması dışındaki tüm uygulamalarda (kontrol dahil) istatistiksel olarak  $P<0.05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. **FAO (1990)**'nin belirtmiş olduğu toprakta N sınır değerlerine göre değerlendirildiğinde başlangıç topraklarında azot yeterli

(yüksek doz humik asit uygulanmış toprakta fazla), denemenin sonunda ise tüm uygulamalarda toprakların azot seviyeleri yüksektir.

Bu çalışmada TİGEM gübre uygulaması olan ekim öncesi 42 kg/da üç onbeş ve üst gübre olarak da 12 kg/da üre uygulanmıştır. Toprakların N kapsamlarına bakıldığında başlangıç topraklarına göre hasat topraklarında N miktarlarının fazla olması üst gübre olarak üre uygulanmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4. Ayçiçeğinde farklı dozlarda kullanılan leonardit ve humik asit uygulamaların toprağın azot, fosfor ve potasyum kapsamlarına etkileri

Uygulama	N (%)		P (mg/kg)		K (mg/kg)	
	1. ay	Hasat	1. ay	Hasat	1. ay	Hasat
Kontrol	0.140 Bb	0.229 Ab	28.80 ABa	18.28 Ab	458.17Ba	236.50Bb
Leo A	0.140 Bb	0.225Ab	34.97 Aa	20.36 Ab	454.33Ba	236.50Bb
Leo B	0.149 Bb	0.235 Ab	30.26 Aa	20.32 Ab	470.00Ba	243.33Bb
Humik A	0.271 Aa	0.289 Aa	32.25 Aa	21.38 Ab	568.17Aa	357.17Ab
Humik B	0.156 Bb	0.239 Aa	32.66 Aa	21.33 Ab	575.17Aa	359.83Ab
LSD	0.081		6.281		55.29	

P<0.05, Büyük harf düzey olarak uygulamalar arasındaki değişkenlik, Küçük harf yatay olarak her uygulamanın başlangıç ve hasat değerleri arasındaki değişkenlik

Aynı harfi taşıyan uygulamalar arasında istatistik farklılık yoktur.

### Uygulamaların toprağın alınabilir fosfor miktarına etkisi

Kimyasal gübre uygulamasının tek başına ve farklı organik materyaller ile birlikte uygulanması sonucu toprakların alınabilir fosfor içerikleri üzerine etkileri ortaya konulmuştur. Mineral gübre uygulamasının tek başına ve farklı organik materyaller ile birlikte uygulamalarından elde edilen toprakların alınabilir fosfor değerleri yıllar arası fark P<0.05 düzeyinde önemli çıkmadığı için iki yılın ortalamasına ait değerler Çizelge 4'de verilmiştir. Deneme toprakları alınabilir fosfor açısından 1. ay topraklarında fazla, hasat topraklarında ise yeterli sınıfta olup, ayçiçeği ekiminden bir ay sonra alınan topraklarda, toprakların alınabilir fosfor içerikleri 28.80-34.97 mg/kg arasında bulunmuştur. Ayçiçeği hasadından sonra alınan topraklarda ise fosfor değerleri 18.28-21.38 mg/kg şeklinde düşüş göstermiştir. Her iki örnekleme zamanında da en düşük fosfor değerleri tek başına kimyasal gübre uygulamasında (kontrol) belirlenmiş ancak organik materyal ilavesine bağlı olarak kontrol topraklarında alınabilir P miktarlarında meydana gelen artış istatistikî olarak önemli bulunmamıştır. Sonuç olarak, topraklara farklı doz ve çeşitte organik materyal ilavesi sonucu tek başına kimyasal gübre uygulanmış topraklara göre toprakların fosfor miktarları artış göstermiş ancak bu artış istatistikî olarak önemsiz çıkmıştır.

Erdal ve ark. (2000), yapmış oldukları sera denemesinde, yarayışlı P açısından sorunlu olan topraklarda fosforlu gübrelere ilaveten topraklara humik asit uygulanmasının fosfor yarayışlılığını artırarak mısır bitkisinde ürün ve kaliteyi artıracığı sonucuna varmışlardır.

Toprakta mevcut olan fakat yarayışsız formda bulunan fosforun yararlı hale getirilmesi gerekmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda, toprağa karıştırılan organik materyallerin topraktaki fosforu bitki için daha yararlı hale getirdiği saptanmıştır.

### Uygulamaların toprağın değişebilir potasyum miktarına etkisi

Mineral gübre uygulamasının tek başına ve farklı organik materyaller ile birlikte uygulamalarından elde edilen toprakların değişebilir potasyum değerleri yıllar arası fark P<0.05 düzeyinde önemli çıkmadığı için iki yılın ortalamasına ait değerler Çizelge 4'de verilmiştir. Ayçiçeği ekiminden bir ay sonra alınan topraklarda, toprakların değişebilir potasyum içerikleri 458.17-575.17 mg/kg arasında bulunmuştur. Ayçiçeği hasadından sonra alınan topraklarda ise potasyum değerleri 236.50-359.83 mg/kg değerleri arasında bulunmuştur. Bütün uygulamalarda toprakların değişebilir K içerikleri zamana bağlı olarak azalış göstermiş ve bu azalış istatistik olarak önemli bulunmuştur. Ayçiçeği bitkisinin topraktan fazla K sömürdüğü bilinmekte olup, topraklarda meydana gelen azalmanın bunun sonucu olduğu düşünülmektedir. Başlangıç ve hasat topraklarının potasyum miktarları humik asit uygulamaları ile artış göstermiş (P<0.05), kontrol ve Leonardit uygulamaları arasındaki fark ise önemsiz bulunmuştur. Humik asitin her iki dozunda da toprağın değişebilir potasyum içeriğinde P<0.05 düzeyindeki önemli artışa sebep olması ise humik asitin potasyum humat olmasından kaynaklanmaktadır.



Türkiye topraklarının değişebilir K kapsamı oldukça yüksek değerler göstermektedir. Topraklarımızın % 90'dan fazlası potasyumca yeterli durumdadır (Eyüpoğlu, 1999). Araştırma toprakları da potasyum açısından zengin durumdadır. Bu nedenle potasyumlu gübreleme bu koşullarda gerekmemektedir. Buna rağmen aşırı sulama yapılırsa zaman içerisinde K miktarının bitki kök bölgesinden uzaklaşması söz konusu olacağından potasyumlu gübre kullanımı zorunlu duruma gelebilecektir.

### Uygulamaların bitki boyuna etkisi

Mineral gübre uygulamasının tek başına ve farklı organik materyaller ile birlikte uygulamalarından elde edilen bitki boyu değerlerine ait yıllar arası fark  $P<0.05$  düzeyinde önemli çıktığından yıllar ayrı ayrı değerlendirilmiş ve iki yıla ait değerler Çizelge 5'de verilmiştir. Ayçiçeği bitki boyları 1. yıl 2.060-2.079 m, 2. yıl ise 1.893-1.956 m arasında bulunmuş ve ilgili varyans analiz sonucuna göre, 2 yıl arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir. Uygulamalar arasındaki etkileşimlere bakıldığında ise; her iki yılda da kontrol uygulamasına göre bitki boyunda artış olmuş ancak bu artış  $P<0.05$  düzeyinde önemli bulunmamıştır. İkinci yıl tarla denemesinde tüm uygulamalarda bitki boyu birinci yıla nazaran daha kısa olmuş, bunun sebebinin ise 2. yılda kaydedilen yağış miktarının daha az olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 5. Ayçiçeğinde farklı dozlarda kullanılan leonardit ve humik asit uygulamalarının bitki boyu üzerine etkileri

Uygulama	Bitki boyu (m)	
	1. yıl	2. yıl
Kontrol	2.060 Aa	1.893 Ab
Leo A	2.073 Aa	1.950 Ab
Leo B	2.079 Aa	1.940 Ab
Humik A	2.072 Aa	1.956 Ab
Humik B	2.065 Aa	1.906 Ab

LSD= 0.116

$P<0.05$ , Büyük harf düzey olarak uygulamalar arasındaki değişkenlik, Küçük harf yatay olarak her uygulamanın 1. ve 2. yıl değerleri arasındaki değişkenlik

Aynı harfi taşıyan uygulamalar arasında istatistik farklılık yoktur.

### Uygulamaların bitki tabla çapına etkisi

Mineral gübre uygulamasının tek başına ve farklı organik materyaller ile birlikte uygulamalarından elde edilen ayçiçeği bitkisi tabla çapı değerleri yıllar arası fark  $P<0.05$  düzeyinde önemli çıkmadığı için iki yılın ortalaması olarak ele alınmış ve Çizelge 6'da verilmiştir. Bitki tabla çapı değerleri 17.083 - 18.533 cm arasında değişim göstermiş olup, leonarditin yüksek doz (200 kg/da) ve humik asitin düşük doz (7.5 kg/ha) uygulandığı parsellerde tabla çapı değerleri diğer uygulamalara göre  $P<0.05$  düzeyinde önemli artış göstermiştir.

Çizelge 6. Ayçiçeğinde farklı dozlarda kullanılan leonardit ve humik asit uygulamalarının tabla çapı, tane nemi ve hektolitreye ağırlığı üzerine etkileri

Uygulama	Tabla çapı (cm)	Tane Nemi (%)	Hektolitreye ağırlığı (g)
Kontrol	17.083 B	4.783 B	29.883 A
Leo A	17.783 B	4.900 A	29.433 A
Leo B	18.533 A	4.883 A	30.650 A
Humik A	18.300 A	5.133 A	29.500 A
Humik B	17.133 B	4.833 A	29.950 A
LSD	1.133	0.340	1.630

$P<0.05$ , Büyük harf düzey olarak uygulamalar arasındaki değişkenlik, Aynı harfi taşıyan uygulamalar arasında istatistik farklılık yoktur.

### Uygulamaların tane nemi üzerine etkisi

Mineral gübre uygulamasının tek başına ve farklı organik materyaller ile birlikte uygulamalarından elde edilen ayçiçeği bitkisi tane nemi değerleri yıllar arası fark  $P<0.05$  düzeyinde önemli çıkmadığı için iki yılın ortalaması olarak ele alınmış ve Çizelge 6'da verilmiştir. Bitki tane nemi değerleri % 4.783-5.133 arasında değişim göstermiş olup, tüm organik materyal uygulamaları ile kontrol uygulaması arasında  $P<0.05$

düzeyinde fark belirlenmiştir. Kontrol uygulamasına göre bitkinin tane nem değerleri tüm organik materyal uygulamalarında artış göstermiştir. Organik materyallerin kendi içerisinde belirlenen nem değerlerindeki değişimler ise önemsiz bulunmuştur.

### Uygulamaların hektolitre ağırlığı üzerine etkisi

Mineral gübre uygulamasının tek başına ve farklı organik materyaller ile birlikte uygulamalarından elde edilen hektolitre ağırlık değerleri yıllar arası fark  $P < 0.05$  düzeyinde önemli çıkmadığı için iki yılın ortalaması olarak ele alınmış ve Çizelge 6'da verilmiştir. Hektolitre değerleri 29.433–30.650 g arasında değişim göstermiş olup, uygulamalar arasında belirlenen interaksiyonlar önemli bulunmamıştır.

### Uygulamaların tanenin yağ ve protein içeriği üzerine etkisi

Mineral gübre uygulamasının tek başına ve farklı organik materyaller ile birlikte uygulamalarından elde edilen tanedeki yağ ve protein yüzde değerleri yıllar arası fark  $P < 0.05$  düzeyinde önemli çıkmadığı için iki yılın ortalaması olarak ele alınmış ve Çizelge 7'de verilmiştir. Ayçiçeği bitkisi yağ içerikleri % 34.68 (Kontrol)- 37.07 (HumikA) arasında değişim göstermiştir. Ayçiçeği bitkisi protein içerikleri ise % 25.96 (Kontrol)- 29.23 (Leo B gübresi) arasında değişim göstermiştir. Organik materyal ilavesiyle birlikte genel olarak bitkinin tane yağ ve protein içeriğinin arttığı ancak bu artışın istatistiksel olarak önem arz edecek düzeyde olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 7. Ayçiçeğinde farklı dozlarda kullanılan leonardit ve hümik asit uygulamaların tanenin yağ ve protein içeriği üzerine etkisi

Uygulama	Yağ (%)	Protein (%)
Kontrol	34.68 A	25.96 A
Leo A	35.96 A	28.37 A
Leo B	36.74 A	29.23 A
Humik A	37.07 A	27.19 A
Humik B	34.72 A	27.66 A
LSD	4.510	3.727

$P < 0.05$ , Büyük harf düzey olarak uygulamalar arasındaki değişkenlik, Aynı harfi taşıyan uygulamalar arasında istatistik farklılık yoktur.

### Uygulamaların 1000 tane ağırlığına etkisi

Mineral gübre uygulamasının tek başına ve farklı organik materyaller ile birlikte uygulamalarından elde edilen 1000 tane ağırlık değerlerine ait yıllar arası fark  $P < 0.05$  düzeyinde önemli çıktığından yıllar ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bin tane ağırlık değerleri 1. yıl 69.810–76.160 g ve 2. yıl 62.650–69.500 g arasında değişim göstermiş olup (Çizelge 8), organik materyallerin kendi aralarında belirlenen interaksiyonları önemli bulunmazken, organik materyal ilave edilmiş tüm parsellerde 1000 tane ağırlığı kontrol parseline göre artış göstermiş ve bu artış  $P < 0.05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Denemenin 1. yılında belirlenen bin tane ağırlık değerleri 2. yıla göre fazla bulunmuş ve bu fazlalık  $P < 0.05$  düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 8. Ayçiçeğinde farklı dozlarda kullanılan leonardit ve hümik asit uygulamaların 1000 tane ağırlığı üzerine etkileri

Uygulama	1000 tane ağırlık (g)	
	1. yıl	2. yıl
Kontrol	69,81 D	62,65 C
Leo A	73,25 C	67,63 B
Leo B	74,86 B	69,40 A
Humik A	73,00 C	68,26 B
Humik B	76,16 A	69,50 A
LSD=0.832		

$P < 0.05$ , Büyük harf düzey olarak uygulamalar arasındaki değişkenlik, Küçük harf yatay olarak her uygulamanın 1. ve 2. yıl değerleri arasındaki değişkenlik

Aynı harfi taşıyan uygulamalar arasında istatistik farklılık yoktur.

### Uygulamaların dekara verim üzerine etkisi

Mineral gübre uygulamasının tek başına ve farklı organik materyaller ile birlikte uygulamalarından elde edilen dekara verim değerleri yıllar arası fark  $P < 0.05$  düzeyinde önemli çıktığından yıllar ayrı ayrı ele



alınmış ve dekara verime etkili unsurlara ilişkin ortalama değerler ve kontrole göre % değişim değerleri ile bunlara ait LSD grupları Çizelge 9'da verilmiştir. Tane verimine ilişkin varyans analiz sonuçlarında; dekara veriminde; ekim zamanı, uygulama ve ekim zamanı x uygulama interaksiyonlarının hepsi istatistik anlamda önemli bulunmuştur.

Denemenin 1. yılında en yüksek tane verimleri Leonardit A + TİGEM gübresi uygulamasından elde edilmiştir (325.43 kg/da). Toprağa 12 kg üre + 42 kg/da 15.15.15. kimyasal gübresine (kontrol) ilave olarak verilen Leonardit A gübresinin verimde meydana getirdiği artış % 21 olarak gerçekleşmiştir. Diğer uygulamaların kontrol uygulamasına göre sırasıyla %18 (Leo B+TİGEM uyg.), %11 düşük doz humik asit (7.5 kg/ha+TİGEM uyg.) ve % 6 yüksek doz humik asit (30 kg/ha+TİGEM uyg.) uygulanması durumunda verimde artış sağlanmıştır. Tüm organik materyal uygulamalarında elde edilen verim değerleri, toprağa tek başına verilen kimyasal gübrelerin sağladığı verime (266.93 kg/da) göre, istatistik olarak farklı seviyelerde bulunmuş ve bu fark  $P<0.05$  düzeyinde önemli olmuştur.

Denemenin 2. yılında verim değerleri birinci yıla göre  $P<0.05$  düzeyinde önemli düşüş göstermiştir. Kontrol uygulamasına göre tüm organik materyal uygulamalarında verim değerleri artış göstermiş ve bu  $P<0.05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulamalar arası elde edilen verim değerleri birbirine yakın bulunmuş, aralarındaki farklılıkları ise istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Toprağa 12 kg üre + 42 kg/da 15.15.15. kimyasal gübresine (Kontrol) ilave olarak verilen organik materyallerin verimde meydana getirdiği artış % 17.19–11.28 arasında değişmektedir. Birinci yıl değerleriyle kıyaslandığında, dekara verim değerlerinin genelinde önemli bir azalma olmuşken, özellikle humik asit uygulamalarında kontrole göre verim değerlerindeki artış 2. yılda, 1. yıla göre çok daha fazla olmuştur. Kontrol uygulamasına göre birinci yıl verim değerlerinin diğer bitki verim kriterlerinde olduğu gibi ikinci yıla göre yüksek çıkmasında yağışın etkisinin olabileceği düşünülmektedir. Ayçiçeği bitkisinin vejetatif gelişme dönemlerinde 1. yıl 2. yıla göre daha fazla yağış kaydedilmiştir. Özellikle çiçeklenme ve dölleme dönemlerinin gerçekleştiği Haziran ve Temmuz aylarında 1. yıl 61 mm belirlenmiş, 2. yıl ise hiç yağış kaydedilmemiştir. Bitkinin su ihtiyacının fazla olduğu aylarda denemenin kurulduğu özellikle 2. yılda düşen yağış miktarları, denemenin 1. yılı ve uzun yıllar ortalama yağış miktarlarının oldukça altında olmuştur. Ayçiçeği bitkisi genel olarak oluşturduğu güçlü kök sistemi nedeniyle kurağa dayanıklı olarak bilinmekte ve kuru koşullarda yetiştirilebilmektedir. Bitkinin büyüme dönemlerinde ortaya çıkan uzun süreli kuraklıklar tablanın küçülmesine, tabladaki tane sayısının azalmasına ve bunun sonucu olarak da verimin düşmesine neden olmaktadır (Kadayıfçı ve Yıldırım, 2000).

Çizelge 9. Ayçiçeğinde farklı dozlarda kullanılan leonardit ve humik asit uygulamaların tohum verimi üzerine etkileri

Uygulama	Tohum Verimi (kg/da), 1. yıl	Tohum Verimi (kg/da), 2. yıl	1.yıl Kontrole göre verim % değişim	2. yıl Kontrole göre verim % değişim
Kontrol	266,93 Ca	222,47 Bb	-	-
Leo A	325,43 Aa	259,06 Ab	21.91	16.44
Leo B	317,10 ABa	260,72 Ab	18.79	17.19
Humik A	297,70 Ba	259,96 Ab	11.52	16.85
Humik B	283,00 Ba	247,58 Ab	6.02	11.28

LSD=21.75

$P<0.05$ , Büyük harf düşey olarak uygulamalar arasındaki değişkenlik, Küçük harf yatay olarak her uygulamanın 1. ve 2. yıl değerleri arasındaki değişkenlik

Aynı harfi taşıyan uygulamalar arasında istatistik farklılık yoktur.

