



2015

Cilt/Volume : 3

Sayı/Number : 2

eISSN : 2146 - 8141

www.toprak.org.tr

TOPRAK BİLİMİ VE BITKİ 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 Fiziği ve Mekanığı

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

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

EDİTORLER 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 ADİLOĞLU, Tekirdağ

Dr.Cengiz KAYA, Şanlıurfa

Dr.Ceyhan TARAKÇIOĞLU, Ordu

Dr.Füsun GÜLSEL, Van

Dr.Hikmet GÜNAL, Tokat

Dr.Huriye UYSAL, İzmir

Dr.Hüseyin DİKICI, 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 GEZGIN, 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 yayarlar.

e-ISSN: 2146-8141

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

Cilt : 3

Sayı : 2

Sayfa: 44 - 91

İÇİNDEKİLER

Çanakkale - Lapseki (Güney Marmara, Türkiye) karayolu kenar eğimlerindeki erozyonun belirlenmesi <i>Mehmet Parlak</i>	44
Ankara Üniversitesi Kalecik Araştırma ve Uygulama Çiftliği topraklarının verimlilik durumlarının incelenmesi <i>Muhittin Onur Akça, Ferhat Türkmen, Mehmet Burak Taşkin, Mahmut Reşat Soba, Hasan Sabri Öztürk</i>	54
Organik ve inorganik yapılı demir ve çinko bileşiklerinin elma ağaçlarında meyve kalitesine etkilerinin karşılaştırılması <i>Füsun Gülsen, İlhan Karaçal</i>	64
Biyoyakıt Bitkileri ve Teknolojisi <i>Ayhan Horuz, Ahmet Korkmaz, Güney Akınoğlu</i>	69
Kati ortam kültüründe hümik asitin artan NaCl stres şartlarında domates bitkisi yaprağında makro ve mikro element kapsamlarına etkisi <i>Ahmet Korkmaz, Arife Karagöl, Ayhan Horuz, Güney Akınoğlu</i>	82



TOPRAK BİLİMİ VE BITKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



Çanakkale - Lapseki (Güney Marmara, Türkiye) karayolu kenar eğimlerindeki erozyonun belirlenmesi

Mehmet Parlak *

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lapseki Meslek Yüksekokulu Lapseki, Çanakkale

Özet

Karayolları, ekosistem üzerinde olumsuz etkiler yapar. Bu olumsuz etkiler habitat kaybından gürültüye ve araçların gaz salımından toprak erozyonuna kadar çok değişik çeşitlerde kendini gösterebilir. Bu araştırma Çanakkale-Lapseki karayolu kenar eğimlerindeki yüzey akış ile erozyonu belirlemek ve yüzey akış ile erozyonu etkileyen faktörler (eğim, bitki örtüsü ve toprak özellikleri) arasındaki ilişkileri saptamak için yapılmıştır. Bu amaçla farklı eğimlere sahip vejetasyonsuz ve vejetasyonlu karayolu şeşlerinde toplamda 40 tane yağış simülasyonu yapılmıştır. Her yağış simülasyonunda yüzey akışın başlaması için geçen süre, ortalama yüzey akış, maksimum yüzey akış, yüzey akış katsayı, sediment konsantrasyonu, sediment piki ve toplam toprak kaybı belirlenmiştir. Karayolu şeşlerinden toprak örnekleri alınarak bu toprak örneklerinde bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Vejetasyonsuz karayolu şeşlerinde eğimin artmasıyla yüzey akış başlama süresi, yüzey akış, maksimum yüzey akış, yüzey akış katsayı ve toplam toprak kaybı değerleri istatistik birbirinden farklılık gösterirken vejetasyonlu şeşlerde ise eğimin artmasıyla sadece yüzey akış başlama süresi değerleri istatistik olarak birbirinden farklılık göstermiştir. Vejetasyonsuz şeşlerde yüzey akış ve eğim arasında; vejetasyonlu şeşlerde ise yüzey akış ve nem arasında pozitif korelasyon saptanmıştır. Vejetasyonsuz şeşlerde toprak kaybı ve eğim arasında pozitif; vejetasyonlu şeşlerde ise toprak kaybı ve eğim, toprak kaybı ve kıl arasında pozitif korelasyon; silt ve kum arasında negatif korelasyon saptanmıştır. Vejetasyonsuz ve vejetasyonlu karayolu şeşlerindeki çoklu regresyon sonuçları yüzey akışın sırasıyla 0.989 ve 0.963; toprak kaybının ise sırasıyla 0.998 ve 0.946 tahmin edilebileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Toprak kaybı, yüzey akış, karayolu şeş eğimi, toprak özellikleri, yapay yağmurlama

Determination of Erosion over Çanakkale-Lapseki (Southern Marmara, Turkey) highway slopes

Abstract

Highways have various negative impacts on ecosystems ranging from loss of habitat to soil erosion, from irritating noise to vehicle exhaust emissions. The present study was carried out to determine the amount of runoff and erosion over the side slopes of Çanakkale-Lapseki highway and to determine the relationships between the factors affecting runoff and erosion (slope, plant cover and soil characteristics). A total of 40 rainfall simulations were performed over vegetated and unvegetated highway slopes with different sloping angles. In each simulation, time to runoff, average runoff, maximum runoff, runoff coefficient, sediment concentration, sediment peak, and total soil loss were measured. Soil samples were taken from the highway road slopes and physical and chemical analyses were performed over them. While significant differences were observed in time to runoff start, runoff, maximum runoff, runoff coefficient and total soil loss values of unvegetated slopes with increasing sloping angles, significant differences were observed only in time to runoff start values of vegetated slopes with increasing angles. Positive correlations were observed between runoff and slope angles of unvegetated slopes and between runoff and moisture content of vegetated slopes. Positive correlations were also observed between soil loss and slope angle of unvegetated slopes; between soil loss and slope angle, between soil loss and clay content of vegetated slopes; negative correlations were observed between silt and sand contents of vegetated slopes. Multiple regression results on vegetated and unvegetated slopes revealed that runoff can respectively be estimated as 0.989 and 0.963; soil loss respectively as 0.998 and 0.946.

Keywords: Soil loss, runoff, highway side slopes, soil properties, rainfall simulation.

© 2015 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

* Sorumlu yazar:

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lapseki Meslek Yüksekokulu Lapseki, Çanakkale

Tel.: 0(286) 522 61 04

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: mehmetparlak06@hotmail.com

Giriş

Karayolları uygarlığın kritik bir bileşenidir. Karayolları olmaksızın ekonomik canlılığın geliştirilmesi ve sürdürülmesi çok zordur. Karayollarının doğal çevre ve sosyal yapı üzerinde çeşitli olumsuz etkileri olabilmektedir. Karayollarının toprak erozyonu, heyelanlar, yüzey ve yer altı sularında kalite değişimleri, hava kirliliği ve bundan kaynaklanan diğer ortam kirlilikleri doğal çevre üzerindeki etkilerden bir kısmıdır. Karayolu çevreyi ve insan aktivitesini değiştirdiğinden sosyal yapı, yerleşim ve üretim biçimleri üzerinde olumlu ve olumsuz etkiler ortaya çıkarabilmektedir ([Eker ve ark. 2010; Ertekin ve Çorbacı 2010; İyinam ve ark. 1999](#)).

Karayolları bitki ve hayvan populasyon dinamiklerini değiştirecek, peyzajdaki materyalin akışını düzenleyerek, su, ışık, bitki besin maddeleri gibi yarayışlı kaynakların düzeyini değiştirecek hem biyotik hem de abiyotik bileşenleri etkiler ([Bakır ve ark. 2012](#)). Yapımı devam etmekte olan çiplak ve dik eğimli karayolu şevleri doğrudan yağışa maruz kalırlar ve sonuçta böyle yerlerde daha fazla su erozyonu görülür. Karayolu şevlerindeki sediment hacmi sediment teminine ve taşıma kapasitesine bağlıdır. Sediment verimi; karayolu şevlerinin geometrisine, eğimine, uzunluğuna, genişliğine, yüzey özelliklerine, toprak özelliklerine, vejetatif örtüye ve karayolu şevlerinin bakımına göre değişir ([Forman ve Alexander, 1998](#)). [Xu ve ark. \(2009\)](#) Tuotuo Nehri yakınındaki Qinghai-Tibet karayolu boyunca doğal yüzey akış parcellerinde yaptıkları araştırmada, eğim uzunluğu arttıkça sediment konsantrasyonu ve toprak kaybının azaldığını bildirmiştir. [Bochet ve Garcia-Fayos \(2004\)](#) Valencia'da (İspanya) karayolu şevlerinde yaptıkları araştırmada eğim açısı, eğim tipi ve bakının vejetasyona, toprak özelliklerine ve su erozyonuna etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre eğim tipi ve bakı bazı toprak özelliklerini etkilemiştir. Karayolu kenarlarındaki vejetasyon; eğim açısı, eğim tipi ve bakı tarafından etkilenmiştir. Parmak erozyonu, oyuntu erozyonu ve toprak kaymalarının karayolu dolgularına göre karayolu yarmalarında daha fazla olduğu belirtilmiştir. Farklı ülkelerde karayolu kenar eğimlerinde yapılan araştırmalar, karayolu şevlerinde toprak erozyonunun yüksek olduğunu göstermiştir ([Cerda, 2007; Riley 1990; Zhang ve ark. 2009](#)). [Bakır ve ark. \(2012\)](#) eğim ve çiplak toprağın etkisi nedeniyle yol kenarlarındaki toprak kayıplarının farklı arazi kullanımlarındaki toprak kayıplarına göre çok fazla olduğunu bildirmiştir.

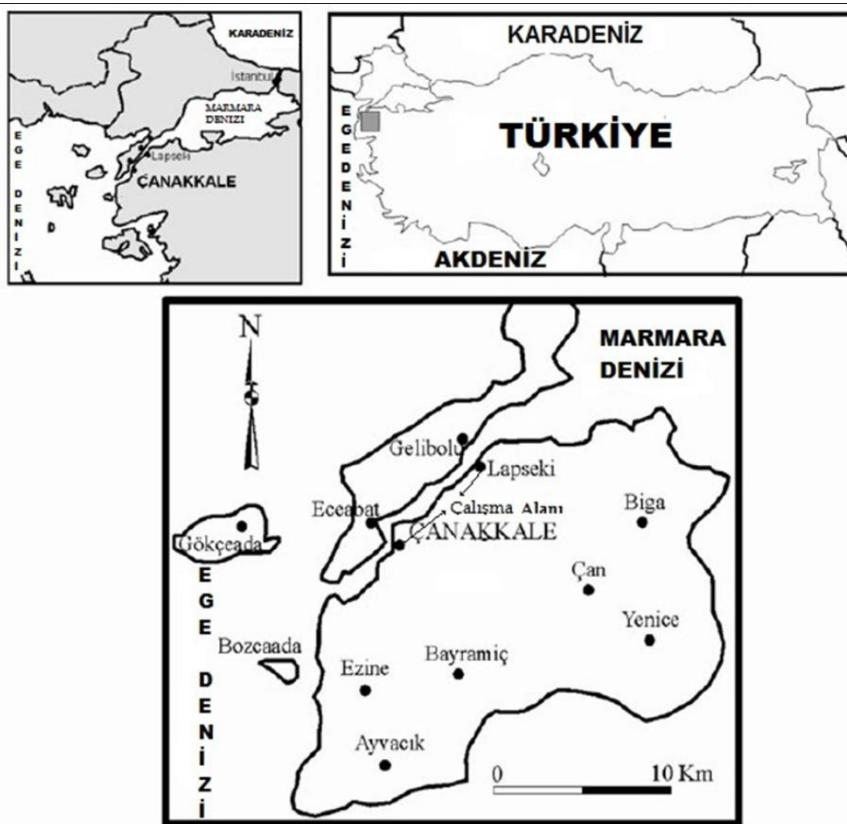
Ulaşım sektörü ülkelerin ekonomik göstergelerinde ve uluslararası sosyal kültürel aktivitelerinde büyük ağırlığı olan bir sektördür. Bu nedenle, karayolu projeleri günümüzde ulaşım sektöründe en fazla payı kapsar durumdadır. Türkiye'de karayolu trafiğinin yük ve yolcu taşıma payının çok büyük olması dikkat çekicidir. Avrupa Birliği ülkelerinde karayollarının yük taşıma payı %45, yolcu taşıma payı %79 olmasına karşılık, ülkemizde yük taşıma payı %90, yolcu taşıma payı ise %97 civarındadır. Karayollarımızın ve ulaşım standartlarımızın Avrupa Birliği standartlarının çok altında ve yetersiz oluşu da dikkate alındığında konu ve sorunun önemi daha çok anlaşılmaktadır. Türkiye'de 2012 yılı itibarıyla toplam karayolu uzunluğu 65 049 km'dir. Otoyol uzunluğu 2 119 km (%3.25), devlet yolu uzunluğu 31 372 km (%48.23) ve il yolu uzunluğu da 31 558 km (%48.52)'dir ([Şengün ve Engin, 2012](#)).

Ülkemizde yapay yağmurlayıcı kullanarak karayolu kenar şevlerinde erozyonla ilgili yapılmış bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Bu araştırma farklı eğime sahip olan vejetasyonsuz ve vejetasyonlu karayolu kenar şevlerindeki yüzey akış ve erozyon ile şevlerdeki erozyonu etkileyen faktörler (bitki örtüsü, eğim, toprak özellikleri) arasındaki ilişkileri saptamak için yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Çanakkale- Lapseki karayolu kenarlarındaki eğimli şevlerde yapılmıştır. 35 km'lik yol boyunca doğu yönünde 10 farklı karayolu şev eğimi (5 tanesi vejetasyonsuz alan ve 5 tanesi ise vejetasyonlu alan) seçilmiştir ([Şekil 1](#)).

Lapseki, Marmara Bölgesinin Güney Marmara bölümünde yer almaktadır. Doğusunda Biga ilçesi, kuzeyinde Çan ilçesi, batısında Çanakkale ili, güneyinde ise Çanakkale Boğazı ile çevrilmiştir. Boğazın karşı kıyısında Gelibolu ilçesi bulunmaktadır. Lapseki ilçe arazileri çeşitli vadilerle yarılmış çokça tepelik alanlardan oluşmuştur. Jeolojik yapı genellikle denizel ve volkanik kökenli olup alüviyal arazi miktarı oldukça azdır. Gnays, sistler, kuvarsit, mermer ve yarı kristalize kireç taşları ve konglomeralar Lapseki bölgesindeki başlıca metamorfik kayaçlardır. Bunun yanında andezit, riyolit, spilit, bazalt ve volkan tüfleri ve aglomeralar da magmatik kayaçlar olarak yer almaktadır ([Ekinci ve Yiğini, 2007](#)).



Şekil 1. Çalışma alanının yeri

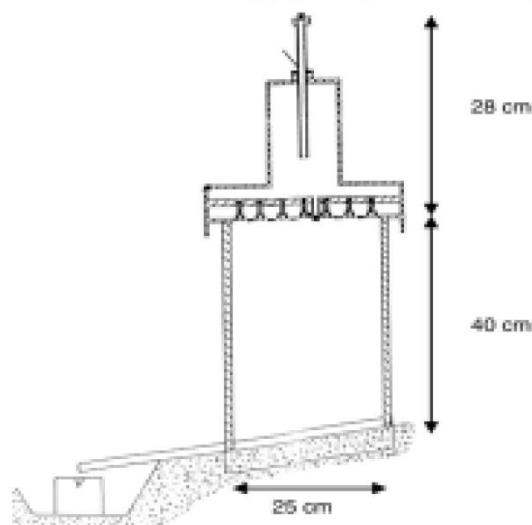
Genel olarak, Türkiye'nin batı ve güney bölgelerinde, subtropikal karaların batı bölgelerinde oluşan, yazları sıcak ve kurak, kışları ilk ve yağlı büyük Akdeniz iklimi egemendir. Coğrafi olarak gerçek mevsimsel Akdeniz iklimi ile nemli-ilman Karadeniz iklimi arasında bir geçiş özelliği taşıyan Çanakkale yörensinin iklimi, geleneksel sınıflandırma sistemine göre "yarı nemli Marmara geçiş iklimine" girer ([Türkeş ve ark. 2011](#)). Uzun yıllar (1982-2011) meteorolojik gözlemlere göre Çanakkale'de yıllık ortalama sıcaklık 14.9°C , maksimum sıcaklık 38.8°C , minimum sıcaklık 3.3°C olarak ölçülmüştür. Çanakkale'de uzun dönem yıllık ortalama yağış 615.8 mm 'dir. Yapay yağmurlama denemelerinin yapıldığı Mart 2012'de toplamda 25.4 mm yağmur yağımıştır ([Anonim, 2012](#)). Çanakkale-Lapseki karayolu şev eğimlerindeki ana materyal denizel çökeltilerden, vejetasyon ise otsu türlerden oluşmaktadır. Şev eğimlerindeki vejetatif örtü (%) $1\text{mx}1\text{m}$ quadrat çerçeveler kullanılarak belirlenmiştir. Vejetasyon olmayan karayolu kenar eğimlerinde yüzey erozyonu, parmak erozyonu, oyuntu erozyonu ve toprak kaymaları görülmektedir (Şekil 2). Araştırma yapılan vejetasyonlu şev eğimleri %4-20, vejetasyonsuz olanlarda ise eğim %8-25 arasında değişmektedir.

Yapay yağmurlama; özellikle yağışın yersel ve zamansal olarak değiştiği alanlarda doğal yağışla yapılan araştırmalara göre daha hızlı, daha etkili, daha kontrollü ve daha uygulanabilir olması nedeniyle seçilmiştir ([Meyer, 1994](#)). Eijkenkamp (Hollanda) firmasından satın alınan mini yağmurlayıcı (Eijkenkamp marka, ürün kodu 09.06) toprak erozyon çalışmaları için tasarlanmış ve standardize edilmiştir ([Kamphorst, 1987](#)). Her farklı eğime sahip karayolu şevinde 4 yapay yağmurlama olmak üzere toplamda $4\times10=40$ yağmurlama (5 eğimx4 tekerrür=20 tanesi vejetasyonsuz şevlerde, 5 eğimx4 tekerrür=20 tanesi ise vejetasyonlu şevlerde) yapılmıştır. Mini yağmurlayıcının yüzey akış parseli 0.0625 m^2 alan kaplamakta ve yüzey akışın dışarıya gitmesini önlemek için metal çerçeveyle çevrelenmiştir. Yağmur damlları toprak yüzeyine 0.4 m yükseklikten düşmektedir (Şekil 3). Yağış intensitesi 1.2 mm dak^{-1} 'a ayarlanmıştır. Yağışın kinetik enerjisi $0.78 \text{ J m}^{-2} \text{ mm}^{-1}$ 'dir ([Kamphorst, 1987](#)). Araştırmada kullanılan yağış intensitesi Çanakkale'nin 5 yıllık yağış periyoduna karşılık gelmektedir. Her bir yağmurlama 6 dakika süreyle yapılmıştır. Yüzey akış ve sediment örnekleri her 60 saniyede bir toplanmıştır. Yapay yağmurlama sırasında yüzey akış örnekleri plastik kovalarda toplanmıştır. Bu örnekler daha sonra sediment konsantrasyonunu belirlemek için 105°C de kurutulmuştur. Her parselde yüzey akışının başlaması için gerekli zaman, ortalama yüzey akış, maksimum yüzey akış oranı, yüzey akış katsayısi, sediment konsantrasyonu, maksimum sediment konsantrasyonu ve toplam toprak kaybı birçok literatürde belirlendiği şekilde belirlenmiştir ([Geren ve Yönter 2007; Cerdá ve ark. 2009; Özaslan Parlak ve ark. 2015](#)).



Şekil 2. Çanakkale-Lapseki karayolu kenar şevlerinde görülen erozyon tipleri a) Yüzey ve parmak erozyonu b) Kanalda erozyon sonucu sediment birikimi c) Oyunlu erozyonu d) Parmak erozyonu

Toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek için 0-10 cm derinlikten yüzey örnekleri (5 tane vejetasyon olmayan alandan 5 tane ise vejetasyonlu alandan) alınmıştır. Toprak örnekleri havada kurutulmuş ve 2 mm'lik elekten geçirilmiştir. Tane büyüğlüğü dağılımı Bouyoucos hidrometre metoduyla (Gee ve Bauder, 1986), pH ve elektriksel iletkenlik (EC) McLean (1982) ve Rhoades (1982) tarafından önerilen yöntemlerle, toprak organik maddesi Smith-Weldon metoduyla (Nelson ve Sommers, 1982) yapılmıştır. Toprağın kireç içeriği Nelson (1982) tarafından tanımlandığı şekilde "Scheibler kalsimetresi" kullanılarak yapılmıştır. Hacim ağırlığı Blake ve Hartge (1986)'nın bildirdiği şekilde belirlenmiştir.



Şekil 3. Mini yağmurlayıcının şeması ve boyutları

İstatistiksel Değerlendirme

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Verilerin istatistiksel analizlerinde Minitab 16 paket programı kullanılmıştır. Veri grupları arasındaki farkın önemli olup olmadığı 2 farklı koşulda t testi, 5 farklı koşulda ise tek yönlü varyans analiziyle (one way ANOVA) belirlenmiştir. Farkın önemli olması durumunda farklı çıkan gruplar Duncan testi ile saptanmıştır. Özellikle arası ilişkileri belirlemek amacıyla korelasyon (Pearson) ve çoklu regresyon analizleri yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çalışma alanındaki toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1' de verilmiştir. Vejetasyonsuz ve vejetasyonlu şevlerde toprakların kıl, kum, hacim ağırlığı, nem, pH, elektriksel iletkenlik (EC), kireç (CaCO_3) ve organik madde kapsamları istatistiksel olarak önemsiz çıkarken, silt içerikleri istatistiksel olarak önemli çıkmıştır (Çizelge 1). 0-10 cm den alınan toprak örneklerinde nem gravimetrik yöntemle yapılmış ve vejetasyonlu eğimlerde %33.48, vejetasyonsuz eğimlerde ise %24.21 olarak belirlenmiştir. Toprak bünyesi vejetasyonsuz alanlarda killi ve siltli kıl iken vejetasyonlu alanlarda kıl olarak saptanmıştır. Vejetasyon olmayan ve olan şevlerdeki siltin birbirinden farklılık göstermesinin nedeni erozyon olabilir. Erozyon vejetasyonun kaybolması, üst toprağın tahrip olması veya sıkışması, dik eğimlerin oluşmasıyla hızlanabilen doğal bir süreçtir (Hyman ve Vary, 1999).

Çizelge 1. Toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri (Ortalama±standart sapma)*

Toprak özellikleri	Vejetasyonsuz alan	Vejetasyonlu alan	p
Kıl (%)	47.37±5.63	54.09±8.83	0.936
Silt (%)	39.95±3.95 a	32.60±5.40 b	0.040*
Kum (%)	12.68±9.34	13.31±3.86	0.257
Hacim ağırlığı (g cm^{-3})	1.22±0.19	1.13±0.11	0.426
Nem (%)	24.21±8.04	33.48±8.56	0.115
pH (1:2.5)	7.34±0.39	7.44±0.31	0.652
EC (1:2.5) (dS m^{-1})	0.31±0.06	0.32±0.03	0.874
CaCO_3 (%)	8.62±1.65	8.82±1.25	0.838
Organik madde (%)	1.13±0.36	1.38±0.25	0.238

*Satırlarda farklı küçük harflerle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistik olarak 0.05 seviyesinde önemlidir.

Vejetasyonsuz şevlerde yüzey akışın başlaması için gerekli zaman 80.63 s iken vejetasyonlu şevlerde ise bu parametre 116.7 s olarak saptanmıştır (Çizelge 2). Vejetasyon olmayan eğimlerde yüzey akış (ml s^{-1}), maksimum yüzey akış (ml s^{-1}) ve yüzey akış (%) parametreleri sırasıyla 2.1, 3.06 ve 13 bulunmuşken vejetasyonlu eğimlerde bu parametreler sırasıyla 1.29, 1.71 ve 8.27 olarak bulunmuştur. Vejetasyonsuz alanlarda sediment konsantrasyonu (g l^{-1}) ve sediment piki (g l^{-1}) ortalama değerleri sırasıyla 115.03, 164.6 iken vejetasyonlu alanlarda bu değerler 16.94 ve 29.27 olarak saptanmıştır. Yürüttülen bu çalışmada vejetasyonsuz karayolu şev eğimlerindeki toprak kaybı vejetasyonlu olanlara göre 14 kat daha fazla bulunmuştur (vejetasyonsuz şevlerde toprak kaybı 1398 g m^{-2} iken vejetasyonlu şevlerde 98 g m^{-2} dir). Bu bulgular, bitki örtüsünün erozyon nedeniyle oluşan sediment kaybını azalttığını belirten araştırmacıların (Geren ve Yönter 2007; Garcia-Estringana ve ark. 2010; Huang ve ark. 2013; Osterkamp ve ark. 2012) sonuçlarıyla uyum içerisindeidir. Yüksek erozyon oranları sediment, bitki besin maddesi, tohum, fide, bitki organları ve hatta tüm bitki kayıplarına neden olur ki bu kayıpların yıllar sonra bile doğal olarak yerine gelmesi çok zaman almaktadır (Cerda ve Garcia-Fayos, 2002; Dongli ve ark. 2013; Engelbrect ve ark. 2014; Jiao ve ark. 2011; Wang ve ark. 2013).

Çizelge 2. Vejetasyonsuz ve vejetasyonlu karayolu şevlerindeki yüzey akış, sediment ve toplam toprak kaybı değerleri (Ortalama±standart sapma)*

	Vejetasyonsuz şev	Vejetasyonlu şev	p
Yüzey akış başlama süresi(sn)	80.6±28.3 b	116.7±35.7 a	0.020*
Yüzey akış (ml sn^{-1})	2.09±0.46 a	1.29±0.46 b	0.017*
Maksimum yüzey akış(ml sn^{-1})	3.06±0.30 a	1.7±0.32 b	0.002*
Yüzey akış katsayısı(%)	13±2.8 a	8.27±2.76 b	0.019*
Sediment konsantrasyonu (g l^{-1})	115.03±16.63 a	16.94±5.36 b	0.000*
Sediment piki (g l^{-1})	164.6±29.6 a	29.3±7.4 b	0.000*
Toplam toprak kaybı (g m^{-2})	1398±237 a	98±20 b	0.000*

*Satırlarda farklı küçük harflerle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistik olarak 0.05 seviyesinde önemlidir.

Vejetasyonlu karayolu şevlerinde bitki örtüsü yüzdesinin ortalama (minimum-maksimum) değerleri 61.75 (10-99) olarak belirlenmiştir. Vejetasyonun erozyonu kontrol etmedeki etkisi bilinmemektedir. Gyssels ve ark. (2005) yarı kurak koşullarda etkili erozyon kontrolünün sağlanabilmesi için bitki örtüsünün % 50' yi geçmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Wang ve ark. (2012) Çin'in Fujian ilindeki büyük ölçekli yapım projelerinin yüzey akış ve sediment taşımına etkisini incelemiştir. Doğal vejetatif örtünün kontolle (çiplak) karşılaşıldığında yüzey akışı 36 kez, erozyonu ise 7457 kez azalttığı belirtilmiştir. Araştırmacılar 6 yıllık sürede (1999-2004) 1.76×10^7 ton üst toprağın kaybolduğunu ve $3.04 \times 10^8 \text{ m}^3$ yüzey akışının oluştuğunu tahmin etmişlerdir.

Çizelge 3 incelendiğinde, vejetasyonsuz alanlarda eğimin artmasıyla yüzey akış başlama süresi, yüzey akış maksimum yüzey akış, yüzey akış katsayıları ve toplam toprak kaybı değerlerinin (sırasıyla P değerleri 0.000, 0.003, 0.048, 0.012 ve 0.032) istatistiksel olarak önemli çıktıgı, sediment konsantrasyonu ve sediment pikinin ise istatistiksel bakımdan önemsiz (sırasıyla P değerleri 0.155 ve 0.123) olduğu anlaşılmaktadır. Vejetasyonlu alanlarda eğimin artmasıyla sadece yüzey akış başlama süresi istatistiksel olarak önemli çıkarken diğer parametreler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır (Çizelge 3). Bu sonuçlar eğimin yüzey akış ve toprak kaybına etkisinin önemini olduğunu belirten Kateb ve ark. (2013)'ın sonuçlarıyla uyum içerisindeidir.

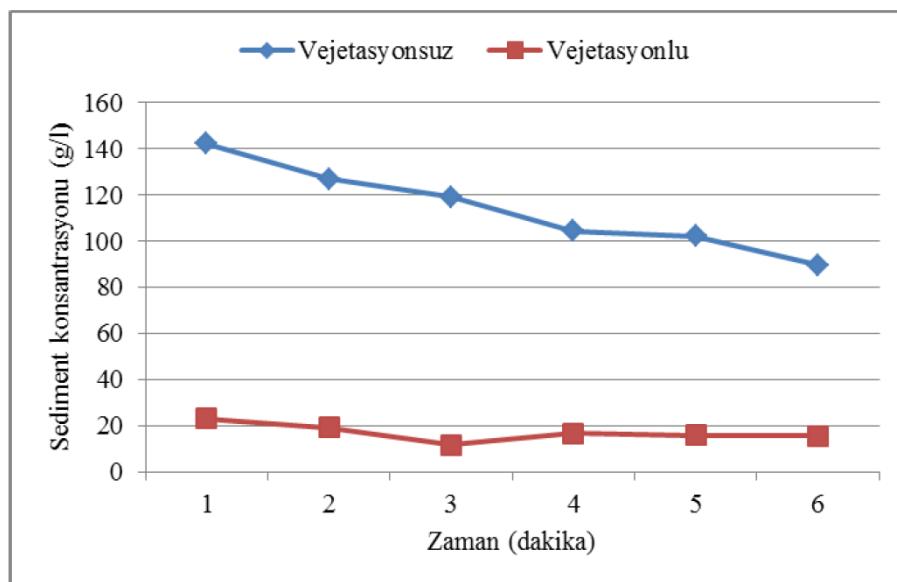
Çizelge 3. Vejetasyonsuz ve vejetasyonlu alanlarda eğimin yüzey akış, sediment ve toplam toprak kaybına etkisi*

	Vejetasyonsuz					
	Eğim(%)					
	8	13	16	20	25	p
Yüzey akış başlama süresi (sn)	177.50±28.56 a	82.50±10.41 b	51±10.54 b	38.50±13.92 b	53.50±12.14 b	0.000
Yüzey akış (ml sn^{-1})	1.25±0.18 c	2.01±0.20 b	2.04±0.35 b	2.32±0.42 ab	2.85±0.23 a	0.003
Maksimum yüzey akış (ml sn^{-1})	2.32±0.32 b	3.13±0.46 ab	2.74±0.59 b	3.24±0.58 ab	3.90±0.23 a	0.048
Yüzey akış katsayısı (%)	8.06±1.46 b	12.85±1.94 a	13.05±3.55 a	14.80±2.99 a	16.22±1.56 a	0.012
Sediment konsantrasyonu (g l^{-1})	83.67±21.96	96.54±27.45	129.24±8.44	129.95±28.52	135.72±30.18	0.155
Sediment piki (g l^{-1})	116.8±20.94	134.32±45.33	183.51±22.56	215.01±59.94	173.51±29.94	0.123
Toplam toprak kaybı (g m^{-2})	651.4±193.5 c	1132.7±244.6 bc	1425.4±195.1 abc	1626±324.8 ab	2154.8±402.9 b	0.032
Vejetasyonlu						
	Eğim(%)					
	4	6	8	10	20	p
Yüzey akış başlama süresi (sn)	224.25±58.26 a	86±23.11 bc	23±4.39 c	152±19.57 ab	98±19.36 bc	0.002
Yüzey akış (ml sn^{-1})	0.95±0.38	0.85±0.31	2.44±0.58	1.13±0.31	1.09±0.25	0.194
Maksimum yüzey akış (ml sn^{-1})	1.1±0.46	1.12±0.37	2.93±0.89	1.61±0.38	1.75±0.58	0.290
Yüzey akış katsayısı (%)	6.08±2.73	5.4±1.27	15.57±4.1	7.27±3.43	7.02±2.54	0.193
Sediment konsantrasyonu (g l^{-1})	10.25±3.77	11.9±4.29	7.63±1.62	32.11±15.33	22.80±8.65	0.301
Sediment piki (g l^{-1})	23.13±6.28	19.82±5.78	11.92±4.11	52.83±16.17	38.64±12.46	0.185
Toplam toprak kaybı (g m^{-2})	54.38±10.05	59.1±12.57	92.87±33.8	132.94±30.86	150.47±31.4	0.493

*Satırlarda farklı küçük harflerle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistik olarak 0.05 seviyesinde önemlidir.