Organik materyallerin çeşitli bitkilerin verimi üzerine etkileri konularında yapılmış pek çok çalışma bulunmaktadır. Vijayalaskmi ve Mathan (1997), Day ve Kolsarıcı (2006), humik asit uygulamalarının ayçiçeği bitkisinde verim artışına neden olduğunu belirtmişlerdir. Humik asit ve organik materyallerin verim üzerindeki etkisini değişik araştırmacılar farklı nedenlere bağlamışlardır. Kononova (1996), humik maddelerin geçiş metal katyonları ile bileşik oluşturabildikleri için besin madde alımını artırıcı etki gösterdiğini, benzer şekilde Dormaar (1975), humik asitin fıstık bitkisinde azot alımını artırdığını, Zachara ve ark., (1997) organik materyallerin fiksasyonu önleyerek yarayışlı fosfor konsantrasyonunu ve bitki fosfor alımını artırdığını ortaya koymuşlardır. Ayrıca Vaughan ve Linehan (1976) humik asidin bitki gelişimine etkisinin iyon değişimi yapıp bitkinin kullanımına sunması sonucu doğrudan olabileceği gibi, mikrobiyal aktiviteyi de artırarak dolaylı da olabileceğini belirtmişlerdir. Mustin (1987) ise organik materyallerin birim kuru madde yapımı için gerekli transpirasyonu azaltarak bitki su tüketimini azaltıp, kök hücre geçirgenliğini değiştirerek minerallerin ve suyun absorpsiyonunu artırdığını, aynı zamanda fotosentez ve karbonhidrat metabolizması üzerindeki etkisinden dolayı mineral madde tüketimini azalttığını bildirmiştir.

**Sözüdoğru ve ark. (1996)** ahır gübresinden ekstrakte edilen (hümik asit-I) ve ticari olarak satılan (hümik asit-II) iki farklı hümik asidi, beş ayrı düzeyde (0, 30, 60, 90 ve 120 mg kg<sup>-1</sup> ) besin çözeltilerine ilave etmişler ve fasulye bitkisi yetiştirmişlerdir. Yetiştirilen bitkilerin kök, gövde ve yapraklarında N, P, Na, K, Ca, Mg, Mn, Cu, Zn, ve Fe analizleri yapmışlardır. Hümik asitler bitkilerin kuru ağırlıkları üzerinde önemli bir etkide bulunmazken bazı elementlerin alınmalarını önemli derecede arttırmışlardır. 90 mg kg<sup>-1</sup> düzeyindeki hümik asit-I, köklerin N, P ve Ca kapsamını kontrole göre önemli derecede arttırmıştır. 120 mg kg<sup>-1</sup> düzeyindeki hümik asit-II uygulaması kontrole göre P kapsamını artırırken, en yüksek Mn ve Zn kapsamı 90 mg kg<sup>-1</sup> hümik asit-II uygulamasında elde edilmiştir. Gövdenin P, Ca, Fe ve Cu kapsamı kontrole göre, hümik asit-I ve II uygulamalarında olumlu yönde etkilenmezken N ve Zn kapsamı olumlu yönde etkilenmiştir. Hümik asit-I kontrole göre yaprakların N, P, Fe, Mn ve Zn kapsamını artırırken hümik asit-II ticari olarak satılan hümik asit yalnızca N ve Mn kapsamını arttırmıştır.

**Day ve Kolsarıcı (2006)**, Sanbro ayçiçeği çeşidinde humik asit uygulamasının verim, verim öğeleri ve yağ oranı değerlerini olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca bitkinin gelişme dönemlerine göre uygulanacak humik asit dozlarının farklı olduğunu, ekimden önce tohuma humik asit uygulaması için 60 g/100 kg tohum, ekim öncesi toprağa yapılacak uygulamalarda 18 g/da, 4-5 yapraklı dönemde 12 g/da ve sapa kalkmadan önceki dönemde ise 6 g/da humik asit uygulamasının ayçiçeği verimini artırdığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, HA uygulamalarının hem kök hem de fide gelişimini olumlu yönde etkilediği ve 100 kg tohuma 60 g humik asit dozunun ekimden önce ayçiçeği tohumlarına uygulanabileceği sonucuna varmışlardır.

## Sonuç

Çukurova koşullarında TİGEM işletmeleri arazilerinde iki yıl tekrarlamalı yürütölen ayçiçeği tarla denemesinin 1. yılında ayçiçeği bitkisi verim öğeleri, 2. yıla göre daha yüksek değerler vermiştir. Tarla denemesinin 1. yılında bitkinin verim ve verim öğelerinin daha yüksek bulunmasında etkili olan faktörlerin başında yağış öğesinin geldiği düşünölmektedir. Ayçiçeğinde tüm organik materyal uygulamaları bitki boyu, bin tane ağırlığı gibi önemli verim komponentleri ile birlikte dekara verimi de istatistiki olarak önemli düzeyde etkilemiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda, topraklara kimyasal N ve P gübrelemesi yapılırken bunlara ilave olarak humik asit ve leonardit uygulamalarının ayçiçeği verimini istatistik yönden önemli sayılacak düzeyde artıracadığı sonucuna varılmıştır.

Organik materyal (ayrışmış-humuslu) ilavesinin ayrıca toprakta yarayışlı fosfor miktarını arttırdığı (istatistiki olarak önemli değil), pH'yı düşürdüğü, organik madde miktarını artırdığı da yapılan toprak analizleri sonucu ortaya konulmuştur. Belirlenen bu artışlar P<0.05 düzeyinde bulunmuştur. Hasat topraklarında başlangıç topraklarına kıyasla N değerlerinin yüksek bulunması dikkat çekicidir. Toprağa bitkinin ihtiyacından fazla N'lu gübre yapılması toprak ve su kaynaklarının korunması açısından önem arz etmekte ve toprağa bitkinin ihtiyacından fazla N gübrelemesi yapılması gereksizdir. Toprak kolloidlerince tutulmuş olan fosforun ilave olunan organik materyalin etkisiyle alınabilir forma dönüştüğü bilinmektedir. Deneme topraklarının yarayışlı P miktarları organik materyal ilave edilmiş parsellerde kontrol parsellerine oranla yüksek bulunmuş ancak bu yükselme istatistik olarak önemli bulunmamıştır. Kontrol parselleri dahil tüm uygulama parsellerinde P miktarı yüksek değerlerde bulunmuş ve N'lu gübrelemede olduğu gibi bitkinin ihtiyacından fazla P'lu gübre uygulamaları gereksizdir. Fazla P'lu gübreleme yapmak yerine toprak kolloidlerince tutulmuş P'ü organik materyal kullanımıyla yarayışlı hale geçirmek doğru olacaktır. Bu şekilde fosforlu gübrelerle toprağa ilave olunan Cd metal miktarı da azaltılarak toprakların ağır metallerce kirletilmesinin önüne geçilebilecektir.

Türkiye topraklarının çok büyük bir çoğunluğunun organik madde kapsamı tarımsal üretimden en yüksek verimin alınmasını engelleyecek düzeyde olup, ölkemiz topraklarının % 75.6' sı organik madde bakımından çok yetersiz ve yetersiz durumdadır. Topraklarımızın organik madde düzeyi tarımsal üretimde verimi sınırlayıcı en önemli faktörlerden birisidir. Tarımdan yüksek verim alabilmek için bitkinin ihtiyacı olan temel besin elementlerini gübre şeklinde dışarıdan vererek karşılamadan önce toprakta mevcut olan bu sorunun giderilmesi gerekmektedir. Ölkemizin toprak yönetiminde en önemli sorunlarının başında organik madde seviyesinin yükseltilmesi gelmektedir. Bu sorunun çözümü için uzun vadeli planlamalarda bu konuya önem verilmeli, gübreleme programlarına organik ve organomineral gübreler ile toprak düzenleyicilerinin katılması sağlanmalı ve bu konu bir devlet politikası olarak ele alınmalıdır.



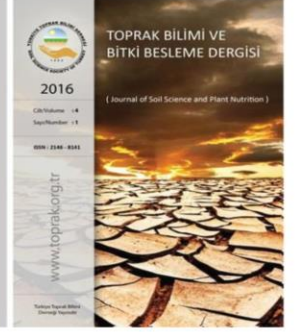
## Kaynaklar

- Akyıldız AR, 1968. Yemler bilgisi laboratuvar klavuzu. Ziraat Fak. Yayınları, 358. Uygulama Klavuzu. 122 s, Ankara.
- Aydeniz A, Brohi AR, Sarıdal Z, Aktuğ A, 1986. Çeşitli N-P düzeylerinde hümitik asit (Herbex)'in yağkabağı ve ayçiçeğı verimine etkisi. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 2(2): 157-192.
- Bouyoucos GJ, 1951. A Recalibration of hydrometer for marking mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal* 43: 434-439.
- Bremner JM, 1965. Total nitrogen. In: Methods of soil analysis. Part 2. CA Black (Ed). American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA. pp. 1145-1178.
- Day S, Kolsarıcı Ö, 2006. Hümitik asit uygulama zamanı ve dozlarının ayçiçeğinde verim, verim öğeleri ve yağ oranına etkisi, Yüksek lisans tezi (Yayınlanmamış). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Delibacak S, Ongun AR, 2016. Influence of composted tobacco waste and farmyard manure applications on the yield and nutrient composition of lettuce (*Lactuca sativa* L. var. capitata). *Eurasian Journal of Soil Science* 5(2): 132-138.
- Dormaar JF, 1975. Effects of humic substances from chernozemic Ah horizons on nutrient uptake by *Phaseolus vulgaris* and *Festuca scabrella*. *Canadian Journal of Soil Science* 55: 111-118.
- Erdal İ, Bozkurt MA, Cimrin M, Karaca S, Sağlam M, 2000. Kireçli bir toprakta yetiştirilen mısır bitkisi gelişimi ve fosfor alımı üzerine hümitik asit ve fosfor uygulamasının etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 24: 664-668.
- Eyüpoğlu F, 1999. Türkiye topraklarının verimlilik durumu. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları Genel Yayın No: 220 Teknik Yayın No: T-67, Ankara.
- FAO, 1990. Micronutrient Assesment at the Country Level: An International Study, FAO Soils Bulletin 63, Rome, Italy.
- Kadayıfçı A, Yıldırım O, 2000. Ayçiçeğı-su verim ilişkileri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 24: 137-145.
- Kaya M, Atak M, Çiftçi CY, Ünver S, 2005. Çinko ve hümitik asit uygulamalarının ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.)' da verim ve bazı verim öğeleri üzerine etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 9(3).
- Kononova MM, 1996. Soil organic matter. Pergamon Press, New York. 555 p.
- Mustin M, 1987. Le Compost. Gestion de LA Mati&e organique. Editions Francois Dubus C 35. Reu. Mathurin-R4nier 75015, Paris
- Olsen SR, Cole V, Watanabe FS, Dean LA, 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. United States Department of Agriculture, Circular No. 939. Washington DC, USA
- Önemli F, Coşkun F, 2005. Bazı ürün desenlerinin farklı toprak derinliklerindeki toplam mikroorganizma sayısı üzerine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 2(2).
- Richards LA, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. United States Department of Agriculture, Agricultural Handbook No.60. Washington DC, USA
- Sönmez F, Çığ A, Gülser F, Başdoğan G, 2013. The effects of some organic fertilizers on nutrient contents in hybrid *Gladiolus*. *Eurasian Journal of Soil Science* 2(2): 140-144.
- Sözüdoğru S, Kütük AC, Yalçın R, Usta S, 1996. Hümitik asitin fasulye bitkisinin gelişimi ve besin maddeleri alımı üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1452, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 800, Ankara.
- Vaughan D, Linehan DJ, 1976. The growth of wheat plants in humic acid solutions under axenic conditions. *Plant and Soil* 44: 445-449.
- Vaughan D, Malcom RE, 1985. Influence of humic substances on growth and physiological processes. In: Vaughan, D., Malcolm, R.E. (Eds.), Soil organic matter and biological activity. Dordrecht, Boston, pp. 37-75.
- Vijayalakshmi K, Mathan KK, 1997. Effect of humic acid complex with borax on available boron nutrition and yield of sunflower. *Journal of Oilseeds Research* 14(1): 128-130.
- Zachara JM, Resch CT, Smith SC, 1997. Influence of humic substances on Co<sup>2+</sup> sorption by a subsurface mineral separate and its mineralogic components. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 58(2): 553 - 566.



# TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



## Organik düzenleyicilerin asit, nötr ve alkalın toprakların agregat stabilitesi üzerine etkileri

Nutullah Özdemir \*, Ömrüm Tebessüm Kop Durmuş

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun

### Özet

Bu çalışma asit, nötr ve alkalın pH değerlerine sahip topraklara çöp kompostu, tütün işleme atığı ve çeltik kavuzu kompostu uygulamalarının agregat stabilitesi üzerine olan etkilerini sera ve laboratuvar koşullarında belirlemek üzere yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan yüzey toprak örnekleri (0-20 cm) Samsun ili ve çevresinde yer alan asit, nötr ve alkalın reaksiyona sahip arazilerden alınmıştır. Araştırma konusu toprak örnekleri; orta bünyeli, asit, nötr ve alkalın reaksiyonlu, tuz içeriği düşük ve hafif, organik madde miktarı orta ve az, kireç içeriği az ve fazla olan topraklardır. Bölünen bölünmüş parseller deneme düzeninde yürütülen bu çalışmada, çöp kompostu, tütün atığı, çeltik kavuzu farklı pH düzeylerine sahip topraklara 4 farklı dozda (% 0, 2.5, 5.0 ve 7.5) iki tekrarlamalı olarak uygulanmıştır. Bir aylık inkübasyon periyodundan sonra saksılarda marul bitkisi yetiştirilmiştir. Topraklara ilave edilen çöp kompostu, tütün atığı ve çeltik kavuzu kompostu, uygulama dozlarına bağlı olarak agregat stabilitesi değerlerini yükselterek toprakların erozyona karşı dirençlerini artırmışlardır. Yapılan uygulamaların etkinliği, toprakların pH düzeylerine, atıkların çeşit ve uygulama dozlarına göre değişim göstermiştir. Tütün atığı uygulamasının % 7.5 dozu Tepecik toprağında kontrole göre agregat stabilitesinin artışında en etkili uygulama olarak tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Organik düzenleyici, Erozyon, Agregat stabilitesi, pH.

### Effects of organic conditioners on soil aggregate stability of acid, neutral and alkaline soils

#### Abstract

This research was carried out at Çukurova General Directory Agricultural during 2005-2006 growing seasons. In the present study, This study was carried out to determine the effects of town waste, tobacco waste and rice husk compost applications on soil aggregate stability in soils having acid, neutral and alkaline pH under greenhouse and laboratory conditions. Surface soil samples (0-20 cm) used in this study were taken from different fields having acid, neutral and alkaline pH in Samsun region. The soil samples subjected to this research are medium in texture, acid, neutral and alkaline in pH, none and very slightly saline in EC, low and medium in organic matter content, and high and low in lime content. In this study conducted according to split block design, tobacco waste, rice husk compost and municipal solid waste were incorporated into the acid, neutral and alkaline soils in four different rates (0, 2.5, 5.0 and 7.5%) and two replicates. After a month of the incubation period, lettuce plant were grown in the pots. According to the type and application rates, organic conditioners increased aggregate stability values and soil resistance to erosion. The effectiveness of applications were change according to reactions of soils and applications rates. The most effective treatment was the 7.5% application rate of tobacco waste to increase aggregate stability value according to control in Tepecik soil.

**Keywords:** Organic conditioner, Erosion, Aggregate stability, pH.

© 2016 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

### Giriş

Dünya genelinde artan insan nüfusu ve gelişen ekonomiler toprağa olan talebin artışını da beraberinde getirmektedir. Talep artışının yoğunlaşması toprak sağlığı ve toprak güvenliğini tehdit etmekte ve sürdürülebilir tarımsal üretimde risk oluşturmaktadır. Tarım arazilerinin barınma, dinlenme veya endüstriyel amaçlı kullanımı, tarımsal alanlarda yanlış tarımsal uygulamalar, özellikle eğimli arazilerde

\* Sorumlu yazar:

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 55139 Samsun

Tel.: 0(362) 3121919

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: nutullah@omu.edu.tr



yanlış ekim-sürüm işlemleri, yanlış gübreleme, sulama gibi uygulamalar toprak kayıplarını ve bozulmaları yoğunlaştırmaktadır. Bu nedenle mevcut tarım alanlarının sürdürülebilir şekilde kullanımı ve optimum düzeyde ürün alma amacıyla gerçekleştirilen faaliyetlerde toprak degradasyonuna sebebiyet vermeyecek sürdürülebilir tarım tekniklerinin geliştirilmesi gerekmektedir (Grandy ve ark, 2002; Özbek, 2004).

Ülkemizde degradasyona neden olan etmenlerin başında erozyon gelmekte olup topraklarımızın %78'i şiddetli ve çok şiddetli derecede su erozyondan zarar görmüş durumdadır (Tunç ve Schröder, 2010). Bu nedenle erozyona karşı etkin önlemlerin alınmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Önlemlerin seçiminde erozyonu hazırlayan faktörlerin etki ve katkı derecelerinin analiz edilmesi, olumsuz etkileri minimum kılacak tedbirlerin alınması gerekmektedir (Özdemir ve ark., 2015). Organik materyaller bu doğrultuda önemli katkılara sahiptirler. Etkinlikleri bileşimleri ve toprak özelliklerine bağlı olarak değişmektedir (Öztürk, 2013). Agregat stabilitesi değerleri toprak agregatlarının su karışışındaki dayanıklılıklarının belirlenmesinde ve su erozyonuna karşı dirençlerin ortaya konulmasında kullanılan bir kriterdir (Özdemir ve ark., 2015; Gülser ve ark., 2015). Bu parametre tarımsal uygulamalar, bitki yetiştirme sistemleri ve kullanılan düzenleyicilerin etkinlik derecelerinin ortaya konulmasına imkân vermektedir (Özdemir, 2013; Gülser, 2006).

Toprak yapısının geliştirilmesi, toprağın fiziksel bileşenlerinin ötesinde biyotik ve çevresel faktörler arasındaki ilişkiye bağlıdır. Doğal yollarla oluşan süreçler (ıslanma ve kuruma, donma çözünme) toprak yapısının gelişimini etkilemektedir. Sürdürülebilir bir tarımda meydana gelecek değişimde organik maddenin miktarı önemli etki ya da katkılara sahiptir. Organik materyalin toprak fiziksel özellikleri üzerindeki etkisi, tekstürel yapı ve organik maddenin özelliğine bağlı olarak değişim göstermektedir (Canpolat ve Demiralay 1995; Wagner ve ark., 2000; Yılmaz ve ark, 2005; Candemir ve Gülser, 2010; Cercioğlu ve ark., 2014).

Bu çalışma, çöp kompostu, tütün işleme atığı ve çeltik kavuzu kompostu organik düzenleyicilerinin asit, nötr ve alkalın reaksiyona sahip toprakların agregat stabilitesi değeri üzerindeki etkilerini sera koşullarında belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Araştırmada kullanılan toprak örnekleri Samsun ili Bafra ilçesine bağlı Tepecik ve Çetinkaya köyleri ile Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit Kampüs alanında bulunan Ziraat Fakültesi deneme alanından ve yüzeyden (0-20 cm) alınmıştır. Çalışmada organik düzenleyici olarak; tütün işleme atığı (TA), çeltik kavuzu kompostu (ÇEK) ve çöp kompostu (ÇK) kullanılmıştır. Tütün işleme atığı Samsun Balıca Sigara Fabrikası'ndan, çeltik kavuzu kompostu Samsun OMÜ Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'nden, çöp kompostu İstanbul Büyükşehir Belediyesi Kemerburgaz Kompost ve Geri Kazanım Tesisi'nden temin edilmiştir.

### Denemenin kurulması ve yürütülmesi

Bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre yürütülen bu çalışmada, öncelikle araştırma konusu topraklar hava kuru hale getirildikten sonra 4 mm'lik elekten geçirilerek plastik saksılara konulmuştur. Daha sonra bu saksılara tütün işleme atığı, çeltik kavuzu kompostu ve çöp kompostu organik madde içeriğini artıracak şekilde 4 farklı dozda (% 0, 2.5, 5.0 ve 7.5) ve 2 tekrarlamalı olarak uygulanmıştır. Düzenleyiciler toprağa karıştırılmadan önce öğütülmüş ve 1mm'lik elekten geçirilmiştir. Saksılardaki karışımlara tarla kapasitesine gelinceye kadar damla sulama ile su ilave edilmiş ve 4 hafta süre ile inkübasyona tabi tutulmuştur. İnkübasyon periyodu boyunca saksılardaki yarıyıslı nemin % 50'si tükenince tekrar sulama işlemi yapılmıştır. İnkübasyon sürecinden sonra her saksıya 1 adet marul fidesi dikilmiştir. Bitkilerin hasadından sonra toprak örnekleri üzerinde ilgili analiz ve değerlendirmeler yapılmıştır.

### Yöntem

Toprak tekstürünü belirlemede hidrometre yöntemi uygulanmıştır (Baykan ve ark., 1965). Reaksiyon değerleri 1:1'lik toprak-su süspansiyonunda cam elektrotlu pH-metre aleti ile ölçülmüştür (Bayraklı, 1987). Elektriksel iletkenlik değerleri, pH ölçümü için hazırlanan 1:1 oranındaki toprak-su süspansiyonlarında cam elektrotlu elektriksel iletkenlik aleti kullanılarak belirlenmiştir (Bayraklı, 1987). Toprakların organik maddesi Walkley-Black yöntemi ile titrimetrik olarak belirlenmiştir (Kacar, 1994). Toprak örneklerinin agregat stabilitesi değerlerinin tayininde, 'Islak Eleme' yöntemi kullanılmıştır ve bunun için Kemper (1965) esas alınmıştır. Çapları 1-2 mm arasında olan toprak agregatları 0.25 mm'lik elek üzerine aktarılmış, 5

1 dakika su içerisinde ısıtılmış ve 5 dakika su içerisinde elenmiştir. Eleklerin dalaş uzunluğu 5.5 cm ve dalaş sıklığı da 30 devir/dakika olarak seğıilmiştir. Agregat stabilitesi değeri aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesap edilmiştir;

$$\% AS = \frac{(stabil\ agregatlar + kumağırlığı) - kumağırlığı}{toprak\ örneği - kumağırlığı}$$

Araştırmada kullanılan organik materyallerin organik karbon ve organik madde içerikleri modifiye Walkley-Black metoduna göre belirlenmiştir (Kacar, 1994). Organik materyallerin toplam azot içeriği Kjeldahl yöntemine göre yapılmıştır (Kacar, 1994).

Elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS bilgisayar paket programı ile Duncan çoklu karşılaştırma testinden faydalanılmıştır (Yurtsever, 1984).

## Bulgular ve Tartışma

### Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Araştırmada kullanılan topraklar ve organik düzenleyicilerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri izelge 1’de verilmiştir. Tepecik yöresinden alınan toprak örneğinin asit reaksiyonlu, killi tın bünyeli; etinkaya yöresine ait toprak örneğinin alkalın reaksiyonlu tın bünyeli; Kampüs alanı toprağının ise nötr reaksiyonlu kil bünyeli olduğu görölmektedir.

Çizelge 1. Denemede kullanılan toprakların ve organik düzenleyicilerin bazı özellikleri

	Örnek Adı	OM, %	pH (1:1)	Kum,%	Silt,%	Kil,%
Topraklar	Tepecik	2.40	5.60	26.54	34.06	39.40
	Kampüs	1.13	7.00	34.15	25.63	40.22
	etinkaya	1.31	8.33	45.64	39.41	14.95
	Düzenleyici Adı	OC, %	OM, %	N, %	C/N	
Düzenleyiciler	Tütün İşleme Atığı	38.40	66.21	1.97	19.49	
	eltik Kompostu	9.91	17.08	0.88	11.26	
	öp Kompostu	17.86	30.79	1.55	11.52	

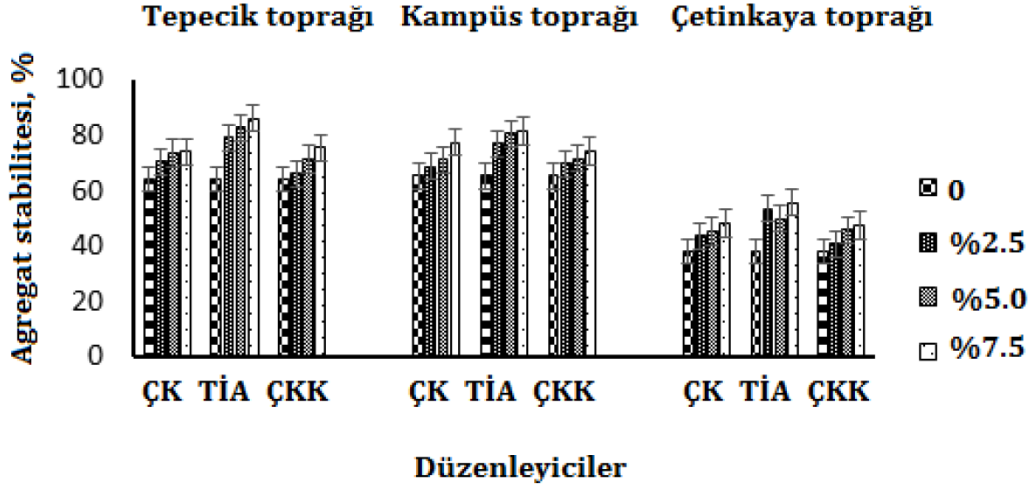
Denemede organik materyal olarak kullanılan tütün işleme atığı kuru ağırlık esasına göre % 38.40 organik C (% 66.21 OM) ve % 1.97 N içermekte olmak olup C/N oranı 19.49 dur. Çeltik kavuzu kompostu kuru ağırlık esasına göre % 9.91 organik C (% 19.82 OM) ve % 0.88 N içermekte olup C/N oranı 11.26 dir. öp kompostu kuru ağırlık esasına göre % 17.86 organik C (% 35.71 OM) ve % 1.55 N içermekte olmak olup C/N oranı 11.52 dir.

Uygulanan organik düzenleyiciler farklı tekstür gruplarına ve farklı reaksiyon sınıflarına sahip toprakların kalite parametrelerinde iyileştirmeler sağlamışlardır. Tüm toprak örneklerinin reaksiyon değerlerinde nötre yaklaşma, organik madde içeriklerinde ise uygulama dozu ve düzenleyici çeşidine bağlı olarak artışlar belirlenmiştir.

### Toprakların agregat stabilitesi değerleri

Üç farklı organik düzenleyicinin 4 farklı dozda uygulandığı ve 1 aylık inkübasyon süresi sonrasında marul bitkisinin yetiştirildiği saksı denemesinde hasat sonrasında belirlenen agregat stabilitesi değerleri Şekil 1’de verilmiştir. Deneme başlangıcında Tepecik ve Kampüs topraklarının agregat stabilitesi değerleri sırasıyla %71.06 ve %71.41; etinkaya toprağının ise %49.25’dir. Bu verilerin incelenmesinden anlaşılacağı üzere topraklara ilave edilen organik düzenleyiciler çeşit, uygulama dozu ve toprakların reaksiyon sınıflarına bağlı olarak agregat stabilitesi değerinde belirgin artışlar sağlamışlardır. Analiz sonuçlarına göre AS değerlerinde kontrole göre en yüksek yüzde artış (%38.5) asit reaksiyona sahip Tepecik toprağına uygulanan tütün işleme atığının %7.5 düzeyinde tespit edilmiştir. Konrole göre en yüksek yüzde artış değerleri, Kampüs (%26.4) ve etinkaya (%23.2) topraklarında da tütün işleme atığının %7.5 doz uygulamasında belirlenmiştir. Konrole göre en düşük yüzde artış değerleri ise Kampüs (%2.5) ve etinkaya (%2.4) topraklarında da eltik kavuzu kompostunun %2.5 dozunda, Tepecik toprağında (%9.5) ise çöp kompostunun %2.5 doz uygulamasında belirlenmiştir.





Şekil 1. Organik düzenleyici uygulamalarının toprakların agregat stabilitesi değerlerine (%) etkisi (ÇK: çöp kompostu, TİA: tütün işleme atığı, ÇKK: çeltik kavuzu kompostu)

Toprakların deneme sonundaki agregat stabilitesi değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları incelendiğinde topraklar, düzenleyiciler ve uygulama dozlarına ilişkin kareler ortalamasının önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Denemede kullanılan tütün işleme atığı, çeltik kavuzu kompostu ve çöp kompostu gibi düzenleyiciler ile uygulama dozlarının agregat stabilitesi üzerindeki etkileri farklı olup, doz arttıkça etkinlikte artmaktadır. Varyans analizi sonuçlarından toprak x düzenleyici, toprak x doz, düzenleyici x doz, toprak x düzenleyici x doz interaksiyonlarının da önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge2. Agregat stabilitesi değerlerine ilişkin çoklu karşılaştırma (Duncan test) sonuçları

Topraklar	Tepecik	Kampüs	Çetinkaya	
Agregat Stabilitesi,%	73.5 c*	72.2 b	49.0 a	
Düzenleyiciler	ÇK	TA	ÇEK	
Agregat Stabilitesi,%	63.1 b	70.8 c	60.8 a	
Uygulama Dozları	0	2.5%	5.0%	7.5%
AgregatStabilitesi,%	58.1 a	62.8 b	68.7 c	69.9 d

ÇK: çöp kompostu, TİA: tütün işleme atığı, ÇKK: çeltik kavuzu kompostu

Agregat stabilitesi değerleri toprak agregatlarının su karşısındaki dayanıklılıklarının belirlenmesinde ve su erozyonuna karşı dirençlerinin ortaya konulmasında kullanılan bir parametredir. Toprağın fiziksel koşullarının iyileşmesi ve erozyona karşı duyarlılığının azalması stabilize değerinin büyümesiyle doğru orantılıdır. Ancak bu oran değeri kullanılarak toprakları erozyona dayanıklılık açısından değerlendirecek bir sınır değer geliştirilememiştir. Bu parametre toprağı ilave edilen materyallerin ve yapılan uygulama yada bitki yetiştirme sistemlerinin erozyona uğrama duyarlılığı üzerine etkisinin ortaya konulmasına imkan vermektedir (Gülser, 2006; Özdemir, 2013). Bu açıdan irdelendiğinde deneme konusu olan Tepecik, Kampüs ve Çetinkaya topraklarına uygulanan TİA, ÇKK ve ÇK düzenleyicilerinin toprakların agregat stabilitesi değerlerini artırdığını ve erozyona karşı duyarlılığını azalttığını söyleyebiliriz

## Sonuç

Topraklara uygulanan organik düzenleyicilerin çeşit, uygulama dozu ve toprakların reaksiyon değerlerine bağlı olarak agregat stabilitesi değerlerini artırdığı belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre agregat stabilitesi değerlerinde kontrole göre en yüksek artış, asit reaksiyona sahip Tepecik toprağına uygulanan tütün işleme atığının %7.5 düzeyinde tespit edilmiştir. Çeltik kavuzu kompostu diğer uygulamalara göre toprakların agregat stabilitesi değerlerinde daha az artışlar sağlamıştır. Bu nedenle erozyonun kontrolü ve aşınmış alanların ıslahı açısından organik kökenli düzenleyiciler kullanılırken düzenleyicinin ve toprak özelliğinin dikkate alınmasında yarar vardır.

## Kaynaklar

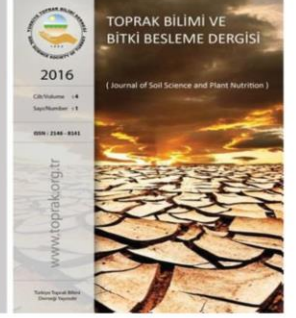
- Baykan ÖL, Berkman İ, Öğüş L, 1965. Toprak laboratuvar tatbikat kitabı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum.
- Bayraklı F, 1987. Toprak ve bitki analizleri, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, No:17, Samsun.
- Candemir F, Gülser C, 2010. Effects of different agricultural wastes on some soil quality indexes at clay and loamy sand fields. *Communication in Soil Science and Plant Analyses* 42 (1):13-28.
- Canpolat M, Demiralay İ, 1995. Organik materyal ilave edilmiş toprakların agregat stabilitesi, briket hacim ağırlığı ve kırılma değeri arasındaki ilişkiler. Türkiye Toprak İlmi Derneği Toprak ve Çevre Sempozyumu. Cilt II. Yayın No: 7, ss: A-116 A-124, Ankara.
- Cercioglu M, Okur B, Delibacak S, Ongun AR, 2014. Changes in physical conditions of a coarse textured soil by addition of organic wastes. *Eurasian Journal of Soil Science* 3(1): 7-12.
- Grandy AS, Porter GA, Erich MS, 2002. Organic amendment and rotation crop effects on the recovery of soil organic matter and aggregation in potato cropping systems. *Soil Science Society of America Journal* 66: 1311-1319.
- Gülser C, 2006. Effect of forage cropping treatments on soil structure and relationships with fractal dimensions. *Geoderma* 131: 33 – 44.
- Gülser C, Candemir F, Kanel Y, Demirkaya S, 2015. Effects of manure on organic carbon content and fractal dimensions of aggregates. *Eurasian Journal of Soil Science* 4(1): 1-5.
- Kacar B, 1994. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri III. Toprak analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı yayınları, No:3. Ankara.
- Kemper WD, 1965. Agregat stability. In: Methods of soil analysis. Part 1. C.A.Black. (Ed). ASA-SSSA, Agronomy 9. Madison, USA.
- Özbek AK, 2004 Aşağı pasinler ovası topraklarının toprak kalite indeks parametreleri bakımından değerlendirilmesi. *Ekoloji* 13(51):39-44.
- Özdemir N, 2013. Toprak ve su koruma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 22. 3. Baskı , Samsun.
- Özdemir N, Öztürk E, Kop Durmuş ÖT, Ekberli İ, 2015. Effects of organic and inorganic amendments on soil erodibility. *Eurasian Journal of Soil Science* 4(4): 220-300.
- Öztürk E, 2013. Organik düzenleyicilerin toprak kaybı ve toprak kalitesi üzerindeki etkilerinin laboratuvar koşullarında belirlenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Tunç E, Schröder D, 2010. Ankara'nın batısındaki tarım topraklarında USLE ile erozyon boyutunun tespiti. *Ekoloji* 19(75): 58-63.
- Wagner S, Cattle SR, Scholten T, FelixHenningesen P, 2000 Observing the evolution of soil aggregates from mixtures of sand, clay and organic matter. 2<sup>nd</sup> Australian and New Zealand joint soils conference, Canterbury, New Zealand.
- Yılmaz E, Alagöz Z, Öktüren Z, 2005. Toprakta agregat oluşumu ve stabilitesi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 19(36): 78-86.





# TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



## Kükürt ve humik asit uygulamalarının ıspanak (*Spinacea oleracea* var. *Spinoza*) bitkisinin mikro besin elementi içeriklerine etkisi

Füsun Gülser \*, Hatice Çoban Ayaş

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Van

### Özet

Bu araştırma Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama arazisinde 48 parselde tesadüf parselleri deneme desenine göre, üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Denemede kükürt (0, 125, 250, 375 g S m<sup>-2</sup>) ve humik asidin (0, 10, 20, 30 g HA m<sup>-2</sup>) dört farklı dozu kullanılmıştır. Ayrıca bitki gelişmesini teşvik etmek için bütün parsellere üre (40 kg N da<sup>-1</sup>), TSP (30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup>) ve çiftlik gübresi (3.5 ton da<sup>-1</sup>) uygulanmıştır. Araştırma sonucunda kükürt ve humik asit uygulamalarının toprak reaksiyonunda önemli (P<0.05) düzeyde azalmalar meydana getirdiği belirlenmiştir. Kükürt uygulamalarının ıspanağın Fe, Cu ve Zn içeriklerine etkisinin önemli düzeyde olduğu (P<0.05), Cu ve Zn içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Humik asit uygulamasıyla ıspanağın Cu, Zn ve Mn içeriklerinde önemli düzeyde artışlar sağlanmıştır (P<0.01).

**Anahtar Kelimeler:** Kükürt, humik asit, toprak reaksiyonu, ıspanak, mikro besin elementleri.

### Effect of sulfur and humic acid applications on micro nutrient contents of spinach (*Spinacea oleracea* var. *Spinoza*)

#### Abstract

This research was carried out at 48 plots in the Research and Experimental Field of Horticultural Department of Agricultural Faculty in Yüzüncü Yıl University according to a randomized plot design with three replicates. In the experiment, four different doses of sulfur (0, 125, 250, 375 g S m<sup>-2</sup>) and humic acid (0, 10, 20, 30 g HA m<sup>-2</sup>) were used. Also, urea üre (40 kg N da<sup>-1</sup>), TSP (30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup>) and farmyard manure (3.5 ton da<sup>-1</sup>) were applied to all plots to improve plant growth. At the end of the research, there were significant decreases in soil pH levels by the sulfur and humic acid applications (P<0.05). The effects of sulfur application on Fe, Cu and Zn contents in spinach were significant (P<0.05) and this application increased Cu and Zn contents. Cu, Zn and Mn contents of spinach significantly increased at 1% level by the humic acid application.