Şekil 4 vejetasyonsuz ve vejetasyonlu kenar eğimlerinde yüzey akışındaki sediment konsantrasyonunun değişimini göstermektedir. Yağışın başlangıcında özellikle vejetasyonsuz alanlarda sediment konsantrasyonu yüksektir. Vejetasyonsuz alanlarda sediment konsantrasyonu daha sonra zamanla azalmıştır (1. dakikada 142.2 g l^{-1} iken 6. dakikada 89.74 g l^{-1} 'e düşmüştür). Vejetasyonlu alanlarda ise sediment konsantrasyonu vejetasyonsuz olanlara benzer şekilde zamanla (1. dakikada 23.2 g l^{-1} iken 6.

dakikada 15.63 g l^{-1}) azalmıştır. Bu sonuçlar Akdeniz'deki bağ alanlarında yüzey akıştaki sediment konsantrasyonunun zamanla azaldığını belirten Arnaez ve ark. (2007)'ın sonuçlarıyla uyum içerisindeidir. Merada yüzey akıştaki sediment konsantrasyonunun zamanla sürekli olarak arttığını bildiren Wainwright ve ark. (2000)'nın sonuçlarıyla bu araştırmadaki sonuçlar uyumsuzluk göstermektedir. Jordan-Lopez ve ark. (2009) orman yollarının farklı kesimlerinde yüzey akıştaki sediment konsantrasyonunun yağışın başlangıcında doğrusal olarak arttığını daha sonra düzenli olarak azaldığını bildirmiştir. Sediment konsantrasyonuyla ilgili çelişkili sonuçlar; çalışmalar arasındaki toprak tekstürü, parsel büyülüğu, yağış intensitesi ve vejetasyondaki farklılıklardan kaynaklanmış olabilir.



Şekil 4. Vejetasyonsuz ve vejetasyonlu kenar eğimlerinde yüzey akıştaki sediment konsantrasyonunun değişimi.

Çizelge 4 yüzey akış ve toprak kaybıyla eğim şevlerinin özelliklerini arasındaki korelasyonu göstermektedir. Çizelge 4 incelendiğinde vejetasyonsuz karayolu şevlerinde yüzey akış ve eğim (0.975) arasında %5 seviyesinde pozitif bir ilişki, vejetasyonlu şevlerde yüzey akış ve nem (0.942) arasında %5 seviyesinde pozitif bir ilişki bulunmuştur. Toprakta mevcut olan nem, toprak yüzeyindeki strütürün tahrif edilmesi ve ardından kabuk oluşmasında agregat parçalanmasına neden olan kuvvetlerin büyüklüğünü belirler. Bazı araştırmacılar toprak neminin erozyonun artmasında etkili bir faktör olduğunu belirtmişlerdir (Römkens ve ark. 2001; Truman ve ark. 2011; Wei ve ark. 2007). Vejetasyonsuz karayolu şevlerinde toprak kaybı ve eğim (0.995) arasında %5 seviyesinde pozitif bir ilişki, vejetasyonlu karayolu şevlerinde ise toprak kaybı ile eğim (0.910), kil (0.972), silt (-0.883), kum (-0.987) arasında %5 düzeyinde ilişkiler belirlenmiştir. Dong ve ark. (2012) karayolu yapımından çıkan depo malzemelerinde yaptıkları yapay yağmurlama çalışmaları sonucunda; toprak kaybı ve eğim arasında pozitif bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Eğim dikliğinin toprak kaybına etkisi karmaşıktır (Ziadat ve Taimeh, 2013). Toprak kaybı genellikle eğim dikişteşikçe artar. Quansah (1981), eğim yüzdesinin koparılan ve taşınan toprak miktarındaki değişimin %90'ını açıkladığını bildirmiştir. Fakat eğimin toprak kaybına etkisi, toprak özellikleri ve yüzey koşulları arasındaki etkileşimden de etkilenir (Mah, 1992). Mohammadkhan ve ark. (2011) hava fotoğrafları ve coğrafi bilgi sistemleri teknolojisini kullanarak Latian havzasında (İran) yaptıkları araştırmada; eğim ve ana materyalin yol kenarlarındaki erozyonu etkileyen unsurlar olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada bulunan eğim ve toprak kaybı arasındaki ilişki Quansah (1981) ve Dong ve ark. (2012)'nın sonuçlarıyla uyum içerisindeidir. Abdinejad ve ark. (2011) eğim yüzdesi ve silt kapsamının sediment verimiyle önemli düzeyde korelasyon katsayısi (sırasıyla 0.689 ve -0.233) gösterdiğini saptamışlardır. Xu ve ark. (2009), Çin'deki Qinghai-Tibet karayolunun eğimli alanlarında yaptığı arazi çalışmasına dayanarak sediment veriminin (kg km^{-2}) logaritması ile yüzey akış derinliğinin (mm) logaritması arasında pozitif doğrusal ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Kavian ve ark. (2014) basit bir yapay yağış aleti kullanarak vejetasyonsuz alanlarda yaptıkları araştırmada yüzey akışın toprak nemi, hacim ağırlığı, silt ve kil ile pozitif korelasyonlu; organik karbon, toplam azot ve kum ile negatif korelasyonlu olduğunu bildirmiştir. Toprakların silt içerikleri kaymak tabakasına duyarlılığı artırır, böylece yüzey akış fazlalaşır ve erozyon artar (Mills ve Fey, 2004). Parsakhoo ve ark. (2014) yağmurlayıcı kullanarak orman yollarının farklı kısımlarında yaptıkları

arastırmada silt ve kil kapsamının yüksek olduğu topraklarda yüzey akış ve toprak kaybını daha fazla bulmuşlardır.

Çizelge 4. Yüzey akış ve toprak kaybıyla bağımsız değişkenler arasındaki korelasyon katsayıları

	Değişken	Vejetasyonsuz		Vejetasyonlu	
		R	p	R	p
Yüzey akış	Eğim	0.975	0.005*	0.023	0.971
	Bitki örtüsü	-0.208	0.737	-0.620	0.265
	Kil	0.001	0.999	-0.026	0.967
	Silt	0.623	0.262	0.205	0.741
	Kum	-0.287	0.640	-0.229	0.711
	Nem	0.471	0.423	0.942	0.017*
Toprak kaybı	Eğim	0.995	0.000*	0.910	0.032*
	Bitki örtüsü	-0.155	0.803	0.195	0.754
	Kil	-0.172	0.782	0.972	0.006*
	Silt	0.739	0.154	-0.883	0.047*
	Kum	-0.195	0.753	-0.987	0.002*
	Nem	0.317	0.604	0.070	0.911

*: 0.05 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 5 karayolu şevelerdeki yüzey akış ve toplam toprak kaybını tahmin etmede kullanılan eşitlikleri göstermektedir. Vejetasyonsuz şevelerde yüzey akışındaki değişimin %98.9'u ve vejetasyonlu şevelerde ise değişimin %96.3'ü toprağın silt içeriği, nem içeriği, bitki örtüsü yüzdesi ve eğimle açıklanabilir. Vejetasyonsuz şevelerde toplam toprak kaybının %99.8'i, vejetasyonlu şevelerde ise %94.6'sı toprağın kil, silt, kum kapsamı ve şevin eğimiyle açıklanabilir. [Ziadat ve Taimeh \(2013\)](#) yüzey akışındaki değişimin %89'unun, toprak kaybindaki değişimin %66'sının yağış intensitesi, eğim ve toprak kaybıyla açıklanabildiğini bildirmiştirlerdir.

Çizelge 5. Vejetasyonsuz ve vejetasyonlu karayolu şevelerde bazı erozyon parametrelerini tahmin etmek için hesaplanmış eşitlikler

Karayolu sevi	Erozyon parametresi	Hesaplanan eşitlikler ^a	R ²
Vejetasyonsuz	Yüzey akış (ml sn^{-1})	2.43-0.0458Si-0.0365B.Ö+0.107E-0.0014N	0.989
	Toplam toprak kaybı (g m^{-2})	-6422+66.7C+71.5Si+37.2Sa+74.7E	0.998
Vejetasyonlu	Yüzey akış (ml sn^{-1})	190-2.63Si-1.21B.Ö-1.51E-0.44N	0.963
	Toplam toprak kaybı (g m^{-2})	-232532+2328C+2329Si+2313Sa-2.12E	0.946

^aSi, silt(%); B.Ö, bitki örtüsü(%); E, eğim(%); N, toprağın nem içeriği(%); C, kil(%); Sa, kum(%); tüm eşitlikler 0.05 düzeyinde önemlidir.

Sonuç

Karayolu kenar eğimlerinde vejetasyonlu alanlara göre vejetasyonsuz alanlardaki erozyon çok daha fazla saptanmıştır. Vejetasyonsuz alanlarda yüzey akış ve sediment konsantrasyonu vejetasyonlu olanlara göre 1.6 ve 7 kat daha fazla saptanmıştır. Vejetasyonsuz şevelerdeki toplam toprak kaybı 1398.06 g m^{-2} iken vejetasyonlu şevelerde 97.95 g m^{-2} olarak bulunmuştur.

Vejetasyonsuz şevelerde eğimin artmasıyla yüzey akış ve toprak kaybında artma görülmüştür. Vejetasyonsuz karayolu şevelerde %8 eğimdekine göre %25 eğimde yüzey akış ve toprak kaybı sırasıyla 2.3 ve 3.3 kat daha fazla saptanmıştır. Vejetasyonsuz karayolu şevelerde eğimin artışı sadece yüzey akış başlangıç süresini istatistik olarak önemli düzeyde etkilemişken yüzey akış, maksimum yüzey akış, yüzey akış katsayısı, sediment konsantrasyonu, sediment piki ve toplam toprak kaybı değerlerini istatistik olarak önemli düzeyde etkilememiştir.

Vejetasyonsuz karayolu şevelerde yüzey akış ve eğim(0.975) arasında pozitif korelasyon, toprak kaybı ile eğim arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Vejetasyonlu şevelerde yüzey akış ve nem(0.942) arasında pozitif korelasyon; toprak kaybı ve eğim (0.995) arasında pozitif korelasyon; vejetasyonsuz şevelerde toprak kaybı ile eğim(0.910), ve kil (0.972) arasında pozitif korelasyon; toprak kaybı ile silt (-0.883) ve kum (-0.987) arasında negatif korelasyon saptanmıştır.

Vejetasyonlu olanlara göre vejetasyonsuz karayolu şevelerde eğimin etkisiyle fazla miktarda toprak kaybolur ve arazi bozulma süreci hızlanır. Karayolları şevelindeki arazi bozulma sürecini azaltmak için erozyon uygun metodlarla önlenmelidir. Çanakkale-Lapseki karayolu şevelindeki toprak kaymalarını

önlemek için genellikle betondan istinat duvarları yapılmıştır. Fakat genellikle istinat duvarları erozyonu tam olarak önleyememiştir. Karayolu kenar eğimlerindeki erozyonu önlemek için kökleri derine inen ağaç, çalı ve ot türleri (ya da yer örtücü bitkiler) kullanılmalıdır. Toprak içine dağılan bitki kökleri bir taraftan toprağın kopmasına ve kaymasına engel olurken bir taraftan da toprağın organik madde bütçesine katkı yaparak agregasyonun gelişmesini teşvik eder. Bitki türlerinin seçiminde doğal vejetasyona uygun olanlar tercih edilmelidir.

Kaynaklar

- Abdinejad P, Feiznia S, Pyrowan HR, Fayazi FO, Shabani AAT, 2011. Assessing the effect of soil texture and slope on sediment yield of marl units using a portable rainfall simulator. *J. Am. Sci.* 7 (10): 617-624.
- Anonim, 2012. Çanakkale Meteoroloji Müdürlüğü İklim Verileri (yayınlanmamış).
- Arnaez J, Lasanta T, Ruiz-Flano P, Ortigosa L, 2007. Factors affecting runoff and erosion under simulated rainfall in Mediterranean vineyards. *Soil Till. Res.* 93: 324-334.
- Bakr N, Weindorf DC, Zhu Y, Arceneaux AE, Selim HM, 2012. Evaluation of compost/mulch as highway embankment erosion control in Louisiana at the plot-scale. *J. Hydrol.* 468-469 : 257-267.
- Blake GR, Hartge KH, 1986. Bulk density. *Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods* (ed. Klute A), ASA, SSSA, Agronomy No: 9. Madison, Wisconsin, USA, pp. 363-375.
- Bochet E, Garcia Fayos P, 2004. Factors controlling vegetation establishment and water erosion on motorway slopes in Valencia, Spain. *Restor. Ecol.* 12: 166-174.
- Cerda A, Morera AG, Bodi MB, 2009. Soil and water losses from new citrus orchards growing on sloped soils in the western Mediterranean basin. *Earth Surf. Proc. Land.* 34: 1822-1830.
- Cerda A, 2007. Soil water erosion on road embankments in eastern Spain. *Sci. Total Environ.* 378: 151-155.
- Cerda A, Garcia-Fayos P, 2002. The influence of seed size and shape on their removal by water erosion. *Catena*, 48: 293-301.
- Dong J, Zhang K, Guo Z, 2012. Runoff and soil erosion from highway construction spoil deposits: a rainfall simulation study. *Transport. Res. D*, 17: 8-14.
- Dongli W, Juying J, Dong L, Ning W, Huadong D, Yanfeng J, 2013. Effects of seed morphology on seed removal and plant distribution in the Chinese hill-gully Loess Plateau region. *Catena*, 104: 144-152.
- Eker M, Acar HH, Çoban HO, 2010. Orman yollarının potansiyel ekolojik etkileri. *SDÜ Orman Fakültesi Derg.* 1: 109-125.
- Ekinci H, Yiğini Y, 2007. Lapseki ilçesi arazi kaynaklarının sürdürülebilir tarım bakımından değerlendirilmesi. *Lapseki Sempozyumu*,16-21. 23-24 Haziran, Çanakkale.
- Engelbrect M, Bochet E, Garcia-Fayos P, 2014. Mucilage secretion: an adaptive mechanism to reduce seed removal by soil erosion? *Biol. J. Linn. Soc.* 111(2): 241-255.
- Ertekin M, Çorbacı ÖL, 2010. Karayollarında peyzaj planlama ve bitkilendirme çalışmaları. *Ecolog. Life Sci.* 5(2): 105-125.
- Forman RTT, Alexander LE, 1998. Roads and their major ecological effects. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 29: 207-231
- Garcia- Estringana P, Alonso-Blazquez N, Marques MJ, Bienes R, Alegre J, 2010. Direct and indirect effects of Mediterranean vegetation on runoff and soil loss. *Eur. J. Soil Sci.* 61: 174-185.
- Gee GW, Bauder JW, 1986. Particle-size analysis, *Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods* (ed. Klute A), ASA, SSSA, Agronomy No: 9. Madison, Wisconsin, USA, pp. 383-441.
- Geren H, Yönter G, 2007. Bazı serin iklim çim buğdaygillerinin laboratuvar koşullarında su erozyonuna etkisi üzerinde araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Derg.* 44 (2): 1-15.
- Gyssels G, Poesen J, Bochet E, Li Y, 2005. Impact of plant roots on the resistance of soils to erosion by water: a review. *Prog. Phys. Geog.* 29: 1-28.
- Huang I, Zhao X, Wu P, 2013. Surface runoff volumes from vegetated slopes during simulated rainfall events. *J. Soil Water Conserv.* 68(4): 283-295.
- Hyman WA, Vary D, 1999. Best Management Practices for Environmental Issues related to Highway and Street Maintenance. National Academy Press (Washington D.C), USA, p.103.
- İyinam Ş, Ergün M, İyinam AF, 1999. Karayolu ve karayolu trafiğinin insan ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri. 2. Ulaşım ve Trafik Kongresi, 239-250. 29 Eylül-2 Ekim, Ankara.
- Jiao J, Han L, Jia Y, Wang N, Lei D, Li L, 2011. Can seed removal through soil erosion explain the scarcity of vegetation in the Chinese Loess Plateau? *Geomorphology*, 132: 35-40.
- Jordan-Lopez A, Martinez- Zavala L, Bellinfante N, 2009. Impact of different parts of unpaved forest roads on runoff and sediment yield in a Mediterranean area. *Sci. Total Environ.* 407: 937-944.
- Kamphorst A, 1987. A small rainfall simulator for the determination of soil erodibility. *Neth. J. Agr. Sci.* 35: 407-415.
- Kateb HA, Zhang H, Zhang P, Mosandl R, 2013. Soil erosion and surface runoff on different vegetation covers and slope gradient: a field experiment in Southern Shaanxi Province, China. *Catena*, 105: 1-10.
- Kavian A, Azmoodeh A, Solaimani K, 2014. Deforestation effects on soil properties, runoff and erosion in northern Iran. *Arab. J. Geosci.* 7: 1941-1950.
- Mah MGC, Douglas LA, Ringrose-Voase AJ, 1992. Effects of crust development and surface slope on erosion by rainfall. *Soil Sci.* 154: 37-43.
- McLean EO, 1982. Soil pH and lime requirement. *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties* (ed. Page AL), ASA, SSSA, Agronomy No: 9. Madison, Wisconsin, USA, pp. 199-224.
- Meyer LD, 1994. Rainfall simulators for soil erosion research. *Soil Erosion Research Methods* (ed. Lal R), Soil and Water Conservation Society and St. Lucie Press, USA, pp. 83-103.

- Mills AJ, Fey MV, 2004. Effects of vegetation cover on the tendency of soil to crust in South Africa. *Soil Use Manage.* 20: 308-317.
- Mohammadkhan S, Ahmadi H, Jafari M, 2011. Relationship between soil erosion, slope, parent material, and distance to road (Case study: Latian Watershed, Iran). *Arab. J. Geosci.* 4: 331-338.
- Nelson DW, Sommers LE, 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties* (ed. Page AL), ASA, SSSA, Agronomy No: 9. Madison, Wisconsin, USA, pp. 539-579.
- Nelson RE, 1982. Carbonate and gypsum, *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties* (ed. Page AL), ASA, SSSA, Agronomy No: 9. Madison, Wisconsin, USA, pp. 181-197.
- Osterkamp WR, Hupp CR, Stoffel M, 2012. The interactions between vegetation and erosion: new directions for research at the interface of ecology and geomorphology. *Earth Surf. Proc. Land.* 37: 23-36.
- Özaslan Parlak A, Parlak M, Blanco-Canqui H, Schacht WH, Guretzky JA, Mamo M, 2015. Patch burning: implications on water erosion and soil properties. *J. Environ. Qual.* 44(3): 903-909.
- Parsakhoo A, Lotfalian M, Jalilvand H, 2014. The effects of soil properties and vegetation cover on the sedimentation of forest roads. *J. Soil Sci. Environ. Manage.* 5(2): 20-27.
- Quansah C, 1981. The effect of soil type, slope, rain intensity and their interactions on splash detachment and transport. *J. Soil Sci.* 32: 215-224.
- Rhoades JD, 1982. Soluble salts. *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties* (ed. Page AL), ASA, SSSA, Agronomy No: 9. Madison, Wisconsin, USA, pp. 167-179.
- Riley SC, 1990. Monitoring the erosion of an expressway during its construction: problems and lessons. *Hydrolog. Sci. J.* 35: 365-381.
- Römkens MJM, K Helming, SN Prasad, 2001. Soil erosion under different rainfall intensities, surface roughness, and soil water regimes. *Catena*, 46: 103-123.
- Şengün MT, Engin F, 2012. Karayolu yapımında jeomorfolojik birimlere müdahale ve ortaya çıkacak sorunlar: Elazığ-Keban karayolu örneği. 3. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu, 556-567. 4-6 Ekim, Hatay.
- Truman CC, Potter TL, Nuti RC, Franklin DH, Bosch DD, 2011. Antecedent water content effects on runoff and sediment yields from two Coastal Plain Ultisols. *Agr. Water Manage.* 98: 1189-1196.
- Türkeş M, Savaş T, Baytekin H, Uğur K, 2011. Çanakkale' de olası iklim değişimleri ve tarımsal üretme etkileri. Çanakkale Tarım Sempozyumu (Dünü, Bugünü ve Geleceği), 257-270. 10-11 Ocak, Çanakkale.
- Wainwright J, Parsons AJ, Abrahams AD, 2000. Plot-scale studies of vegetation, overland flow and erosion interactions: case studies from Arizona and New Mexico. *Hydrol. Proces.* 14(5): 2921-2943.
- Wang D, Jiao J, Lei D, Wang N, Du H, Jia Y, 2013. Effects of seed morphology on seed removal and plant distribution in the Chinese hill-gully Loess Plateau region. *Catena*, 104: 144-152.
- Wang G, Innes J, Yusheng Y, Shanmu C, Krzyzanowski J, Jingsheng X, Wenlian L, 2012. Extent of soil erosion and surface runoff associated with large-scale infrastructure development in Fujian Province, China. *Catena*, 89: 22-30.
- Wei LH, Zhang B, Wang MZ, 2007. Effects of antecedent soil moisture on runoff and soil erosion in alley cropping systems. *Agr. Water Manage.* 94 (1-3): 54-62.
- Xu XL, Liu W, Kong YP, Zhang KL, Yu B, Chen JD, 2009. Runoff and water erosion on road side-slopes: effects of rainfall characteristics and slope length. *Transport. Res. D*, 14: 497-501.
- Zhang Z, Liu S, Dong S, Fu W, Cui B, 2009. Spatio-temporal analysis of different levels of road expansion on soil erosion distribution: a case study of Fengqing county, Southwest China. *Front. Earth Sci. China*, 3: 389-396.
- Ziadat FM, Taimeh AY, 2013. Effect of rainfall intensity, slope, land use and antecedent soil moisture on soil erosion in an arid environment. *Land Degrad. Dev.* 24: 582-590.



TOPRAK BİLİMİ VE BITKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



Ankara Üniversitesi Kalecik Araştırma ve Uygulama Çiftliği topraklarının verimlilik durumlarının incelenmesi

Muhittin Onur Akça ^{1,*}, Ferhat Türkmen ², Mehmet Burak Taşkın ¹,
Mahmut Reşat Soba ³, Hasan Sabri Öztürk ¹

¹ Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ankara

² Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ordu

³ Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü

Özet

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kalecik Araştırma ve Uygulama İstasyonu topraklarının verimlilik durumlarının incelenmesinin amaçlandığı bu çalışmada 28 adet toprak numunesi alınmıştır. Alınan toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri ile besin maddesi içerikleri belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre; toprakların büyük bir kısmının ağır bünyeli (%92,9), hafif alkaline, tuzsuz, orta kireçli (%63,3) ve orta düzeyde organik madde (%80,6) içeriği bulunmuştur. Toprakların toplam azot (N) (toprakların %75,7'si), alınabilir fosfor (P) (toprakların %85,7'si), alınabilir bor ve (B) (toprakların %99,4'ü), çoğunlukla yetersizken, toprakların tamamında alınabilir demir (Fe) ve alınabilir mangan (Mn) içerikleri yetersiz bulunmuştur. Alınabilir çinko (Zn) (toprakların %63'ü) ve alınabilir bakır (Cu) (toprakların tamamı) yeterli düzeyde bulunmuştur. Yapılan korelasyon analizi sonucunda kil-K, kil-Fe, kil-Cu, OM-N, OM-P, OM-Mn, EC-N, EC-P, EC-K, N-P, P-K, P-Mn, Fe-K, Cu-K, Cu-Fe, Cu-Zn arasında pozitif ilişki saptanmışken, OM-pH, pH-EC, Kireç-K, Kireç-Cu arasında negatif ilişki belirlenmiştir. Sonuç olarak bu çiftlikte alana özgü gübreleme programının uygulanması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Besin elementleri, Toprak verimliliği

Investigation of soil fertility of Ankara University Kalecik Research and Application Farm

Abstract

Twenty-eight soil samples were collected in this research to investigate the productivity of the soils of Ankara University, Faculty of Agriculture, Kalecik Research and Application Farm. Physical and chemical properties, and nutrient contents of the soil samples were analysed. According to these analyses; the majority of soils were found fine textured (92.9%) slightly alkaline, middle limy (63.3%) and they contain medium amount of organic matter and low salt. While the total nitrogen (N) (75.7% of the soils), extractable phosphorus (P) (85.7% of the soils), water-soluble boron (B) (99.4% of the soils) were mostly showed deficiency in certain level, all of the soils of the farm contained deficient amount of extractable iron (Fe) and manganese (Mn). Available zinc (Zn) (63% of the soils) and copper (Cu) (all of the soils) contents are insufficient level. Based on the correlation analysis; positive relations between clay-K, clay-Fe, clay-Cu, OM-N, OM-P, OM-Mn, EC-N, EC-P, EC-K, N-P, P-K, P-Mn, Fe-K, Cu-K, Cu-Fe, Cu-Zn, and negative relations between OM-pH, pH-EC, lime-K, lime-Cu were determined. As a conclusion, site specific fertilization programme is recommended for this farm.

Keywords: Nutrient elements, soil fertility.

© 2015 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Sürdürülebilir tarımsal üretimde önemli olan, toprakların bozulmasına sebebiyet vermeden toprakların üretkenliğini artırarak, verimlilik parametrelerinin kalitesinin devamlılığının sağlanmasıdır. Bu da ancak tarımsal üretim yapılan alanlarda toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin değişimine neden

* Sorumlu yazar:

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

Tel.: 0(312) 596 11 88

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: moakca@ankara.edu.tr

olan etkin süreçlerin belirlenmesi ve gerekli tedbirlerin alınması ile gerçekleştirilebilmektedir. Bitkiler tarafından topraklardan sömürülen bitki besin maddelerinin yeniden toprağa kazandırılması günümüzde tarımsal sürdürülebilirliğin en yaygın uygulamasıdır.

Toprak verimliliğinin sürdürülebilirliği, toprağın doğal verimliliğinin korunarak kimyasal girdilerin en az düzeyde tutulması ve çevresel etki değerlendirmesini esas almaktadır (Karaman ve ark., 2012). Sanayileşme ve çarpık kentleşme sonucu hızla kirlenen ve kullanılabılır alanları gittikçe daralan tarım topraklarımızın sürdürülebilirliği ve toprakların optimum kullanılması, toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin iyi bir şekilde bilinmesini ve bu özelliklere göre amenajman tedbirlerinin alınmasını zorunlu kılmaktadır. Bitkilerin gelişebilmeleri için gereksinim duydukları besin maddelerinin yetiştirme ortamında uygun oran ve miktarda bulunması gerekmektedir. Besin maddelerinden birinin ya da birkaçının eksikliği veya fazlalığı bitki gelişimini ve bitkilerin toprakta bulunan besin maddelerinden yeterince yararlanmalarını sınırlandırmakta ve sonuçta bol ve kaliteli ürün alınması olumsuz yönde etkilenmektedir. Besin maddelerinin topraktan bitkiler tarafından sürekli olarak sömürülmesi, bilinçsiz gübre kullanımı ve erozyon sonucu tarım yapılan topraklar günden güne verimsizleşmektedir. Çeşitli yollarla topraktan eksilen bitki besin elementlerinin toprağa geri kazandırılması zorunludur. Topraktan eksilen veya toprakta bitki gelişimi için yeterli düzeyde bulunmayan bitki besin elementleri ancak toprak analizleri sonucu belirlenebilmektedir. Ülkemizde bitki çeşidine göre veya bölgelere anlamlı toprak analizlerinin önemi son yıllarda anlaşılmış ve bu konuya ağırlık verilmeye başlanmıştır ([Taban ve ark., 2004](#)).

Orta Anadolu'da çeltik tarımı yapılan alanların verimlilik durumlarını ortaya koymak için yapılan çalışmada alınan toprakların %60'ında toplam N, %25'inde alınabilir P, %30'unda alınabilir Zn ve %90'ında da alınabilir Mn eksikliği belirlemişlerdir. Toprakların tuzluluk açısından sorun olmadığı ve toprakların %45'inde organik maddenin yetersiz olduğunu bildirmiştir ([Taban ve ark., 1997](#)).

Türkiye topraklarının verimlilik durumunu belirlemek amacıyla yapılmış olan çalışmada; toprakların büyük bir kısmının tınlı ve killi tınlı, hafif alkali, tuzsuz ve kireçli, organik maddesinin ve alınabilir P miktarı az, alınabilir K miktarının ise yüksek olduğu bildirilmiştir ([Eyüpoglu, 1999](#)).

Eldivan yöresinde yetiştirilen kirazların makro ve mikro besin elementleri bakımından beslenme durumunun belirlenmesi amacıyla alınmış toprak örneklerinin nötr ve hafif alkali pH'ya, sırasıyla kumlu killi tınlı, killi tınlı ve kil bünyeye, orta derecede kireç ve düşük organik maddeye sahip olduğu belirlenmiştir. Toplam N, alınabilir K, Fe ve Mn yetersiz bulunmuşken, yüksek düzeyde alınabilir Mg ve yeterli düzeyde alınabilir Cu ve Zn olduğunu bildirmiştir ([Başaran ve Okant, 2005](#)).

Eceabat ilçesi tarım topraklarının verimlilik durumlarını belirlemek amacıyla yapılan çalışmada; toprakların hafif alkalin, tuzsuz, düşük organik madde, yüksek alınabilir potasyum ve değişik miktarlarda kireç içeriği belirlenmiştir. Toprakların alınabilir P, Zn ve Mn miktarları yetersiz, alınabilir Ca, Mg ve Cu miktarları ise yeterli düzeyde olduğunu bildirmiştir ([Parlak ve ark., 2008](#)).

Bursa ili alüviyal büyük toprak grubu tarım topaklarının verimlilik durumlarının ortaya konması ve potansiyel beslenme sorunlarını saptamak amacıyla alınmış toprak örneklerinin genel olarak orta bünyeli, hafif alkali reaksiyonlu olduğu, az ve orta düzeyde kireç içeren toprakların %43,39'unun organik madde, %46,66'sının toplam N, %10'unun alınabilir P, %43,34'ünün alınabilir Zn ve %90'ının alınabilir Mn bakımından yetersiz olduğu belirlenmiştir. Toprakların %23,33'ünde alınabilir K, %43,33'ünde alınabilir Ca, %73,33'ünde alınabilir Mg, %50'sinde alınabilir P, %90'ında alınabilir Fe ve tamamında alınabilir Cu miktarının yeterli olduğunu bildirmiştir ([Turan ve ark., 2010](#)).