**Keywords:** Sulfur, humic acid, soil reaction, spinach, micro nutrient contents.

© 2016 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

### Giriş

Toprak reaksiyonu bitki besin maddesi alımı, toksik iyonların suda çözünürlüğü ve mikroorganizmaların aktivitesi üzerinde büyük ölçüde etkili olmaktadır. Toprak reaksiyonunun bitki besin elementlerinin yarayışlılığı üzerine etkisi önemlidir. Bitki besin elementlerinin en yüksek yarayışlılığı genel olarak 6.5-7.5 pH aralığında olmaktadır (FAO, 1984). Toprak reaksiyonu besin maddelerinin bağlanması ve çözünmesi üzerinde şiddetle etkili olmakta ve her bir besin maddesinin pH'ya bağlı bir mobilizasyon eğrisi bulunmaktadır. Toprak pH'sının alkaliye doğru değişmesiyle bazı makro ve mikro besin maddelerinin yarayışlılığı çeşitli şekillerde azalmakta ve güç çözünür bileşiklere dönüşmektedirler (Aktaş, 1994). Yüksek

\* Sorumlu yazar:

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 65080 Van

Tel.: 0(432)2251024

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: gulserf@omu.edu.tr

pH'lı toprakların verimi pH'yı düşürerek iyileştirilebilir. Besin maddelerinin yararıyırlılığını arttırmak amacı ile kireçli alkalın topraklara kükürt uygulayarak toprak pH'sını değiştirmek önemli bir araştırma konusu olmuştur. Tarımsal faaliyetler ile toprağa uygulanan elementel S yükseltgenerek sülfata dönüşmekte, dolayısıyla toprak reaksiyonu asitleşmektedir (Usta, 1995).

Toprak pH'sını düşürmek için kullanılan diğer bir yöntem ise organik madde ilavesidir. Toprakta organik maddenin parçalanması sonucu oluşan fulvik ve humik asitlerin toprak verimliliğini arttırdığı bilinmektedir. Bu çalışmada organik madde kaynağı olarak humik asit kullanılmıştır. Toprak humik maddeleri, bitkilerin beslenmesinde doğrudan ve dolaylı rol oynar. Dolaylı etkiler suyun tutulması, drenaj ve havalanma gibi toprakların fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi (Gülser ve Candemir, 2012 ve 2015; Gülser ve ark., 2015) ve topraktaki elementlerin yararıyırlılığını değiştirerek, kökler tarafından besinlerin absorpsiyonu (Hassan ve Olson, 1966; Kalbas ve ark. 1988) ile ilgilidir. Bitkilere doğrudan etkisi, kök gelişimi ve bitkiler tarafından absorbe edilen besin elementlerinin metabolizmalarını etkilemesi ile meydana gelmektedir (Lobartini ve ark., 1997). Toprakta organik madde bulunduğu sürece mikroorganizma faaliyetleri devam etmektedir. Organik maddenin mikroorganizmalar aracılığı ile karbonik aside dönüştürülmesi sonucu ortaya çıkan karbonik asit toprak pH'sını azaltıcı etkide bulunmaktadır.

Bu çalıştırmada farklı dozlarda uygulanan kükürt ve humik asidin toprak reaksiyonu ve ıspanak bitkisinde mikro besin elementi içeriğine etkileri incelenmiştir.

## Materyal ve Yöntem

Araştırma, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bölümüne ait araştırma ve uygulama bahçesinde yürütülmüştür. Vejetasyon döneminde yağış ve sıcaklık ortalamaları sırası ile 482.7 mm ve 8.8°C olarak belirlenmiştir. Denemede bitki materyali olarak sertifikalı ıspanak (*Spinacea oleracea* var. Spinoza) çeşidi kullanılmıştır. Deneme üç tekrarlamalı olarak, şansa bağlı 1x1 m<sup>2</sup>'lik 48 parselde faktöriyel deneme desenine göre düzenlenmiştir. Humik asidin dört farklı dozu (HA<sub>0</sub>:0, HA<sub>1</sub>:10, HA<sub>2</sub>:20, HA<sub>3</sub>:30 g m<sup>-2</sup>) ve elementel kükürdün dört farklı dozu (S<sub>0</sub>:0, S<sub>1</sub>:125, S<sub>2</sub>:250, S<sub>3</sub>:375 g m<sup>-2</sup>) uygulanmıştır. Ayrıca temel gübreleme olarak 470 kg N da<sup>-1</sup> olacak şekilde üre, 30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup> olacak şekilde TSP ve 3.5 ton da<sup>-1</sup> çiftlik gübresi uygulanmıştır. Ekim işlemi, sonbaharda, parsel içerisinde 4 şıraya her bir parselde 4 g tohum olacak şekilde yapılmıştır. Bitki hasadı 30 hafta sonra elle yapılmıştır.

Deneme alanında 0-20 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde, bünye Bouyocous hidrometre yöntemi (Bouyocous, 1951) ile; kireç içeriği Scheibler kalsimetresi ile; toprak reaksiyonunu, 1:2.5 oranında toprak:su süspansiyonunda pH metre ile ve toprak tuzluğu aynı süspansiyonda EC metre ile (Jackson, 1962); organik madde içeriği, Walkley Black yöntemi ile; değişebilir potasyum amonyum asetat ekstrat siyonu ile, yararıyırlı fosfor Olsen yöntemi ile belirlenmiştir (Kacar, 1994). Bitki örneklerinde fosfor spektrofotometrik olarak, demir, Cu, Zn ve Mn atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

Deneme alanındaki yüzey toprak örneğinin (0-20 cm) fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları çizelge 1'de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, deneme alanı toprağı kumlu tınlı bünyeli, hafif alkali reaksiyonlu, hafif tuzlu, orta düzeyde kireçli, organik madde ve potasyum içeriği çok az, fosfor içeriği yeterli düzeyde olarak tanımlanmıştır.

Denemeden elde edilen verilerin varyans analizleri ve çoklu karşılaştırma testleri SAS istatistik paket programından yararlanılarak yapılmıştır.

Çizelge 1. Deneme alanı toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Tekstür sınıfı	Kumlu tın
pH (1:2.5)	8.48
Tuz, %	0.03
Kireç, %	6.60
Organik madde, %	0.49
P, mg kg <sup>-1</sup>	13.0
K, mg kg <sup>-1</sup>	21.0

## Bulgular ve Tartışma

### Kükürt ve humik asit uygulamasının toprak pH'sına etkisi

Kükürt ve humik asit uygulamaları ile kükürt x humik asit interaksiyonu, toprak reaksiyonunu istatistiksel anlamda önemli düzeyde azalttığı belirlenmiştir (P<0.05). Kükürt ve humik asit uygulamalarının toprak



reaksiyonuna etkileri Çizelge 2'de verilmiştir. Kükürt uygulamalarında, en düşük pH değeri S<sub>3</sub> uygulamasında, 7.72 olarak; en yüksek pH değeri ise, kontrol parselde, 8.12 olarak elde edilmiştir. Humik asit uygulamalarında ise en düşük pH değeri HA<sub>2</sub> ve HA<sub>3</sub> uygulamalarında, 7.84 olarak, en yüksek pH değeri kontrol parselde, 7.95 olarak belirlenmiştir. Kükürt x humik asit interaksiyonu dikkate alındığında, en düşük pH değeri S<sub>3</sub>HA<sub>3</sub> uygulamasında, 7.61 olarak, en yüksek pH değeri ise S<sub>0</sub>HA<sub>0</sub> uygulamasında 8.48 olarak elde edilmiştir.

Çizelge 2. Kükürt ve humik asit uygulamalarının toprak reaksiyonuna etkileri ve ortalamaların farklılık gruplandırılmaları

Uygulamalar	HA <sub>0</sub>	HA <sub>1</sub>	HA <sub>2</sub>	HA <sub>3</sub>	Ortalama
S <sub>0</sub>	8.48a	7.95d	7.99c	8.05b	8.12A
S <sub>1</sub>	7.77 hi	7.84f	7.81fg	7.90e	7.83B
S <sub>2</sub>	7.79gh	7.77hi	7.92de	7.77hi	7.81B
S <sub>3</sub>	7.76hi	7.78gh	7.73i	7.61j	7.72C
Ortalama	7.95A	7.84C	7.87B	7.84C	

Araştırma sonuçlarına göre, kükürt ve humik asit uygulamaları, deneme toprağının pH değerini azaltmıştır. Kükürdün toprakta, kükürt oksidasyon bakterileri tarafından oksitlenerek sülfürik aside dönüştüğü ve oluşan asidin toprak reaksiyonunu asitleştirme yönünde etkili olduğu bilinmektedir. Kükürt içeren materyallerin toprağın pH değerini düşürmesi ile ilgili benzer bulgular [Soliman ve ark. \(1992\)](#), [Erdal ve ark. \(2000\)](#), [Orman ve Kaplan \(2000\)](#), [Erdal ve ark. \(2006\)](#), [Kaya ve ark. \(2009\)](#) tarafından da bildirilmiştir. [Yaraş ve Daşgan, \(2012\)](#) mikronize bentonitli kükürt uygulaması ile domates yetiştirilen deneme toprağının pH değerinin 0.51 birim düştüğünü belirlemişlerdir. Bu çalışmada kükürt uygulamasıyla deneme toprağının pH değeri 8.48'den 7.76'ya 0.72 birim, S<sub>3</sub>HA<sub>3</sub> uygulaması ile 7.61'e 0.87 birim azalmıştır.

### Kükürt ve humik asit uygulamasının bitkide mikro besin elementi içeriğine etkisi

Kükürt ve humik asit uygulamaları ıspanağın mikro besin elementleri içeriğinde önemli düzeyde değişimler meydana getirmiştir. Kükürt ve humik asit uygulamalarının mikro besin elementleri içeriğine etkileri Çizelge 3'te verilmiştir. Kükürt uygulaması ile ıspanak bitkisinin Fe içeriği önemli düzeyde azalmıştır (P<0.01). En düşük Fe içeriği S<sub>3</sub> uygulamasında 378 ppm, en yüksek Fe içeriği S<sub>0</sub> uygulamasında 617 ppm olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3. Kükürt ve humik asit uygulamalarının mikro besin elementleri içeriğine etkileri ve ortalamaların farklılık gruplandırılmaları

Uygulamalar	HA <sub>0</sub>	HA <sub>1</sub>	HA <sub>2</sub>	HA <sub>3</sub>	Ort.	
Fe ppm	S <sub>0</sub>	758	571	516	624	617 A
	S <sub>1</sub>	422	522	376	509	457 B
	S <sub>2</sub>	423	521	462	585	497 B
	S <sub>3</sub>	331	372	423	388	378 C
	Ort.	483 AB	496 AB	444 B	527 A	
Cu ppm	S <sub>0</sub>	6	16	12	4	9 C
	S <sub>1</sub>	14	15	20	14	16 A
	S <sub>2</sub>	16	18	17	7	14 A
	S <sub>3</sub>	7	13	12	14	11 B
	Ort.	10B	15A	15A	9 B	
Zn ppm	S <sub>0</sub>	29	48	40	46	41 C
	S <sub>1</sub>	40	38	55	42	44 BC
	S <sub>2</sub>	44	58	46	47	49 AB
	S <sub>3</sub>	43	41	72	49	51 A
	Ort.	39C	46B	53A	46 B	
Mn ppm	S <sub>0</sub>	130	141	135	137	135 A
	S <sub>1</sub>	120	128	142	132	130 AB
	S <sub>2</sub>	131	141	131	116	129 AB
	S <sub>3</sub>	113	100	138	147	124 B
	Ort.	123C	127 BC	136A	133 AB	

Artan kükürt dozları, bitkinin Cu içeriğinde giderek azalan bir artışa neden olmuş ve bu artış önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuştur. En düşük Cu içeriği  $S_0$  uygulamasında 9 ppm olarak, en yüksek Cu içeriği  $S_1$  uygulamasında 16 ppm olarak elde edilmiştir. Benzer şekilde bitkinin Zn içeriği de artan kükürt dozları ile birlikte önemli düzeyde artış göstermiştir ( $P<0.01$ ). En düşük Zn içeriği  $S_0$  uygulamasında 41 ppm olarak, en yüksek Zn içeriği  $S_3$  uygulamasında 51 ppm olarak elde edilmiştir. Artan kükürt dozları, bitkinin Mn içeriğinde azalmaya neden olmuş ve bu azalış önemli ( $P<0.05$ ) bulunmuştur. En düşük Mn içeriği 124 ppm olarak  $S_3$  uygulamasında, en yüksek Mn içeriği 135 ppm olarak  $S_0$  uygulamasında elde edilmiştir.

Artan humik asit dozları bitkinin Fe içeriğinde düzensiz bir artışa neden olmuş, ancak bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. En düşük Fe içeriği 444 ppm olarak  $HA_2$  uygulamasında, en yüksek Fe içeriği 527 ppm olarak  $HA_3$  uygulamasında elde edilmiştir.

Bitkinin Cu, Zn ve Mn içeriğinde artan humik asit dozları ile birlikte meydana gelen artışların istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p<0.01$ ). En düşük Cu, Zn ve Mn içerikleri sırasıyla, 9 ppm olarak  $HA_3$  uygulamasında, 39 ppm olarak  $HA_0$  uygulamasında ve 123 ppm olarak  $HA_0$  uygulamasında elde edilmiştir. En yüksek Cu, Zn ve Mn içerikleri ise sırasıyla, 15 ppm olarak  $HA_1$  ve  $HA_2$  uygulamalarında, 53 ppm olarak  $HA_2$  uygulamasında ve 136 ppm olarak  $HA_2$  uygulamasında elde edilmiştir.

Demir, Cu, Zn ve Mn içeriklerine ait interaksiyonların etkilerinin istatistiksel anlamda olduğu belirlenmiştir ( $P<0,01$ ). Kükürt humik asit interaksiyonu dikkate alındığında en düşük Fe içeriği 331 ppm olarak  $S_3HA_0$  uygulamasında, en yüksek Fe içeriği  $S_0HA_0$  uygulamasında elde edilmiştir. En düşük Cu içeriği 6ppm olarak  $S_0HA_0$  uygulamasında, en yüksek Cu içeriği 20 ppm olarak  $S_1HA_2$  uygulamasında belirlenmiştir. En düşük Zn ve Mn içerikleri sırasıyla 29 ppm ve 100 ppm olarak  $S_0HA_0$  ve  $S_3HA_1$  uygulamalarında, en yüksek Zn ve Mn içerikleri 72 ppm ve 147 ppm olarak, sırasıyla  $S_3HA_2$  ve  $S_3HA_3$  uygulamalarında belirlenmiştir.

Kükürt uygulamalarının bitkilerin Zn ve Cu içeriklerini arttırması, bu konuda yapılmış olan benzer çalışmalarda birçok araştırmacı (Soliman ve ark., 1992; Gülser ve ark., 2001; Yaraş ve Daşgan, 2012) tarafından bildirilmiştir. Kükürt uygulamaları ile Fe ve Mn içeriğinde belirlenen azalmalar, kükürt ile Fe arasındaki antagonistik ilişkiler yanında pH'daki azalmalara bağlı olarak yararışlı fosforun artması sonucunda, çözünemez formda Fe fosfatların oluşumu, Fe, Mn ve Zn interaksiyonları ile açıklanabilir. Benzer sonuçlar, Hoeft ve Sorensen (1969), Wallace ve Cha (1986) tarafından da elde edilmiştir.

Benzer şekilde, humik asit uygulamaları ile toprağın pH değerinde azalma ve mikro besin elementi içeriklerinde artış belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen humik maddelerin toprak fiziksel özellikleri ve bitki besin elementi alımı üzerine olumlu etkilerine ilişkin bulgular, daha önce yapılmış olan benzer çalışmaların (Senesi ve ark.,1990; Fagbemo ve Agbolla, 1993; Adani ve ark., 1998; Türkmen ve ark., 2004; Aşık ve ark.,2009) sonuçları ile uyum sağlamaktadır.

## Sonuç

Kükürt ve humik asitin en yüksek doz uygulaması toprağın pH değerini 0.87 birim azaltarak 8.48 kuvvetli alkaliden, 7.61 hafif alkali düzeyine getirmiştir. Kükürt uygulaması ıspanak bitkisinde Cu ve Zn içeriğini, humik asit uygulaması ise Cu, Zn ve Mn içeriklerini önemli düzeyde artırmıştır. Bu uygulamalar bitkinin Fe içeriğinde ise mikro besin elementleri arasındaki antagonistik ilişkiler nedeniyle azalmalara neden olmuştur. Kireç içeriği yüksek alkali reaksiyonlu topraklarda bitkilerde ortaya çıkabilecek mikro besin elementiyle ilgili beslenme sorunlarının giderilmesi amacı ile kükürt ve humik asit uygulamalarının tavsiye edilebileceği sonucuna varılmıştır.

## Kaynaklar

- Adani F, Gnevi P, Zocchi G, 1998. The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. *Journal of Plant Nutrition* 21(3): 561-575.
- Aktaş M, 1994, Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1361, Ders kitabı: 395. Ankara.
- Aşık BB, Turan MA, Çelik H, Katkat AV, 2009. Effects of humic substances on plant growth and mineral nutrients uptake wheat (*Triticum durum* salihli) under conditions of salinity. *Asian Journal of Crop Science* 1(2);87-95.
- Bouyoucos GL, 1951. A recalibration of the hydrometer for making mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal* 43:434-437.
- Erdal İ, Gülser F, Tüfenkçi Ş, Karaca S, Sağlam M, 2000. Kükürtlü gübrelemenin kireçli bir toprakta mısır bitkisi (*Zea mays* L.) gelişimi ve bitki fosfor alımına etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 7:1.
- Erdal İ, Kepenek K, Kızılgöz İ, 2006. Effect of elemental sulphur and sulphur containing waste on the iron nutrition of strawberry plants grown in a calcareous soil. *Biological Agriculture and Horticulture* 23 (3): 263-272.
- Fagberno JA, Agbolla AA, 1993. Effect of different levels of humic acid on growth and nutrient uptake of treak seedling. *Journal of Plant Nutrition* 16 (8): 1465-1483.