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kalecik Araştırma ve Uygulama İstasyonu'nda birçok çalışma yürütülmüş olup, bu şekilde detaylı bir çalışma yapılmamıştır. Bu araştırma ile çiftlik topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi bundan sonra yapılacak çalışmalara katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma alanının coğrafik durumu

Araştırmayı yürüttüğü Kalecik ilçesi Ankara'nın doğusunda bulunmaktadır (Şekil 1) ve ilçenin doğusunda Sulakyurt, güneyinde Kırıkkale ve Elmadağ, batısında Çubuk ve kuzeyinde Çankırı yer almaktadır (Anonim, 2011a). Kalecik Araştırma ve Uygulama İstasyonu (16,584 ha) (536073-536725 doğu boyamlarıyla 4440111-4440735 kuzey enlemleri) arasında yer almaktadır (Şekil 2).



Şekil 1. Araştırma sahası

Bölgemin İklimi

Yörede tipik karasal iklim özellikleri görülür. Bununla birlikte coğrafi konum itibarı ile Kalecik'in kendine özgü bir iklim yapısı vardır. İlçe 2000 m. yükseklikteki İdris dağı ile 500 m. yükseklikteki Kızılırmak vadi çukuru arasında yerleşmiştir. İşte bu 1500 m. yükselti farkının tam arasında bulunması ve Kızılırmak'ın ilçe yanından geçmesi nedeni ile Kalecik'te mikroklima iklim karakteri görülmektedir ([Anonim, 2011b](#)).

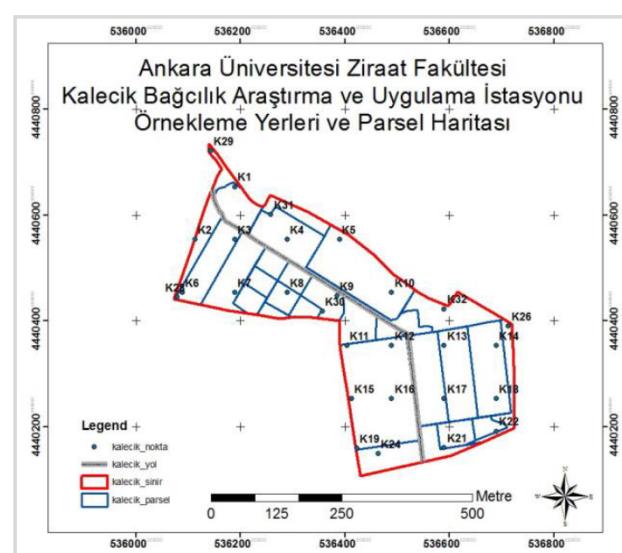
Arazi kullanım durumu

Kalecik Araştırma ve Uygulama İstasyonu'nda toprak örneklerinin alındığı yerlerde yerli ve yabancı üzüm çeşitleri yetiştirilmektedir. Bunlar arasında yerli çeşit olarak Trakya İlkeren, Tekirdağ Çekirdeksizi, Yalova Misketi, yabancı çeşit olarak da A.Lavallée, B.Seedless, S.Seedless Royal çeşitleri yetiştirilmektedir.

Toprak örneklerinin alınması ve yapılan analizler

Kalecik Araştırma ve Uygulama İstasyonu topraklarında örnek alınacak noktaların belirlenmesi için 100x100 m'lik gridler oluşturulmuş ve gridlerin kesişme noktalarından 0-30 cm toprak derinliğinden mikro element bulaşmasına yol açmayacak şekilde [Jackson \(1958\)](#) tarafından belirtildiği gibi 28 adet toprak örnekleri alınmış ve analize hazırlanmıştır.

Toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinden tekstür hidrometre yöntemine göre ([Bouyoucos, 1951](#)), toprak reaksiyonu (pH) saturasyon ekstraktında ve elektriksel iletkenlik (EC) saturasyon çamurunda ([Richards, 1954](#)), kireç (CaCO_3) [Hizalan ve Ünal \(1966\)](#), organik madde [Jackson \(1958\)](#) tarafından bildirildiği şekilde modifiye Walkley-Black yaşı yakma yöntemine göre, toplam N ([Bremner, 1965](#)), alınabilir P sodyum



Şekil 2. Çalışma alanına ait örneklemeye yerleri

bikarbonat (NaHCO_3) ekstraksiyon ($0,5 \text{ M NaHCO}_3$, pH: 8,5) yöntemiyle (Olsen ve ark., 1982), alınabilir K nötral amonyum asetat ($1\text{N CH}_3\text{COONH}_4$, pH: 7,0) ekstraksiyonunda Jackson (1958), alınabilir Fe, Zn, Cu ve Mn Lindsay ve Norvel (1978) tarafından bildirildiği şekilde dietilentriaminpenta asetik asit ekstraksiyonu (DTPA) [$0,005 \text{ M DTPA} + 0,01 \text{ M kalsiyum klorür (CaCl}_2\text{)} + 0,1 \text{ M tri etanol amin (TEA), pH 7,3}$], alınabilir çözünebilir B (Wolf, 1971) yöntemlerine göre belirlenmiştir. Çalışma alanı topraklarında yapılan analiz sonuçlarına ilişkin bulgular Çizelge 1'den yararlanılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen verilerde korelasyon analizleri SPSS bilgisayar paket programı kullanılarak yapılmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 1. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile besin elementi içeriklerini yorumlamaya ilişkin sınırlar ve değerleri

Besin Maddesi	Yeterlilik Sınıfları					Kaynak
	Çok Az	Az	Yeterli	Fazla	Çok Fazla	
Toplam N, g kg⁻¹	<0,45	0,45-0,9	0,9-1,7	1,7-3,2	3,2<	Silanpää, 1990
Alınabilir P, mg kg⁻¹	<2,5	2,5-8	8-25	25-80	80<	Silanpää, 1990
Alınabilir K, g kg⁻¹	<0,05	0,05-0,14	0,14-0,37	0,37-1	>1	Sumner and Miller, 1996
Alınabilir Zn, mg kg⁻¹	<0,2	0,2-0,7	0,7-2,4	2,4-8	8,0<	Silanpää, 1990
Alınabilir Mn, mg kg⁻¹	<4	4-14	14-50	50-170	170<	Silanpää, 1990
Alınabilir B, mg kg⁻¹	<0,4	0,5-0,9	1-2,4	2,5-4,9	5,0<	Wolf, 1971
Alınabilir Fe, mg kg⁻¹	Az	Orta		Yeterli	Lindsay and Norwell, 1978	
	<2,5	2,5-4,5		4,5<		
Alınabilir Cu, mg kg⁻¹	Yetersiz		Yeterli		Follet, 1969	
	<0,2		0,2<			
Kireç, g kg⁻¹	Çok Az Kireçli	Az Kireçli	Orta Kireçli	Fazla Kireçli	Çok Fazla Kireçli	Ülgen ve Yurtsever, 1974
	<10	10-50	50-150	150-250	250<	
Organik madde, g kg⁻¹	Çok Az	Az	Orta	İyi	Yüksek	Ülgen ve Yurtsever, 1974
	<10	10-20	20-30	30-40	40<	
EC, dS m⁻¹	Tuzsuz	Hafif Tuzlu	Orta Tuzlu	Tuzlu		Maas, 1986
	0-4	4-8	8-15	15<		
pH	Orta Asit	Hafif Asit	Nötr	Hafif Alkalin	Kuvvetli Alkalin	Richards, 1954
	4,5-5,5	5,5-6,5	6,5-7,5	7,5-8,5	8,5<	

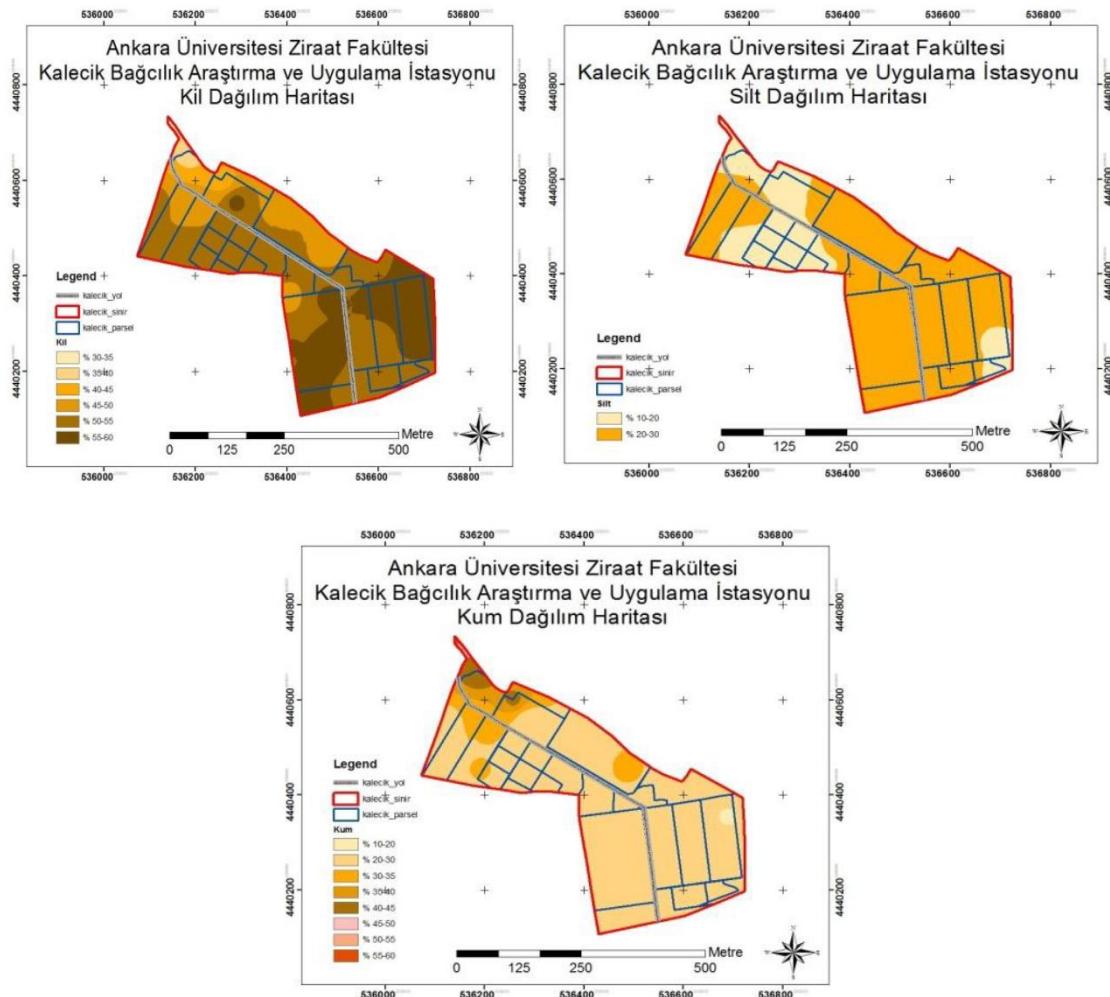
Bulgular ve Tartışma

Toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri

Kalecik Araştırma ve Uygulama İstasyonu topraklarının %3,6'sının kil tınlı, %3,6'sının kumlu killı tınlı ve %92,9'unun da killı bünye sınıfında olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanından alınan toprak örneklerinde belirlenen killı, silt ve kum miktarlarına bağlı olarak hazırlanan dağılım haritaları Şekil 3'de verilmiştir. En yüksek killı içeriği %59,7 iken, en düşük killı içeriği ise %31,1 olarak belirlenmiştir. Çiftlik topraklarının %28,3'te %55-60 (4,68 ha), %50,18'inde %50-55 (8,32 ha), %16,4'ünde %45-50 (2,71 ha), %3,6'sında %40-45 (0,025 ha) ve %1,52'sinde %35-40 (0,25 ha) arasında killı içeriği bulunmuştur. En yüksek silt içeriği %26,1 iken, en düşük silt içeriğinin ise %11,8 olduğu belirlenmiştir. Çiftlik topraklarının %75,7'sinde %20-30 (12,56 ha) ve %24,3'ünde %10-20 (4,02 ha) arasında silt içeriği bulunmuştur. En yüksek kum içeriği %57,2 iken, en düşük kum içeriğinin ise %19,3 olduğu belirlenmiştir. Çiftlik topraklarının %2,1'inde %40-45 (0,36 ha), %3,95'inde %35-40 (0,5 ha), %8,5'inde %30-35 (1,41 ha) ve %85,45'inde %20-30 (14,17 ha) arasında kum içeriği bulunmuştur. Yapılan korelasyon analizi sonucunda; killı ile alınabilir K ($r:0,633^{***}$), killı ile alınabilir Fe ($r:0,465^*$) ve killı ile alınabilir Cu ($r:0,551^{**}$) arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir (Çizelge 2). Demir, topraktaki birçok killı mineralinin yapı taşıdır (Oades, 1963). Araştırma ve Uygulama Çiftliği topraklarının alınabilir Fe miktarı yetersiz olmasına rağmen killı miktarındaki artışa bağlı olarak Fe miktarı artmıştır.

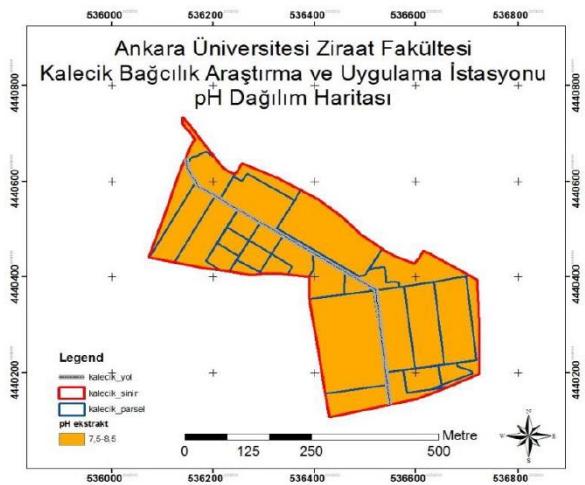
Buna benzer ilişkiler; Taban ve ark., (1997), Eyüpoglu (1999) ve Tümsavaş (2003) tarafından da belirlenmiştir. Killi topraklar verimlilik açısından önem arzederken, havalandırma ve infiltrasyon kapasiteleri sorunludur. Ayrıca killi toprakların su tutma kapasiteleri yüksek olduğundan aşırı sulama ya da yağış

durumunda arazide çalışmak zorlaşmaktadır. Ağır bünyeli topraklarda havalanmayı artırmak amacıyla organik gübreler kullanılmasında yarar vardır.



Şekil 3. Topraklarının kıl, silt ve kum dağılım haritası

Çalışma alanından alınan toprak örneklerinden elde edilen saturasyon ekstraktında belirlenen pH değerlerine bağlı olarak hazırlanan dağılım haritası Şekil 4'de verilmiştir. En yüksek pH değeri 8,2 iken, en düşük pH değerinin ise 7,5 olduğu belirlenmiştir. Çiftlik topraklarının %100'ünde 7,5-8,5 (16,584 ha) arasında pH değerleri bulunmuştur. Yapılan korelasyon analizi sonucunda pH ile EC ($r: 0.406^*$) arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir (Çizelge 2). Farklı yöre topraklarında çalışan bazı araştırcılarda benzer ilişkileri bulduklarını bildirmiştir (Taban ve ark., 1997; Bozkurt ve ark., 2000; Başar 2001; Taban ve ark., 2004; Başaran ve Okant, 2005; Alagöz ve ark., 2006; Tümsavaş ve Aksoy, 2008; Parlak ve ark., 2008; Bellitürk ve ark., 2009 ve Turan ve ark., 2010). Toprak pH'sı, bitkilerin gelişimi ve bitki besin elementlerinin alınabilirliğini önemli derecede etkilemektedir. Çiftlik topraklarında yüksek pH değerlerini asit karakterli (amonyum sülfat, kükürt vb.) gübrelerin uzun süreli kullanılması ile düşürmek mümkündür (Güçdemir, 2006).



Şekil 4. Toprakların saturasyon ekstraktından elde edilen pH dağılım haritası

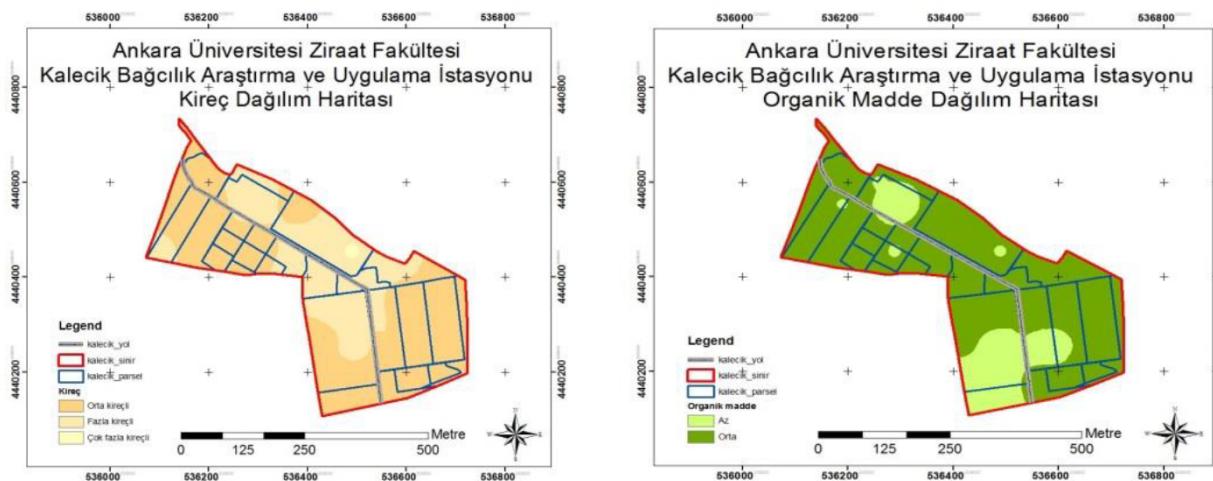
Çizelge 2. Kalecik Araştırma ve Uygulama İstasyonu Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Arasındaki Korelasyon Katsayıları

	kum	kil	silt	OM	pH	EC	CaCO ₃	N	P	K	B	Fe	Zn	Cu
silt	0,629***	0,324												
OM	0,359	0,328	0,247											
pH	0,073	0,041	0,109	-0,443*										
EC	0,292	0,338	0,041	0,343	-0,406*									
CaCO₃	0,102	0,114	0,023	0,001	0,023	0,173								
N	0,066	0,104	0,054	0,534**	0,181	0,503**	0,329							
P	0,247	0,31	0,022	0,396*	0,031	0,584**	0,331	0,451*						
K	0,693***	0,633***	0,476*	0,087	0,145	0,581**	-0,387*	0,354	0,639***					
B	0,176	0,11	0,237	0,001	0,205	0,144	0,016	0,074	0,269	0,107				
Fe	0,429*	0,465*	0,13	0,095	0,012	0,321	0,017	0,29	0,242	0,404*	0,313			
Zn	0,129	0,24	0,187	0,13	0,062	0,052	0,197	0,018	0,007	0,136	0,088	0,158		
Cu	0,541**	0,551**	0,244	0,148	0,153	0,201	-0,434*	0,100	0,285	0,502**	0,044	0,381*	0,589***	
Mn	0,111	0,042	0,399*	0,393*	0,312	0,209	0,140	0,254	0,378*	0,008	0,100	0,340	0,065	0,078

*p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001

Çalışma alanı topraklarının tuz (EC) içerikleri incelendiğinde; en yüksek EC değeri 0,64 dS m⁻¹ iken, en düşük EC değeri ise 0,26 dS m⁻¹ olarak bulunmuştur. Yapılan korelasyon analizi sonucunda; EC ile toplam N (r:0,503**), EC ile alınabilir P (r:0,584**) ve EC ile alınabilir K (r: 0,581**) arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir (Çizelge 2). Bulunan değerler, topraklarda tarımsal üretimde tuzluluk yönünden herhangi bir sorunun bulunmadığını göstermektedir ([Turan ve ark., 2010](#)).

Çalışma alanından alınan toprak örneklerinde belirlenen kireç ve organik madde (OM) kapsamına bağlı olarak hazırlanan dağılım haritası [Şekil 5](#)'de gösterilmiştir. En yüksek kireç içeriği 261 g kg⁻¹ iken, en düşük kireç içeriğinin ise 96 g kg⁻¹ olduğu belirlenmiştir. Çiftlik topraklarının %0,4'ünde kireç içeriği 250 g kg⁻¹'dan fazla (0,6 da), %36,3'ünde 150-250 g kg⁻¹ (6,03 ha) ve %63,3'ü 50-150 g kg⁻¹ (10,49 ha)arasında bulunmuştur. Bununla birlikte, en yüksek OM değeri 26 g kg⁻¹ iken, en düşük OM değeri ise 15 g kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Çiftlik topraklarının %80,5'inde 20-30 g kg⁻¹(13,35 ha) ve %19,45'inde 10-20 g kg⁻¹ (3,22 ha) düzeyinde OM belirlenmiştir. Yapılan korelasyon analizi sonucunda OM ile toplam N (r:0,534**), OM ile alınabilir P (r:0,396*) ve OM ile alınabilir Mn (r:0,393*) arasında pozitif ilişki bulunmuşken, OM ile pH (r:-0,443*), kireç ile alınabilir K (r:-0,387*) ve kireç ile alınabilir Cu (r:-0,434*) arasında ise negatif ilişki tespit edilmiştir (Çizelge 2).



Şekil 5. Toprakların kireç ve organik madde dağılım haritası

Toprakların kireç içeriklerinin yüksek olması başta P ve Zn olmak üzere mikro elementlerin alınımını da güçlitmektedir ([Kacar ve ark., 1998](#)). Organik madde topraklardaki birçok makro ve mikro bitki besin elementlerinin doğrudan kaynağıdır ve organik maddenin mineralizasyonu sonucu makro ve mikro besin elementleri de toprağa karışmaktadır ([Karaman ve ark., 2012](#)).

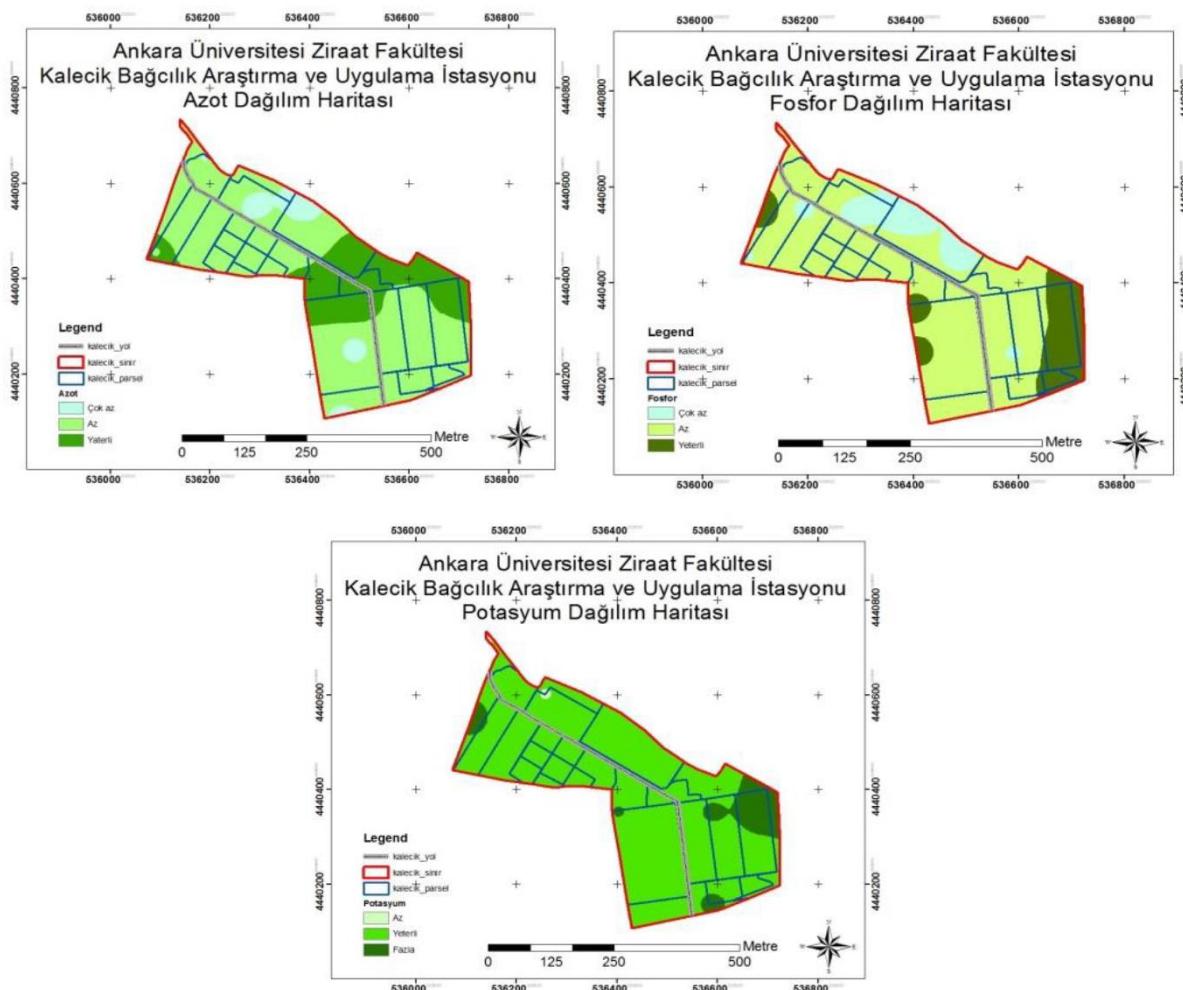
Benzer çalışmalar kireçte Taban ve ark., (2004), Alagöz ve ark., (2006) tarafından organik maddede Bozkurt ve ark., (2000), Tümsavaş (2003), Başaran ve Okant (2005), Parlak ve ark., (2008), Bellitürk ve ark., (2009) tarafından bildirilmiştir.

Organik madde bakımından yetersiz olan alanlara 2-3 ton da⁻¹ düzeyinde iyi kompostlanmış çiftlik gübresi uygulanmasının yararlı olacağı Rosen ve ark., (1999) tarafından önerilmektedir.

Toprakların besin elementi içerikleri

Çalışma alanından alınan toprak örneklerinde belirlenen toplam N, alınabilir P ve alınabilir K içeriklerine bağlı olarak hazırlanan dağılım haritası Şekil 6'da verilmiştir. En yüksek toplam N içeriği 15 g kg⁻¹ iken, en düşük toplam N içeriği 1,7 g kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Çiftlik topraklarının %24,3'ünde 0,9-1,7 g kg⁻¹ (4,03 ha), %69,6'sında 0,45-0,90 g kg⁻¹ (11,55 ha), %6,1'inde 0-0,45 g kg⁻¹ (1 ha) arasında toplam N bulunmuştur.

En yüksek alınabilir P içeriği 14,9 mg kg⁻¹ iken, en düşük alınabilir P içeriği ise 0,07 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Çiftlik topraklarının %14,3'ünde 8-25 mg kg⁻¹ (2,37 ha), %74,7'sinde 2,5-8 mg kg⁻¹ (12,38 ha), %11'inde 0-2,5 mg kg⁻¹ (1,83 ha) arasında alınabilir P bulunmuştur.

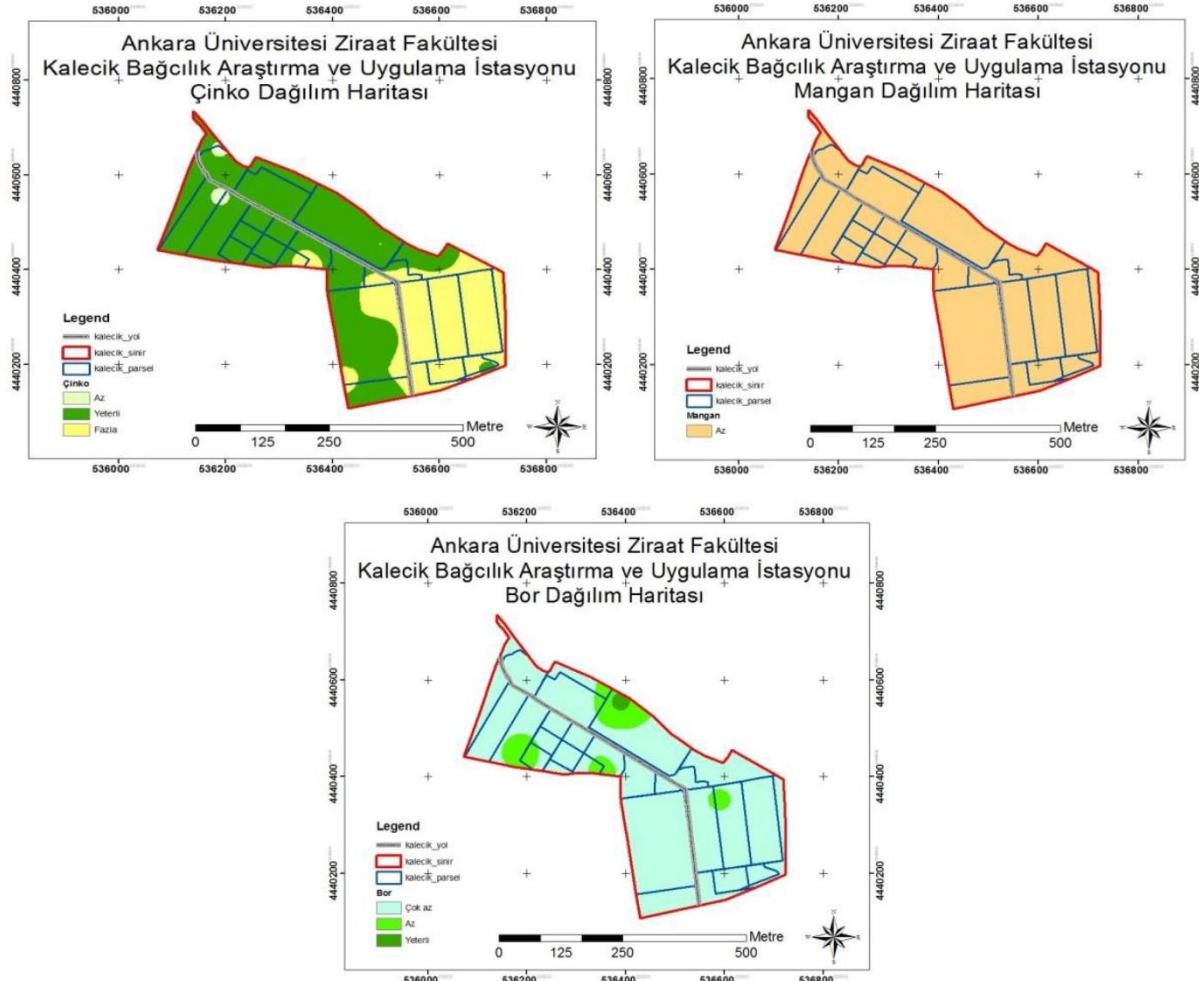


Şekil 6. Topraklarının toplam N, alınabilir P ve alınabilir K dağılım haritası

En yüksek alınabilir K içeriği 5,94 g kg⁻¹ iken, en düşük alınabilir K içeriği 1,62 g kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Çiftlik topraklarının %8,7'sinde 0,370-1,0 g kg⁻¹ (1,44 ha), %91'inde 0,140-0,370 g kg⁻¹ (15,09 ha), %0,30'unda 0,050-0,0140 g kg⁻¹ (0,055 ha) arasında alınabilir K bulunmuştur. Yapılan korelasyon analizi sonucunda; alınabilir P ile alınabilir K ($r: 0,639^{**}$), alınabilir P ile alınabilir Mn ($r: 0,378^*$), alınabilir K ile alınabilir Fe ($r: 0,404^*$), alınabilir K ile alınabilir Cu ($r: 0,502^{**}$), arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Toplam azot içeriği Çimrin ve Boysan (2006), Tümsavaş ve Aksoy (2008) tarafından, alınabilir fosfor içeriği Taban ve ark., (1997), Taban ve ark., (2004), Parlak ve ark., (2008) tarafından, alınabilir potasyum ise Taban ve ark., (1997), Tümsavaş (2003), Taban ve ark., (2004), Çimrin ve Boysan (2006), Tümsavaş ve Aksoy (2008), Parlak ve ark., (2008), Turan ve ark., (2010) tarafından yapılan çalışmalarla benzerlik

göstermektedir. Elde edilen sonuçlara göre çalışma alanında iyi bir bitki gelişimi için toprak analizlerine bağlı kalarak dengeli bir gübreleme yapılmasının hem toprakların verimliliğini artırabilecegi, hem de besin maddelerinden kaynaklanan antagonistik etkileri önleyebilecegi düşünülmektedir.