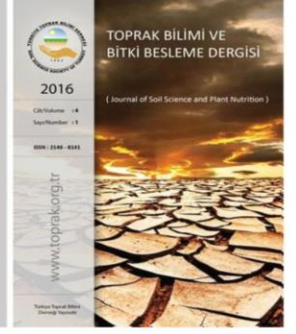


- FAO, 1984. Fertilizer and Plant Nutrition Guide. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin No.9, Rome, Italy.
- Gülser C, Candemir F, 2012. Changes in penetration resistance of a clay field with organic waste applications. *Eurasian Journal of Soil Science* 1(1):16-21.
- Gülser C, Candemir F, 2015. Effects of agricultural wastes on the hydraulic properties of a loamy sand cropland in Turkey. *Soil Science and Plant Nutrition* 61(3): 384-391.
- Gülser C, Kızılkaya, R, Aşkın T, Ekberli İ, 2015. Changes in soil quality by compost and hazelnut husk applications in a hazelnut orchard. *Compost Science and Utilization* 23(3): 135-141.
- Gülser F, Tüfenkçi Ş, Erdal İ, 2001. Farklı kükürt uygulama şekilleri ve fosfor gübrelemesinin mısır bitkisinin (*Zea mays* L.) bakır, mangan ve demir içeriğine etkisi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 7:2.
- Hassan N, Olson RA, 1966. Influence of applied sulfur on availability of soil nutrients for corn (*Zea Mays* L. ) nutrition. *Soil Science Society America Journal* 30(2): 284-286.
- Hoefl RD, Sorensen RC, 1969. Micronutrient availability in three soil materials as affected by applications of zinc, lime and sulfur. *Soil Science Society America Journal* 33(6): 924-928.
- Jackson ML, 1962. Soil chemical Analysis. Prentice Hall. Inc. Eng Cliffs. New Jersey.
- Kacar B, İnal A, 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kacar B, 1994. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri III. Toprak analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı yayımları, No:3. Ankara.
- Kalbas M, Filsoof F, Rezai-Nejad Y, 1988. Effect sulfur treatments on yield and uptake of Fe, Zn and Mn by corn, sorgum and soybeans. *Journal of Plant Nutrition* 11: 1353-1360.
- Kaya M, Küçükyumuk Z, Erdal İ, 2009. Effects of elemental sulfur and sulfur-containing waste on nutrient concentrations and growth of bean and corn plants grown on a calcareous soil. *African Journal of Biotechnology* 8(18): 4481-4489.
- Lobartini JC, Orioli GA, Tan KH, 1997. Characteristics of soil humic acid fractions separated by ultrafiltration. *Communication in Soil Science and Plant Analyses* 28: 787-796
- Orman Ş, Kaplan M, 2000. İki farklı kükürt kaynağının kireçli toprakların pH'ı üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 13(2): 171-179.
- Senesi, N., Loffredo, E., Padonava, G., 1990. Effects of humic acid herbicide interactions on the growth of *Pisum Sativum* in nutrient solution. *Plant and Soil* 127: 41-47.
- Soliman M. F., Kostandi, S. F., Beusichem-Van, M. L., 1992. Influence of sulfur and nitrojen fertilizer on the uptake of iron, manganese and zinc by corn plants grown in calcareous soil. *Communication in Soil Science and Plant Analyses* 23: 1289-1300.
- Turkmen O, Dursun A, Turan M, Erdinc Ç, 2004. Calcium and humic acid affect seed germination, growth, and nutrient content of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seedlings under saline soil conditions. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Soil and Plant Science*, 54: 168-174.
- Usta S, 1995. Toprak Kimyası. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:1387, Ders Kitabı:401, Ankara.
- Lombartini JC, Orioli GA, Tan KH, 1997. Characteristics of soil humic acid fractions seperated by ultrafiltration. *Communication in Soil Science and Plant Analyses* 28 (9&10): 787-796.
- Wallace A, Cha JW, 1986. Effects of bicarbonate, phosphorus, iron EDDHA, and nitrogen sources on soybeans grown in calcareous soil. *Journal of Plant Nutrition* 9:251-256.
- Yaraş K, Daşgan HY, 2012. Sera koşullarında toprağa uygulanan mikronize- bentonitli-kükürt ve organik maddenin toprak pH'sı, domatesin bitki büyümesi, verim ve meyve kalitesi üzerine etkisi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 5(1): 175-180.



# TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



## Bitkilerde demir klorozunun nedenleri ve giderilme yöntemleri

**Ayhan Horuz \*, Ahmet Korkmaz, Güney Akınoğlu, Elif Boz**

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun

### Özet

Bu çalışmada bitkilerde demir (Fe) klorozuna neden olan toprak şartları, Fe alımında etkin ve etkin olmayan bitkilerin özellikleri, bitki köklerinde demir stresine bağlı olarak ortaya çıkan fizyolojik değişiklikler ve demirin biyokimyasal fonksiyonları ortaya konulmuştur. Ayrıca bitkilerin Fe alımında aktif demirin rolü, demire bağlı klorozun belirtileri, giderilme yöntemleri ve Fe noksanlığının genetik kontrolü incelenmiştir. Bitkilerde demir klorozu görülmemesi için Fe etkin ve kloroza dayanıklı genotiplerin tercih edilmesi gerektiği önerilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bitki, demir, kloroz

### The reasons of iron chlorosis in plants and removing methods

### Abstract

Soil conditions inducing iron chlorosis in plant, characteristics of efficient and inefficient plants in Fe uptake, physiological changes in plant roots emerging due to Fe stress and biochemical functions of iron were revealed in this study. Also, the role of active Fe in iron uptake by plants, indications of chlorosis depend on iron, removing methods and genetic control of iron chlorosis were investigated. It was suggested that Fe efficient and resistant genotypes to chlorosis should be preferred to prevent iron chlorosis.

**Keywords:** Plant, iron, chlorosis.

© 2016 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

### Giriş

Demir topraklarda toplam olarak çok fazla bulunan bir besin elementi olmasına rağmen, bitkilerde eksikliği sonucu kloroza çok sık rastlanır. Bitkilerde demir klorozunun sebebi olarak toprakta demirin mutlak eksikliği nadiren görülmektedir. Bu tarz Fe klorozu özellikle kumlu topraklarda ve turba topraklarda rastlanır. Bitkilerde demir eksikliğine sebep olan faktörler, çoğunlukla kök yoluyla topraktan mevcut demirin absorpsiyonunu, bitki içinde taşınımını ve metabolizmasını engelleyen faktörlerdir. Bunlar toprağın yüksek pH'sı, kalsiyum karbonat, toprak çözeltisinde aşırı  $Ca^{++}$  ve  $HCO_3^-$  iyonları konsantrasyonu ve demirin diğer elementlerle interaksiyonudur. Zira bitkilerde demir klorozunun ortaya çıkışında eriyebilir  $Ca^{++}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $CO_2$  ve P'un rolü uzun zamandan beri bilinmektedir (Loué, 1986; Shalau, 2010).

Bitkilerde demir eksikliği çok yaygın olmamakla birlikte asit topraklarda da görülebilir. Bununla beraber ciddi demir eksikliği kalkerli topraklarda çok daha yaygın olup kalker klorozu olarak adlandırılır. Özellikle sulamayla değerlendirilen kurak ve yarı kurak bölgelerde kalkerli topraklarda demir klorozu yaygın bir problemdir. Kalkerli topraklar  $CO_3^{2-}$  kapsamı, toprak çözeltisinde  $Ca^{++}$  konsantrasyonu ve pH'sı yüksek olan topraklardır (Loué, 1986; Lopez-Millan ve ark., 2000; Vallejo ve ark., 2000). Demir Klorozuna neden olan şartlar özetle (Römheld ve Marschner 1986; Bergmann, 1992); 1. Demirce fakir topraklar, 2. Serbest veya

\* Sorumlu yazar:

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 55139 Samsun

Tel.: 0(362) 3121919

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: ayhanh@omu.edu.tr



aktif kireç kapsamı yüksek topraklar, 3. Toprak veya sulama suyunun  $\text{HCO}_3^-$  kapsamının yüksekliği, 4. Toprakta aşırı su veya aşırı sulama, 5. Tarım makinaları tarafından toprağın sıkışması ve kök gelişiminin engellenmesi, 6. Alınabilir fosforca zengin topraklar, 7. Aşırı miktarda ağır metaller (Mn, Cu ve Zn), 8. Toprağın kötü havalanması (aşırı  $\text{CO}_2$ ), 9. Özellikle kireçli topraklarda potasyumun noksanlığı, 10. Nitratça zengin azotlu gübre uygulamaları, 11. Yüksek düzeyde fizyolojik alkalın karakterli azotlu gübre uygulamaları, 12. Ekstrem sıcaklıklar ve yüksek ışık intensitesi, 13. Çok düşük organik madde muhtevası veya turba topraklarda olduğu gibi çok yüksek organik madde muhtevası, 14. Ağaçlarda ve üzüksü bitkilerde ürün aşırı ürün tutması ile metabolizma ürünlerinin köklere yeterince taşınmaması sonucu kök gelişimi azalarak, gelecek yıl demir alımının azalması, 15. Nematod ve diğer organizmalar tarafından köklerin zarar görmesi, şeklinde sıralanabilir.

Bu ortam ve kültürel teknik şartlara ilaveten bitki türlerinin ve aynı türün varyetelerinin demir klorozuna farklı hassasiyetleri sebebiyle genetik faktör de demir klorozuna sebep olan faktörler arasında ifade edilmektedir. Bu nedenle demir klorozu durumunda hem ortam hem de tür ve varyetelerinin dikkate alınması gerekir. Diğer yandan Loué (1986)'ye göre intensif ziraat, aşırı azotlu gübre kullanımı sebebiyle ve azotlu gübre kullanımında etkili fakat demir alımında az etkili yüksek verim potansiyeline sahip bitkilerin seçilmeleri nedeniyle, demir klorozunu artırıcı bir faktördür. Bu nedenle yoğun tarım yapılan ve demir kloroz riski yüksek işletmelerde demir klorozuna karşı dayanıklı türlerin ve çeşitlerin seçimi oldukça önemlidir.

Bu çalışmada bitkilerde demir klorozunun nedenleri, giderilme yöntemleri ve genetik kontrolü incelenmiştir. Ayrıca demir etkin ve demir etkin olmayan bitkilerin özellikleri verilerek bitkisel üretim faaliyetleri sırasında demir klorozu ile karşılaşmamak için çeşit ve anaç seçiminin önemi belirtilmiştir.

## **Bitkilerin demir alımı ile demir alımında etkin ve etkin olmayan bitkilerin özellikleri**

Demir yaşlı yapraklardan genç yapraklara taşınmadığı için yeşil bitkiler gelişme dönemi boyunca sürekli olarak topraktan demir absorbe ederler. Bitki köklerinde demir, büyük oranda  $\text{Fe}^{+2}$ ,  $\text{Fe}$ -şelat ve az miktarda da  $\text{Fe}^{+3}$  şeklinde absorbe edilmektedir. İnorganik demirin bitki köklerine elverişliliği köklerin, kök çevresinin pH'sını düşürme ve  $\text{Fe}^{+3}$ 'ü  $\text{Fe}^{+2}$ 'ye indirgeme yeteneğine bağlıdır (Aktaş, 1994).

Bitki içerisinde demir alifatik hidroksi asit (malik, sitrik asit gibi), fenol, tiol, polisakkarid ve önemli şelat ajanları olarak rol oynayan amino asitler ile şelat formunda taşınır. Brown (1978)'e göre kökler tarafından alınan  $\text{Fe}^{+2}$  iyonları ksilemde  $\text{Fe}^{+3}$ 'e okside edilerek, sitrik asit ile kompleks oluşturur ve bitkinin yukarı kesimlerine taşınır.  $\text{Fe}^{+3}$ -sitrata kısa dalga boylu ışık (450-500 nm) tarafından  $\text{Fe}^{+2}$ -sitrata indirgenir. Böylece  $\text{Fe}^{+2}$  hücrelerde metabolize olur. Demirin transloke edildiği yerde bir çok bitkinin salgısı demir sitrat kompleksi içerir (Brown ve ark., 1991).

İnorganik demirin aksine, demir şelat dediğimiz çözünebilir organik demir bileşikleri; kök salgılarından, organik maddeden, mikroorganizmaların metabolik ürünlerinden veya toprağa ilave edilen demir kilyet gübrelere kaynaqlanan ürünlerden ortaya çıkar. Webley ve Duff (1965), kök bölgesinden salgılanan ketoglukonik asidin demiri çözdüğü ve çözünen bu demirin de bitkiler tarafından kolayca alındığını tespit etmiştir. Lindsay (1974), bitki köklerinde salgılanan kilyetlerin, metal iyonlarının örneğin demirin çözünlüğünü arttırarak onu kompleksleştirdiğini ve böylece çözünebilir hale getirilen demirin, diffüzyon yolu ile kök hücreleri tarafından absorbe edildiğini ve bu absorpsiyonda  $\text{Fe}$ -EDDHA'nın,  $\text{FeDTPA}$  ve  $\text{FeEDTA}$ 'dan daha etkili olduğunu belirtmiştir.

Bitki cins, tür ve hatta çeşitleri arasında, demir alımı ve demiri kullanmaları bakımından önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılık hem inorganik demirden hem de  $\text{Fe}$ -kilyetlerinden yararlanmada görülebilmektedir. Aynı toprak üzerinde, aynı koşullar altında yetiştirilen aynı türden farklı iki bitki çeşidinden biri şiddetli demir noksanlığı simptomları gösterirken, diğeri tamamen normal gelişebilmektedir. Bazı bitkiler demir stresli altında, kök bölgesi pH'sını düşürme ve köklerin indirgeme kapasitesini artırma kabiliyetindedirler. Bunun sonucu olarak kök bölgesinde bulunan demirin alınabilirliği büyük oranda artmaktadır. Demir stresine maruz kalınca köklerden dışarı  $\text{H}^+$  iyonları vererek rizosfer pH'sını düşürme kabiliyetinde olan bitkiler "demir etkin" bitkiler olarak adlandırılmaktadır (Aktaş, 1994).  $\text{Fe}$ -etkin bitkiler demir stresine maruz kalınca  $\text{H}^+$  iyonu üretmelerinin mekanizması bakımından iki gruba ayrılabilirler (Egmond ve Aktaş, 1977). Birinci grup bitkiler (dikotiledon ve gramineae dışındaki monokotiledon bitkiler) anyon alımını azaltıp, katyon alımını arttırmakta böylece normal beslenmede  $\text{OH}$  iyonu üretirken demir

strestli altında  $H^+$  iyonu üretimine geçmektedir. Yani stoplazma içerisine ferrus demiri ( $Fe^{+2}$ ) alma yeteneğine sahiptirler. Bu bitkiler toprakta Fe alımı sınırlandırıldığında kökler tarafından Fe alımını teşvik eden fizyolojik ve morfolojik değişiklikler meydana getirirler (Romheld, 1987; Bienfit, 1988; Marschner, 1995). İkinci grup bitkilerde Fe stresine maruz kalınca hem anyon hem de katyon alımı azalmaktadır. Ancak anyon alımındaki azalma daha büyük boyutlarda olduğundan, normal beslenmede  $OH^-$  iyonu üreten bitki, demir strestli altında yine  $H^+$  iyonu üretimine geçmektedir. Fe strestli altında  $OH^-$  iyonu üretmeye devam eden bitkiler "Fe-etkin olmayan" bitkiler olarak adlandırılır. Egmond ve Aktaş (1977), Fe-etkin olmayan bitkilerde de Fe strestli altında anyon alımının azaldığını, ancak bu bitkilerde katyon alımının daha büyük ölçüde azalması nedeniyle bitkilerin  $OH^-$  iyonu üretmeye devam ettiklerini saptamışlardır. Fe etkin bitkilerin demir strestli altında iyonik dengelerinde ortaya çıkan değişimin sonucu olarak  $H^+$  iyonu üretmeleri ve bunu kökleriyle rizosfere salgılamaları bitkinin demirden yararlanmasını etkileyen önemli bir olaydır. Köklerden çıkarılan  $H^+$  iyonları rizosfer pH'sını düşürerek inorganik demir bileşiklerinin çözünürlüklerini artırmaktan başka,  $Fe^{+2}$ 'ye indirgenmesini teşvik ederek ortamdaki alınabilir demir miktarını artırır (Aktaş, 1994).

Aktaş (1994), Romheld ve Marschner, (1979)'a istinaden Fe-etkin bitkilerde, demir stresi altında görülen bu fizyolojik değişikliğe paralel olarak köklerde bazı morfolojik değişimlerinde ortaya çıktığı, kök uçlarının kalınlaştığı ve kılcal köklerde artış olduğu saptanmıştır. Fe-etkin olmayan bitkilerde demir stresi altında böyle bir fizyolojik veya morfolojik değişimler olmaz. Demir etkin bitkilere özgü demir alımını strateji I olarak adlandırılmaktadır. Brown ve ark. (1971)'e göre demir etkin bitkiler resesif bir gene sahiptir. Araştırmacılar bu bitkiler için bazı kriterler açıklamışlardır.

1. Beslenme ortamındaki  $H^+$  iyonlarının ayrılması ile pH'nın düşmesi
2. Beslenme ortamından redüksiyonu etkileyici maddelerin ayrılması
3. Köklerin üst yüzeyinde  $Fe^{+3}$ 'ün  $Fe^{+2}$ 'ye redüksiyonu
4. Kökler ve ksilem iletim demetlerinde malat, sitrat, süksinat, oksalat, akonit gibi organik asitlerin ve özellikle de sitrik asidin artması
5. Kök suyunda fosfat konsantrasyonunun azalması

Romheld ve Kramer (1983) demir etkin bitkiler için şu sınıflandırmayı yapmıştır.

1. Kök fizyolojisi ve morfolojisinde önemli değişimler
2.  $H^+$  akışının artması
3. Redüksiyonu etkileyen maddelerin ayrılmasının artması
4. Kortikal hücrelerin plazmelammasında demir redüksiyon kapasitesinin artması

Monokotiledon ve özellikle dikotiledon bitkilerin etkin varyeteleri demir noksanlığına ilk olarak rizodermal transfer hücreleri oluşumu ile tepki göstermektedir. İkinci olarak çok fazla  $Fe^{+3}$  redüksiyon aktivitesinin kök üst bölgesinde arttığı ve bunun dışında  $H^+$ 'nin serbest kalması ile rizosferde pH'nın düştüğü görülmektedir. Bu şekilde rizosfer pH'nın düşmesi  $Fe^{+2}$  konsantrasyonunun artmasına neden olmaktadır.

Gramineae bitkileri demir alımında özel bir duruma sahip bulunmaktadır. Bu özellik fitosiderofor adı verilen demir taşıyıcılarına sahip olmalarından kaynaklanmaktadır. Sideroforlar mugenik ve avenik asit gibi protein olmayan amino asitlerden oluşmaktadır. Bitkilerin köklerinden ayrılan Fitosideroforlar rizosferde  $Fe^{+3}$ -şelat kompleksi oluştururlar. Şelatize olmuş demir kök hücrelerinin plazma membranına transfer edilir ve orada  $Fe^{+3}$ -şelat olarak plazmaya gönderilir. Fitosideroforların ayrılması ve demir alımına katılımı Strateji II olarak adlandırılmaktadır. Romheld ve Marschner (1986) Strateji II bitkilerinin, yani Gramineae'lerin yüksek pH ve  $HCO_3^-$  değerlerine hassaslıklarının az olduğunu bildirmektedirler. Yani rizosferde  $Fe^{+3}$ -fitosideroforların serbest kalması yararlı hale geçmelerini sağlamaktadır. Gramineae'ler kireçli topraklarda yeşil kalırken çeşitli dikotiledonların örneğin, ayçiçeği ve yer fıstığında kloroz görülmektedir.

Bitkilerden salınan bu tür sideroforların yanında mikrobiyel olarak ta ayrılan bazı sideroforlar bulunmaktadır. Bu sideroforlar  $Fe^{+3}$  ile toprakta şelat kompleksi oluşturarak bitkiler tarafından demirin alınmasını kolaylaştırır.

## Bitki köklerinde demir stresine bağlı olarak ortaya çıkan fizyolojik değişiklikler

Ayçiçeği ile yapılan çalışmalarda Fe stresi, kök korteks hücrelerinin genişlemesine bağlı olarak kök uçlarının kalınlaşmasına ve şişmesine sebep olduğunu göstermiştir. Ayrıca rizodermik hücrelerin bölünmesi ve kök tüylerinin miktarı da artar. Kök uçlarındaki bu değişiklikler köklerde indirgen maddelerinin (fenol)



birikimine ve H<sup>+</sup> iyonlarının salgılanmasına neden olur. Bütün bunlar bitkinin şelat bağlama yeteneğini artırdığı gibi demir stresi altında demirin alımını ve taşınımını artırmaktadır (Kacar ve Katkat, 2009). pH Hariç tutulursa indirgeyici maddeler Fe setresi altında şelat oluşturma mekanizmasından sorumludur. Demir etkin bitkilerin kök uçlarındaki şişmeye bağlı olarak ortaya çıkan fenol bileşikleri kök yüzeylerindeki demiri indirger. Fe stresi altında ayçiçeği bitki köklerinin fenol muhtevsındaki artışlar Çizelge 1'de gösterilmiştir (Römheld ve Marschner, 1981).

Çizelge 1. Ayçiçeği bitkisinin farklı kök bölgesinde Fe stresine bağlı fenol muhtevası (Römheld ve Marschner, 1981).

Muamele	Fenol muhtevası (mg Klorogenik asit, ek./g kuru ağırlık)	
	Kök ucu 0-1.5 cm	Esas (ana) kök 2-4 cm
+Fe	449	298
-Fe	2003	449

Demir stresi altında Fe-etkin bitki çeşitleri tarafından şelattan demirin ayrılma mekanizması:

1. Rizodermal hücrelerde plazmalemmada özel bağlayıcılar üzerinde şelat moleküllerinin tutulması
2. Şelat bağlarının zayıflatılması
3. Sorbe edilen şelatlardan demirin indirgenmesi
4. Düşük stabiliteli Fe<sup>+2</sup>-şelatlardan şelatların ayrılması
5. Plazmalemmada özel bağlanma yerlerine Fe<sup>+2</sup>'nin bağlanması ve daha sonra da hücre içerisinde plazmalemma boyunca taşınması.

Fe stresi altında şişen kök uçlarında fenollerin birikmesi ile Fe şelatlarının oluşumu ve demir komplekslerinin indirgenmesi fenollerin rizodermisin dış yüzeylerinde birikmesiyle gerçekleşmektedir (Römheld ve Marschner, 1979). Demir şelatların alım mekanizmasında fenollerin gerekliliği, Fe<sup>+3</sup> bileşiklerinin sağlanmasından sonra ayçiçeği bitkilerinin klorotik kök uçlarında mavi rengin oluşumu ile gözlenmiştir. Oluşan mavi renk Fe-şelat komplekslerinden kaynaklanmaktadır. FeEDDHA gibi sentetik demir şelatları ile yapılan çalışmalarla da fenollerin plazmalemma boyunca demir taşınımına aracılık ettiği sonucuna varıldı (Römheld ve Marschner, 1981).

## Bitkide demirin biyokimyasal fonksiyonları ve aktif demir

Demir bitkide birçok fizyolojik etkileri sebebiyle metabolik bir öneme sahiptir. Demir değişik enzimlerin aktif gruplarının bir ögesidir. Onun en iyi bilinen fonksiyonu hemin enzimlerinin prostatik gruplarında görev almasıdır. Özellikle oksidasyon ve solunum (respirasyon) zinciriyle alakalı olan enerji metabolizmasında elektron taşıyıcı olarak rol oynar. Bu enzimlerden katalaz reaksiyonunu katalizleyerek, bitkilerde peroksidin zararlı metabolik etkisini önler. Bu reaksiyonda Cu'da görev alır. Bir diğer enzim peroksidaz olup O<sub>2</sub>'i peroksitten substrata okside eder (Kacar ve ark., 2010).

Değişik sitokromlar da demir bulundurlar. Sitokromlar sitrik asit (Krebs) döngüsünde pirüvik asidin CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O'ya kadar parçalanmasını katalize ederler (fotosentezin tersi). Böylece oluşan yüksek enerjili fosfat bileşikleri (ATP) fosfatı H<sup>+</sup> atomlarına bağlarken bir yandan da elektron verir. Aynı zamanda sitokrom oksidazda bu fosfat bağlarını verirler. Sitokrom oksidaz H<sup>+</sup> atomlarının moleküler oksijene taşınmasını sağlayarak solunum zincirini katalize eder (Kacar ve ark., 2010). Bir bakıma Fe solunum enerji üretiminden direkt olarak sorumludur. Fe kaybı solunum oranını düşürerek gelişme için mevcut enerji miktarını azaltır. Örneğin Hücre bölünmesi yavaşlar veya zarar görür. Aktif iyon alımı da Fe yetersizliği sonucu yavaşlar. Yetersiz Fe bulduran bitkilerde katalaz aktivitesi peroksidaz aktivitesinden daha fazla inhibe olur (Kacar ve Katkat, 2009). Bezelye ile yapılan denemede hem Fe eksikliğinde hemde fazlalığında peroksidaz aktivitesinde artış görülmüştür. Peroksidaz:katalaz aktivitesi katsayısı demir miktarına bağlı olarak değişir. Bitkide yeterli demir olduğu zaman 39 civarında minimum bir değere ulaşır. Katalaz aktivitesi:peroksidaz aktivitesi oranı demir eksikliğini belirlemeye yardımcı olur. Demirin en önemli fizyolojik işlevi bitkide çeşitli enzimleri aktive ederek birçok biyokimyasal reaksiyonun katalizlenmesini sağlamaktır (Bergmann, 1992). Katalaz, peroksidaz, sitokrom oksidaz gibi enzimleri aktive etmektedir. Demir beslenmesinin domates bitkisinde Fe ve klorofil kapsamları ile enzim aktivitesi üzerine etkisi Çizelge 2'de verilmiştir (Machold, 1968).

Çizelge 2. Demir beslenmesinin domates bitkisinde Fe ve klorofil kapsamları ile enzim aktivitesi üzerine etkisi (Machold, 1968).

İşlem	Fe Kapsamı, ppm		Klorofil ppm, yaş ağırlık	Nisbi Enzim Aktivitesi	
	HCl'de Çözünebilir (aktif Fe)	Total		Katalaz	Peroksidaz
Yeterli Fe	10.3	18.5	3.52	100	100
Yetersiz Fe	4.3	11.1	0.25	20	56

Karbonhidrat yıkımı ve solunumun merkezi olan mitokondrilerde fazla miktarda demir içerir. Buna karşılık mitokondrilerdeki demir % 80 oranında porfirin halkasına bağlı değildir. Mitokondrilerdeki demir çoğunlukla nükleik asitlere ve proteinlere bağlı olup DNA ile protein türevleri arasında bir köprü görevi yaptığını inanılmaktadır. Önemli bir demir bileşiği olan ferrodoksin klorofil miktarı ile yakinen bağlantılı olup özellikle kloroplastlarda bulunup divalent demir ihtiva eder, fakat porfirin halkası taşımaz. Değişik dehidrogenaz ve hidrogenazlar elektron transfer reaksiyonları gerçekleştirme kabiliyetindedir. Ferrodoksin ışık enerjisinin kimyasal enerjiye dönüşümünü kapsayan fotosentezin birinci kademesinde elektron alıcısı ve taşıyıcısı olarak pridin nükleotitler (NADP) ile beraber rol oynar. ATP gibi NADP'nin de indirgenmiş bir formu olan NADPH fotosentezin ikinci kademesinde CO<sub>2</sub> fiksasyonu gibi işlemlerde enerjice zengin molekül olarak görev yapar (Kacar ve ark., 2010). Demir kendi başına klorofilin sentezinde görev almamakla birlikte diğer elementlerle beraber klorofil sentezini doğrudan etkiler. Katalaz aktivitesinde bitkinin demir durumu ve klorofil senteziyle doğrudan bağlantılıdır. Fe-9-protoporfirin klorofilin önemli bir öncü bileşiği olup demir eksikliği olan bitkilerde konsantrasyonu çok düşüktür. Demir eksikliği klorofil a ve b'nin dışında karotin, ksantin, lutein gibi diğer pigmentlerin de miktarını azaltır (Kacar ve Katkat, 2009). Demirin plastitlerin gelişiminde yaprak pigmentlerinin taşınmasında rol oynadığı bulunmuştur. Bu durum kloritik mısır yapraklarının sağlıklı yapraklara göre neden % 82 oranında daha az kloroplast proteini içerdiğini açıklar (Bergmann, 1992).

Demir eksikliğinde fotosentez oranı önemli ölçüde azalırken asimilasyon oranı (alınan mg CO<sub>2</sub>/mg klorofil) üs cinsinden artar. Yani klorofil miktarı azaldıkça Fe halen solunumda görevini yapar. Bu da Fe enzimlerinin fotosenteze direkt olarak karıştığını gösterir. Bu sebeple Fe eksikliğine çok ya da orta derecede dirençli olan bitkilerin yapraklarında nekroz görülmez (Kacar ve Katkat, 2009).

Demir, klorofilin yapısında yer almamakla beraber, bitkinin demir beslenmesi ile klorofil kapsamı arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Yeterli ve yetersiz demir beslenmesi ile klorofil kapsamı arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır (Aktaş, 1994). Yeterli ve yetersiz demir beslenmesi ile bitkinin demir kapsamı, klorofil kapsamı ve enzim aktivitesi arasındaki ilişkilere ait bazı araştırmalar aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir (Çizelge 3 ve 4).

Çizelge 3. Demir uygulamasının mısır bitkisinde Fe alımı ve klorofil kapsamı üzerine etkisi (Aktaş, 1994).

Uygulanan Fe ppm	Total Fe ppm	Aktif Fe, ppm	Klorofil, ppm
		(%1.5 o-Phenantroline)	(yaş ağırlık)
0	56.0	6.3	3.47
10	89.0	7.3	4.55

Bitkiler proton iyonları (H<sup>+</sup> iyonları), indirgeyici maddeler ve farklı amino asit içeren şelat ajanları (fitosiderofor) salgılayarak spesifik bir alım mekanizması vasıtasıyla beslenme ortamındaki demirin yararlanılabilirliğini artırabilirler (Römheld ve Marschner, 1986).

Çizelge 4. Besin çözeltilisinde yetiştirilen mısır bitkisinde demir beslenmesinin bitkinin Fe ve klorofil kapsamı üzerine etkisi (Aktaş, 1994).

Çözeltide Fe Kaynağı	Fe Kapsamı, ppm		Klorofil, ppm (yaş ağırlık)
	Total	%1.5 o-Phenantroline	
- Fe	70	3.0	2.0
FeSO <sub>4</sub>	94	5.5	3.6
Fe-EDDHA	140	6.5	4.1

Bitki bünyesinde bulunan toplam demirin her zaman metabolik olarak aktif olmadığı bilinmektedir. Kimi hallerde bitkilerde yeterli düzeyde demir bulunmasına rağmen, yinede demir noksanlığı belirtileri görülmektedir. Hatta demir noksanlığı olan bitkilerin, sağlıklı bitkilerden daha fazla toplam Fe içerdiği durumlarda saptanmıştır. Bu durum bitkide bulunan demirin her zaman metabolik işlevini yapmadığını fikrini ve bitkide "aktif demir", "inaktif demir" kavramlarının doğmasına yol açmıştır, bitki bünyesinde



metabolik aktif olan demirin  $Fe^{+2}$  olduğu,  $Fe^{+3}$  iyonlarının ise daha çok inaktif oldukları sanılmaktadır (Aktaş, 1994). Mengel ve ark. (1979) yeşil yaprakların aktif Fe kapsamının klorozlu yapraklara göre daha fazla olduğunu belirterek, bu kriterin klorozlu yaprakların teşhisinde uygun bir parametre olduğunu bildirmiştir (Çizelge 5). Demirin nükleik asit metabolizmasında da rolü olduğu sanılmaktadır. Price ve ark. (1972), demir noksanlığı olan alglerde kloroplastlarda normalin yarısı kadar RNA bulunduğunu saptamıştır. Özet olarak demir, solunum, fotosentez, biyolojik azot fiksasyonu ve nitrat indirgenmesi gibi olaylarda cereyan eden farklı oksidoredüksiyon reaksiyonlarında anahtar bir elementtir.

Çizelge 5. Kültür üzümünün (*Vitis vinifera*) yeşil ve klorozlu yapraklarında demirin çözünürlüğü (Mengel ve ark. 1979).

	H <sub>2</sub> O	Aktif Fe (0.5N HCl)	Toplam Fe
Yeşil yaprak	4.8	48	107
Klorozlu genç yaprak	4.8	36	108
Klorozlu yaşlı yaprak	4.8	36	108
FeEDDHAuygulanmış yaprak	7.2	58	139

## Bitkilerde demir klorozunun belirtileri

Demir eksikliği sonucu, klorofil maddesinin sentezlenememesiyle bitkilerin genç yapraklarında ve özellikle son çıkan yapraklarda görülen kloroz damarlar arası sararma şeklinde ortaya çıkar (Resim 1).



Resim 1. Bazı bitkilerde Fe kloroz belirtileri



Demir eksikliğine maruz kalan yaprakta ince damarlar yeşil kalarak, damarlar arası tamamıyla sarıya döner (Turan ve Horuz, 2012). Geniş yapraklı bitkilerde yapraklar adeta sarı zemin üzerinde yeşil bir ağ manzarası gösterir. Noksanlığın çok şiddetli olması halinde yeni çıkan yapraklarda hiç klorofil bulunmadığı için yaprak beyaz bir renk alır (Aktaş, 1994; Kacar ve Katkat, 2009). Şiddetli klorotik durumlarda ve noksanlığın ileri dönemlerinde, yapraklarda dökülmeler görülür. Dallar uç kısımlardan başlayarak tamamen yapraksız bir görünüm alır. Bütün dal, hatta bitkinin tamamı kuruyup ölebilir. Herhangi bir meyve bahçesinde önce birkaç ağaçta kloroz rastlanmakta, şiddetli kloroz durumunda bütün bahçe etkilenir (Başar, 1997).

Cinelli (1995) ayva bitkisini kullanarak bikarbonat ortamında Fe noksanlık belirtilerini şu şekilde sınıflandırmıştır (Çizelge 6).

Çizelge 6. Ayva bitkisinde Fe noksanlığına bağlı olarak ortaya çıkan simptom seviyeleri, (Cinelli, 1995).

Simptom seviyesi	Belirtileri
0	Yeşil
1	Damarlar arası dokular sarı, damarlar yeşil
2	Damarlar arası dokular sarı, damarların çoğunluğu sarı
4	Nekrotik lekeler ile beyaz yapraklar

## Demir klorozunun giderilme yöntemleri

Başar (1997)'a göre, demir klorozunu gidermek veya bitkisel üretim faaliyetleri sırasında demir klorozu ile karşılaşmamak için alınması gereken önlemler şunlardır:

### 1. Toprakların fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi

- Derin köklü bitkilerin yetiştirilmesi
- Aşırı toprak nemliliğinin giderilmesi
- Tarım makinaları v.b. nedeniyle oluşan toprak sıkışmasının önlenmesi
- Toprağın derine doğru gevşetilmesi
- Organik gübre uygulamalarında, ayrışmasını tamamlamış veya çok hızlı parçalanmayan materyallere yer verilmelidir.

### 2. Gübreleme

- Yeşil aksam/kök oranını arttıracak gübrelemeden vazgeçilmesi (Yüksek oranda N ve P uygulanması hali)
- Kök bölgesinde pH düşürücü gübreleme programı uygulanması
- Yüksek fosfor uygulamalarından vazgeçilmesi

### 3. Demir klorozuna dayanıklı genotiplerin belirlenmesi

- İlgili genotiplerin ıslah ve fizyolojik çalışmalarla belirlenmesi
- Çukurova gibi yörelerde 2. ürün olarak demir klorozuna daha dayanıklı Strateji-II bitkilerinin dikkate alınması.
- Meyvecilikte anaçların önceden kontrollü koşullarda yetersiz demir beslenmesine karşı köklerin geliştirdiği mekanizmalar açısından test edilmesi.

### 4. Kök büyümesi ve verim düzenlemesi çalışmaları

- Yaprakların meyveye oranını arttırıcı önlemler
- Hasat tarihinin gereksizce uzatılmaması

### 5. Demir gübrelemesi

- Toprakların gübrenmesinde, yüksek pH'lardaki kararlılığın fazla olması nedeniyle daha çok Fe-EDDHA tercih edilmelidir.
- Meyve ağaçlarında toprak pH'sına, klorozun şiddetine ve ağaç yaşına göre uygulanacak Fe-EDDHA miktarı belirlenmelidir. Ağaç büyüklüğüne ve meyve plantasyona bağlı olarak, meyve bahçelerine tavsiye edilen uygulama miktarı 70-140 gr. dır. Çok büyük hacimli ağaçlarda şiddetli klorozu ortadan kaldırmak için bu oran 500 gr' kadar çıkabilir. Üzüm bağlarında her asma bitkisi başına 10-50 gr, sebze ve çileklerde m<sup>2</sup>'ye 3-6 gr, çiçekler ve süs bitkileri için m<sup>2</sup>'ye 6-12 gr Fe-sequestrin 138 uygulanır.



- Yaprak gübrelemesinde genellikle %0.2 konsantrasyonda Fe-EDDHA veya Fe-EDTA uygulanmasına bitkilerin ilk gelişme dönemlerinde (erken) başlanılmalı ve kloroz düzelinceye kadar 10-20 günde bir tekrar edilmelidir.