Çalışma alanından alınan toprak örneklerinde belirlenen alınabilir Zn, Mn ve B içeriklerine bağlı olarak hazırlanan dağılım haritası Şekil 7'de verilmiştir. En yüksek alınabilir Zn içeriği 20,392 mg kg⁻¹ iken, en düşük alınabilir Zn içeriği ise 0,639 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Çiftlik topraklarının %36'sında 2,4-8,0 mg kg⁻¹ (5,98 ha), %63'ünde 0,7-2,4 mg kg⁻¹ (10,440 ha), %1'inde 0,2-0,7 mg kg⁻¹ (0,165 ha) arasında alınabilir Zn bulunmaktadır.



Şekil 7. Topraklarının alınabilir Zn ve Mn ve B dağılım haritası

En yüksek alınabilir Mn içeriği 3,126 mg kg⁻¹ iken, en düşük alınabilir Mn içeriği ise 1,023 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Çiftlik topraklarının %100'ünde 4-14 mg kg⁻¹ (16,584 ha) arasında alınabilir Mn bulunmaktadır. En yüksek alınabilir çözünebilir B içeriği 1,125 mg kg⁻¹ iken en düşük alınabilir çözünebilir B içeriği ise 0,085 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Çiftlik topraklarının %0,6'inde 1-2,5 mg kg⁻¹ (0,102 ha), %8,2'sinde 0,5-1,0 mg kg⁻¹ (1,36 ha), %91,2'sinde 0-0,5 mg kg⁻¹ (15,13 ha), arasında alınabilir çözünebilir B bulunmaktadır. Yapılan korelasyon analizi sonucunda; alınabilir Zn ile alınabilir Cu ($r: 0,589^{***}$), arasında pozitif ilişki bulunmuştur. Benzer ilişkiler alınabilir Zn içeriği için [Taban ve ark. \(1997\)](#), [Tümsavaş \(2003\)](#), [Tarakçıoğlu ve ark. \(2003\)](#), [Başaran ve Okant \(2005\)](#), [Çimrin ve Boysan \(2006\)](#), [Turhan ve ark. \(2010\)](#), tarafından yapılan çalışmalarla bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, çiftlik topraklarına uygun form, doz ve zamanda Mn ve B içeren gübrelerin uygulanması gerekmektedir.

Çalışma alanı topraklarının alınabilir Fe ve Cu içerikleri incelendiğinde; en yüksek alınabilir Fe içeriği 1,625 mg kg⁻¹ iken, en düşük alınabilir Fe içeriği ise 0,983 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Çiftlik topraklarının tamamında 2,5 mg kg⁻¹'den daha az miktarda alınabilir Fe olduğu belirlenmiştir. En yüksek alınabilir Cu içeriği 1,597 mg kg⁻¹ iken, en düşük alınabilir Cu içeriği ise 0,430 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Çiftlik topraklarının tamamında 0,2 mg kg⁻¹'den daha fazla miktarda alınabilir Cu olduğu saptanmıştır. Yapılan

korelasyon analizi sonucunda; alınabilir Fe ile alınabilir Cu ($r: 0,381^*$) arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde alınabilir Fe içeriği için Başaran ve Okant (2005) tarafından yapılan çalışma ile alınabilir Cu içeriği için Taban ve ark., (1997), Bozkurt ve ark., (2000), Tümsavaş (2003), Taraklıoğlu ve ark., (2003), Taban ve ark., (2004), Başaran ve Okant (2005), Alagöz ve ark., (2006), Çimrin ve Boysan (2006), Parlak ve ark., (2008), Tümsavaş ve Aksoy (2008) ve Turan ve ark., (2010) tarafından yapılan çalışmalar ile benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Bitkilerde Fe noksantalığının giderilmesinde demirli gübrelerin bitkilere püskürtülerek uygulanması en ucuz ve en etkin işlemidir (Pestana ve ark., 2001; Godsey ve ark., 2003). Püskürtülerek uygulamanın en önemli yararı kireçli alkalin topraklarda görülen fiksasyon tepkimelerinin oluşamamasıdır. Çoğu bitkilere demir sulfatın %2'lik çözeltileri, demir noksantalığının giderilmesinde başarılı şekilde püskürtülerek uygulanabilir (Kacar, 2013).

Sonuç

Kalecik Araştırma ve Uygulama Çiftliği topraklarının fiziksel analiz sonuçlarına göre toprakların büyük kısmının ağır bünyeli, hafif alkali, tuzsuz, orta derecede kireçli ve orta miktarda organik maddeye sahip olduğu belirlenmiştir. Bitki besin maddesi analiz sonuçlarına göre toprakların toplam N, alınabilir K ve alınabilir Zn ve Cu bakımından yeterli olduğu, diğer taraftan alınabilir P, Fe ve Mn ile alınabilir çözünebilir B bakımından yetersiz olduğu bu çalışma ile belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre, çiftlik topraklarında besin maddesi noksantalıklarını gidermede mikro element içeren gübrelerle fizyolojik asit karakterli gübreler tercih edilmelidir. Toprakların organik madde kapsamı ile havalandırma kapasitesinin artması amacıyla da ahır gübresi uygulanması faydalı olacaktır.

Kaynaklar

- Alagöz Z, Öktüren F, Yılmaz E, 2006. Antalya bölgesinde karanfil yetiştirilen sera topraklarının bazı verimlilik özelliklerinin belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(1): 123-129.
- Anonim, 2011a. Available:https://tr.wikipedia.org/wiki/Kalecik,_Ankara(Erişim tarihi: 25.10.2011)
- Anonim, 2011b. Available:<http://www.outdoororacle.com/TurkiyeDetay.aspx?anagrup=428&grup=430&detay=3203&kalecik>(Erişim tarihi: 22.10.2011)
- Anonim, 2011c. Available : <http://www.lafsozluk.com/2011/04/turkiye-iller-ve-bolgeler-haritasi.html> (Erişim tarihi: 30.10.2011)
- Başar H, 2001. Bursa ili topraklarının verimlilik durumlarının toprak analizleri ile incelenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(2): 69-83.
- Başaran M, Okant, M, 2005. Bazı toprak özelliklerinin Eldivan yöresinde yetiştirilen kirazların beslenme durumu üzerine etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 11(2): 115-119.
- Bellitürk K, Danışman F, Sözbük B, 2009. Tekirdağ bölgesindeki toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile mineralizasyon kapasiteleri arasındaki ilişkiler. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(2): 141-147.
- Bouyoucos GJ, 1951. A recalibration of hydrometer method for making mechanical analysis of soils. Agronomy Journal, 43: 434-438.
- Bozkurt MA, Çimrin KM, Karaca S, 2000. Aynı koşullarda yetiştirilen üç farklı elma çeşidine beslenme durumlarının değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 6(4): 101-105.
- Bremner JM, 1965. Total nitrogen. In: Methods of soil analysis Part 2. Chemical and microbiological properties. Black, C.A. (ed.), Amer. Soc. Of Agron. Inc. Pub. Agron.Series. No: 9, Madison, Wisconsin, USA, pp. 1149-1178.
- Çimrin K M, Boysan S, 2006. Van yöresi tarım topraklarının besin elementi durumları ve bunların bazı toprak özellikleriyle ilişkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 16: 105-111.
- Eyüpoğlu F, 1999. Türkiye topraklarının verimlilik durumu. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- Follet RH, 1969. Zn, Fe, Mn and Cu in Colorado Soils. Ph. D. Dissertation. Colorado State University.
- Godsey CB, Schmidt JP, Schlegel AJ, Taylor RK, Thompson CR, Gehl RJ, 2003. Correcting iron deficiency in corn with seedrow applied iron sulfate. Agron. J., 95:160-166.
- Güçdemir İ, 2006. Türkiye gübre ve gübreleme rehberi. Genel Yayın No: 231. Teknik Yayın No: T.69. Ankara.
- Hızalan E, Ünal H, 1966. Topraklarda önemli kimyasal analizler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Jackson ML, 1958. Soil chemical analysis. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA, pp. 1-498.
- Kacar B, Taban S, Alpaslan M, Fuleky G, 1998. Zinc phosphorus relationship in the dry matter yield and the uptake of Zn, P, Fe and Mn of rice plants (*Oryza sativa* L.) as affected by the total carbonate content of the soil. Second International Zinc Symposium. Abstracts, pp. 20, 2-3 October, Ankara, Turkey.
- Kacar B, 2013. Temel Gübre Bilgisi. Nobel Yayın, 502, Ankara.
- Karaman MR, Brohi AR, Müftüoğlu NM, Öztaş T, Zengin M, 2012. Sürdürülebilir toprak verimliliği, Koyulhisar Ziraat Odası Kültür Yayınları, Tokat.
- Lindsay WL, Norvell WA, 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Science Society of American Proceeding 42: 421-428.
- Maas EV, 1986. Salt Tolerance of Plants. Applied Agricultural Research, 1:12-26.
- Oades JM, 1963. The nature and distribution of iron compounds in soil. Soil and Fertilizers, 26:69-80.
- Olsen SR, Sommers LE, 1982. Phosphorus, In: Page L A, Miller R H. Keeney D R, ed. Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, pp.539-579

- Parlak M, Fidan A, Kızılıcık İ, Koparan H, 2008. Eceabat ilçesi tarım topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 14(4):394-400.
- Pestana M, Correia PJ, Varennes A, Abadia J, Faria EA, 2001. Effectiveness of different foliar Fe applications to control Fe chlorosis in orange trees grown on a calcareous soil. Journal of Plant Nutrition 24:613-622.
- Richards LA, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. United States Department of Agriculture Handbook, 60.
- Rosen C, Becker R, Fritz V, Huthicson B, Percich J, Tong C, Wrigh J, 1999. Growing garlic in Minnesota. Available: <http://www.Extension.umn.edu/distribution/cropsystems/components/7.317-mulching.html>. (Erişim tarihi: 24.06.2014).
- Silanpää M, 1990. Micronutrient assessment at country level: An international study. In: FAO Soils Bulletin. N.63. Rome.
- Sumner, M.E. and W.P. Miller, 1996. Cation exchange capacity and exchange coefficients. In D.L. Sparks (ed.) Methods of soil analysis, Part 3. Chemical methods. Soil Science Society of America, Book series no. 5.
- Taban S, Alpaslan M, Hasemi AG, Eken D, 1997. Orta Anadolu'da çeltik tarımı yapılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. Pamukkale Üniversitesi Mühendistik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 3(3): 457-466.
- Taban S, Çikili Y, Cebeci F, Taban N, Sezer SM, 2004. Taşköprü yöresinde sarımsak tarımı yapılan toprakların verimlilik durumu ve potansiyel beslenme problemlerinin ortaya konulması. Tarım Bilimleri Dergisi, 10(3):297-304.
- Tarakçıoğlu C, Yalçın SR, Bayrak A, Küçük M, Karabacak H, 2003. Ordu yöresinde yetişirilen fındık bitkisinin beslenme durumunun toprak ve yaprak analizleriyle belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 9(1): 13- 22.
- Turan MA, Katkat AV, Özsoy G, Taban S, 2010. Bursa ili alüviyal tarım topraklarının verimlilik durumları ve potansiyel beslenme sorunlarının belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24(1):115-130.
- Tümsavaş Z, 2003. Bursa ili Vertisol büyük toprak grubu topraklarının verimlilik durumlarının toprak analizleriyle belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(2): 9-21.
- Tümsavaş Z, Aksoy E, 2008. Kahverengi Orman büyük toprak grubu topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(1):43-54.
- Ülgen N, Yurtsever N, 1974. Türkiye gübreler ve gübreleme rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Yayınlar No:28. Ankara.
- Wolf B, 1971. The determination of boron in soil extracts, plant materials, composts, manures, water and nutrient solutions. Communications on Soil Science and Plant Analysis 2(5):363-374.



TOPRAK BİLİMİ VE BITKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



Organik ve inorganik yapılı demir ve çinko bileşiklerinin elma ağaçlarında meyve kalitesine etkilerinin karşılaştırılması

Füsün Gülder *, İlhan Karaçal

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

Özet

Starking elmasının kalitesini üzerine organik ve inorganik formda demirli ve çinkolu bileşiklerin etkilerinin araştırıldığı bu çalışma tam şansa bağlı faktöriyel deneme desene göre Van Tarım İl Müdürlüğü, Meyve ve Fidan Üretim İstasyonunda yürütülmüştür. Araştırmada, temel gübreleme olarak bütün parsellere ağaç başına 290 g N, 260 g P₂O₅ ve 50 g K₂O uygulanmıştır. Toprak ve yaprak uygulamalarında organik kileyt formlarında demirli bileşik olarak Bolikel Fe (Fe EDDMa, %6 Fe) ve çinkolu bileşik olarak Sanzink (%6 Zn) isimli gübreler kullanılmıştır. İnorganik yapılı bileşikler olarak FeSO₄.7H₂O (%20 Fe) ve ZnCl₂ (%44 Zn) uygulanmıştır. Meyve boyu, meyve çapı ve meyve ağırlığı değerleri organik yapılı Sanzink'in tek başına (6.38 cm, 6.74 cm, 135.77 g) ve organik yapılı Fe EDDHMa ile birlikte uygulandığı parsellerde (6.44 cm, 6.71 cm, 133.12 g) kontrolden önemli derecede yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde, tek başına inorganik çinkolu bileşiklerin uygulandığı parsellerde meyve boyu, meyve çapı ve meyve ağırlığı ortalamaları organik çinkolu bileşiklerin uygulandığı parsellerden daha düşük ve sırasıyla 6.22 cm, 6.45 cm ve 127.57 g olarak elde edilmiştir. Kontrolde ise bu ortalamalar sırası ile 5.82 cm, 6.11 cm ve 107.35 g olarak elde edilmiştir. Sonuç olarak, elma ağaçlarında yüksek verim ve kaliteli meyve üretimi için organik yapılı çinkolu bileşiklerin gübreleme amaçlı kullanılmasının daha uygun olacağı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elma, demir, çinko, organik, inorganik, gübreleme

Comparing the effects of organic and inorganic compounds of iron and zinc on fruit quality of apple trees

Abstract

This study was carried out in order to determine the effects of organic and inorganic compounds of iron and zinc on quality of Stark apple in a randomized factorial experimental design at the Fruit and Seedling Production Station of Van Provincial Directorate of Agriculture. In the experiment, 290 g N, 260 g P₂O₅ and 50 g K₂O per tree were applied to each plot as a basic fertilization. In soil and foliar fertilization, Bolikel Fe (Fe EDDMa, 6% Fe) and Sanzink (6% Zn) organic compounds were used as chelate forms of iron and zinc, respectively. FeSO₄·7H₂O (20% Fe) and ZnCl₂ (44% Zn) were used as inorganic compounds of iron and zinc, respectively. Fruit length, diameter and weight values in Sanzink application alone (6.38 cm, 6.74 cm and 135.77 g, respectively) and application with Fe EDDHMA (6.44 cm, 6.71 cm and 133.12 g, respectively) were significantly higher than that in the control application. Fruit length, diameter and weight values in inorganic compound of zinc application (6.22 cm, 6.45 cm and 127.57 g, respectively) were also lower than that in organic compound of zinc application. Fruit length, diameter and weight values in the control were found as 5.82 cm, 6.11 cm and 107.35 g, respectively. As a result, it was determined that organic compounds application of zinc in apple trees is appropriate to have high yield and quality in fruit production.

Keywords: Apple, iron, zinc, organic, inorganic, fertilization.

© 2015 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Dünyada elma, şeftali, armut, turuncgil gibi meyve yetiştiriciliğinde beslenme ile ilgili olarak karşılaşılan ve her yıl giderek önem kazanan sorunlardan biri de mikro besin elementleri noksantılığıdır.

* Sorumlu yazar:

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

Tel.: 0(432) 225 17 01

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: gulserf@yahoo.com

Araştırmacıların meyve ağaçlarında eksikliği belirlenen mikro elementleri, kileyt ve inorganik yapılı tuzları kullanarak, toprak ya da yaprak gübrelemesi şeklinde bitkiye kazandırmaya çalışıkları bilinmektedir.

Kileytler, metalik tuzların doğal veya sentetik organik kompleksler ile reaksiyon sonucunda elde edilir. Kullanılmaları durumunda, organik komplekse bağlanan mikro besin elementinin toprakla reaksiyonu önleyerek bitkiye yayışılılığı arttırmaktadır. İnorganik yapılı mikro besin elementi gübreleri ise, doğal olarak bulunan metal filizleriyle, kimyasal olarak elde edilen metal oksitler, sülfatlar, karbonatlar, klorürler ve nitratlardır.

Kileytler, genellikle bitkiye demir ve çinko sağlamak amacıyla yapraktan ve topraktan uygulanırlar. Toprağa uygulanan kileytlerin, toprak ortamından bitki köklerine doğru hareket etmesine kolaylık sağladıkları bildirilmiştir ([Lindsay, 1974](#)). [Mengel ve Kirkby \(1987\)](#), demir kileytlerin hem toprak hem de yapraktan uygulanmalarının inorganik demir bileşiklerinin toprağa ilave edildiklerinde hızla suda erimeyen oksitlere dönüşmesi nedeniyle daha etkili olduğunu bildirmiştir.

Benzer şekilde çinko içeren organik yapılı sıvı mikro besin elementi gübrelerinin Amerika Birleşik Devlet'inde yaygın olarak kullanıldığı, çinko tuzlarının kileytenmeden uygulanmaları durumunda genellikle besin çözeltisinde çökeldikleri bildirilmiştir ([Wallace, 1983](#)).

Bu çalışmada, elma yetişiriciliği bakımından bölgede önemli bir yeri olan Van ilinde elma ağaçlarının demir ve çinko beslenmesinde kileyt ve inorganik yapılı mikro besin elementi gübrelerinin etkinliklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmmanın yürütüldüğü Van ili $38^{\circ} 28'$ kuzey enlemi ve $43^{\circ} 21'$ güney boylamı arasında yer almaktadır. Serin, nemli karasal iklim özelliği gösteren ilin deniz seviyesinden yüksekliği 1725 m'dir.

Araştırma tam şansa bağlı faktöriyel deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak 28 parselde yürütülmüştür. Bir ağaç bir parsel olarak kabul edilerek 15-20 yaş arasındaki Starking Delicious elma ağaçları üzerinde çalışılmıştır. Temel gübreleme olarak her bir ağaca 290 g N, 260 g P₂O₅ ve 50 g K₂O uygulanmıştır. Organik (Fe_o, Zn_o) ve inorganik (Fe_i, Zn_i) yapılı demir ve çinko içeren mikro besin element gübreleri 7 farklı uygulama (Kontrol, +Fe_i-Zn, -Fe+Zn_i, +Fe_i+Zn_i, +Fe_o-Zn, +Zn_o-Fe, +Fe_o+Zn_o) ile şansa bağlı olarak seçilen ağaçlara verilmiştir.

Deneme alanının toprak özelliklerinin belirlenmesi amacı ile 0-20, 20-40 cm derinlikten alınan toprak örnekleri kurutularak 2 mm elektrot geçirildikten sonra bünye, Boyoucous hidrometre ([Boyoucous, 1962](#)) yöntemi ile, toprak reaksiyonu ve toplam tuz saturasyon çamurunda potansiyometrik ve kondaktivimetrik ([Richards, 1954](#)) olarak belirlenmiştir. Kireç Schibler kalsimetresi ile ([Çağlar, 1949](#)), organik madde Walkey Black yöntemi ile ([Jackson, 1961](#)), toplam azot Kjeldahl yöntemi ile ([Jackson, 1962](#)), bitkiye yayışlı fosfor Olsen yöntemi ile ([Olsen ve ark., 1961](#)), yayışlı potasyum flayme fotometre ile ([Chapman ve Pratt, 1961](#)), yayışlı demir, çinko, bakır ve mangan DTPA ile ekstrakte edilebilir ekstraksiyon çözeltiside ([Lindsay ve Norvell, 1978](#)) Schimadzu 680 atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile belirlenmiştir.

Topraktan uygulamalarda, organik demirli bileşik olarak Bolikel Fe (Fe EDDMa, %6 Fe) isimli gübre, ağaç başına 150 g 30 l suya karıştırılmış ve ağaç tacı izdüşümünde çizilen bir daire ile, bundan gövdeye doğru yarıçapının $\frac{1}{4}$ 'ü kadar uzaklııkta çizilen ikinci bir dairenin arasındaki kabartılmış toprak yüzeyine serpilmiştir. İnorganik demirli bileşik olarak FeSO₄.7H₂O, ağaç dalları altında açılan, 20-25 cm derinlik ve genişlikteki banda, ağaç başına 250 g olacak şekilde dökülkerek üzeri toprak ile kapatılmak suretiyle uygulanmıştır.

Organik çinkolu bileşik olan Sanzink (%6 Zn) isimli gübre, ağaç başına 400 ml 30 l su ile karıştırılıp ağaç tacı altındaki kabartılmış toprak yüzeyine serpilmek suretiyle uygulanmıştır. İnorganik çinkolu bileşik olarak ZnCl₂, ağaç başına 100 g olacak şekilde, ağaç tacı altına serpilip toprağa karıştırılmıştır. Topraktan uygulamalarda demirli bileşikler için [Kurucu \(1986\)](#) ve [Gedikoğlu \(1990\)](#) tarafından önerilen dozlara uyulmuştur. Çinkolu bileşikler, [Orphanos \(1982\)](#) ve [Arce ve ark. \(1992\)](#)'un önerdiği şekilde uygulanmıştır. Yapraktan gübreleme işlemi, akşam saatlerinde gerçekleştirilmiştir. Farklı yaprak uygulamalarında ağaç başına, benzer çalışmalarla ([Orphanos, 1982; Gediklioğlu, 1990](#)) önerilen doza uygun olarak 16 g Bolikel Fe, 50 g FeSO₄.7H₂O 125 ml Sanzink ve 100 g ZnCl₂'ün 10'ar litre su içerisinde çözdirülerek verilmesi esas alınmıştır. Bileşikler, belirtilen oranlarda 5 l suda hazırlanarak sırt pülverizatörü ile, ağaçlar iyice ıslanıncaya kadar püskürtülmüşlerdir. Uygulamalar 20 gün ara ile iki defa da yapılmıştır.

Meyve ölçümleri için her bir ağaçtan 20 adet meyve toplanmıştır. Tesadüfen seçilen 10 adet meyvede meyve boyu ve meyve çapı 0.01 mm duyarlılıklı kumpasla, meyve hacim ağırlığı, meyvede suda çözünebilen kuru madde miktarı reflaktometrik olarak ve meyve suyunun pH değeri [Akça ve Sen \(1990\)](#) tarafından bildirildiği şekilde yapılmıştır. Elde edilen bulguların değerlendirilmesinde Duncan çoklu karşılaştırma testleri için SAS paket programı kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Deneme alanı topraklarının hafif alkali reaksiyonlu, hafif tuzlu, orta düzeyde kireçli, düşük organik madde içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir. Yarayılı fosfor içeriği yüzey toprağı hariç düşük, potasyum içeriği ise düşük bulunmuştur. Bildirilen sınır değerlerine göre ([Lindsay ve Norvell, 1978](#)), topraklarda çinko dışında mikro besin elementi noksantalı olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 1).

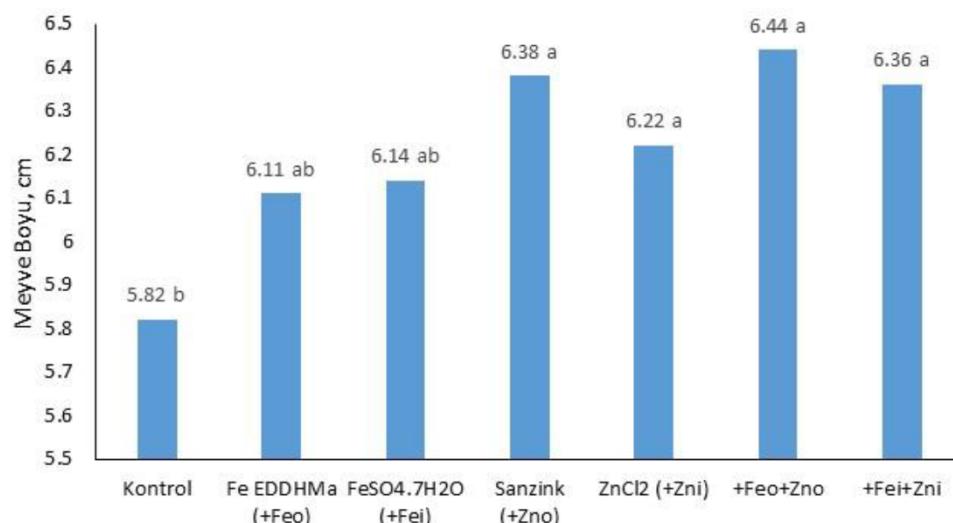
Çizelge 1. Deneme Alanı Toprağının Bazı Fiziksnel ve Kimyasal Özellikleri

Toprak Derinliği, cm	Bünye sınıfı	pH (sat.)	Toplam Tuz, %	Kireç, %	Organik Madde, %	Toplam N, %
0-20	Kumlu tırtıl	7.39	0.053	7.80	0.60	0.056
20-40	Kumlu killi tırtıl	7.58	0.043	13.00	0.50	0.047
	P, ppm	K, ppm	Fe, ppm	Zn, ppm	Cu, ppm	Mn, ppm
0-20	22.14	111.3	7.52	0.62	8.08	7.35
20-40	6.40	89.9	6.68	0.99	8.38	5.87

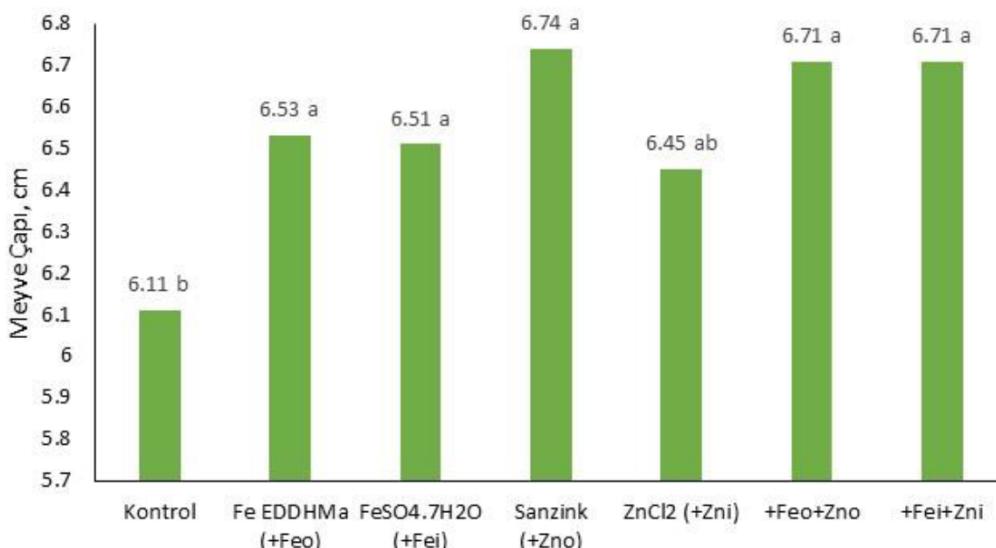
İki yıllık gübre uygulamalarından sonra bahçe denemesinde meyve gelişimi incelenmiş ve fenolojik gözlemler yapılmıştır. Uygulamaların meyve gelişimi ve bazı kalite kriterleri üzerine etkisi Çizelge 2'de verilmiştir. Farklı uygulamaların meyve özelliklerine etkileri incelediğinde meyve boyu ve meyve çapına uygulamaların etkisi %5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Şekil 1 ve 2).

Çizelge 2. İki yıllık uygulamalardan sonra uygulamaların meyve özelliklerine toplam etkisi

Uygulamalar	Meyve ağırlığı, g*	Meyve hacim ağırlığı, g/cm ³ *	Meyve suyunda Ç.K.M., %*	Meyve suyunda pH*
Kontrol	107.35	0.962	10.88	3.34
Fe EDDHMa (+Fe _o)	122.87	0.997	11.15	3.31
FeSO ₄ .7H ₂ O (+Fe _i)	122.07	0.965	11.98	3.32
Sanzink (+Zn _o)	135.77	0.980	11.60	3.31
ZnCl ₂ (+Zn _i)	122.57	0.977	11.45	3.32
+Fe _o +Zn _o	133.12	0.993	11.78	3.31
+Fe _i +Zn _i	132.17	1.005	11.85	3.32



Şekil 1. Farklı organik ve inorganik Fe ve Zn'lu gübre uygulamalarının meyve boyuna etkisi (P<0.05).



Şekil 2. Farklı organik ve inorganik Fe ve Zn'lu gübre uygulamalarının meyve çapına etkisi ($P<0.05$).

Farklı uygulamalar sonunda meyve boyuna ait en düşük meyve boyu ortalaması 5.82 cm olarak kontrolde, en yüksek meyve boyu ortalaması ise 6.44 cm olarak organik demir + organik çinkolu ($+Fe_o+Zn_o$) bileşik uygulamasında belirlenmiştir. Benzer şekilde en düşük meyve çapı ortalaması 6.11 cm olarak kontrolde, en yüksek meyve çapı ortalamaları ise tek başına $+Zn_o$ (Sanzink) uygulaması ve $+Fe_o+Zn_o$ organik bileşik uygulamasında sırası ile 6.74 cm ve 6.71 cm olarak elde edilmişlerdir. Meyve çapına ilişkin bu değerler Türk Standartları Enstitüsü (Anonim, 1983) tarafından iri boy çeşitlerde maksimum değerin (6.50 cm) üstünde bulunmuştur. Benzer olarak, Akça ve Şen (1990) Van koşullarında Starking elmasında yaptıkları araştırmada meyve boyunu 6.52 ± 0.29 cm, meyve çapını 6.63 ± 0.32 cm olarak belirlemiştir. Çinkolu bileşiklerin uygulanması ile meyve büyülüğünde artış olduğu Özbeğ ve ark. (1984), tarafından da doğrulanmaktadır. Bu araştırmada $ZnCl_2$ uygulamasına ait meyve çapı ve meyve boyu ve meyve ağırlığı değerleri $+Zn_o$ (Sanzink) uygulaması ile elde edilen değerlerden düşük bulunmuştur (Şekil 1 ve 2).

Meyve ağırlığı, tek başına organik çinko (Sanzink) uygulanan parsellerde diğer uygulamalardan ve kontrolden daha yüksek bulunmuştur. Organik çinkolu ve $+Fe_o+Zn_o$ organik bileşik uygulamalarında elde edilen meyve ağırlığı ortalamaları sırası ile 135.77 g ve 133.12 g olarak belirlenmiştir. Ancak uygulamaların neden olduğu bu farklılık istatiksel olarak önemli bulunmamıştır. Değişik uygulamalarda elde edilen meyve hacim ağırlığı ortalamaları $0.962-1.005 \text{ g/cm}^3$ aralığında belirlenmiştir. Ancak Akça ve Şen (1990), Van koşullarında yaptıkları araştırmada Starking elmalarında meyve hacim ağırlığının 0.812 g/cm^3 olarak bildirmiştir.

Meyve suyunda çözünebilen kuru madde miktarı ve meyve suyu pH ortalamaları sırası ile %10.88-%11.98, 3.31-3.34 aralıklarında belirlenmiştir (Çizelge 2). Özbeğ (1978), Türk elmalarında meyve suyu pH değerinin 3.00-4.54 arasında değiştigini bildirmiştir ancak Akça ve Şen (1990) Van koşullarında Starking elmasının meyve suyuna çözünebilen kuru madde miktarı %15.68 meyve suyu pH değerini ise 4.64 olarak belirlemiştir.

Sonuç

Meyve boyu, meyve çapı ortalamaları genel olarak organik çinkolu bileşik olan Sanzink'in tek başına uygulandığı parsellerde inorganik çinkolu bileşik olan $ZnCl_2$ tek başına uygulandığı parsellere göre daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Benzer şekilde, $+Fe_o+Zn_o$ organik bileşik uygulamasında elde edilen meyve boyu ortalaması, $+Fe_i+Zn_i$ inorganik bileşik uygulamasından daha yüksek olmuştur. Araştırma sonuçları dikkate alındığında, Van koşullarında elma yetiştirciliğinde verim ve kalitenin arttırılması için organik çinko bileşiklerinin kullanılmasının uygun olabileceği belirlenmiştir.

Kaynaklar

Akça Y, Şen SM, 1990. Van ve çevresinde mahalli elma çeşitlerinin morfolojik ve pomolojik özellikleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. Vol.1 No.1.

-
- Anonim 1983. Türk Standartları Enstitüsü, TS 100. UDK 634. 11. Ankara
- Arce PJ, Storey JB, Lyons CG, 1992. Effectiveness of three different zinc fertilizers and two methods of application for the control of "Little-Leaf" in peach trees in South Texas. Communication in Soil Science and Plant Analysis 23 (15-16): 1945-1962.
- Bouyoucos GS, 1962. Recalibration of the hydrometer methods for making mechanical analysis of soil. Agronomy Journal 43 (1): 434-438
- Chapman HD, Pratt PF, 1961. Methods of analysis for soils, plants and water. University of California, Division of Agricultural Science, Berkeley, USA. 309 pp.
- Çağlar KÖ, 1949. Toprak Bilgisi. Ankara Üniversitesi Yayınları. No. 2. Ankara.
- Gedikoglu İ, 1990. Ankara yöresinde armut ağaçlarında görülen mikro besin maddeleri noksantalıklarının teşhisini ve tedavisi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları. Genel Yayın No: 163. Rapor Seri No: 85.
- Jackson ML, 1962. Soil Chemical Analysis. Constable & Co. Ltd. London.
- Kurucu N, 1986. İç Anadolu ve Marmara bölgelerinde mikro besin maddeleri kapsayan gübrelerin elma ve şeftali ağaçlarında etkinlik derecelerinin saptanması. Toprak ve Gübre Araştırma Enst. Yayınları, Genel Yayın No: 117 Rapor Seri No: R-55.
- Lindsay WL, 1974. Role of chelation in micronutrient availability, In: The plant root and its environment. EW Carson (Ed).. University Press of Virginia. Charlottesville. pp. 507-524,
- Linsday WL, Norvel, WN, 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Science Society America Journal 42: 421-428.
- Mengel K, Kirkby EE, 1987. Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute, Bern, Swirzerland. 510 pp.
- Olsen SR, Cole CV, Watanable FS, Dean LA, 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. United States Department of Agriculture Circular No.939. Washington, USA
- Orphanos PL, 1982. Spray and soil application of zinc to apples. Journal of Horticultural Science. 57(3): 259-266.
- Özbek S, 1978. Özel Meyvecilik. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 128. Ders Kitabı: 11, Adana.
- Özbek H, Kaya Z, Tamci M, 1984. Bitkinin Beslenmesi ve Metabolizması. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 162. Ders Kitabı:12, Adana.
- Wallace A, 1983. A one decade uptake on chelatingd metals for supplying micronutrients to crops. Journal of Plant Nutrition 6 (6): 429-438.



TOPRAK BİLİMİ VE BITKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



Biyoyakıt Bitkileri ve Teknolojisi

Ayhan Horuz *, Ahmet Korkmaz, Güney Akınoğlu

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

Özet

Bu çalışmada biyoyakıt üretiminde kullanılan bitkiler ve biyoyakıt teknolojileri araştırılmıştır. Biyodizel ve biyoetanol üretiminde hammadde olarak kolza, buğday, saman, sorgum, pirinç, patates, çavdar, arpa, mısır, şeker pancarı, şeker kamışı, tatlı sorgum ve tütün gibi bitkiler kullanılmaktadır. Biyogaz üretiminde ise hayvansal, zirai, gıda endüstrisi, sebze, meyve, yağ endüstrisi ve mezbaha artıkları ile atık su arıtma çamurları kullanılmaktadır. Biyoyakıtlar biyoetanol, biyodizel, biyogaz, biyometanol, biyodimetil eter ve biyoyağ olarak gruplandırılmaktadır. Biyoyakıtların günümüzde en yaygın olanları ise biyoetanol ve biyodizel'dir. Biyoyakıtlar yenilenebilir biyolojik kaynaklara dayanması, biyolojik bozunabilirliğinin çok iyi olması, zehirli olmaması, yakıldığından çok düşük emisyonlara sebep olması ve çevre dostu olması gibi nedenlerden dolayı kullanılabilirliğini artttırduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyoyakıt, bitki, teknoloji

Biofuel Plants and Technology

Abstract

In this study, the plants used in biofuel manufacture and biofuel technologies were investigated. In biodiesel and bioethanol manufacture, plants such as colza, wheat, straw, sorghum, rice, potato, rye, barley, corn, sugar beet, sugar cane, sweet sorghum and tobacco were used as a raw material. In biogas manufacture was also used animal, agricultural, food industry, vegetable, fruit, oil industry, tankage and treatment of waste water muds. Biofuels were classified such as bioethanol, biodiesel, biogas, bioethanol, biodimethyl ether and bio oil. The most current of biofuels were bioethanol and biodiesel. The usability of biofuels was increased due to endurance renewable biological resource, very good a biodegradability, cause very low emissions in burn, no toxic and ecologically friendly.

Keywords: Biofuel, plant, technology.

© 2015 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Genel olarak biyokütle enerjisi; doğada yaygın olarak mevcut tarımsal kökenli ürünlerden değişik fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemlerle üretilen, ticari özelliğe sahip, temel ve belirli özelliklerini standartlaştırmış olan katı, sıvı ve gaz haldeki bitkisel enerji kaynaklarıdır ([Taşyürek ve Acaroglu, 2007](#)). Biyokütlünün kimyasal bileşimi türlere göre değişmektedir. Ancak, bitkiler yaklaşık olarak %10-25 lignin, %40-60 selüloz ve %20-40 hemiselüloz içerirler. Selüloz, biyokütlede karbonun en bilinen formudur ve glikozun biyopolimeridir. Hemiselüloz, 5 ve 6 karbonlu şekerler ile uronik asit içeren kısa, yüksek oranda dallanmış şeker zinciridir. Ligin ise şeker olmayan molekülleri içerir. Karondioksitin (CO_2) fotosentez yoluyla organik bileşiklere dönüştürüldüğü biyokütlede bağlanan karbonda tutulan güneş enerjisi biyokülenin büyümesinde en önemli adımı oluşturur. Bitkinin büyümeye yapı taşı olarak bilinen karbonhidratlar, temel organik ürünüdür. Fotosentezi yürüten güneş enerjisi, biyokütlünün yapısal bileşiklerinin kimyasal bağlarında depo edilir. Bağlanan her bir gram mol C yaklaşık 470 kJ (112 kcal) enerji absorbe eder ([Emeklier, 2014](#)).

* Sorumlu yazar:

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

Tel.: 0(362) 312 19 19

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: ayhan@omu.edu.tr

İnsanlar, hem yaşaması için gerekli olan enerjiyi hem de hem de ısınma, pişirme vs. gibi nedenlerle ihtiyaç duyduğu enerjiyi kimyasal bağlarda depo edilen bu enerjiden sağlar. Her yıl ototrof bitkiler tarafından biyokütle formunda tutulan karbon miktarı yaklaşık 200 milyar tondur. İnsanlar bunun sadece 800 milyon tonunu (%0,4) gıda olarak kullanmaktadır ([El Bassam, 1998](#)). Aynı araştırmacı biyodizel elde edilen yağ bitkisi türlerinin verimlilik yönünden aşağıdaki gibi karşılaştırmıştır ([Çizelge 1](#)). Yağlar temel gıda maddelerindendir.

[Çizelge 1. Biodizel ve etanol elde edilebilen yağ bitkisi türlerinin verimlilik yönünden karşılaştırması \(El Bassam, 1998\)](#)

Biodizel elde edilen bitkiler	Birim alan tohum verimi (t/ha)	Yağ oranı (%)	Birim alan yağ verimi (t/ha)
Kolza	2-3,5	40-50	1,26
Pamuk (çigit)	1,2	15-25	0,29
Keten	1,8	30-48	0,70
Yerfıstığı	2,0	45-53	1,00
Zeytin	1-12,5	40	0,4-0,5
Ayçiçeği	2,5-3,2	35-52	0,88-1,67
Aspir	1,8	18-50	0,63
Soya	2,1	18-24	0,38
Susam	0,5	50-60	0,25

Etanol elde edilen bitkiler	Verim (t/ha)	Şeker/nışasta	
		% içerik (yaş)	Verim (t/ha)
Arpa	5,8	58,0	2150
Kassava	9,0	35,0	2900
Hayvan pancarı	98,5	8,2	4923
Mısır	6,9	65,0	2874
Patates	32,4	17,8	3693
Şeker pancarı	57,4	16,0	5600
Şeker kamışı	80,0	10,0	5400
Tatlı patates	12,0	25,0	2400
Şeker sorgum	90,0	10,0	5400
Buğday	7,2	62,0	2854

Yağ bitkileri üretimi 2000'li yıllarda itibaren sürekli artarak, 2005 yılında toplam yağ bitkileri üretimi yaklaşık 400 milyon ton iken, 2011 de 450 milyon tona ulaşmıştır. Dünya bitkisel yağ üretimi 2012'de 446 milyon ton olmuştur ([Aknerdem ve Öztürk, 2014](#)). Yağlı tohum bitkileri, karbo-hidrat bitkileri, bitkisel atıklar, hayvansal atıklar, şehirsel ve endüstriyel artıklar biyokütle enerji teknolojileri kapsamında değerlendirilerek mevcut yakıtlara alternatif çok sayıda katı, sıvı ve gaz yakıtlarına ulaşılabilirliktedir ([Eser ve ark., 2007](#)).

Türkiye'de biyokütle enerji kaynağı olarak değerlendirilebilecek tarla bitkilerinin ekim alanı yaklaşık 15 milyon ton ha ve üretimi 38 milyon ton'dur ([Çizelge 2](#)). Gıda olarak kullanılabilen 38 milyon tonluk üretmeye karşılık bitkiler tarlada ve işlendikten sonra yaklaşık 45 milyon tonluk atık bırakmaktadır. Bu miktarın yaklaşık 13 milyon tonluk kısmı kullanılmaktadır ve bu miktarın ısıl değeri yaklaşık 226 milyon GJ'dır ([Anonim, 2006](#)). Bu değer 5,4 milon ton eşdeğer petrole karşılık gelmektedir. Mevcut durumda tarla bitkileri atıklarından sağlanabilecek enerji miktarı Türkiyenin 2044 yılı birincil enerji tüketim miktarının %6'sını karşılayabilmektedir ([Akdoğan ve Emeklier, 2007](#)).

Üzümüzde, biyokökenli endüstriyel ürünler giderek artan oranlarda yaşamımıza girmekle birlikte biyomalzemeler, biyoyaygıtlar ve biyokimyasallar olmak üzere çok sayıda "Yeşil ürün" karşımıza çıkmaktadır. Yenilenebilir enerji teknolojileri içinde, motor biyoyayıtları, hızlı gelişimleri ile akarkayıt sektöründe buldukları ticari konum ve hedeflenen kulanım oranları ile ülke uygulamalarına girmektedir. Motor biyoyayıtları, biyorafineri teknolojisinin önemli biyokökenli ürünleridir. Hayvansal veya bitkisel kökenli, gıda ve yem dışı, yenilenebilir alanlarda kullanım ürünlerine sahip ve bazı istisnalar dışında, sentetik toksik veya çevreye zarar verecek herhangi bir madde içermeyen ürünler "Biyokökenli ürünler" denmektedir. Biyokökenli ürünler fotosentez kaynaklı olup, bitkilerin depoladığı biyolojik karbondan, biyoteknoloji ile üretilen yeşil ürünlerdir. Biyokökenli ürünler, biyokimyasallar, biyomalzemeler ve biyoyayıtlar olarak sınıflandırılmaktadır ([İşler ve Karaosmanoğlu, 2007](#)).

Çizelge 2. Türkiye'nin biokütle enerji kaynağı olabilecek tarla bitkileri üretimleri, atıkları ve toplam ısıl değerleri
[\(Anonim, 2006\)](#).

Tarla bitkileri	Atıklar	Üretim (bin ton)	Alan (bin ton)	Kullanılabilir atıklar (bin ton)	Toplam ısıl değeri (bin ton)
Buğday	Saman	22439	9266	3515	62920
Mısır	Sap	2952	565	2979	55109
	Saman	0	0	1143	19889
Arpa	Saman	7922	3550	1259	22036
Çavdar	Saman	253	146	54	940
Yulaf	Saman	323	146	48	840
Darı	Sap	7	4	0	0
Çeltik	Sap	332	67	126	2100
	Kavuz	0	0	62	807
Tütün	Sap	181	223	246	3965
Pamuk	Sap	2475	688	1533	27894
	Çircir atığı	0	0	594	9296
Ayçiçegi		809	546	1368	19426
Yerfistiği	Saman	72	25	0	0
	Kabuk	0	0	23	475
Soya	Saman	46	15	13	259
Toplam	-	37841	15241	12963	225956

Biyokütle kökenli en önemli alternatif biyoyakıtlar biyoetanol, biyodizel, biyogaz, biometanol, biyodimetil eter biyoyağ olarak gruplandırılmaktadır. Biyoyakıtların günümüzde en yaygın olanları ise BİYOETANOL ve BİYODİZEL'dir ([Eser ve ark., 2007](#)). Ülkelerin biyodizel veya biyoetanol üretiminde kullandıkları tarımsal hammaddeler tamamen kendi şartlarına bağlı olarak belirlenmektedir. Biyodizel üretiminde A.B.D. soyayı, Avrupa ülkeleri kolza (kanola)'yı, kullanmaktadır. Biyodizel hamaddesi olarak kolza (kanola) ve aspir, biyoetanol hamaddesi olarak da buğday ve mısır bu ülkelerdeki en yaygın kullanım olarak belirlenmiştir. Ayrıca Malezya'da palm, Brezilya'da soya, Hindistan'da jotrapa bitkisi biyoyakıt üretiminde kullanılan bitkilerin en önemlileridir ([Erdin, 2002; Gizlenci ve Acar, 2008](#)).

Genel olarak yakıt etanolü, Türkiye şartlarında benzine katkı maddesi olarak kullanılması ile ön plana çıkmaktadır. Biyoetanol benzine % 5 oranında katılması durumunda iyi bir oktan artırıcıdır. Türkiye'de henüz biyoetanol için oluşmuş bir Pazar yapısı yoktur. Bunun temel sebebi biyoetanolün Türkiye için çok yeni bir enerji kaynağı olmasından kaynaklanmaktadır. Etanolün en fazla üretiltiği bitkiler şeker kamışı, şeker pancarı, mısır, patates, tatlı sorgum, odunsu atıklar, tarımsal atıklar ve selüloz içerikli evsel atıklardır. Enerji sektörü genel olarak yenilenebilir (güneş, rüzgâr, hidrolik, jeotermal ve biyokütle) yenilenemez (fosil ve nükleer) olarak ikiye ayrılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde çoğunlukla bitkisel üretmeye dayalı ve organik kökenli tüm unsurlardan elde edilen biyokütle; katı, sıvı ve gaz formlarıyla üç'e ayrılmaktadır. Katı formundan biyoetanol, sıvı formundan biyodizel ve gaz formundan da biyogaz elde edilmektedir ([Akunerdem, 2014](#)).

Tarımsal Açıdan Biyoyakıtlar

Dünyada tarım artık sadece gıda üretimi amacıyla yapılmamakta enerji bitkileri tarımı da giderek yaygınlaşmaktadır. Biyoyakıt hamaddesi olabilecek bitkiler özellikle gıda amaçlı bitkilerin yetiştirilmeyeceği tarımsal alanlarda da yetiştirilebilmekte böylece bu alanlar tarımsal üretmeye katılabilmektedir. Modern tarımsal planlamalarda, tarımsal üretim alanlarının % 30'unun yem bitkilerine % 20'sinin ise enerji bitkilerine ayrılması hedeflenmektedir. Gelişmiş ülkeler enerji çeşitliliğini artırmakta, yaymakta ve belli enerji kaynağı türlerine bağımlılığı azaltmayı çalışarak alternatif enerji arayışlarını sürdürmektedirler. Biyoyakıtlar en yeni ve hızla yaygınlaşan alternatif kaynakların en başında gelendir. Biyoyakıtlar tarımsal açıdan ele alındığında;

1. Tarımsal üretimde çeşitliliği sağlayarak, tarımsal ekolojiye olumlu katkıda bulunmak
2. Biyoyakıt üretimi yoluyla organik tarımın gelişimini desteklemek
3. Tarımsal ürün çeşitliliğini sağlayarak sürdürülebilir tarımsal bir yapı oluşturmak
4. Yağ bitkileri tarımını yaygınlaştırarak aynı zamanda yemeklik yağ açığının kapatılmasına imkan sağlamak

- Çiftçilerin tarımsal giderlerini azaltmak ve alternatif ürün olarak yağ bitkileri yetiştirerek gelirlerini artırmak
 - Tarımda ekim nöbetini yaygınlaştırarak toprak verimliliğini artırmak ve polikültür tarıma imkan sağlamak
 - Biyoyat üretime geriye kalan organik karakterli artıkların hayvan yemi olarak değerlendirilmesini sağlamak
 - İhracat potansiyeli yüksek, ülke içinde katma değer üretecek olan yeni bitki türlerinin ekonomiye kazandırılmasını sağlayacaktır ([Eser ve ark., 2007](#)).

Tarım sektörü, bir ülkenin vazgeçilmezleri arasındadır. Tarımsal üretimi yeterli olmayan ve kendi insanını doyuramayan bir ülkenin tam bağımsızlığından bahsedilemez. Bu anlamda tarım; devlet ve bağımsızlıkla eşdeğer olarak kabul edilmektedir. Canlılığın ve varlığın vazgeçilmezi olan bu sektörün son yıllarda enerji ve gıda güvenliğinin de ana kaynağı olarak görülmektedir ([Akinerdem, 2007](#)).

Günümüzde ekonomik ve stratejik açıdan giderek değer kazanan yenilenebilir enerji kaynaklarının farklı ülkelerde enerji tarımı dönüştürülmektedir. Ülkeler kendi ekolojik şartları ve potansiyeline bağlı olarak farklı bitkileri üretmektedirler. Biyodizel ABD soyayı, Avrupa kolzayı (kanola) hammadde olarak kullanmaktadır. Bugün petrol zengini olan ülkeler dışındaki bütün ülkeler yerli kaynaklarını biyodizel veya biyoetanol kaynaklarına yönlendirmektedir. Konu Türkiye açısından ele alınırsa 2010 yılında yaklaşık 20 milyon ton fosil dizel tüketimine ulaşılması durumunda; AB direktifinde belirlenen % 5,75 karışım oranı ile 1,1 milyon ton biyodizel ihtiyacı olacaktır. Böyle bir durumda bu değerlere ulaşmanın karşılığı 1 milyon hektar tarla arazisi, 3 milyon ton yağlı tohum üretimidir. Buna, mevcut yağ açığımız ilave edilirse; hem yağ ve hem de biyodizel ihtiyacımızın yarı kaynaklardan elde edilmesi için 2010 yılında yaklaşık 2 milyon ha arazinin yağ bitkileri üretimine açılması gerekmektedir ([Akinerdem, 2007](#)).

Ülkemizde biyodizel yatırımı ile ilgili hayli yüksek kapasitede bir işletme potansiyeli olduğu söylenebilir. Üretim kapasitesi yıllık 1,5 milyon ton/yıl (Almanya'dan sonra ikinci sırada) olduğu ifade edilmekse de, bu kapasitede tüm işletmelerin standart bir üretime yapabilecek durumda olduğu söylenemez. Burada yanlışlığın temel nedeni, bütün yasal düzenlemelerin yerli üretimi teşvik edecek şekilde düzenlendiği halde, yatırımlar konusunda biraz acelece davranışlanmış, işletmeler daha çok ithal yağı yönelik olarak kurulmuştur. Konu hammadde temini yönünden doğru çalışılmalı; gerek resmi politikalar ve gerekse üreticiler ve kullanıcılar için yasal boyutu ile de ucuz, yerli ve çevreci enerjiye ulaşmada işbirliği yapılmalıdır. Bu programı gerçekleştirmek için en az 5 yıllık bir süreye ihtiyaç vardır. Bu süreçte; yağ bitkileri üretim kültürü öğretilecek, biyodizel ve yan ürünlerin işletme teknolojisi gelişecek, biyodizel işletmeleri kırma ve depolamada belirli kapasiteye ulaşacaktır ([Akinerdem, 2007](#)).

Biyodizel ürtiminde en fazla kullanılan kolza ve aspirdir. Kolza, tohumlarında % 38-45 yağ bulunması, katı sıvı, ham yağ olarak kullanılması, yüksek seviyede doymamış yağ asidi içermesi, E vitaminince zengin olması biyodizel için en iyi yağ bitkilerinden birisidir. Dünyada 20 den fazla ülkede yetiştirilmekte, Dünyada üretilen biyodizelin % 86'sı kolzadan üretilmektedir. Kolza Ülkemizin her yerinde yetiştirilebilir. Buğdaydan 1 ay önce hasat edildiği için yöresine göre ikinci ürüne olanak sağlar. Böylece hem üreticinin eline erken para geçmesini sağlar hem de ikinci ürününden faydalанılır. Küpsesi yem sanayimizde protein kaynağı açığını karşılarken; çiçeklerin kit olduğu Şubat ve Mart aylarında arılar için değerli bir mer'a oluşturur. Aspir, tohumunda % 45'e kadar çıkan kaliteli yağı ve küpsesi, renk veren çiçekleri ile kurağa oldukça dayanıklıdır. Nadas alanlarında özellikle Orta Anadolu ve Geçit Bölgelerinde, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri ile Çukurova bölgesi'nin susuz, kısmen fakir yapılı ve buğday yetişen meyilli arazilerde yetiştirilebilir.

Biyodizel üretiminde kullanılabilecek bir başka bitki de tütün tohumudur. Tütün tohumu yaprak tütün üretiminin yan ürünüdür ve tohumun %38-42'si yağdır. Geri kalan kısım ise protein, ham lif, karbonhidrat ve inorganik maddelerdir ([Çalışkan ve ark., 2009](#)). Yağ asitlerinin dağılımı %66-76 linoleik, %17-27 oleik, %7-10 palmitik ve % 3.1 stearik asittir ([Eshetu, 2007](#)). Kuruma indeksi 55-75, iyot değeri 135-147 arasındadır ve tütün tohumu yarı kuruyan yağlar kategorisindedir. Bitki gelişimi evrelerinde yağ kompozisyonu incelendiğinde genç yapraklarda yağ asidi miktarının çiçeklenme başlangıcında en yüksek seviyeye ulaştığını, olgunlaşmanın %30'dan %60'a ulaşmasıyla linoleik asidin arttığını, hızlı bir yağ asitleri artışının kapsül oluşumu devresinde olduğunu ve tohumlarda en fazla bulunan yağ asidinin %75 ile linoleik asit olduğu tespit edilmiştir ([Chu ve Tso, 1968](#)). Aynı şekilde Hindistan, Türkiye, Zimbabwe ile İngiltere'de yürütülen çalışmalarda linoleik asit içeriğinin %69-79 arasında değiştiği bildirilmiştir ([Crawford ve Hilditch 2006](#)). [Mukhtar ve ark., \(2007\)](#)'ye göre tütün tohumu yağı, doymamış yağ asitlerince zengindir. Yağ

asitlerinin %71.63'ünü linoleik, %13.46'sını oleik ve %8,7'sini palmitik asit oluşturmaktadır. Tütün tohumlarında tohum ağırlığının % 40.6'sı yağ olup, bu yağın özgül ağırlığı 0.917, iyot değeri 140.27, kuruma indeksi 5367, asit değeri 6.8 mg KOH/g olarak belirlenmiştir ([Mukhtar ve ark., 2005](#)). Mukayese için, yağ bitkisi olarak yetişiriciliği yapılan bitkilerin bünyelerinde bulunan yağ asitleri ile tütün tohumu yağ asitleri Çizelge 3'de sunulmuştur.

Çizelge 3. Tütün tohumu yağı ve bazı yağ bitkilerinin yağ asidi kompozisyonları (*[Giannelous ve ark., 2002](#), **[Demirbaş, 2003](#)).

Bitki adı	Palmitik 16:0	Palmitoleik 16:1	Stearik 18:0	Oleik 18:1	Linoleik 18:2	Linolenik 18:3	Digerleri toplamlı
Tütün*	10.96	0.2	3.34	14.54	69.49	0.69	0.78
Soya**	13.9	0.3	2.1	23.2	56.2	4.3	0
Ayçiçeği**	6.4	0.1	2.9	17.7	72.9	0	0
Aspir**	7.3	0	1.9	13.6	77.2	0	0
Kolza**	3.5	0	0.9	64.1	22.3	8.2	0
Pamuk**	28.7	0	0.9	13.0	57.4	0	0
Mısır**	11.8	0	2.0	24.8	61.3	0	0.3
Palm**	42.6	0.3	4.4	40.5	10.1	0.2	1.1

Tütün tohumu yağı, dizel yakıt için uygun bir alternatiftir. Tütün tohumu yağıının 40°C'de kinetik vizkozitesi 27.7 mm²/s, setan sayısı 38.7, enerji içeriği 39.6 MJ/kg olup bulutlanma noktası -7.8°C, akma noktası -14°C, parlama noktası 220°C, yoğunluk 0.9175, sülfür 0,0006, iyot sayısı 135 ve kül ise % 0.008 olarak tespit edilmiştir ([Giannelous ve ark., 2002](#)). Kısmi bir mukayese yapmak amacıyla çeşitli bitkisel yağ esterlerinin fiziksel özellikleri ile tütün tohumu yağı için elde edilen değerler incelendiğinde tütün tohumu yağıının biyodizel elde etme bakımından teknik özelliklerinin elverişli olduğu görülmektedir (Çizelge 4). Bu sanayi dalında istenen yağın, çoğunlukla tekli doymamış ve çoklu doymamış zincirler ile minimum doymuş zincirlerin karışımından oluşması tercih edilmektedir ki, tütün tohumu yağı da bu özelliklere sahiptir ([Oğuz ve Öğüt, 2001](#)).

Çizelge 4. Bazı yağ bitkileri ile tütün yağı biyodizelinin teknik özellikleri ([Giannelous ve ark., 2002](#))

Bitki adı	40°C'de											
	Kinematik vizkozite, mm ² /s	Setan sayısı	Enerji İçeriği, MJ/kg	Bulutlanma noktası, °C	Akma noktası, °C	Parlama noktası, °C	Yoğunluk, kg/l	Sülfür, wt.%	Sabunlaşma, mgKOH/gr	İyot, mgKOH/gr	Kül, %	değeri
Soya	32.6	37.9	39.6	-3.9	-12.2	254	0.9138	0.010	189-195	112.5	<0.01	
Ayçiçeği	33.9	37.1	39.6	7.2	-15.0	274	0.9161	0.010	188-194	125.5	<0.01	
Mısır	34.9	37.6	39.5	-1.1	-40.0	277	0.9095	0.010	187-195	122.6	0.01	
Pamuk	33.5	41.8	39.5	1.7	-15.0	234	0.9148	0.010	189-198	105.7	0.01	
Kolza	37.0	37.6	39.7	-3.9	-31.7	246	0.9115	0.010	168-181	130.0	0.054	
Tütün	27.7	38.7	39.4	-7.8	-14.0	220	0.9175	0.006	193	135.0	0.008	

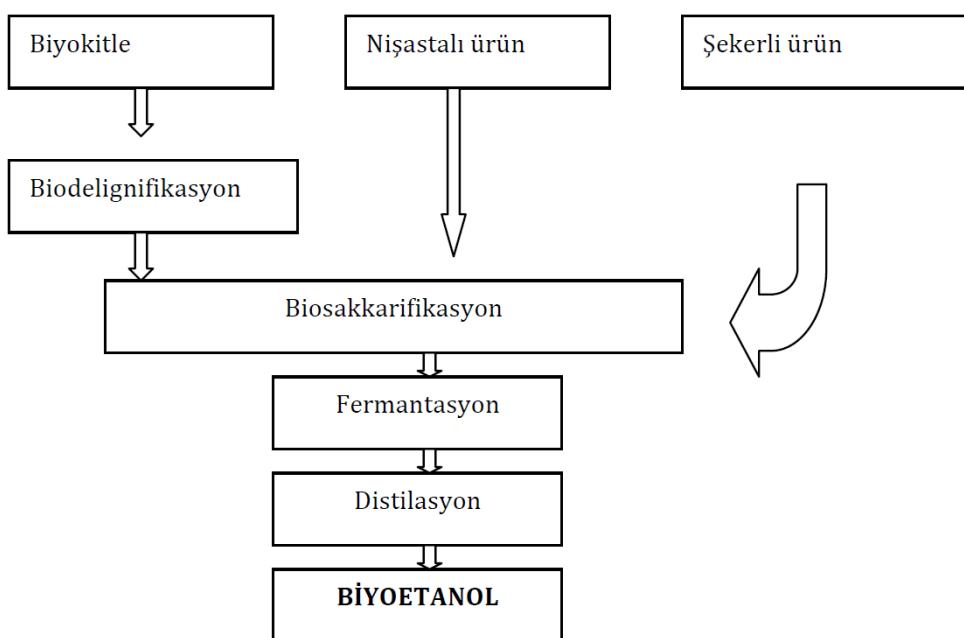
Sonuç olarak Biyoyakıt sektörünün hedefler ulaşılması ve teknolojik olarak gelişmesi için yerli hammadde kullanılması halinde ÖTV'nin konmaması, sektör yönetiminin yasalarla ve çok başlı kontrolü yerine, bağımsız veya özerk bir yönetime (biyoyakıt üst kurulu) verilmesi, biyoyakıtlar, yukarıda açıklanan konularıyla, tarımda yeni bir bakışın adı olmakla kalmayıp, enerji tarımından hammadde alan (enerji tarımı), esas itibarıyla Türk tarımında yeni bir atılımın gerçekleştirildiği ve entegre yatırımlara giden bir felsefeyi de temsil etmesi bakımından üzerinde israrla durulmalıdır.