Çeşitli bitkiler için uygulanacak yaprak gübrelemesi konsantrasyonları (Fe-EDDHA ve Fe-EDTA için) (Bergmann, 1992 ve Başar, 1997):

Elma, Armut	: %0.15-0.30
Kiraz, Erik	: %0.10-0.15
Şeftali	: %0.05-0.10
Açelya	: %0.30-0.40
Gül	: %0.10-0.15
Tarla Bitkileri	: %0.20

Fe-EDDHA'nın pahalı oluşu nedeniyle:

- Yanmış ahır gübresi veya turba ile birlikte  $FeSO_4$ 'ün veya demir çelik endüstrisinin atığı olan demir tozunun kullanılması önerilebilir.
- Fe-sülfat ile birlikte  $K_2SO_4$  gübresinin uygulanmasının klorozun giderilmesinde Fe-EDDHA kadar etkili olduğu bildirilmiştir (Shaviv ve Hagin, 1987).
- Selüloz endüstrisi artıklarından lignin sülfonatların çok iyi bir Fe-şelatı olduğunu gösteren bulgular mevcuttur.

## Demir klorozunun genetik kontrolü

Genetik bakımdan bitkiler iki alınma stratejisine göre sınıflandırılır Bergmann (1992).

Çizelge 7. Bitkilerde demir alımına bağlı olarak ortaya çıkan özel mekanizmalar (Bergmann, 1992).

Genetik Özellik	Strateji-I (Ayçiçeği,soya fasulyesi, yerbıstığı ve çoğunlukla diğer dikotiledonlar)	Strateji-II (Çavdar, yulaf, buğday, çeltik ve diğer Gramineae'ler)
Rizodermal hücrelerin oluşumu	Önemli	Önemsiz
Yüksek proton ayrılması	Önemli	Önemsiz
Plazmamembranda Fe redüksiyonu	Önemli	Sınırlı Seviyede Önemli
Yüksek fenol bileşiklerinin ayrılması	Önemli	Sınırlı Seviyede Önemli
Fitosideroforların ayrılmasının artması	Önemsiz	Yüksek Seviyede Önemli

Her iki grupta stratejideki bitkilerde kloroza neden olan bazı etkenlere karşı duyarlılıkları Çizelge 8'de verilmiştir (Başar, 1997).

Çizelge 8. Strateji I ve II bitkilerinin kloroza neden olan kimi etkenlere karşı duyarlılıkları, (Başar, 1997)

	Strateji I	Strateji II
Yüksek pH ve $HCO_3^-$	Yüksek	Az
Yüksek nem ve yetersiz havalanma	Yüksek	Az
Yük.O.M.+Yüksek $CaCO_3$ +Yüksek nem	Yüksek	Az
Yüksek fosfor gübrelemesi	Az	Yüksek
Tuzluluk	Yüksek	Az
Düşük toprak sıcaklığı	Yüksek	Az

Bitki genotipleri, toprak çözeltisinde gereksinmelerinin altında çözünebilir veya alınabilir demir olduğunda kökleri aracılığıyla bir takım mekanizmalar geliştirerek, çözeltideki alınabilir demir konsantrasyonunu artırmaya çalışırlar. Bu mekanizmaların etkinliği ve özelliği genotipten genotipe farklı olduğu içindir ki bitki çeşitleri demirin varlığına farklı reaksiyon göstermektedir. Anılan bu mekanizmalar literatürlerde iki grup (strateji) altında incelenmektedir. Tüm çift benekli bitkiler ve buğdaygil dışındaki tek çenekli bitkilerin demir açlığında geliştirdikleri mekanizmalar benzer olduğundan bunlar I. grupta (strateji I) incelenmiştir. Bu gruptaki bitkiler, demire açlık duyduklarında toprakta alınmaz formdaki demirin alınabilirliğini artıran bir takım salgılar (şelatorlar,  $H^+$  iyonu) verirler. Bu salgılar yoluyla topraktaki demirin hareketliliği ve çözünürlüğü artmaktadır. Ayrıca bu bitkiler Fe-redüktaz enzimini de aktifleştirerek Fe'in hücreye kolayca alınmasını sağlamaktadır. Strateji I tipindeki bitkiler rizosferin asitleşmesi ve fenolik bileşiklerin salınması

ile ferrik şelatları indirgemek için köklerin indirgeme kapasitesini artırır. Bu değişim subapikal kök zonundaki morfolojik değişiklikler ile ilgilidir (Bergmann, 1992; Kacar ve Katkat, 2009).

Strateji II'ye yalnızca tahıllar (Graminaea) girer. Bu mekanizmaya sahip bitkiler Fe'e açlık duyduklarında, kök uçlarından toprağa fitosiderofor denilen özel bir Fe şelatörü salgırlar. Bu şelatör yardımıyla toprakta alınmaz formdaki demiri alınabilir forma dönüştürmektedirler. Kökler tarafından salgılanan fitosideroforlar rizosferde Fe<sup>+3</sup> ile şelat oluşturur. Fe<sup>+3</sup>-fitosiderofor kök hücrelerinin plazma membranına transfer edilir. Burada Fe<sup>+3</sup>, Fe<sup>+2</sup>'ye indirgenerek absorbe edilir (Horuz ve Turan, 2012). Demir eksikliğinin arttığı yerlerde fitosideroforlar salınarak demirin alımı ve taşınımı sağlanır. Fitosideroforların salgılanma etkinliği buğday türleri arasında farklıdır. Örneğin buğday, arpa ve mısır gibi kloroza dayanıklı çeşitler daha çok sıvı salarken darı gibi dayanıksız çeşitlerde sıvı salınma oranı azdır. Onun içindir ki, örneğin aynı toprak koşullarında sorgum Fe klorozu gösterirken; mısır, arpa veya buğdayda genellikle kloroz ortaya çıkmaz (Bergmann, 1992; Aktaş, 1994).

Arpa bitkisi kireçli toprakta demir eksikliğine maruz kaldığında kök sıvısı salgılar. Fe yeterli bitkilere yapraklara Fe sitrat halinde Fe tatbiki kök sıvısı salınmasını azaltır. Demirin şelat oluşturması ve Fe-kök sıvısı kompleksi demirin yetersizliğini önler. Buna göre Kireçli bir toprakta 3 hafta süreyle yetiştirilen arpa (*Hordeum vulgare*) bitkisi tarafından kök salgılarının (fitosiderofor) demir yayışlılığı üzerine olan etkisinin incelendiği bir çalışmada, yapraklara % 0.3 Fe sitrat uygulandığında kök salgısı salınma oranının demirsiz ortamda demirli ortamdakine göre oldukça fazla olduğu görülmüştür (Çizelge 9). Fitosideroforlar Fe, Mn, Zn ve Cu ile kompleks oluşturmaktadır; ancak oluşan bu kompleks demir de çok daha fazladır. Ayrıca bu çeşit bitkilerin fitosiderofor salgılama oranları sabah saatlerinde öğleden sonraki saatlere nispeten oldukça fazla olduğu tespit edilmiştir (Römheld, 1991).

Çizelge 9. Demir yayışlılığı düşük olan kireçli toprakta yetiştirilen arpa bitkisinin yapraklarına uygulanan Fe sitratın fitosiderofor salgılanmasına olan etkisi (Römheld, 1991).

Yaprak Uygulaması	Klorofil Konsantrasyonu (mg/g sap kuru ağı.)	Fitosiderofor serbestlenme oranı (nmol/bitki/4sa.)
-Fe sitrat	6.8	74 ± 18
+Fe sitrat	9.1	16 ± 8.0

Kirece toleranslı genotipler yüksek KDK'ya ve düşük esterleşmiş asidik gruplara sahiptirler. Bu durum Al toksisite çalışmalarında da gözlenmiştir. Al toleransı Lotus genotiplerinin köklerinde KDK'sı düşüktür. Yüksek Al aktivitesi düşük KDK ile birlikte metilleşmiş pektinlerin artmasına neden olur. Al'a duyarlı genotiplerde pektinlerdeki azalma hücre duvarı, sitoplazma ve hücre zarının zarar görmesine neden olur. Kök KDK'sı stres şartlarında erik çeşitlerinden GF 677, Mr. S.1/3 ve 1/6 artarken, Mr.S.1/16 ve 2/3'de bir farklılık görülmemiştir. Fe stresine dirençli genotipleri seçmek için KDK iyi bir parametredir (Cinelli ve Viti, 1995).

Demir eksikliği klorozuna sadece bitki çeşidi değil aynı zamanda çeşidin (kalem) aşılandığı anaç'da buna sebep olabilir. Birçok ıslah, seleksiyon ve melezleme çalışmaları demir alımı, taşınımı ve kullanımında, çeşitler arasındaki farklılığın genetikseliğin 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. Alkalın toprak şartlarına adapte olmuş Okalipthus 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 ekstrete edebilirler. Bu tür bitkilerde çok hafif bir kloroz görülebilir. Ahududu, bektashi üzümü, böğürtlen, sardunya çiçeği, kasımpatı ve ardıç kloroza hassas olan bazı bitki çeşitleridir (Bergmann, 1992).

Meyve verim ve kalitesini önemli ölçüde etkileyen demir elementi alımının, kireçli topraklarda anaç kullanımı ile artırılabilirdiği bilinmektedir (Rombola ve Tagliavini, 2006). 3309C, 143A, 1616C, Sori, 420A, Slegfriedrebe, Dr-Decker-Rebe ve 34EM gibi klorotik olmaya çok fazla meyli olan anaçlar kireçli topraklar üzerinde kültivasyon için uygun değildir. "161-49, 41B, 333EM, R31 anaçları hafif bir kloroz meyline sahiptir. Kloroza hassasiyeti az olan 5BB, SO4, 26G, 8B, 5C ve 125AA anaçları kireçli topraklarda iyi gelişirler. Kirece tolerans yönünden bazı asma çeşit ve anaçları Çizelge 10'da verilmiştir (Bergmann, 1992). Kirece dayalı demir eksikliğinde asma çeşitlerinin kökleri ile rizosfer pH'sını düşürmek için farklı tip tepki ve kabilyet geliştirmeleri, çeşitler arasındaki genetik farklılığın bir sonucudur.



Çizelge 10. Asma Çeşit ve Anaçlarının Kirece Toleransı (Bergmann, 1992).

İyi	Kirece Tolerans	
	Orta	Düşük
Welschriesling	Rhine Riesling	Muskat ottonel
White Burgundy	Müller Thurgau	Traminer
Neuburger	Frühroter Veltliner	Bouvier
Rulander	Green Veltliner	
Zierfandler(geççi)	Muskat Silvaner	
Rotgipfler	Gutedal	
Blaufrankisch	Blaue Zweigelt	
St.Laurent		
Blauer Portugieser		
Blauer Burgunder		
Anaçlar	Kirece Tolerans(%)	
Riparia Portalis	15'ekadar çok düşük	
AramonXRiparia, 143A(Aripa)	20'ye kadar	
BerlandieriXRiparia,Teleksi C5	40'a kadar	
BerlandieriXRiparia,S04	45'e kadar	
BerlandieriXRiparia, Kober 5BB	50'ye kadar	
BerlandieriXRiparia, Teleksi 8B	60'a kadar	
BerlandieriXChaselas, 41B	80'e kadar çok yüksek	

GfI-25-4 Amerikan asmaları Avrupadaki Silvaner asma çeşitlerinden daha fazla kloroza hassastır. Müller-Thurgau asmaları (RieslingxSilvaner)'da kloroza çok hassas olup, kötü hava koşullarında derhal kloroz belirtileri gösterir. Ancak havaların düzelmesiyle kloroz belirtileri tekrar kaybolur. Çeşidin aşılandığı anaç bu yönde daha büyük bir etkiye sahiptir. Örneğin kendi kökleri üzerinde büyüyen Avrupa asma anaçlarında kloroz görülmez. Silvaner çeşidi 1201 anacına aşılandığında yeşil, Ganzin I anacına aşılandığında hafif bir şekilde sarıya dönerken, 8B anacına aşılandığında ise belirgin bir şekilde kloroz belirtileri göstermektedir. Ayrıca Gutedel çeşidi 143 anacı üzerinde sarıya dönerken, Portuguese çeşidi yeşil kalmaktadır. Hidrofonik deneyler kök ağırlıklarının karşılaştırılmasında farkın büyük olmamasına rağmen, kloroza dayanıklı bir çeşit olan "Faber" in Huxel çeşidine göre köklerinden 2 kat daha fazla H<sup>+</sup> iyonu salgıladığını göstermiştir. Ayrıca proton salgılaması ışıkta karanlıktakinden önemli derecede yüksektir (Bergmann, 1992).

Kireçli bir toprak üzerine meyve bahçesi veya üzüm bağı tesis edileceği zaman kloroza az duyarlı çeşit ve anaç seçimi oldukça önemlidir. Böyle topraklar için çeşit seleksiyonu mısır, süpürge darısı, soya fasulyesi, domates ve süs bitkileri gibi ürünler için de önemlidir. Örneğin buğday ve patates doğal şartlar altında demir eksikliğine hassas değildir. Hububatlar demir eksikliğine duyarlılıklarına göre şu şekilde sıralanmaktadır.

Yulaf > Arpa > Buğday > Çavdar > Triticale

Bazı meyve çeşitleri demir eksikliğine hassasiyetlerine göre aşağıdaki gibi sıralanabilir.

Şeftali > Ayvaya aşılanmış armut > Kırmızı ve siyah kuş üzümü > Erik > Ayva > Elma > Filizlenmiş ağaç gövdesine aşılanmış armut > Kayısı > Kiraz

Haziran ayının ilk haftasında asma anaçlarının altıncı boğumlarından alınan tek gözlü yeşil çelikler, knudson-c temel besin ortamına ayrı ayrı ilave edilen farklı kireç dozları (%0, 10, 20, 30, 40, 50, CaCl<sub>2</sub> ve CaO) ile hazırlanan ortamlara, invitro koşullarda, dikilmişler. Bitkilerin 24°C sıcaklıkta, 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık koşullarda iki ay süreyle gelişme durumları incelenmiştir. Bitkiler besin ortamına ilave edilen kireçten olumsuz yönde etkilenmişlerdir. Kireç oranlarının artmasıyla sürgün uzunluğu, sürgün ağırlığı, kök uzunluğu, kök ağırlığı ve yaprak sayısında azalmaların meydana geldiği görülmüştür. Ayrıca kireç oranlarındaki artışa bağlı olarak yapraklarda sararmalar ve bitkide kurumaların hızlandığı gözlenmiştir. Çalışma sonunda ChaselasXBerlandieri 41B anacının yüksek oranda kirece dayanabilmesine rağmen, ChaselasXBerlandieri 420A ve Rupestris du Lot asma anaçları ancak orta derecede bir dayanıklılık göstermişlerdir. Riparia Gloire anacının kirece dayanımı ise en az olarak saptanmıştır (Bergmann, 1992).

## Sonuç

Topraklarda demir oksit miktarının genellikle yüksek olmasına karşın özellikle CaCO<sub>3</sub> içeren topraklarda ortaya çıkan FeCO<sub>3</sub>'dan kaynaklanan demir noksanlığı riski çok yaygın görülmektedir. Demir klorozunu önlemek için topraktan ya da yaprak yoluyla demirli gübrelerin verilmesi uzun dönemler boyunca klorozu

engellemede ekonomik görülmemektedir. Özellikle intensif ziraat yapılan ve demir kloroz riski yüksek kireçli araziye sahip işletmelerde demir klorozuna karşı dayanıklı türlerin ve çeşitlerin seçimi oldukça önemlidir. Bu çerçevede farklı bitki çeşitleri test edilerek demir etkinlikleri tespit edilmelidir. Meyve bahçeleri ilk tesis edilirken Fe etkin ve kloroza dayanıklı, çeşit ve anaçlar tercih edilmelidir.

Ayrıca bitki doku kültürleri yöntemlerinden yararlanılarak bazı anaçların kirece ( $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{CaO}$ ) mukavemetlerinin saptanarak, kısa sürede sonuç veren anaç ıslahı çalışmalarına ağırlık verilmelidir.

## Kaynaklar

- Aktaş M, 1994. Bitki besleme ve toprak verimliliği (2. baskı). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1361, Ankara,
- Başar H, 1997. Bitkilerde demir klorozu ve giderilme yöntemleri. T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. s. 124-474
- Bergmann W, 1992. Nutritional disorders of plant; Development, Visual and Analytical Diagnosis. p. 223-247.
- Bienfait HF, 1988. Mechanisms in Fe-efficiency reactions of higher plants. *Journal of Plant Nutrition* 11: 605-629.
- Brown JC, 1978. Mechanizm of iron uptake by plants. *Plant, Cell and Environmental* 1: 249-257.
- Brown JC, Chaney RL, Ambler JE, 1971. A new tomato mutant inefficient in the transport of iron. *Physiologia Plantarum* 25(1):48-53
- Brown JC, Jolley VD, Mel Lytle C, 1991. Comparative evaluation of iron solubilizing substances (phytosiderophores) released by oats and corn; Iron-efficient and iron-inefficient plant. *Plant and Soil* 130: 157-163.
- Cinelli F, 1995. Physiological responses of clonal quince root-stocks to iron-deficiency induced by addition of bicarbonate to nutrient solution. *Journal of Plant Nutrition* 18(1): 77-89.
- Cinelli F, Viti R, 1995. Practical use of root cation exchange capacity as a predictive marker of lime-induced chlorosis tolerance in *prunus cerasifera* L. Rootstocks. *Journal of Plant Nutrition* 18 (1): 65-75.
- Egmond FV, Aktaş M, 1977. Iron nutritional aspects of ionic balance of plants. *Plant and Soil* 48, 685-703.
- Güneş A, Aktaş M, 1991. Mısır bitkisinde demir noksanlığının giderilmesinde nitrifikasyon inhibisyonunun etkisi. Toprak İlimi Derneği XI. Bilimsel Toplantı Tebliğleri, s. 481-495.
- Kacar B, Katkat V, Öztürk Ş, 2010. Bitki Fizyolojisi. Nobel Yayın No:848, Ankara, s. 225-285,
- Kacar B, Katkat V, 2009. Bitki Besleme. Nobel yayınları, Ankara, 659 s
- Lindsay WL, 1974. Role of chelation in micronutrient availability. The plant Root and Its Environment, Univ. Press of Virginia, pp. 507-524.
- Lopez-Millan AF, Morales F, Andaluz A, Gogercena Y, Abadia A, De Lals Rivas J, Abadiz J, 2000. Protective mechanisms in roots of iron deficient sugar beet: changes in carbon assimilation and oxygen use. *Plant Physiology* 124: 885-897.
- Machold O, 1968. Effect of nutritional conduction on the status of iron in leaves, on the chlorophyll content and on the activity of catalase and peroxidase. *Flora Ab. A.* 159: 1-25.
- Marschner H, 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. Academic Press, London.
- Mengel K, Scherer HW, Malissiovas N, 1979. Chlorosis from the aspects of soil chemistry and vine nutrition. *Mitt. Klosterneuburg* 29: 151-156.
- Price CA, Clarck HE, Funkhouser HE, 1972. Functions of micronutrients in plants. In: Micronutrients in Agriculture. Mordvedt JJ, Giordano PM, Lindsay WL (Eds.). SSSA, Madison, Wisconsin, USA. pp. 231-242.
- Rombola AD, Tagliavini M, 2006. Iron nutrition of fruit tree crops. In: Iron Nutrition in Plants and Rhizospheric Microorganisms. Barton L, Abadia J (Eds.). Springer, pp. 61-83.
- Romheld V, 1987. Existence of two different strategies for the acquisition of iron in higher plants, In: Iron transport in microbes, plants, and animals. Winkelmann G, van der Helm D, Neilands JB (Eds.). VCH, Weinheim, Germany. pp. 353-374.
- Römheld V, 1991. The role phytosiderophores in acquisition of iron and other micronutrient in graminaceous species. An ecological approach. *Plant and Soil* 130: 127-134
- Römheld V, Kramer D, 1983. Relationship between proton efflux and rhizodermal transfer cell induced by iron deficiency. *Zeitschrift für Pflanzenphysiologie* 113: 73-83.
- Römheld V, Marschner H, 1979. Fine regulation of iron uptake by the Fe-efficient *Helianthus annuus*. The Soil-Root interface. Academic press, pp. 405-417.
- Römheld V, Marschner H, 1981. Effect of Fe stress on utilization of Fe chelates by efficient and inefficient plant species. Institut für Pflanzenernährung, Universität Hohenheim, Postfach 106, pp. 551-560.
- Römheld V, Marschner H, 1986. Mobilization of iron in the rhizosphere of different plant species. In: Advances in Plant Nutrition Tinker B, Lauchli A (Eds.). Vol. 2. pp.155-204.
- Shalau J, 2010. Laboratories Conducting Soil, Plant, Feed or Water Testing. Publication AZ1111, College of Agriculture and Life Science, University of Arizona.
- Shaviv A, Hagin J, 1987. Correction of lime induced chlorosis by application of iron and potassium sulphates. *Fert. Res.* 13: 161-167.
- Turan M, Horuz A, 2012. Bitki Besleme. Bitki Beslemenin Temel İlkeleri. Karaman MR (Ed.). Ankara, s. 123-347.
- Vallejo GEB, Morales F, Cistue L, Anunciscion A, Abadia J, 2000. Iron deficiency decreases the Fe(III)-chelate reducing activity of leaf protoplasts. *Plant Physiology* 122: 337-344.
- Webley DM, Duff RB, 1965. The incidence in soils and other habitats of microorganisms producing-ketogluconic acid. *Plant and Soil.* 22: 307-313.



## TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ YAZIM KURALLARI

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ**, bu alanda yeni bulgular ortaya koyan erişilebilir ve uygulanabilir temel ve uygulamalı yöntem ve tekniklerin sunulduğu bir forumdur. Dergi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme alanında yapılmış özgün araştırma makalelerini veya önemli bilimsel ve teknolojik yenilikleri ve yöntemleri açıklayan derleme niteliğindeki yazıları yayımlar. Yazar(lar) makalenin ne tür bir yazı olduğunu belirtmelidir. Dergiye sunulan çalışmanın başka yerde yayınlanmamış (bilimsel toplantılarda sunulan çalışmalar hariç) ve başka bir dergiye yayın için sunulmamış ve yayın hakkı verilmemiş olması gerekir. Buna ilişkin yazılı belge (sorumlu yazar tarafından onaylı) makale ile gönderilmelidir. Makale iyi anlaşılabilir bir Türkçe ile yazılmış olmalıdır. Etik Kurul Raporu gerektiren araştırma sonuçları makale olarak gönderilirken, Etik Kurul Raporu'nun bir kopyası eklenmelidir. Dergiye sunulan tüm çalışmalar, yayın kurulu ve bu kurul tarafından seçilen en az iki veya daha fazla danışman tarafından değerlendirilir. Dolayısıyla, çalışmanın dergide yayınlanabilmesi için yayın kurulu ve danışmanlar tarafından bilimsel içerik ve şekil bakımından uygun bulunması gerekir. Yayınlanması uygun bulunmayan eser yazar(lar)a iade edilir. Danışman veya yayın kurulu tarafından düzeltme istenen çalışmalar ise yazar(lar)a eleştiri ve önerileri dikkate alarak düzeltmeleri için geri gönderilir. Düzeltme istenen makaleler, düzeltme için verilen sürede (30 gün) yayın kuruluna dönmez ise, yeni sunulan bir makale gibi değerlendirilir.

### Makale gönderilmesi

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ ([www.toprak.org.tr](http://www.toprak.org.tr)) adresindeki (<http://dergi.toprak.org.tr>) linkine gönderilen makaleler hızla incelenecek ve değerlendirecek, sonuç yazarlara en kısa sürede bildirilecektir. Makaleler hakkında yapılan değerlendirmeler e-posta yoluyla sorumlu yazara bildirilecektir.

### “Telif Hakkı Devir Sözleşmesi” formu

Sorumlu yazarca imzalanan Telif Hakkı Devir Sözleşmesi formunun dergiye makale sunumu esnasında gönderilmesi gerekmektedir. Yayın transfer formu gönderilmeyen makaleler değerlendirilmeye alınmayacaktır.

### TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ YAYIN YAZIM KURALLARI

Her çalışma MS Word 2007 (veya daha üst versiyonu) kullanılarak A4 boyutundaki kağıda kenarlarda 2.5 cm boşluk bırakılmış, Times New Roman yazı karakterinde 11 pt 1,5 satır aralıklı ve yaklaşık 20 sayfa ve aşağıdaki düzende olmalıdır. Makale başlık sayfası, Özet, Anahtar Sözcükler, İngilizce Başlık, Abstract, Keywords, Metin, Teşekkür, Kaynaklar, Şekiller (fotoğraf, çizim, diyagram, grafik, harita v.s.) ve Çizelgeler şeklinde sıralanmalıdır.

Yazar(lar) makale hazırlarken derginin web sayfasında bulunan makale örneğinden yararlanabilirler. Bölüm başlıkları da dahil tüm başlıklar küçük harflerle koyu yazılmış olmalıdır. Tüm sayfalar ve satırlar numaralandırılmış (sayfada yeniden) olmalıdır. Türk Dil Kurumu'nun yazım kuralı dikkate alınarak yazılmalı ve Türkçe noktalama işaretlerinden (nokta, virgül, noktalı virgül vb.) sonra mutlaka bir ara verilmiş olmalıdır. Metin içerisinde kısaltma kullanılacak ise ilk kullanıldığı yerde kavramın açık şekli yazılmalı ve parantez içinde kısaltması verilmelidir (katyon değişim kapasitesi (KDK) gibi). Yukarıdaki kurallara uymayan makaleler işleme alınmadan yazar(lar)ına geri gönderilecektir.

### Başlık sayfası

Bu sayfada, a) Makale başlığı (Türkçe ve İngilizce başlıklar yazılmalı; başlık kısa ve konu hakkında bilgi verici ve tümü büyük harflerle yazılmış olmalı ve kısaltmalar kullanılmamalıdır), b) Yazar(lar)ın açık adı (ad ve soyad unvan belirtilmeden küçük harfler ile yazılmalı), c) Çalışmanın yapıldığı üniversite, laboratuvar veya kuruluşun adı ve adresi (sadece ilk harfleri büyük harfle yazılmalı), yazışmalardan sorumlu yazar belirtmeli ve bu yazarın telefon ile e-posta adresi verilmelidir. Bu sayfadaki tüm bilgiler koyu karakterde yazılmış olmalıdır.

### Ana metin

Makalenin ana metin bölümü, makalenin Türkçe ve İngilizce başlığı ile başlamalı ancak yazar isim ve adres bilgilerini içermemelidir. Daha sonraki bölümler aşağıdaki gibi organize edilmelidir.

**Özet (Abstract):** Her makalenin Türkçe ve İngilizce özeti olmalıdır (paragraf girintisi verilmeden; konuya hakim, kısa ve makalenin bütün önemli noktalarını – niçin, ne ve nasıl yapıldığını, ne bulunduğunu ve bunların ne ifade ettiğini – vurgulayan özet metni yazılmalıdır. Bu bölümde kaynak verilmemelidir. Özet ve Abstract metinlerinin hemen altında sırasıyla Anahtar Sözcükler ve Keywords yer almalıdır. Anahtar sözcüklerin ilk harfleri büyük ve virgül ile ayrılmış, başlığı tekrarlamayan fakat onu tamamlayan özellikte olmalı ve 3-6 sözcükten oluşmalıdır.

### **Giriş**

Bu bölüm makalenin içeriğini ve yapıma nedenini kaynak bilgileri ile açıklayan kısım olup, çalışmanın amacını ve test edilecek hipotezi açık şekilde sunmalıdır.

### **Materyal ve Yöntem** (Alt başlıklar da yapılabilir)

Denemede kullanılan materyal ve yöntemlerin başka araştırmacılar tarafından yinelenmek istemine de cevap verebilmesi için ayrıntılı olarak açıklanmalıdır. Ancak yayınlanmış olanlar varsa kapsamlı açıklamalara girmeden atıfta bulunulabilir. Test edilecek hipoteze yanıt verecek uygun istatistiksel yöntem/yöntemler kullanılmalı ve açıklanmalıdır. Uluslararası SI birim sistemi kullanılmalıdır.

### **Bulgular ve Tartışma**

Bulgular kısa ve açıklayıcı şekilde, çizelgeler ve şekiller ile desteklenerek bu bölümde sunulmalıdır. Özellikle çizelgede sunulan veriler metin içerisinde ve şekillerde tekrarlanmamalıdır. Ancak şekillerdeki önemli veriler metin içerisinde de verilmelidir. Tartışmada elde edilen sonucun önemi, bilime ve uygulamaya katkısı kaynak bilgileri ile tartışılmalı, değerlendirilmeli veya yorumlanmalıdır. İstenirse ayrı bir **“Sonuç”** başlığı düzenlenebilir. Elde edilen sonuçların bilime ve uygulamaya katkısı ve varsa öneriler ile birlikte sonuç kısmında verilebilir.

### **Teşekkür**

Çalışmayı destekleyen kuruluşlar ve çalışmaya emeği geçenler için kısa bir teşekkür yazısı yazılabilir.

### **Kaynaklar**

Kaynak listesi yazar soyadına göre alfabetik olarak düzenlenmelidir. Metin içerisinde ise kaynaklar Yazar-yıl esasına ve tarih sırasına göre (Acar, 1995; Gülser ve ark., 2011; Kızılkaya ve Hepşen 2014) verilmelidir. Aynı tarihli farklı yazarların kaynaklarının bildiriminde alfabetik sıra kullanılmalıdır (Aydın, 2001; Ekberli ve ark., 2001; Özdemir ve ark., 2001). Aynı yazar tarafından aynı yıl içinde yayınlanmış birden fazla kaynak kullanılması durumunda basım yılından sonra kaynak a, b, c gibi harfler ile gösterilmelidir. Metin içerisinde atıf yapılan kaynakların tümü kaynaklar listesinde bulunmalıdır. Kaynak bölümünde değişik yerlerden alınan kaynakların yazımında aşağıdaki örneklerle uyulmalıdır.

### **Dergiden,**

Candemir F, Gülser C, 2012. Influencing factors and prediction of hydraulic conductivity in fine textured-alkaline soils. Arid Land Res. Manag. 26:15-31(Dergilerin uluslararası veya ulusal kısaltmaları verilmelidir)

### **Kongre veya sempozyumdan,**

Gülser C, Ekberli İ, Candemir F, Demir Z, 2011. İşlenmiş bir toprakta penetrasyon direncinin konumsal değişimi. Prof.Dr.Nuri Munsuz Ulusal Toprak ve Su Sempozyumu, 244-249, 25-27 Mayıs, Ankara.

### **Tezden,**

Kızılkaya R, 1998. Samsun Azot Sanayi (TÜGSAŞ) ve Karadeniz Bakır İşletmeleri (KBİ) çevresindeki tarım topraklarında ağır metal birikiminin toprakların bazı biyolojik özellikleri üzerine etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.



**Kitaptan,**

Arshad MA, Lowery B, Grossman B, 1996. Physical tests for monitoring soil quality. In: Methods for Assessing Soil Quality (eds. Doran JW, Jones AJ), SSSA Special Publication vol. 49. Soil Sci. Soc. Am., Madison, USA, pp. 123-141.

**Elektronik materyalden**

Corwin DL, 2012. Delineating site-specific crop management units: Precision agriculture application in GIS. USDA-ARS, George E. Brown Salinity Laboratory. Available from URL: <http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc05/papers/pap1184.pdf>

**Şekil ve Çizelgeler**

Her bir şekil ve çizelge metin içerisinde atfedilmiş olmalı ve ardışık olarak numaralandırılmalıdır (Şekil 1, Şekil 2 veya Çizelge 1, Çizelge 2 gibi). Şekil ve Çizelgeler ilk sunumda metin içerisinde görülmemelidir, ancak metinden ayrı olarak şekiller bir sayfada, Çizelgeler ayrı bir sayfada sırasıyla verilmeli ve sayfaya dik gelecek şekilde düzenlenmelidir. Şekil başlıkları şeklin altında Çizelge başlıkları Çizelgenin üstünde yazılmalıdır. Başlıklar, şekil ve çizelgedeki her bir hücreyi açıklayıcı kısa ve öz şekilde sadece ilk sözcüğün ilk harfi büyük olarak yazılmalıdır. Şekil ve Çizelgelerde uygulamayı veya uygulama özelliğini ve ortalamalar arasındaki farklılıkları açıklamak için kullanılan kısaltmaların açıklaması mutlaka şekil ve Çizelge altında dipnot olarak verilmelidir.

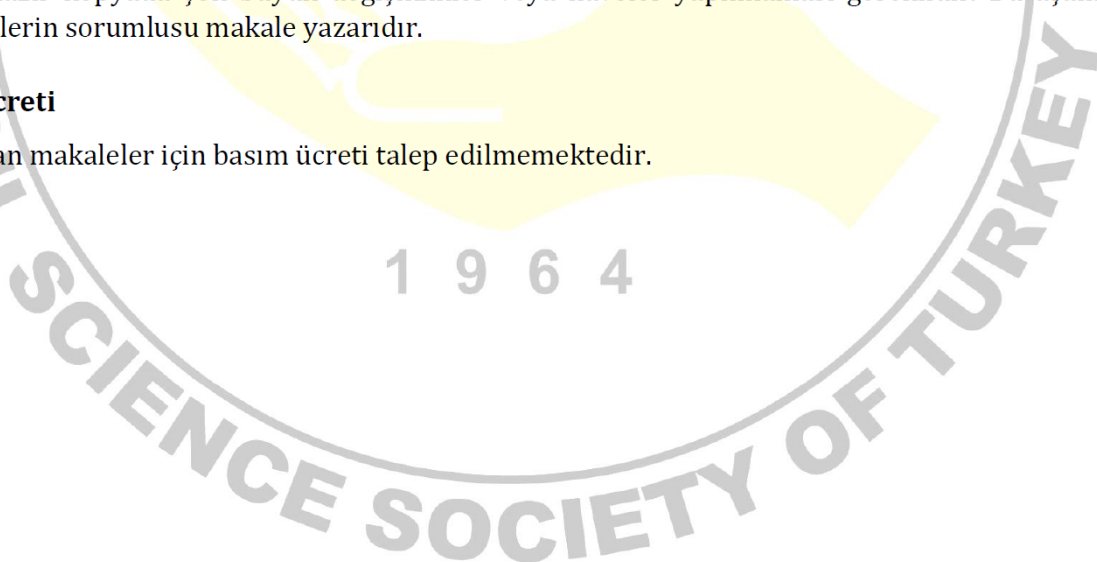
**Kabul Sonrası**

Yayın, basım için kabul edildikten sonra, makalenin basıma hazır hali (proof) sorumlu yazara e-posta ile gönderilir. Ya da derginin web sayfasında bulunan bağlantıyı kullanarak yazar kendi kullanıcı adı ve şifresi ile sistemden PDF dosyasını indirebilir. Yazar gerekli gördüğü düzeltmeleri liste halinde yazarak editöre bildirebilir. Düzeltmeler listelenirken sayfa ve satır numaraları işaret edilir. İlave olarak, basıma hazır kopyanın bir çıktısı alınır, üzerinde düzeltmeler yapılır ve e-posta ile gönderilebilir. Basıma hazır kopyada çok büyük değişiklikler veya ilaveler yapılmaması gereklidir. Bu aşamadaki düzeltmelerin sorumlusu makale yazarıdır.

**Basım Ücreti**

Yayınlanan makaleler için basım ücreti talep edilmemektedir.

1 9 6 4





# TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



## TELİF HAKKI DEVİR SÖZLEŞMESİ \*

Makale Başlığı :

Yazarlar ve tam isimleri :

Yayımdan sorumlu yazarın

Adı - Soyadı :

Adresi :

Telefon :

Cep Telefonu :

Faks :

E-posta:

Sunmuş olduğumuz makalenin yazar(lar)ı olarak ben/bizler aşağıdaki konuları taahhüt ederiz:

- Bu makale bizim tarafımızdan yapılmış özgün bir çalışmadır.
- Bütün yazarlar makalenin sorumluluğunu üstleniriz.
- Bu makale başka bir yerde yayınlanmamış ve yayınlanmak üzere herhangi bir yere yollanmamıştır.
- Bütün yazarlar gönderilen makaleyi görmüş ve sonuçlarını onaylamıştır.

Yukarıdaki konular dışında yazar(lar)ın aşağıdaki hakları ayrıca saklıdır:

- Telif hakkı dışındaki patent hakları yazarlara aittir.
- Yazar makalenin tümünü kitaplarında ve derslerinde, sözlü sunumlarında ve konferanslarında kullanabilir.
- Satış amaçlı olmayan kendi faaliyetleri için çoğaltma hakları vardır.

Bunun dışında, makalenin çoğaltılması, postalanması ve diğer yollardan dağıtılması, ancak bilim ve yayın kurulunun izni ile yapılabilir. Makalenin tümü veya bir kısmından atıf yapılarak yararlanılabilir.

Ben/Biz bu makalenin, etik kurallara uygun olduğunu ve belirtilen materyal ve yöntemler kullanıldığında herhangi bir zarara ve yaralanmaya neden olmayacağını bildiririz.

Makaleye ait tüm materyaller (kabul edilen veya reddedilen fotoğraflar, orijinal şekiller ve diğerleri), bilim ve yayın kurulunca bir yıl süreyle saklanacak ve daha sonra imha edilecektir.

Bu belge, tüm yazarlar adına sorumlu yazar tarafından imzalanmalı ve form üzerindeki imza, ıslak imza olmalıdır.

Sorumlu yazarın

Adı - Soyadı :

Tarih :

İmza:

\*Makalenin Editörler Kurulunca yayına kabul edilmemesi durumunda bu belge geçersizdir.