Yakıt Alkolü (Biyoetanol)

Yakıt alkolu, metil alkol ve etil alkolu kapsayan bir tanımlama olmasına karşın, yaygın olarak bu isim biyokutle kaynaklarından elde edilen etil alkol (etanol-biyoetanol) için kullanılmaktadır ([Onurbaş Avcioğlu ve ark., 2011](#)). Dünyada biyoyakıtlar içerisinde en yaygın olarak kullanılan yakıt biyoetanoldur ve biyoetanol üretiminin %95'inden fazlası tarımsal ürünlerin işlenmesi ile elde edilmektedir. Dünyada biyoetanol üretimi ve kullanımı Türkiye'ye oranla oldukça yüksektir. Dünyanın pek çok ülkesinde, araclarda biyoetanol

kullanımı zorunlu hale getirilmiş ve bunun oranı her ülkede kendi üretim büyülüklerine göre çeşitlenmiştir (Bayraklı 2009; Koçtürk ve Avcioğlu, 2012).

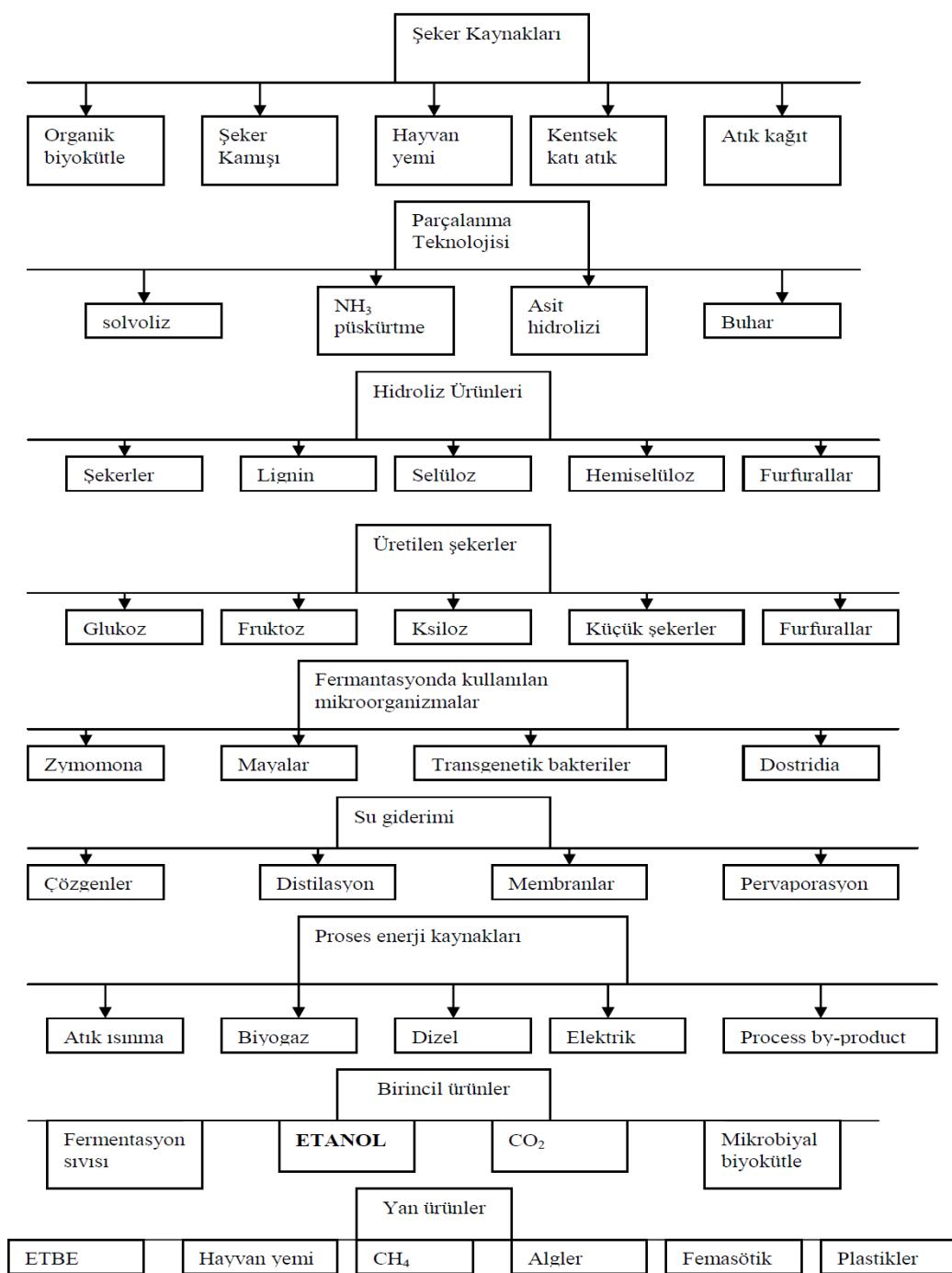
Biyoetanol hammaddesi nişasta-şeker bitkileri (buğday, saman, sorgum, pirinç, patates, çavdar, arpa, mısır, şeker pancarı, şeker kamışı) veya melas gibi agroendüstriyel karakterde şekerli yan ürünlerden olan, benzin türevi bir yakıtın adıdır. Biyokitle ile bileşimimde bulunan şeker ve naşastanın enzimatik hidrolize bağlı (nişasta hidrolizi veya delignifikasyon) oluşan sakkaritlerin mikroorganizmalar vasıtasıyla fermentasyonu ile veya her tip selülozik kütleden asidik hidroliz ve daha sonra bunların distile edilmesiyle biyoetanol üretilmektedir (Şekil 1). Ülkemizde 2000'li yılların başından itibaren devreye alınmaya başlanmıştır. Otomobiller ve diğer motorlu araçlarda, tek başına bir yakıt olarak ya da benzine karıştırılan bir katkı maddesi olarak kullanılabilir. Benzin ile kullanıldığından oktan sayısını artırır, CO ve hidrokarbonlar (CH) gibi zararlı gazların emisyonlarını azaltarak tam yanma sağlar. Lignoselüloz temel olarak selüloz (%30-60), hemiselülozlar (%20-40) ve ligninler (%10-30) oluşturmaktadır. Selüloz ve hemiselülozlar karbonhidrat bileşenlerini oluşturmaktadır. Lignin ise fenolik bir polimerdir. Ligninin bitkisel dokulardaki temel fonksiyonu yapısal destek ve dayanıklılık sağlamasıdır. Bu yapısal özellik ve selülozun sebebiyet verdiği enkapstülasyon, selülozik maddelerin fermantasyonu için gerekli ön işlem olan hidrolizini nişastaya oranla oldukça zorlaştırmaktadır. Bu amaca yönelik olarak asidik veya hemiselülozler ile enzimatik hidroliz gerçekleştirilmelidir. Hidroliz işleminde amonyak püskürtme, derişik veya seyreltik asit, enzim muamelesi ve buhar uygulanmaktadır. Hidroliz neticesinde üretilen şekerler mayalar ve transgenetik bakteriler vasıtasıyla fermentte edilmekte ve suyu giderilen (distilasyon, çözgenler, membranlar ve pervaporasyon) ürünlerden ETANOL elde edilmektedir. Etanole ilave olarak fermantasyon suvusu, karbondioksit, mikrobiyal biyokütle ile yan ürünler (hayvan yemi, metan, aloler, fomasitik ve plastikler) elde edilmektedir. Farklı biyokütlelerin etanole dönüşüm basamakları Şekil 2'de verilmiştir (Pazarlıoğlu, 2007).



Şekil 1. Biyoetanol üretim süreçlerindeki aşamalar (Kolonkaya ve ark., 2007)

Dünya etanol üretiminin % 95'i fermantasyonla üretilmektedir. Biyoetanol alternatif bir akaryakıt olarak kullanılabileceği gibi, akaryakıt katkısı (harmanlama bileşeni), yakıt hücresi yakıtı veya biyodizel ile biyo-etyl tersiyer butil eter üretiminde ham madde olarak da enerji teknolojisinde değerlendirilebilmektedir. Günümüzde biyoetanol yakıt olarak yaygın kullanımı benzin ve motorin alternatif yakıtı olarak dört şekildedir.

- Gasohol: %10 alkol + %90 benzin karışımı
- E25 : %25 alkol + %75 benzin karışımı
- E85 : %85 alkol + % 15 benzin karışımı
- E-Dizel : En fazla + %15 oranında alkol içeren motorin (Oksi-Motorin, Diesohol)



Şekil 2. Farklı Biyokütlelerin Etanole Dönüşüm Basamakları (Pazarlıoğlu, 2007)

Benzin alternatif olarak Gasohol, motorin alternatif olarak E-Diesel uygulamada önde gelmektedir. E-Dizelin avantajları arasında; motorin soğukta akış özelliğini iyileştirmesi, motorinin korozyon dayanımını, ısıl kararlılığını, yağlayıcılık özelliğini artırması, egzoz gazı emisyonları ve yaşam döngüsü emisyonları ile yakıtın kükürt içeriğini azaltması sayılabilmektektir. E-Dizelin dezavantajları olarak, düşük setan sayısına sahip olması ve yakıt tüketimindeki çok az oranda gerçekleşen artış sayılabilir. Setan sayısını artırıcı katkı maddesi eklenmesi ile, daha yüksek setan sayıları E-Diesel eldesi mümkündür. Yakıt alkollü kullanımının çevresel etkisi çok önemlidir. Örneğin 1 lt benzin yerine E10 kullanıldığında, eğer etanol tahıdan üretilmişse sera gazi emisyonu %3-4, eğer selülozlardan üretilmişse %6-8 oranında azalması gözlemlenmektedir ([İşler ve Karaosmanoğlu, 2007](#)).

Sonuç olarak; biyoetanol üretimi doğayı ve çevreyi kirleten, sağlık açısından pek çok risk barındıran fosil yakıtlardaki dışa bağımlılıktan kurtulmanın, enerjide bağımsızlığımızı kazanmanın en kolay ve ucuz yoludur. Biyoetanol dünya çapında yaklaşık 30 milyon ton yıllık üretimi ile ve yaklaşık 13 milyon dolar pazar payı ile

dünyanın onde gelen alternatif sıvı yakıdır. Gelecekte modern biyoenerji komplekslerinin adapte edilmesiyle biyoetanol enerji sektöründe ekonomi ve çevre açısından cazip bir ürün olacaktır.

Yakit Alkolü ve Türkiye

TSE standartlarına göre benzine hacimsel olarak en fazla % 5 oranında oksijenli bileşik harmanlaması kapsamında etil alkol TS EN 228 otomotiv benzini standardına göre benzin katkısı olarak kullanılabilmektedir. Yakıt alkolü 5015 Sayılı Petrol Piyasası Kanununa göre akaryakıt harmanlanabilir bir ürün olarak tanımlanmıştır. Yakıt alkolünün yerli kaynaklardan üretimi ve akaryakıt ile eşdeğer vergiye tabi olmaksızın tanımlanması kanunda belirtilen "akaryakıt Harmanlanan Ürünler: Metil tersiyer bütül eter, etanol vb. akaryakıt ile eşdeğer vergiye tabi olan ve olacak ürünler" şeklinde ifade edilmektedir. İlgili yasal düzenlemeler ile, benzine hacmen en çok %2 oranında katılacak yerli kaynaklardan üretilen etil alkol için ÖTV değeri sıfırdır.

Ülkemizdeki alkol üretimi, kullanımı ve satışı T.C. tütün, tütün mamulleri ve alkollü içecekler piyasası düzenleme kurumu (TAPDK) tarafından düzenlenmekte ve denetlenmektedir. TARKİM (Tarımsal Kimya Teknolojileri San. Tic. A.Ş.) ilk yakıt alkolü üretim lisansına sahip, girdisi buğday ve mısır olan 40 milyon lt/yıl kapasiteye sahip üreticimizdir ve TARKİM yakıt alkolü, 2005 yılında POAŞ ürünü kurşunsuz benzine %2 oranında katılarak "Biobenzin" markası ile piyasaya arz edilmiştir. Pankobirlik'in 84 milyon litre / yıl kapasiteli Çumra alkol Fabrikası (şeker pancarı) ve 26 milyon litre / yıl kapasiteli Tezkin - Adana (buğday ve mısır) fabrikalarının halen deneme üretimleri sürmektedir. Bu fabrikaların ürünü biyoetanolün de, 2008 itibarı ile akaryakıt sektörüne arzı başlayacaktır. 21 Kasım 2006'da Biyoetanol üreticileri Derneği kurulmuştur. TAPDK verilerine göre tesis kurma izni aşamasındaki olası yakıt alkol kapasitesi 102 milyon lt/yıl'dır.

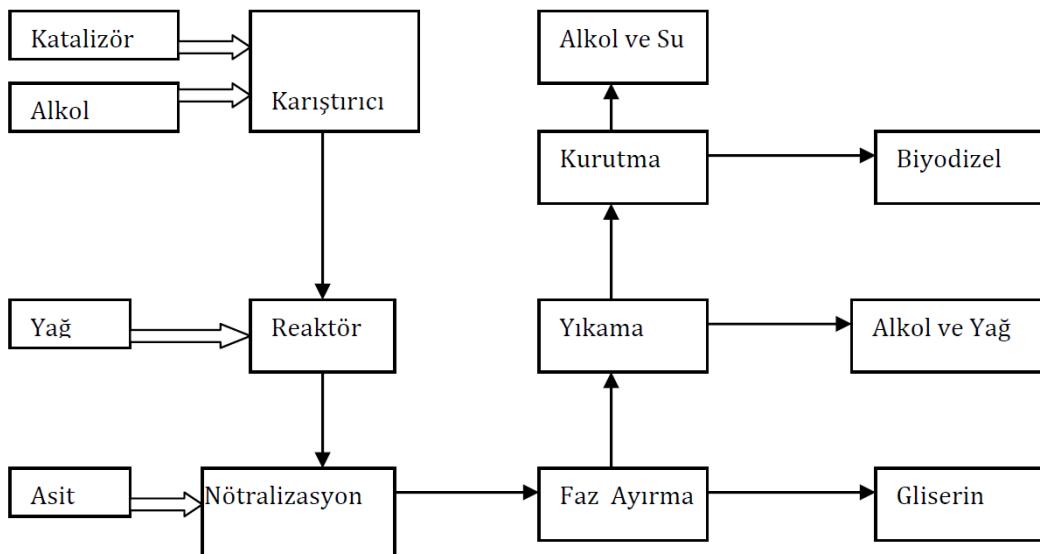
Yakit alkolü üretimi için en önemli hammaddelerden biri olan şeker pancarı tarımı Türkiye'de iyi bilinmekte ol, Pankobirlik çatısı altında 32 milyon dekar sulanabilir arazide yapılmaktadır. Münavebeli ekim ile bu alanın sadece % 20-25'lik kısmı kullanılabilir. Yeni şeker rejimine göre, kotaya uygun şeker pancarı tarımı 3,5 milyon dekar arazide yapılacağından geriye kalan 4,5 milyon dekarlık arazi biyoetanol üretimine yönelik enerji tarımında kolaylıkla kullanılabilir. Dolayısıyla, ülkemizde her yıl şeker pancarına dayalı 2-2,5 milyon ton biyoetanol üretim potansiyeli mevcuttur. Bu değer 2005 yılı sivil benzin tüketimimizin % 90'lık kısmına karşılık gelmektedir. Mevcut durumda şeker sanayi bünyesinde bulunan alkol üretim tesisisinde yapılacak rehabilitasyon çalışmaları ile yılda 78,5 milyon litre etanolü üretim potansiyeli bulunmaktadır.

Sonuç olarak yakıt alkolü günümüzün en büyük üretim kapasitesine sahip biyorafineri ürünüdür. Dünya'da biyoetanolün üretim ve kullanımının arttırılması için hükümet destekleri, Ar-Ge çalışmaları, özellikle selülozik etanol üretimi için yoğun çalışmalar sürmektedir. Türkiye mevcut 3 tesisi, artan ticari ilgi, yeni tesis projeleri ve akademik çalışmalarla yakıt alkolü için olumlu bir konumdadır. ÖTV muafiyet katkı oranının artırılması ilgili makamlarca kolaylıkla yapılabilecektir. Böylelikle, kademeli olarak E5 kullanımına geçilebilir ([İşler ve Karaosmanoğlu, 20007](#)).

Biyodizel Üretimi

Biyodizel hammaddesi yağ bitkileri olan, motorin türevi, tek başına veya motorine belli oranlarda karıştırılarak kullanılan bir enerji yakıdır. Kolza (kanola), ayçiçeği, soya, aspir gibi yağlı tohum bitkilerinden elde edilen yağların bir katalizör eşliğinde kısa zincirli bir alkol ile (metanol veya etanol) reaksiyonu sonucu üretilmektedir (Şekil 3). Ayrıca biyodizel biyomotorin dizel-bi, yeşil dizel adları ile de bilinmektedir ([Aknerdem, 2007](#)). Biyodizel Yakıtı:

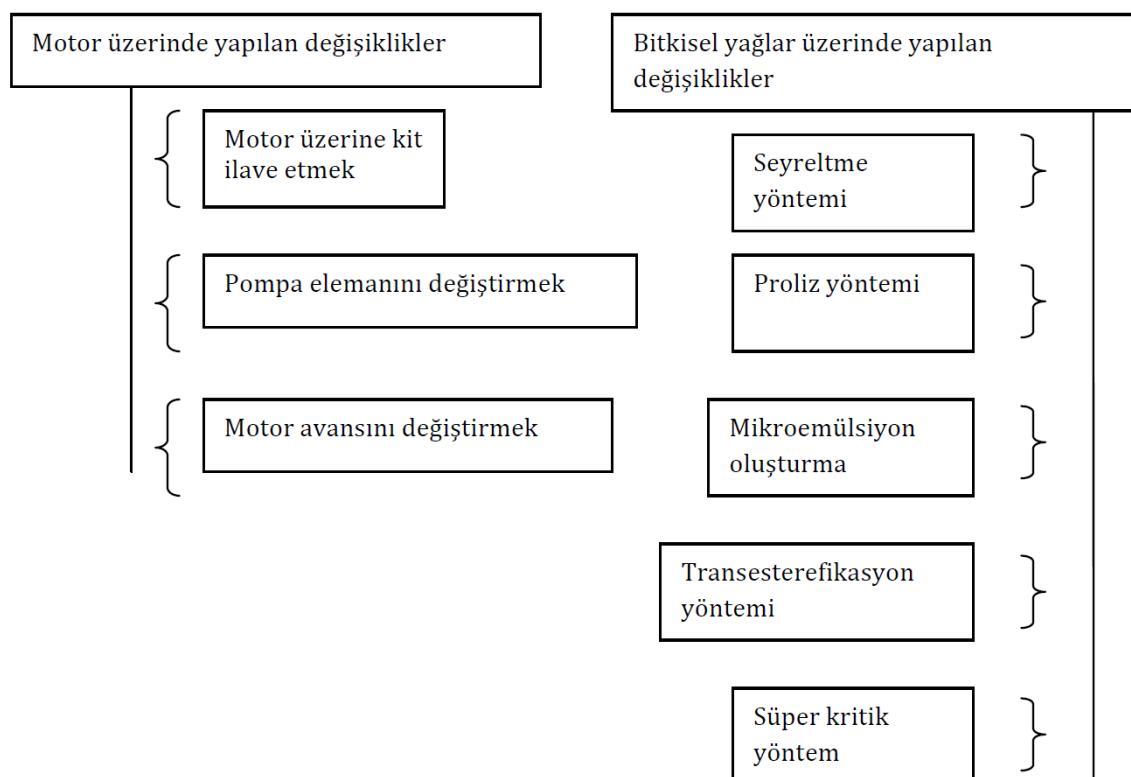
- Bitkisel ve hayvansal yağılardan esterleşme prosesi ile elde edilen EN 14214 mevzuatına uyan bir metil esteridir.
- Metanol ile bitkisel yağılardan transesterifikasyon reaksiyonu (alkoliz) ile biyodizel ve yan ürün olarak Gliserin elde edilir.
- Doğrudan CO₂ azalması sağlanamaz ancak, yağ bitkisinin yetişmesindeki CO₂ tüketimi ile kazanım meydana getirir.
- Halen % 5 oranında katılım ile elde edilen biyodizel EN 590 mevzuatına uymak kaydı ile tüm araçlarda kullanılabilir.
- Özel yapılı yakıt sistemleri ile bu oran%100'e kadar artırlabilir.
- Üretim, pazarlaması ve kullanılması 5015 sayılı petrol piyasası mevzuatına tabidir.



Şekil 3. Biyodizel üretiminin şematik gösterimi (Uysal, 2007)

Bitkisel yağların Dizel Motorlarında Kullanılabilme İmkanları

Bitkisel yağlar doğrudan, biyodizele dönüştürülmeden de motor yakıtı olarak kullanılabilir. Ancak bu durumda motorun petrodizel yakıtıyla çalıştırılması ve bitkisel yağın ısıtılması gereklidir. Bitkisel yağın doğrudan yakıt olarak kullanımında yağın yeni ya da atık kızartma yağı olması fark etmemektedir ([Öğüt ve Oğuz, 2006](#)). Ancak bu uygulama ısıtıcı bir (kit) kullanımını gerektirir. Bunun için motor, önce prodizel ile çalıştırılır, motor soğutma suyunun sıcaklığından faydalananarak bitkisel yağın viskozitesi, petrodizel viskozitesinin düzeyine dönüştürülür. Ancak bu kullanım şeklinin motor garantisini açısından iyi incelenmesi gereklidir (Şekil 4).

Şekil 4. Motor üzerinde ve bitkisel yağlarda yapılan değişiklikler ([Öğüt ve ark., 2007](#))

Biyodizel Kullanmada Sorunlar

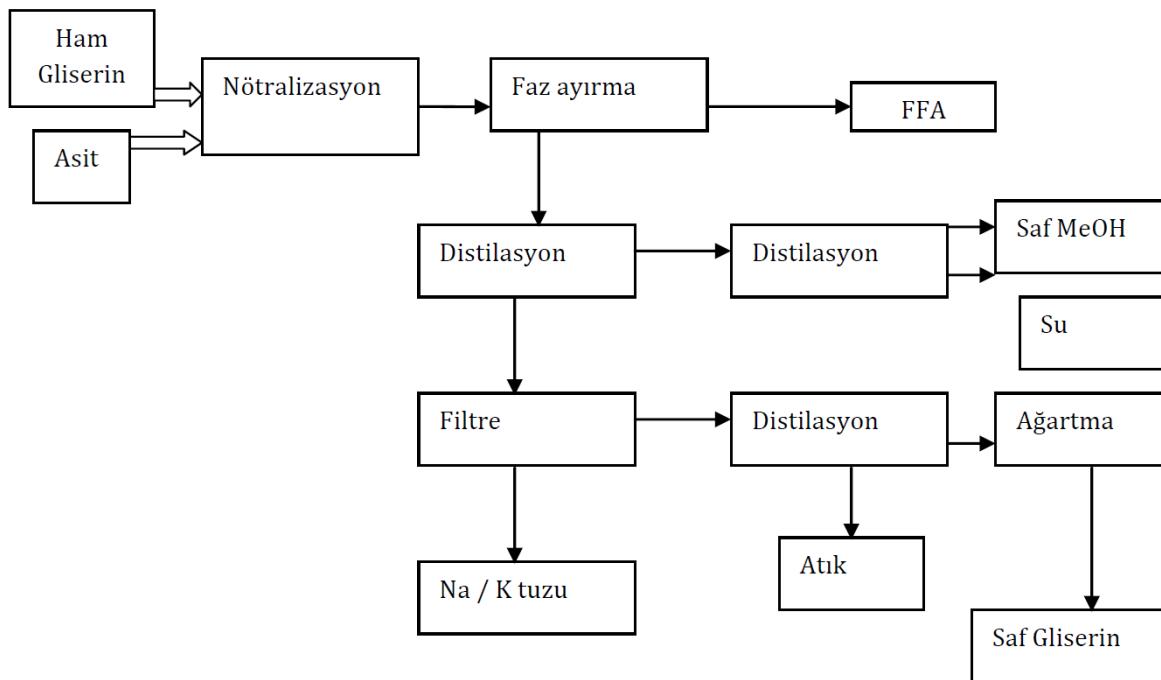
- Düşük sıcaklıklarda viskozite artışı ve akışkanlık azalması
- Oksidasyon stabiliteseksikliği ile depoda çökme ve sakız maddesi oluşumu
- Nem çekmesiyle mikroorganizma gelişimine neden olması, suyun korrozif etkisi
- Yüksek karışım oranlarında metil esterlerin yakıt sisteminde contalarda eritici etkisi
- Solvent etkisi ile yakıt depolarında çökeltileri çözümleyerek sistemde tikanmaya yol açması
- Bakır alaşımları, çinko, döküm demir, mangan üzerinde aşındırma etkisi
Benzin + Etanol
- Ethanol (etil alkol) değişik tarım ürünlerinden (mısır, şeker kamışı, şeker pancarı, patates, hububat artıkları veya ahşap artıkları kullanılabilir).
- Yürürlükteki mevzuat genel uygulamada % 5 karışımı öngörmektedir.
- Benzin ile %85 e kadar (E85) karıştırılarak kullanılabilir.
- Buharlaşma nedeni ile depolanması özel önlem gerektirir. ([Tezer, 2007](#)).

Bitkisel yağlar petrol esaslı yakıtlardan farklı kimyasal yapıya sahiptirler. Dizel yakuti büyük oranlarda parafinler ve aromatiklerden oluşmasına karşılık, bitkisel yağlar yağ asitlerinin gliserinle yapmış olduğu esterlerdir. Bu esterlere gliserid adı verilir. Gliserin molekülünü oluşturan 3 alkol grubu yağ asitlerinin esterleşmesi ile tri gliserid adını alır. Triglycerid'deki yağ asitlerinin cinsi ve miktarı, bitkisel yağın özelliklerini oluşturmaktadır ([Öğüt ve ark., 2007](#)). Bitkisel yağların yüksek yakıt standartlarına uygun olmadan doğrudan motorlarda kullanımını yakıt enjeksiyon pompasında, enjektörlerde ve yanma odasında problemlere yol açmaktadır. Bu nedenle yüksek olan viskoziteyi azaltmak veya yağı motora uygun hale getirmek için çalışmalar yapılmıştır. Bunlar ya bitkisel yağların yakıt özelliklerinin iyileştirme yönünde yada motorda birtakım değişiklikler yapılarak sağlanmıştır ([Şekil 2](#)) ([Öğüt ve ark., 2007](#)).

Biyodizel Prosesi ve Yan ürün Gliserin

Yenilenebilir biyolojik kaynaklara dayanması, biyolojik bozunabilirliğinin çok iyi olması, zehirli olmaması, yakıldığından çok düşük emisyonlara sebep olması ve çevre dostu olması gibi önemli özelliklere sahiptir. Ulaşım sektöründe dizel motorlarla doğrudan veya petro-dizel ile karıştırılarak kullanılması, petrol ithal eden ülkelerde enerji konusunda dışa bağımlılığın kısmen azaltılmasına katkıda bulunur.

Biyodizel prosesinde yan ürün olarak elde edilen gliserin fazı, kullanılmayan fazlardan katalizör, sabunlaşma reaksiyonu ürünleri, su ve kullanılmayan fazla alkol içermektedir. Bu faz öncelikle asit ile nötralize edilip ham gliserin olarak depolanabilir. Bugün ülkemizde faz ayırma işleminden elde edilen ham gliserin, olduğu gibi depolanmakta ve başka hiçbir işlem yapılmadan çok düşük fiyatla satılmaktadır. Bu ham gliserin fazı içinde gerçek gliserin yüzdesi yaklaşık %40-50 arasındadır. Geri kalan önemli bir kısmı transesterifikasyon reaksiyonunda kullanılması gereken ancak reaksiyona girmeyen fazla metanoludur. Transesterifikasyon reaksiyonunda 1 mol gliseride karşılık 6 mol alkol kullanıldığında, esterleşme oranının arttığını göstermektedir. Diğer 3 molü sadece reaksiyonun sağ tarafına doğru daha çabuk ve yüksek verimle yürütmesi için kullanılmaktadır. Reaksiyona girmeyen fazla alkolün büyük bir kısmı, faz ayırma işleminde gliserin fazında kalmaktadır. Öncelikle, bu alkolün geri kazanılması ve tekrar reaktöre gönderilmesi, biyodizel üretim malyeti üzerine çok olumlu etki yapacaktır. Ayrıca faz ayırma işlemi esnasında gliserin fazında kalan suyun da uzaklaştırılması gerekmektedir. Gliserin fazının nötralizasyonu sonucu içinde kalan sabunlar tekrar serbest yağ asitlerine dönüşür ve bunlarında ayrılması gereklidir. Ayırtırılan serbest yağ asitleri asitle muamele edildikten sonra biyodizel üretimine geri dönüştürülebilirler ([Şekil 5](#)). Böylece, serbest yağ asitleri, alkolü ve suyu uzaklaştırılmış gliserin fazının saflığı %80-85 arasındadır. Saflaştırımda en etkin yöntem distilasyondur ([Uysal, 2007](#)). Bu prosesin en hassas işlemi gliserinin vakum distilasyonudur. Dikkatli olunmazsa, yüksek pH ve yüksek sıcaklıklarda gliserolin polimerizasyonu gerçekleşebilir ve oluşan poligliserol verimi olumsuz yönde etkiler. Düşük pH değerinde isae düşük kaynama noktasına (52°C) sahip zararlı olan acrolein oluşumu gözlenebilir. Ortamdaki oksijenin varlığına bağlı olarak gliserolin kısmı oksidasyonu sonucu glycerose (gliseraldehid ve dihidroksiaseton karışımı) elde edilebilir. Bu hususlara dikkat edilerek tasarlanmış ve işletilen distilasyon işlemi ile çok yüksek saflikta gliserol elde edilebilir ([Yong et al., 2001](#)).



Şekil 5. Gliserin saflaştırma prosesi ([Uysal, 2007](#))

Saf Gliserinin Kullanım Alanları

Biyodizel prosesinden elde edilen saf gliserin yüksek katma değere sahip başka ürünlerde dönüşebilmektedir. Bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir.

- Sabun sanayi
- Kozmetik sanayi
- İlaç sanayi
- Besin ve içecek sanayi
- Kağıt sanayi
- Tütün sanayi
- Reçine sanayi
- Tekstil sanayi
- Fotoğraf sanayi
- Yağlama sanayi
- Elektronik kapasitör yapımı
- Dinamit yapımında nitrogliserin üretimi
- Yem sanayi (%5-10 gluten asit substitutu)
- Hidrojen üretiminde (enerji taşıyıcısı)
- Poliüretan köpüklerde yüzey aktif madde
- Değişik kimyasal maddelerin hazırlanmasında (glycerol triacetate, glycerol stearate, glycerol oleate)

Biyogaz

Organik kökenli maddelerin (hayvansal, zirai, gıda endüstrisi, sebze, meyve, yağ endüstrisi ve mezbaha atıkları, ile atık su arıtma çamurları ve değişik bitki silajlarının) anaerobik oksijensiz ortamda, farklı mikroorganizma gruplarının varlığında biyometanlaştırma süreçleri ile elde edilen bir gaz karışımıdır. Renksiz, yanıcı, ana bileşenleri CH₄ ve CO₂ olan bu gazın içinde az miktarda H, SO₃, N, O₂ ve CO de bulunur ([Denizsel, 2007](#)).

Biyoyatıların Olumlu Etkileri

1. Kaynağı sınırlı olan fosil kökenli produktlere bağımlılığı azaltmakta
2. Tarımda yeni alanlar oluşturmaktadır

3. Aşırı tarımsal üretimi dengelemekte
4. Atık ürünleri değerlendirmekte
5. Egzoz emisyonlarının etkisini azaltmakta
6. Olumlu çevresel etkisi ile iklim değişikliği tehdidini azaltmakta
7. CO₂ dengesini düzeltmektedir.

Biyoyakıtların Olumsuz Etkileri

1. Kaynak olarak tarımsal üretmeye dayanması sonucu artan talep
 - Yeni alanların gıda üretimi aleyhine gelişmesine
 - Güney yarımkürede tropik orman alanlarının "yıllık bitkilere" açılmasına
 - Daralan tarım alanları nedeni ile gıda fiyatlarının yükselmesine
 - Büyük üretim alanlarının, küçük işletmeler aleyhine genişlemesine yol açmaktadır.
2. Ormanların ve Meraların bu şekilde değişimi, ek ve sürekli CO₂ kaybına neden olmaktadır.

Sonuç

Biyoyakıt üretiminde kullanılacak bitkilerin ve bitki artıklarının insan beslenme ve çevre sağlığına zarar vermeden alternatif kaynak ve doğa dostu yenilenebilir enerji kaynağı olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamada bitkisel kaynaklı yakıtlar biyoetanol, biyodizel, biyogaz, biyometanol, biyodimetil eter ve biyoyağ olarak gruplandırılmıştır. Ayrıca yakıt alkollü günümüzün en büyük üretim kapasitesine sahip biyorafineri ürünü olması nedeniyle ülkemizde biyoetanolün üretim ve kullanımının artırılması çalışmalarına hız verilmesi gerektiği tavsiye edilmiştir.

Kaynaklar

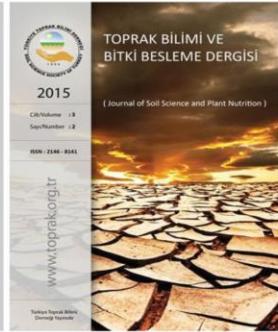
- Akdoğan G, Emeklier Y. 2007. Türkiye tarımında biyokütle (biyomas) enerji kaynakları. Biyoyakıtlar ve Biyoyakıt Teknolojileri Sempozyumu Bildiriler Kitabı. TMMOB, Kimya Mühendisleri Odası. 12-13 Aralık, 2007, s. 31-48, Ankara
- Aknerdem F. 2007. Türkiyede biyoyakıtlar ve hammadde temini. Biyoyakıtlar ve Biyoyakıt Teknolojileri Sempozyumu Bildiriler Kitabı. TMMOB, Kimya Mühendisleri Odası. 12-13 Aralık, 2007, s. 63-70, Ankara
- Aknerdem F. 2014. Türkiye'de aspir üretimi ve biyodizel açısından önemi. Enerji Tarımı ve Biyoyakıtlar 4. Ulusal Çalıştayı, 28-29 Mayıs 2014, s. 51-57, Samsun
- Aknerdem F, Özтурk Ö. 2014. Yağ bitkileri üretim stratejileri. Ayçiçeği Paneli, 18 Mart 2014, Konya.
- Anonim 2006. Türkiye'de tarımsal artıkların değerlendirilmesi. <http://www.agrowaste.tr.org/tr>. (Erişim tarihi 12.04.2008).
- Baydar H, Turgut I. 1999. Variations of fatty acid composition according to some morphological and physiological properties and ecological regions in oilseed plants. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 23 (S1): 81-86.
- Bayraklı AG. 2009. Değişik biyokütle kaynaklarından etanolun elde edilmesi üzerine bir araştırma. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, İzmir.
- Chu H, Tso TC. 1968. Fatty acid composition in Tobacco. I. Green Tobacco Plants. Plant Physiology 43: 428-433.
- Crawford RV, Hilditch TP. 2006. The component fatty acids of tobacco-seed oils. Journal of the Science of Food and Agriculture 1(8): 230-234.
- Çalışkan Ö, Odabaş MS, Çamaş N. 2009. Tütün (*Nicotiana tabacum L.*) tohumunun biyoyakıt olarak değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 4(2): 46-55
- Demirbaş A. 2003. Biodiesel fuels from vegetable oils via catalytic and non-catalytic supercritical alcohol transesterifications and other methods: A survey. Energy Conversion and Management 44 (13): 2093-2109.
- Denizsel A. 2007. Biyogazdan elektrik ve ısı üretimi. Biyoyakıtlar ve Biyoyakıt Teknolojileri Sempozyumu Bildiriler Kitabı. TMMOB, Kimya Mühendisleri Odası. 12-13 Aralık, 2007, s. 81-84, Ankara
- El Bassam N. 1998. Energy plant species, their use and impact on environment and development. James and James (Science Publisher) Ltd. London, UK.
- Emeklier YH. 2014. İç Anadolu Bölgesi'nin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli ve enerji bitkileri tarımı. Enerji Tarımı ve Biyoyakıtlar 4. Ulusal Çalıştayı, 28-29 Mayıs 2014, 101-108 s. Samsun
- Erdin E, Şirin G, Alten A. 2002. Biyoyakıt ve Avrupa Birliği, <http://web.deu.edu.tr/erdin/pubs/biyoenerji2002.pdf>, (Erişim: 20.03.2014)
- Eser V, Sarsu F, Altunkay, M. 2007. Biyoyakıt üretiminde kullanılan bitkilerin mevcut durumu ve geleceği. Biyoyakıtlar ve Biyoyakıt Teknolojileri Sempozyumu Bildiriler Kitabı. TMMOB, Kimya Mühendisleri Odası. 12-13 Aralık, 2007, s. 51-62, Ankara
- Eshetu B. 2007. Nicotiana tabaccum seed oil. www.ipp.boku.ac.at/oilseeds/eshetu.html
- Giannelous PN, Zannikos F, Stournass S, Lois E, Anastopoulos G. 2002. Tobacco seed oil and alternative diesel fuel: Physical and Chemical Properties. Industrial Crops and Products 16(1): 1-9.
- Gizlenci Ş, Acar M. 2008. Enerji bitkileri tarımı ve biyoyakıtlar (biyomotorin, biyoetanol, biyomas) enerji bitkileri ve biyoyakıtlar. Sektorel Rapor. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 16 s. Samsun
- İşler A, Karaosmanoğlu F. 2007. Yakıt alkollü: Mevcut durumu ve geleceği. Biyoyakıtlar ve Biyoyakıt Teknolojileri Sempozyumu Bildiriler Kitabı. TMMOB, Kimya Mühendisleri Odası. 12-13 Aralık, 2007, s. 123-132, Ankara

- Koçtürk D, Avcıoğlu AO. 2012. Benzin motorlarında biyoetanol kullanımının çevresel etkilerinin belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi 4(2): 65-74
- Kolonkaya N, Eser V, Ünal A. 2007. Biyoyakıtların biyoekonomideki yeri ve önemi. Biyoyakıtlar ve Biyoyakit Teknolojileri Sempozyumu Bildiriler Kitabı. TMMOB, Kimya Mühendisleri Odası.12-13 Aralık, 2007, s. 3-9, Ankara
- Mukhtar A, Ulah H, Mukhtar M. 2007. Fatty acid composition of tobacco seed oil and synthesis of alkyd resin. Chinese Journal of Chemistry 25(5):705- 708.
- Mukhtar A, Ulah H, Mukhtar M. 2005. Extraction and charecterization of tobacco seed oil. Asian Journal of Chemistry. 18(1): 20-24.
- Oğuz H, Öğüt H. 2001. Tarım traktörlerinde bitkisel kökenli yağı ve yakıt kullanımı. Selçuk - Teknik Online Dergisi, Vol:2, No: 2.
- Onurbaş Avcıoğlu, A., Turker, U., Atasoy, Z., Koçtürk, D. 2011. Tarımsal kökenli yenilenebilir enerjiler-biyoyakıtlar. Nobel Yaynevi, 519s, Ankara.
- Öğüt H, Oğuz H, Eryılmaz T, Menges HO. 2007. Standartlara uygun bitkisel yağların tarım traktörlerinde doğrudan yakıt olarak kullanımının araştırılması. Biyoyakıtlar ve Biyoyakit Teknolojileri Sempozyumu Bildiriler Kitabı. TMMOB, Kimya Mühendisleri Odası.12-13 Aralık, 2007, s. 147-157, Ankara
- Öğüt H, Oğuz H. 2006. Fuel of third millenium : Biodiesel. Nobel Yaynevi s. 190 s., Ankara
- Pazarlıoğlu NK. 2007. Lignoselülozik atıklardan biyoetanol üretimi. Biyoyakıtlar ve Biyoyakit Teknolojileri Sempozyumu Bildiriler Kitabı. TMMOB, Kimya Mühendisleri Odası.12-13 Aralık, 2007, s. 183-194, Ankara
- Taşyürek M, Acaroglu M. 2007. Biyoyakıtlarda (biyomotorinde) emisyon azatlığı ve küresel ısınmaya etkisi. Uluslararası Küresel İklim Değişikliği ve Çevresel Etkileri Konferansı, Konya.
- Tezer E. 2007. Biyoaktıtlar ve otomotiv sanayii. Biyoyakıtlar ve Biyoyakit Teknolojileri Sempozyumu Bildiriler Kitabı. TMMOB, Kimya Mühendisleri Odası.12-13 Aralık, 2007, s. 135-146, Ankara
- Uysal BZ. 2007. Biyodizel Prosesi Yan ürünü Gliserin. Biyoyakıtlar ve Biyoyakit Teknolojileri Sempozyumu Bildiriler Kitabı. TMMOB, Kimya Mühendisleri Odası.12-13 Aralık, 2007, s. 177-182, Ankara
- Yong KC, Ooi TL, Dezulkefly K, Wan Yunus WMZ, Hazimah AH. 2001. Refining of crude, glycerine recovered from glycerol residue by simple vacuum distillation. Journal of Oil Palm Research 13(2): 39-44.



TOPRAK BİLİMİ VE BITKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



Katı ortam kültüründe hümik asitin artan NaCl stres şartlarında domates bitkisi yaprağında makro ve mikro element kapsamlarına etkisi

Ahmet Korkmaz *, Arife Karagöl, Ayhan Horuz, Güney Akınoğlu

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

Özet

Çalışmanın amacı artan NaCl stres şartlarında besin çözeltisine ilave edilen hümik asitin (HA) domates bitkisi yaprağında bazı element kapsamlarına etkilerini belirlemektir. NaCl'ün 0, 44,4 ve 70,4 mM dozlarında 0, 320, 640 ve 1280 ppm HA ilave edilerek 12 farklı besin çözeltisi hazırlanmıştır. Her besin çözeltisi 3 tekerrürlü uygulanmıştır. Denemede 1:1 torf: perlit karışımından her saksi için 770 gram alınıp 3 litrelik saksılara konulmuştur. Her saksiya bir domates (Tybiff Aq Tohum çeşidi) fidesi dikilmiştir. Denemede makro ve mikro element içeriği besin çözeltisi her gün dikimden çıkışkenme dönemine kadar 100 ml; çıkışkenmeden hasata kadar ise 200 ml uygulanmıştır. Hasatta alınan yaprak örneklerinde N, P, Mg, S, Fe, Mn, Zn ve Cu, B analizleri yapılmıştır. Hümik asit yaprakta N ve Cu kapsamını önemli derecede azaltmış, P ve S kapsamını değiştirmemiş, Fe ve B kapsamını önemli derecede arttırmıştır. NaCl yaprakta N, P ve Zn kapsamını arttırmış; S, Cu ve B kapsamı önemli derecede azaltmıştır. HA x NaCl interaksiyonun yaprakta N, P, S, Cu ve B kapsamlarına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Fakat besin çözeltisine artan dozlarda ilave edilen HA'ın domates yaprağında Mg, Fe, Mn ve Zn kapsamına etkisi besin çözeltisinde bulunan NaCl seviyelerine bağlı bulunmuştur. NaCl:0 iken HA yaprakta Mg kapsamını azaltmıştır. Fakat NaCl: 70,4 mM iken HA dozu arttıkça yaprakta Mg kapsamı önemli derecede artış göstermiştir. NaCl'nin yüksek seviyelerinde HA yüksek dozları yaprakta Fe kapsamını artırarak, olumlu etki sağladığı görülmüştür. NaCl:0 iken HA dozu arttıkça yaprakta Mn kapsamı azalma göstermiştir. NaCl: 44,4 mM iken HA dozu arttıkça yaprakta Mn kapsamı artış göstermiş; fakat bu artış önemli bulunmamıştır. NaCl:0 iken 640 ppm HA uygulaması yaprakta çinko kapsamını önemli derecede azalttığı halde, 44,4 mM NaCl seviyesinde HA dozu arttıkça yaprakta çinko kapsamı artış göstermiş ve bu artış 640 ppm HA dozunda önemli bulunmuştur. Fakat NaCl 70,4 mM iken HA'nın yaprakta çinko kapsamına etkisi önemli bulunmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Domates, katı ortam kültürü, NaCl, hümik asit, besin kapsamı

Effect of humic acid on macro and micro nutrients in tomato plant leaf in solid media culture under increasing NaCl stress conditions

Abstract

The objective of this study was to determine the effect of humic acid (HA) added into nutrient solution on macro and micro nutrients in tomato plant leaf under increasing NaCl stress conditions. Twelve different nutrient solutions were prepared adding 0, 320, 640 and 1280 ppm HA at 0, 44.4 and 70.4 mM doses of NaCl. Each nutrient solution was applied with three replicates. In the experiment, 770 g of 1:1 ratio of peat : perlite mixture was packed into 3 L pots. A tomato (Tybiff Aq Seed variety) seedling was planted in each pot. During the experiment, macro and micro nutrient solutions were applied every day as 100 ml from sowing to flowering time and 200 ml from flowering period to harvesting time. In leaf samples taken in harvesting time, N, P, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu and B analyses were done. Humic acid significantly decreased N and Cu content in leaves, did not change P and S contents, and significantly increased Fe and B contents in leaves. NaCl increased N, P and Zn contents in leaves, significantly decreased S, Cu and B contents. The effects of HA x NaCl interaction on N, P, S, Cu and B contents were not significant statistically. But, the effects of HA added into nutrient solution with increasing doses on Mg, Fe, Mn and Zn contents of tomato leaves were depend on the NaCl levels in nutrient solutions. Humic acid decreased Mg content in leaf at NaCl:0 level. But, increasing HA doses at NaCl:70.4 mM significantly increased Mg content in leaf. Higher doses of HA at higher NaCl levels had positive effects with increasing Fe content in leaf. Increasing Ha doses at NaCl:0 decreased Mn content in leaf. Increasing Ha doses at NaCl:44.4 mM increased Mn content in leaf, but it was not significant. While 640 ppm HA application at NaCl:0 significantly decreased Zn content in leaf, 640 ppm HA application at NaCl:44.4 mM level significantly increased Zn content in leaf. But, effect of HA on leaf Zn content at NaCl:70.4 mM was not significant.

Keywords: Tomato, solid media culture, NaCl, humic acid, nutrient content.

© 2015 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

* Sorumlu yazar:

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

Tel.: 0(362) 312 19 19

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: akorkmaz@omu.edu.tr

Giriş

Olumsuz etkileri bulunmakla birlikte yüksek EC'li besin çözeltisi uygulamasından özellikle domates yetişтирiliğinde dikim sonrasında vejetatif ve generatif gelişmeyi dengeleyerek meyve tutumunu teşvik etmek, ayrıca meyve kalitesini artırınmak amacıyla faydalılmaktadır. Tuz stresinin domates meyvelerinde şeker, organik asit, kuru madde ve antioksidan içeriğini artırdığı, meyvelerin homojen bir şekilde kızarmasını sağladığını bilinmektedir. Bu nedenle topraksız tarım tekniği ile domates yetişтирiliğinde meyve kalitesini artırmak için besin çözeltisinin EC'sini artırma yoluna gidilmektedir. Bu işlem (1) besin çözeltisine ilave edilen gübre miktarını artırma veya (2) besin çözeltisine tuz (NaCl) ilave etme şeklinde gerçekleştirilmektedir. İlkinci yol, daha ucuz olduğundan daha fazla tercih edilmektedir (Gül, 2012). Topraksız yetişтирiliğe domatesin besin çözeltisinde tavsiye edilen tuzluluk düzeyi iki zıt etkinin arasında kalarak karar verilmelidir. Domates için uygun tuzluluk düzeyi normal besin çözeltisinde 2,6 dS/m olan elektriksel iletkenlik değerini 3,5-3,7 dS/m değerlerine yükseltecek şekilde besin çözeltisine tuz ilavesiyle ayarlanması gerektiği belirtilmiştir (Sonneveld ve Straver, 1994). Bitkilere uygulanan besin çözeltisinin EC'sinin yüksek olması durumunda ise bitkiler tuz stresine maruz kalırlar. Tuz stresi; değişik tuzların gelişme ortamında bitkinin büyümeyi engelleyebilecek konsantrasyonlarda bulunması olarak tanımlanmıştır. Bitkiler tuz stresinden iki şekilde etkilenmektedir.

1. Osmotik etki: Ortamda tuz miktarının artması sonucu osmotik basıncın artması ve ortamda su potansiyelinin düşmesi ve köklerin su alınımının engellenerek bir çeşit kuraklık stresine sebep olmasıdır.
2. Toksik etki: Tuz iyonlarının yüksek konsantrasyonlarda olması halinde bitkide toksik etkiler görülür. Özellikle Na^+ iyonu bitkilerde fazla alındığında mitoz bölünmesi ve bazı enzimlerin aktiviteleri engellenerek bitki gelişimi ve büyümeyi önemli derecede sınırlarıdır (Kocaçalışkan, 2003; Kuşvuran, 2010).

Cerdà ve ark. (1995), bitki gelişmesi üzerinde tuzun zararlı etkisinin iyonik dengesizlikten özellikle Ca^{+2} ve K^+ dengesizliğine sebep olusundan ileri geldiğini bildirmiştir. Bazı orman ağaç türlerinde Cl^- iyonunun Na^+ 'dan daha toksik olduğu bildirilmiştir (Shannon ve ark., 1994). Tuzlu besin çözeltisinde $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$ ve Na^+/K^+ oranlarının yüksek olması halinde membran geçirgenliğinin arttığı, köklerde ve gövde + yaprakta Na^+ ve Cl^- 'ün birliği belirtilmiştir (Lutts ve ark., 1996). Tuzluluk, bitkiler üzerindeki doğrudan etkisini osmotik ve iyon stresi oluşturarak gösterirken, dolaylı etkisini (sekonder etki) bu stres faktörleri sonucu bitkide meydana gelen yapısal bozulmalar ve toksik bileşiklerin sentezlenmesi ile gösterir. NaCl 'ün sebep olduğu başlıca sekonder etkileri; DNA, protein, klorofil ve zar fonksiyonuna zarar veren aktif oksijen türlerinin (AOT) sentezi; fotosentezin inhibisyonu; metabolik toksite; K alınımının engellenmesi ve hücre ölümü olarak sayılabilir (Botella ve ark. 2005; Hong ve ark., 2009). Tuz stresinin bitkiler üzerindeki etkileri; bitkinin çeşidine, uygulanan tuz çeşidi ile miktarına ve maruz kalma süresine bağlı olarak değişmektedir. Tuzlu ortamlarda bitkiler genotipik farklılıklara bağlı olarak çok farklı cevap verirler (Dajic, 2006). Tuzluluğa karşı verilen bu farklı büyümeye cavapları sadece farklı iki bitki türü için değil aynı türün farklı çeşitleri için de geçerlidir (Munns, 2002a).

Esmaily ve dig. (2008), sorgumda tuz seviyesi arttıkça % N, Ca, Mg, Na ve Cl kapsamının arttığını, % N, K, Ca alınımının azaldığını, belirtmişlerdir. Chavan ve Karadge (1980), tuzluluğa bağlı olarak yerfıstığı bitkisinin yaprak ve gövdesinde Ca, P ve Fe kapsamının arttığını, Mn kapsamının değişmediğini bildirmiştir. Bloom-Zandstra ve Lampe (1983), $\text{Cl}^{-1} \times \text{SO}_4^{+2}$ arasında önemli interaksiyon bulduğunu bildirmiştir. Bu olgu söz konusu anyonların iç yörenye aynı taşıyıcılar tarafından taşınmasına dayanılarak açıklanmıştır. Ayrıca klor miktarının gelişme ortamında fazlalığı osmotik basıncın artmasına ve dolayısıyla bitkiler tarafından yeterli düzeyde suyun alınamamasına neden olur (Kacar ve Katkat, 2010). NaCl , su potansiyelinin azaltmasının yanı sıra, hücredeki iyon dengesini bozarak da bitki gelişimini etkilemektedir. Yüksek miktarda NaCl alımı hücrede Na^+ ve Cl^- düzeyinin artmasına, Ca^{+2} , K^+ ve Mg^{+2} konsantrasyonlarının ise azalmasına sebep olur (Parida ve Das, 2005). Hücreye giren Na^+ , zar potansiyelini bozar ve anyon kanalları vasıtıyla hücre dışındaki Cl^- 'un pasif olarak hücreye girişini kolaylaştırır (Niu ve ark., 1995; Tuteja, 2007).

Saneoka ve ark. (2001), tuzun kök ve sapta K^+ ve Ca^{+2} akümülasyonunu engellediğini, K^+ , Ca^{+2} ve Mg^{+2} 'un yapraklara taşınımı üzerine NaCl 'ün olumsuz etkisi olduğunu ve bu elementlerin noksantılığına sebep olduğunu da bildirmiştir. Hasan ve ark. (1970), toprak tuzluluğunun mısır ve arpa bitkilerinin sap ve yapraklarında Mn ve Zn kapsamını artırdığını mısır bitkisinde Fe ve Cu kapsamını azalttığını bildirmiştir. Bazı çalışmalarla ise tuzluluğun domates sürgünlerinde Zn, Fe ve Cu konsantrasyonunu artırdığı belirtilmiştir (Grattan ve Grieve, 1999; Knight ve ark. 1992; Maas ve ark. 1972; Niazi ve Ahmed, 1984). Değişik buğday ve çeltik çeşidi üzerinde araştırmalar yapan Alpaslan ve ark. (1998), tuz stresinde bitkilerin başta Cu olmak üzere Zn ve Cu alımlarının arttığını saptamışlardır. Kacar ve Katkat (2010), borun alınması

ve iletim borularında taşınımının bitkinin su alımı ile yakından ilgili olduğunu bildirmiştirlerdir. Çeşitli çözünebilir tuzların çok yüksek konsantrasyonlarını içeren ortamlarda bitkilerin büyümeye ve hayat döngülerini tamamlayabilme yeteneklerine tuz toleransı denir ([Parida ve Das, 2005](#)). Tuz toleransı, tuz stresine dayanıklılığın bir göstergesidir ve bitki türüne, yaşadığı ortam ve çevre şartlarına bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir ([Gürel ve Avcioğlu, 2001](#)).

Tuzluluğun negatif etkisini ortadan kaldırmak için gelişme ortamına iyileştirici madde olarak [Walker ve Bernal \(2004, 2008\)](#), organik madde uygulamalarını, [Frechilla ve ark. \(2001\)](#), azot gübrelemesini, [Tuna ve ark. \(2007\)](#), Ca uygulamasını, [Türkmen ve ark., \(2000\)](#), K uygulamasını önermişlerdir. Hümik maddelerin en önemli fonksiyonel gruplarının karboksil, fenol, hidroksil, alkol, alkolik hidroksil, keton ve kinoid olduğu belirtilmiştir ([Russo ve Berlyn, 1990](#)). Hümik maddelerin bitki çimlenmesini ve gelişmesini stümüle ettiği bildirilmiştir ([Dell'Amico ve ark. 1994; Garcia ve ark. 1992](#)). [Rauthan ve Schnitzer \(1981\)](#), Hoagland besin çözeltisine 20-2000 mg/L arasında fülvik asit ilave etmiş, optimal gelişmenin 100-300 mg/L dozlarında olduğunu, 500 mg/L ve üstü dozlarında ise olmadığını bildirmiştir. [Atiyeh ve ark. \(2002\)](#), 50-500 mg/kg dozlarında hümik asit uygulamasının domates ve hiyarda bitki gelişiminde artış eğilimi sağladığını, fakat 500-1000 mg/kg'in üstündeki hümik asit dozlarında bitki gelişiminin azalma eğilimi gösterdiğini bildirmiştir.

Yapılan birçok çalışmalar hümataların bitkilerin fizyolojik işlevlerine direk etki ederek ve substrat ortamında bazı endirekt etkileri sebebiyle bitki gelişimine faydalı etkiler sağladığını göstermiştir. Bu çalışmalarla hümik asidin çimlenmeyi hızlandırdığı, bitkinin kök ve toprak üstü organlarının gelişmesini hızlandırdığı, N alımını ve N'dan yararlanma etkinliğini artırdığı, K, Ca, Mg, P ve Fe alımını artırdığı, zar geçirgenliğini artırdığı, solunumu hızlandırdığı ve kolaylaştırıldığı, N ve K asimilasyonunu artırdığı, substrat ortamında jel oluşumuna yardımcı olduğu, ağır metallerin tutulmasını sağladığı, mikroorganizma üretimini sağlayarak pestisitlerin parçalanmasına yardımcı olduğu ve mikrobiyal üretimi artırdığı bildirilmiştir ([Chen ve Aviad, 1990; Clapp ve ark. 2001; Senn ve Kingman, 1973; Nardi ve ark. 2002; Averett ve ark. 1995; Stevenson, 1994; Malcolm ve Vaughan, 1979](#)). [Liu ve ark. \(1998\)](#), Hoagland besin çözeltisine 0-400 mg/L arasında hümik asit uygulayarak çim bitkisi yetiştirmiş, 400 mg/L hümik asit dozunda net fotosentezin arttığını kök gelişiminin önemli şekilde arttığını, hümik asidin bitkide Mg ve S kapsamını artırdığını, Ca, Cu ve N kapsamını azalttığını fakat P, K, Fe, Mo ve Zn kapsamını etkilemediğini bildirmiştir. Hümik asit uygulamaları özellikle N, P, K, Mg, Ca, Zn, Fe ve Cu alımını artırarak bitki beslemede faydalı etkilere sahip olduğu görülmüştür ([Fagbenro ve Agboola, 1993; Nikbakht ve ark. 2008](#)). [Turan ve ark. \(2012\)](#), yapraktan uygulanan hümik asidin tuzlu koşullarda bitki kuru madde miktarını bitkinin topraktan kaldırıldığı N, P, K, Mg, Cu ve Zn miktarlarını artırarak bitki beslemede faydalı etkilere sahip olduğu görülmüştür ([Fagbenro ve Agboola, 1993; Nikbakht ve ark. 2008](#)). [Akinci ve ark. \(2009\)](#), hümik asit uygulanan ortamlarda baklada Cu ve Mn kapsamının azaldığını belirtmişlerdir. [Turan ve ark. \(2012\)](#), yapraktan uygulanan hümik asidin tuzlu koşullarda bitki kuru madde miktarını bitkinin topraktan kaldırıldığı N, P, K, Mg, Cu ve Zn miktarlarını artırduğunu bildirmiştir. [Schnitzer ve Skinner \(1966; 1967\)](#), pH 3,5'da iki değerli metallerle fülvik asitin oluşturduğu komplekslerin stabilite katsayılarının azalan sıraya göre Cu>Fe>Co>Zn>Mn şeklinde, pH 5'de ise Cu>Fe>Mn>Co>Zn şeklinde olduğunu belirtmişlerdir. [Courpron \(1967\)](#), hümik asitle Cu'in oluşturduğu kompleksin stabilite katsayı Cu'in fülvik asitle oluşturduğu kompleksin stabilite katsayılarından daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Ayrıca hümik asitle metallerin kompleksleşme gücünün azalan sıraya göre Cu>Zn>Mn şeklinde olduğu, Cu komplekslerinin daha stabil ve Cu'in hümik asite Zn ve Mn'a göre daha kuvvetli fikse olduğu da belirtilmiştir ([De Mumbrun ve Jackson, 1956; Heintze ve Mann, 1949; Courpron, 1967; Loué, 1986](#)).

Cu'in toprak organik maddesi tarafından çok kuvvetli fikse edildiği, COOH, OH ve C=O gibi oksijen içeren fonksiyonel gruplarca zengin olduğundan dolayı, organik maddenin hümik asidin ve fülvik asitin Cu ile çok stabil kompleksler oluşturduğu ve bu komplekslerin Zn ve Mn'la oluşturulan komplekslere göre daha kararlı oldukları ve Cu'in hümik asitle yaptığı komplekslerin suda çözünürlüklerinin düşük olduğu da belirtilmiştir ([Schnitzer ve Hanson, 1970](#)). Gelişme ortamına organik maddece zengin kompost ilavesi sonucu bitkilerde bor kapsamının artış gösterdiği bildirilmiştir ([Gupta, 1979](#)). [Olfati ve ark. \(2010\)](#), topraksız tarımda hiyarda yaptıkları bir çalışmada hümik asidin yaprak, kök ve meyve kuru madde miktarını etkilemediği hümik asidin hiyarda besin element alımını önemli derecede etkilediği, hümik asit ilave edilmesi halinde hümik asidin pozitif etkisinden dolayı besin çözeltisinin element konsantrasyonunun azaltılabileceği bildirilmiştir.

Bu çalışmanın amacı, katı ortam kültüründe artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında N, P, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu ve B kapsamlarına humik asitin etkilerini belirlemektir.

Materyal ve Yöntem

NaCl'nin 0, 44,4 ve 70,4 mM dozlarında 0, 320, 640 ve 1280 ppm hümik asit ilave edilerek 12 farklı besin çözeltisi hazırlanmıştır. Deneme 3X4 faktöriyel deseninde planlanmış ve konular üç tekerrürlü uygulanmıştır. 1:1 torf: perlit karışımı 3 litrelilik saksılara 770 gram konulmuştur. Her saksiye bir domates (Tybiff Aq Tohum çeşidi) fidesi dikilmiştir. Denemedede makro ve mikro element içerikli besin çözeltisi hergün dikimden çeklenme dönemine kadar 100 ml; çeklenmeden hasata kadar ise 200 ml uygulanmıştır. Kullanılan besin çözeltisinin makro ve mikro element içerikleri aşağıda verilmiştir:

11,1 mM NO₃⁻; 0,87 mM H₂PO₄⁻; 6,37 mM K⁺; 2,8 mM Ca⁺²; 1,71 mM Mg⁺²; 1,71 mM SO₄⁻²; 2,5 mg/L Fe; 0,5 mg/L Mn; 0,5 mg/L B; 0,02 mg/L Cu; 0,05 mg/L Zn; 0,01 mg/L Mo'dır. Bu besin çözeltisini hazırlamak için Ca(NO₃)₂.4H₂O, KH₂PO₄, KNO₃, MgSO₄.7H₂O, MnCl₂.2H₂O, H₃BO₃, ZnSO₄.7H₂O, CuSO₄.5H₂O, (NH₄)₆Mo₇O₂₇.4H₂O, Fe-EDDHA kullanılmıştır (Gül, 2012).

Hasat döneminde domates bitkisinden yaprak örnekleri alınmış, 65°C 'de kurutularak, öğütülmüştür. Yaprakta N, P, Mg, S, Fe, Mn, Zn ve Cu analizleri [Kacar ve İnal \(2008\)](#)'a göre; B analizi [Bayraklı \(1987\)](#)'ya göre yapılmıştır.

Elde edilen verilere SPSS 17.0 paket programında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Muamelere ait ortalamalar LSD (en küçük önem farkı) testi ile 0,05 önem seviyesinde karşılaştırılarak Yurtsever (1982)'e göre değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında N kapsamına humik asitin etkisi

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında N kapsamına humik asitin etkisine ilişkin sonuçlar Çizelge 1 'de verilmiştir.

Çizelge 1. Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında N ve P kapsamına humik asitin etkisi

Humik asit dozları (ppm)	N, %				P, %			
	NaCl dozları(mM)				NaCl dozları(mM)			
	0	44,4	70,4	Ort.	0	44,4	70,4	Ort.
0	2,31	2,36	3,69	2,79a	0,21	0,20	0,26	0,22
320	1,72	2,33	3,18	2,41ab	0,17	0,22	0,26	0,21
640	2,04	1,96	2,36	2,12b	0,19	0,24	0,30	0,24
1280	1,66	2,02	1,82	1,83b	0,19	0,24	0,23	0,22
Ort.	1,93b*	2,17b	2,76a		0,19c	0,22b	0,26a	
LSD _{0,05} HA: 0,60; LSD _{0,05} NaCl:0,52				LSD _{0,05} NaCl:0,026				

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında 0,05 seviyesinde fark yoktur

Besin çözeltisine hümik asit ilavesi sonucu yaprakta azot kapsamı önemli derecede azalma göstermiş, kontrolde (HA=0) yaprakta azot kapsamı %2,79 iken humik asit uygulaması ile 320 ppm HA dozunda %2,41; 640 ppm HA dozunda %2,12'ye; 1280 ppm HA dozunda %1,83'e düşmüştür. Humik asit dozları yaprak azot kapsamına etkileri bakımından önemli bulunmamıştır. [Liu ve ark. \(1998\)](#), Hoagland besin çözeltisine 0-400 mg/L arasında hümik asit uygulayarak çim bitkisi yetiştirmiş, 400 mg/L hümik asit dozunda net fotosentezin arttığını kök gelişiminin önemli şekilde arttığını, hümik asidin bitkide Mg ve S kapsamını artttığını, Ca, Cu ve N kapsamını azalttığını fakat P, K, Fe, Mo ve Zn kapsamını etkilemediğini bildirmiştir.

Besin çözeltisine NaCl ilavesi sonucu yaprakta azot kapsamı artış göstermiş ve bu artış 70,4 mM NaCl dozunda önemli bulunmuştur. [Esmaili ve ark. \(2008\)](#), sorgumda tuz seviyesi arttıkça % N, Ca, Mg, Na ve Cl kapsamının arttığını, % N, K, Ca alımının azaldığını, belirtmişlerdir. Değişik NaCl dozlarında humik asitin azot kapsamına etkisi aynı bulunmuştur. Yapılan çalışmada besin çözeltisinde NaCl:0 iken uygulanan 320 ve 1280 ppm hümik asit dozlarında, NaCl:44,4 mM iken uygulanan 640 ppm hümik asit dozlarında, NaCl:70,4 mM iken uygulanan 1280 ppm hümik asit dozunda yetiştirilen domates bitkilerinin azotça noksan (<%2,0 N) oldukları görülmüştür ([Hochmuth ve ark., 2004](#)).

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında P kapsamına humik asitin etkisi

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında P kapsamına humik asitin etkisine ilişkin sonuçlar Çizelge 1 'de verilmiştir. Besin çözeltisine hümik asit ilavesi sonucu yaprakta fosfor kapsamı önemli derecede değişmemiştir. Fakat besin çözeltisine ilave edilen NaCl dozu arttıkça domates yaprağında fosfor kapsamı

önemli derecede artmış, kontrolde($\text{NaCl}=0$) yaprakta fosfor kapsamı %0,19 iken NaCl uygulaması ile 44,4 mM dozda %0,22'ye; 70,4 mM dozda %0,26'ya yükselmiştir. [Chavan ve Karadge \(1980\)](#), tuzluluğa bağlı olarak yerfistiği bitkisinin yaprak ve gövdesinde Ca, P ve Fe kapsamının arttığını, Mn kapsamının değişmediğini bildirmiştirlerdir. Değişik NaCl dozlarında hümik asitin fosfor kapsamına etkisi aynı bulunmuştur. Yapılan çalışmada besin çözeltisinde $\text{NaCl}:0$ iken 320, 640 ve 1280 ppm hümik asit dozlarında yetişirilen domates bitkisi fosforca noksan (<%0,20 P) bulunmuştur ([Hochmuth ve ark., 2004](#)).

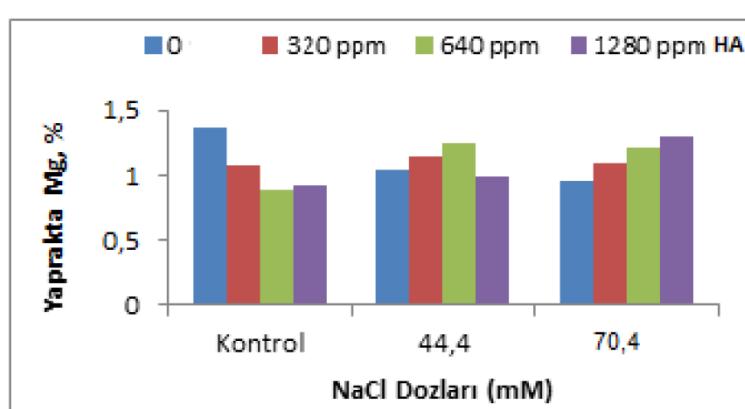
Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında Mg kapsamına humik asitin etkisi

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında Mg kapsamına humik asitin etkisine ilişkin sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. Besin çözeltisine artan dozlarda ilave edilen hümik asit domates yaprağında magnezyum kapsamına etkisi besin çözeltisinde bulunan NaCl seviyelerine bağlı bulunmuştur. $\text{NaCl}:0$ iken uygulanan hümik asit yaprakta magnezyum kapsamını azaltmış, kontrolde (HA:0) yaprakta magnezyum kapsamı %1,37 iken, hümik asitin etkisi ile artan doz sırasına göre %1,08, %0,89 ve %0,92 değerlerine düşmüştür. $\text{NaCl}: 44,4 \text{ mM}$ iken uygulanan hümik asitin 640 ppm dozunda yaprakta magnezyum kapsamı artış göstermiş, 1280 ppm dozunda azalma göstermiş; fakat bu artış ve azalışlar kontrole göre (HA:0) önemli bulunmamıştır. Ancak $\text{NaCl}: 70,4 \text{ mM}$ iken besin çözeltisine ilave edilen hümik asit dozu arttıkça yaprakta magnezyum kapsamı önemli derecede artış göstermiş, kontrolde (HA:0) yaprakta magnezyum kapsamı %0,95 iken, 320 ppm HA dozunda %1,10; 640 ppm HA dozunda %1,21; 1280 ppm HA dozunda %1,30 bulunmuştur ([Şekil 1](#)). Hümik asit uygulamaları özellikle N, P, K, Mg, Ca, Zn, Fe ve Cu alınımını artırarak bitki beslemede faydalı etkilere sahip olduğu görülmüştür ([Fagbenro ve Agboola, 1993](#); [Nikbakht ve ark., 2008](#)). [Turan ve ark. \(2012\)](#), yapraktan uygulanan hümik asidin tuzlu koşullarda bitki kuru madde miktarnı bitkinin topraktan kaldirdığı N, P, K, Mg, Cu ve Zn miktarlarını artırdığını bildirmiştirlerdir. Yapılan çalışmada yetişirilen domates bitkisi yapraklarında magnezyum kapsamı %0,89 - %1,37 arasında bulunmuş ve bitkilerin Mg bakımından yeterli (%0,25 - 0,50 Mg) oldukları görülmüştür ([Hochmuth ve ark., 2004](#)).

Çizelge 2. Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında Mg ve S kapsamına humik asitin etkisi

Humik asit dozları (ppm)	Mg, %				S, %			
	NaCl dozları(mM)				NaCl dozları(mM)			
	0	44,4	70,4	Ort.	0	44,4	70,4	Ort.
0	1,37a*	1,04cde	0,95de	1,12	1,58	1,23	1,12	1,31
320	1,08cde	1,14bcd	1,10bcde	1,11	1,62	1,36	1,21	1,40
640	0,89e	1,25abc	1,21abc	1,12	1,42	1,21	1,40	1,34
1280	0,92e	0,99de	1,30ab	1,07	1,42	1,18	1,41	1,34
Ort.	1,07	1,11	1,52		1,51a	1,25b	1,29b	
LSD _{0,05} HAx NaCl: 0,22				LSD _{0,05} NaCl: 0,12				

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında 0,05 seviyesinde fark yoktur



Şekil 1. Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında Mg kapsamına humik asitin etkisi

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında S kapsamına humik asitin etkisi

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında S kapsamına humik asitin etkisine ilişkin sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. Besin çözeltisine ilave edilen NaCl dozu arttıkça domates yaprağında kükürt kapsamı önemli derecede azalma göstermiştir. Bu azalmanın sebebi klorla sülfat arasındaki antagonistik ilişki olduğu sanılmaktadır. [Bloom-Zandstra ve Lampe \(1983\)](#), $\text{Cl}^{-1} \times \text{SO}_4^{2-}$ arasında önemli interaksiyon

bulunduğunu bildirmiştirlerdir. Bu olgu söz konusu anyonların iç yörenye aynı taşıyıcılar tarafından taşınmasına dayanılarak açıklanmıştır. Ayrıca klor miktarının gelişme ortamında fazlalığı osmotik basıncın artmasına ve dolayısıyla bitkiler tarafından yeterli düzeyde suyun alınamamasına neden olur ([Kacar ve Katkat, 2010](#)). Yaprakta kükürt kapsamına etkileri bakımından NaCl dozları arasında önemli derecede fark olmadığı görülmüştür. Yaprakta kükürt kapsamı üzerine hümik asitin etkisi önemli bulunmamış ve bütün NaCl seviyelerinde benzer etki görülmüştür. Yaprakta kükürt kapsamı %1,12 – 1,62 arasında olup, domates bitkilerinin kükürtçe yüksek (>%0,6 S) oldukları tespit edilmiştir ([Hochmuth ve ark., 2004](#)).

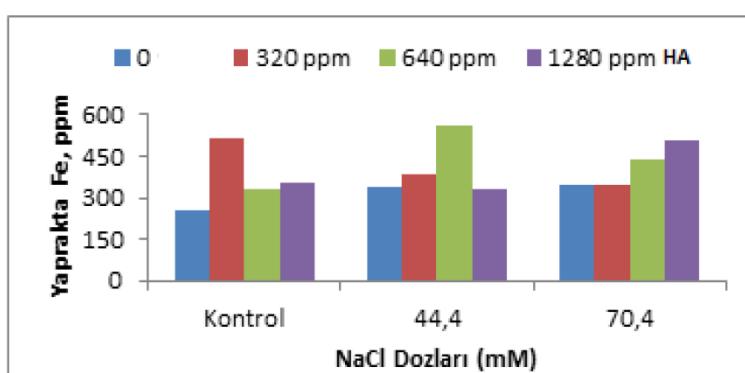
Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağından Fe kapsamına humik asitin etkisi

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağından Fe kapsamına humik asitin etkisine ilişkin sonuçlar Çizelge 3'de verilmiştir. Besin çözeltisine ilave edilen hümik asit dozu arttıkça genelde yaprakta demir kapsamı önemli derecede artış göstermiştir. Hümik asit uygulamaları özellikle N, P, K, Mg, Ca, Zn, Fe ve Cu alımını artırarak bitki beslemeye faydalı etkilere sahip olduğu görülmüştür ([Fagbenro ve Agboola, 1993; Nikbakht ve ark., 2008](#)). NaCl'ün yaprakta demir kapsamına etkisi önemli bulunmamıştır. Yaprakta demir kapsamına hümik asitin etkisi NaCl dozlarına bağlı olarak farklı olduğu görülmüştür. NaCl:0 iken hümik asitin yaprakta demir kapsamına etkisi 320 ppm dozda önemli bulunmuştur. NaCl:44,4 mM iken hümik asitin yaprakta demir kapsamına etkisi 320 ve 640 ppm dozlarında önemli bulunmuştur. NaCl:70,4 mM iken hümik asitin yaprakta demir kapsamına etkisi 640 ve 1280 ppm dozlarında önemli bulunmuştur. NaCl'nin yüksek seviyelerinde hümik asitin yüksek dozları yaprakta demir kapsamını artıracak, olumlu etki sağladığı görülmüştür ([Şekil 2](#)). Çalışmada yetiştirilen domates bitkisinde yaprakta demir kapsamı 331,9–561,6 ppm arasında olup, bitkiler demirce yeterli (40-100 ppm Fe) bulunmuştur ([Hochmuth ve ark., 2004](#)).

Çizelge 3. Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağından Fe ve Mn kapsamına humik asitin etkisi

Humik asit dozları (ppm)	Fe, ppm				Mn, ppm			
	NaCl dozları(mM)				NaCl dozları(mM)			
	0	44,4	70,4	Ort.	0	44,4	70,4	Ort.
0	352,9c*	340,3c	348,7c	347,3c	254,1ab	163,1c	153,5c	190,2
320	516,8a	386,6b	345,9c	416,6ab	265,9a	174,5c	151,2c	197,2
640	331,9c	561,6a	435,6b	443,0a	218,7b	200,0bc	152,8c	190,5
1280	357,2c	329,1c	508,4a	398,2b	216,9bc	200,0bc	149,7c	185,5
Ort.	389,71	404,4	409,7		239,9a	184,4b	151,8c	
LSD _{0,05} HAx NaCl: 55,61; LSD _{0,05} HA: 32,10				LSD _{0,05} NaCl:20,75 ; LSD _{0,05} HAx NaCl: 41,49				

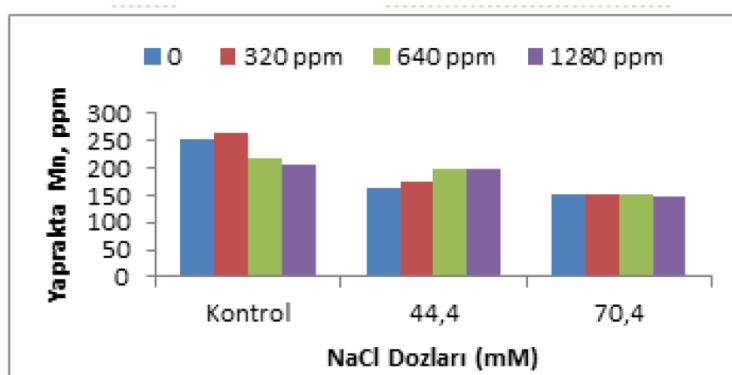
*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında 0,05 seviyesinde fark yoktur



Şekil 2. Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağından Fe kapsamına humik asitin etkisi

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağından Mn kapsamına humik asitin etkisi

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağından Mn kapsamına humik asitin etkisine ilişkin sonuçlar Çizelge 3'de verilmiştir. Besin çözeltisine ilave edilen NaCl dozu arttıkça yaprakta mangan kapsamı önemli derecede azalma göstermiştir. Fakat hümik asitin yaprakta mangan kapsamına etkisi NaCl dozlarına bağlı olarak farklı olduğu görülmüştür. NaCl:0 iken hümik asit dozu arttıkça yaprakta mangan kapsamı azalma göstermiştir. [Akinci ve ark. \(2009\)](#), hümik asit uygulanan ortamlarda baklada Cu ve Mn kapsamının azaldığını belirtmişlerdir. NaCl: 44,4 mM iken hümik asit dozu arttıkça yaprakta mangan kapsamı artış göstermiş; fakat bu artış önemli bulunmamıştır. NaCl:70,4 mM iken yaprakta mangan kapsamı üzerine hümik asitin etkisi ömensiz bulunmuştur. Yapılan çalışmada yaprakta mangan kapsamı 149,72 – 265,91 ppm arasında olup, bitkilerin manganca yeterli oldukları görülmüştür ([Şekil 3](#)).



Şekil 3. Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında Mn kapsamına humik asitin etkisi

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında Zn kapsamına humik asitin etkisi

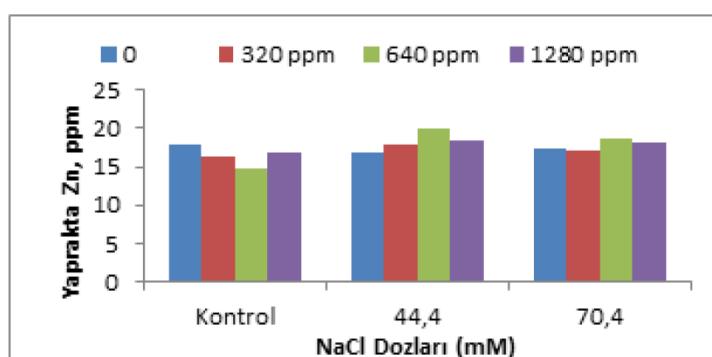
Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında Zn kapsamına humik asitin etkisine ilişkin sonuçlar Çizelge 4'de verilmiştir. Besin çözeltisine uygulanan NaCl yaprakta çinko kapsamını önemli derecede arttırmıştır. Hasan ve ark. (1970), toprak tuzluluğunun mısır ve arpa bitkilerinin sap ve yapraklarında Mn ve Zn kapsamını artırduğunu mısır bitkisinde Fe ve Cu kapsamını azalttığını bildirmiştirlerdir. Bazı çalışmalarda ise tuzluluğun domates sürgünlerinde Zn, Fe ve Cu konsantrasyonunu artırduğu belirtilmiştir (Grattan ve Grieve, 1999; Knight ve ark., 1992; Maas ve ark., 1972; Niazi ve Ahmed, 1984). Değişik buğday ve çeltik çeşiti üzerinde araştırmalar yapan Alpaslan ve ark.(1998), tuz stresinde bitkilerin başta Cu olmak üzere Zn ve Cu alımlarının arttığını saptamışlardır. Yaprakta çinko kapsamı üzerine humik asitin etkisi NaCl dozlarına bağlı olarak farklı bulunmuştur. NaCl:0 iken 640 ppm HA uygulaması yaprakta çinko kapsamını önemli derecede azalttığı halde 320 ve 1280 ppm dozlarında humik asit uygulaması yaprakta çinko kapsamını önemli derecede etkilememiştir. 44,4 mM NaCl seviyesinde HA dozu arttıkça yaprakta çinko kapsamı artış göstermiş ve bu artış 640 ppm humik asit dozunda önemli bulunmuştur. Turan ve ark. (2012), yapraktan uygulanan humik asidin tuzlu koşullarda bitki kuru madde miktarını bitkinin topraktan kaldirdığı N, P, K, Mg, Cu ve Zn miktarlarını artırdığını bildirmiştirlerdir. Fakat NaCl:70,4 mM iken humik asit uygulamasının yaprakta çinko kapsamına etkisi önemli bulunmamıştır. Yaprakta çinko kapsamı 14,78–20,02 ppm arasında olup, bitkilerin çoğunlukla çinko yönünden yetersiz (<20 ppm Zn) beslendikleri görülmüştür (Hochmuth ve ark., 2004).

Çizelge 4. Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında Zn ve Cu kapsamına humik asitin etkisi

Humik asit dozları (ppm)	Zn, ppm				Cu, ppm			
	NaCl dozları(mM)			Ort.	NaCl dozları(mM)			Ort.
	0	44,4	70,4		0	44,4	70,4	
0	17,86ab	16,78bc	17,32b	17,32	10,45	7,75	8,65	8,95a
320	16,24bc	17,79ab	17,14b	17,05	11,35	10,45	7,75	9,85a
640	14,78c	20,02a	18,76ab	18,85	10,00	8,65	9,55	9,40a
1280	16,78bc	18,40ab	18,22ab	18,22	7,30	7,75	7,30	7,45b
Ort.	16,42b	18,25a	17,86a		9,78a*	8,65b	8,31b	

LSD_{0,05} HAx NaCl: 2,28 ; LSD_{0,05} NaCl: 1,14LSD_{0,05} NaCl:1,09; LSD_{0,05} HA: 1,26

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında 0,05 seviyesinde fark yoktur



Şekil 4. Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağında Zn kapsamına humik asitin etkisi

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağındı Cu kapsamına humik asitin etkisi

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağındı Cu kapsamına humik asitin etkisine ilişkin sonuçlar Çizelge 4 'de verilmiştir. Besin çözeltisine ilave edilen NaCl dozu arttıkça yaprakta bakır kapsamı önemli derecede azalmıştır. NaCl dozlarının yaprakta bakır kapsamına etkisi benzer bulunmuştur. Yaprakta Cu kapsamı kontrolde 8,95 ppm iken; hümik asit 320 ve 640 ppm dozlarında sırası ile 9,85 ve 9,40 ppm 'e artış göstermiş; fakat bu artış öünsüz bulunmuştur. 1280 ppm hümik asit ilavesi yaprakta bakır kapsamını önemli derecede azaltmıştır. [Akinci ve ark. \(2009\)](#), hümik asit uygulanan ortamlarda baklada Cu ve Mn kapsamının azaldığını belirtmişlerdir. [Schnitzer ve Skinner \(1966; 1967\)](#), pH 3,5'da iki değerli metallerle fülvik asitin oluşturduğu komplekslerin stabilite katsayılarının azalan sıraya göre Cu>Fe>Co>Zn>Mn şeklinde, pH 5 de ise Cu>Fe>Mn>Co>Zn şeklinde olduğunu belirtmişlerdir. [Courpron \(1967\)](#), hümik asitle Cu'ın oluşturduğu kompleksin stabilite katsayısı Cu'ın fülvik asitle oluşturduğu kompleksin stabilite katsayılarından daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Ayrıca hümik asitle metallerin kompleksleşme gücünün azalan sıraya göre Cu>Zn>Mn şeklinde olduğu, Cu komplekslerinin daha stabil ve Cu'ın hümik asite Zn ve Mn'a göre daha kuvvetli fiks olduğu da belirtilmiştir ([De Mumbrun ve Jackson, 1956](#); [Heintze ve Mann, 1949](#); [Courpron, 1967](#); [Loué, 1986](#)). Cu'ın toprak organik maddesi tarafından çok kuvvetli fiks edildiği, COOH, OH ve C=O gibi oksijen içeren fonksiyonel gruplarca zengin oluşundan dolayı, organik maddenin hümik asidin ve fülvik asitin Cu ile çok stabil kompleksler oluşturduğu ve bu komplekslerin Zn ve Mn'la oluşturulan komplekslere göre daha kararlı oldukları ve Cu'ın hümik asitle yaptığı komplekslerin suda çözünürlüklerinin düşük olduğu da belirtilmiştir ([Schnitzer ve Hanson, 1970](#)). Hümik asit yaprakta bakır kapsamına etkisi değişik NaCl seviyelerinde aynı olmuştur. Yaprakta bakır kapsamı 7,30 – 11,35 ppm arasında olup, bitkilerin bakır bakımından yeterli (5 – 10 ppm arası Cu) beslendikleri görülmüştür ([Hochmuth ve ark., 2004](#)).

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağındı B kapsamına humik asitin etkisi

Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağındı B kapsamına humik asitin etkisine ilişkin sonuçlar Çizelge 5'de verilmiştir. Besin çözeltisine ilave edilen NaCl dozu arttıkça yaprakta bor kapsamı önemli derecede azalma göstermiştir. [Kacar ve Katkat \(2010\)](#), borun alınması ve iletim borularında taşınıniminin bitkinin su alımı ile yakından ilgili olduğunu bildirmiştir. Ortamda NaCl dozu arttıkça bitkinin su alımı azalacağından, dolayısı ile bitkinin bor alımının da azalma eğilimi göstereceği düşünülmüştür. Besin çözeltisine ilave edilen hümik asit dozu arttıkça yaprakta bor kapsamı önemli derecede artmıştır. Gelişme ortamına organik maddece zengin kompost ilavesi sonucu bitkilerde bor kapsamının artış gösterdiği bildirilmiştir ([Gupta, 1979](#)). Yaprakta bor kapsamına hümik asit etkisi değişik NaCl dozlarında benzer bulunmuştur. Domates bitkisinde bor kapsamı 48,81 – 92,84 ppm arasında olup, bitkilerin bor bakımından yüksek (>40 ppm B) oldukları görülmüştür ([Hochmuth ve ark., 2004](#)).

Çizelge 5. Artan NaCl tuzu stres şartlarında domates yaprağındı B kapsamına humik asitin etkisi

Humik asit dozları (ppm)	B, ppm			
	NaCl dozları(mM)			
0	44,4	70,4	Ort.	
0	68,98	52,64	48,81	56,81d
320	83,25	68,26	59,57	70,36c
640	91,80	73,08	65,94	76,84b
1280	92,84	88,35	78,46	86,55a
Ort.	84,22a	70,58b	63,20c	

LSD_{0,05} NaCl: 3,58 ; LSD_{0,05} HA: 4,13

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında 0,05 seviyesinde fark yoktur

Sonuç

Artan NaCl stres şartları ve hümik asit domates bitkisi yapraklarında bazı besin element kapsamlarını etkilemiştir. Hümik asit yaprakta azot ve bakır kapsamını önemli derecede azaltmış, fosfor ve kükürt kapsamını değiştirmemiş, demir ve bor kapsamını önemli derecede arttırmıştır. NaCl yaprakta azot, fosfor ve çinko kapsamını arttırmıştır. Besin çözeltisine artan dozlarda ilave edilen hümik asit domates yaprağında magnezyum, demir, mangan ve çinko kapsamına etkisi besin çözeltisinde bulunan NaCl seviyelerine bağlı bulunmuştur. NaCl:0 iken hümik asit yaprakta magnezyum kapsamını azaltmıştır. Fakat NaCl: 70,4 mM iken hümik asit dozu arttıkça yaprakta magnezyum kapsamı önemli derecede artış göstermiştir. NaCl'nin yüksek seviyelerinde hümik asitin yüksek dozları yaprakta demir kapsamını arttırarak, olumlu etki sağladığı görülmüştür. NaCl:0 iken hümik asit dozu arttıkça yaprakta mangan kapsamı azalma göstermiştir. NaCl:

44,4 mM iken hümik asit dozu arttıkça yaprakta mangan kapsamı artış göstermiş; fakat bu artış önemli bulunmamıştır. NaCl:0 iken 640 ppm HA uygulaması yaprakta çinko kapsamını önemli derecede azalttığı halde, 44,4 mM NaCl seviyesinde HA dozu arttıkça yaprakta çinko kapsamı artış göstermiş ve bu artış 640 ppm hümik asit dozunda önemli bulunmuştur. Fakat NaCl:70,4 mM iken hümik asitin yaprakta çinko kapsamına etkisi önemli bulunmamıştır. NaCl yaprakta azot, fosfor ve çinko kapsamını arttırmıştır. NaCl dozu arttıkça domates yaprağında kükürt, bakır ve bor kapsamı önemli derecede azalma göstermiştir.

Kaynaklar

- Akıncı Ş, Büyükkeskin T, Eroğlu A, Erdogan BE. 2009. The effect of humic acid on nutrient composition in Broad Bean (*Vicia faba* L.) Roots, *Notulae Scientia Biologicae* 1(1):81-87.
- Alpaslan M, Güneş A, Taban S, Erdal İ, ve Taraklıoğlu C. 1998. Tuz stresinde çeltik ve buğday çeşitlerinin kalsiyum, fosfor, demir, bakır, çinko, ve mangan içeriklerindeki değişimler. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 22: 227-233.
- Atiyeh RM, Lee S, Edwards CA, Arancon NQ, Metzger JD. 2002. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth, *Bioresource Technology* 84: 7-14.
- Averett RC, Leenheer JA, McKnight DM, Thorn KA. 1995. Humic substances in the Suwanee River, Georgia : Interaction , properties and proposed structures, USGS Water supply paper 2373, 224 pp.
- Bayraklı F. 1987. Toprak ve bitki analizleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayın No:17, Samsun.
- Bloom-Zandstra, G. Ve J.E.M. Lampe (1983). The effect of chloride and sulphate salts on the nitrate content in lettuce plants *Lettuce sativa* L. *Journal of Plant Nutrition* 6:611-628.
- Botella MA, Rosado A, Bressan RA, Hasegawa PM, 2005. Plant Adaptive Responses to Salinity Stress. *Plant Abiotic Stress*, Blackwell Publishing Ltd., 270p.
- Cerdà A, Pardines J, Botella MA, Martínez V. 1995. Osmotic sensitivity in relation to salt sensitivity in germination of barley seeds. *Plant, Cell and Environment* 9: 721-725
- Chavan PD, Karadge BA. 1980. Influence of salinity on mineral nutrition of peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Plant and Soil*, 54: 5-13.
- Chen Y, Aviad T. 1990. Effects of humic substances on plant growth. In: *Humic substances in soil and crop science: selected readings*. P MacCarthy et al. (eds.). SSSA and ASA, Madison, Wisconsin, USA. pp. 161-186.
- Clapp CE, Chen Y, Hayes MHB, Cheng HH. 2001. Plant growth promoting activity of humic substances, In: *Understanding and Managing Organic Matter in Soils, Sediments, and Waters*. RS Swift, KM Sparks (eds.), International Humic Science Society, Madison, pp. 243-255.
- Courpron C. 1967. Determination des contenus de stabilité des complexes organo-métalliques des sols. *Annals of Agronomy* 18(6):623-638.
- Dajic Z. 2006. Salt stress. In: *Physiology and molecular biology of stress tolerance in plants*. Dordrecht, The Netherlands, 345p.
- De Mumbrun LE, Jackson ML. 1956. Infrared absorption evidence on exchange reaction mechanism of copper and zinc with layer clays and peat. *Soil Science* 81, 334.
- Dell'Amico C, Masciandaro G, Ganni A, Ceccanti, B, Garcia C, Hernandez T, Costa F. 1994. Effects of specific humic fractions on plant growth. In: *Humic substances in the global environment and implications on human health*. N Senesi, TM Milano (eds.). Elsevier Science; Amsterdam, The Netherlands, pp. 563-566.
- Esmaili EE, Kapourchali SA, Malakouti MJ, Homaei M. 2008. Interactive effect of salinity and two nitrogen fertilizers on growth and composition of sorghum. *Plant Soil and Environment* 54 (12): 537-546.
- Fagbenro JA, Agboola AA. 1993. Effect of different levels of humic acid on the growth and nutrient uptake of teak seedlings. *Journal of Plant Nutrition* 16: 1465-1483.
- Frechilla S, Lasa B, Ibarretxe L, Lamsfus C, Aparicio-Tejo P. 2001. Pea responses to saline stress is affected by the source of nitrogen nutrition (ammonium or nitrate). *Plant Growth Regulation* 35:171-179.
- Garcia C, Hernandez T, Costa F, Ceccanti B, Dell'Amico C. 1992. Characterization of the organic fractions of an uncomposted and composted sewage sludge by isoelectric focusing and gel-filtration. *Biology and Fertility of Soils* 13:112-118.
- Grattan SV, Grieve CM. 1999. Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. In: *Handbook of plant and crop stress*. M Pessarakli (ed.). Marcel Dekker, New York, USA. pp.203-229.
- Gupta UC. 1979. Boron Nutrition of Crops. *Advances in Agronomy* 31: 273-307.
- Gül, A. 2012. Topraksız Tarım. Hasad Yayıncılık 2. Baskı.
- Gürel A, Avcioğlu R. 2001. Bitkilerde stres dayanıklılık fizyolojisi. In: *Bitki Biyoteknolojisi II, Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları*. S Özcan, E Gürel, M Babaoğlu (eds.). Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları. s.308-313
- Hasan NAK, Drew JW, Knudsen D, Olson RA. 1970. Influence of soil salinity on production of dry matter and uptake and distribution of nutrients in barley and corn: II. Corn (*Zea mays* L.). *Agronomy Journal* 62: 46-48.
- Heintze SG, Mann PJG. 1949. Studies on soil manganese. Part I. Pyrophosphate as extractant of soil manganese. *Journal of Agricultural Science* 39: 80-85.
- Hochmuth G, Maynard D, Vavrina C, Hanlon E, Simonne E. 2004. Plant tissue analysis and interpretation for vegetables crops in Florida. University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences. Available at:
- Hong CY, Chao YY, Yang MY, Cho SC, Kao CH. 2009. Na^+ But Not Cl^- or Osmotic Stress is involved in NaCl Induced Expression of Glutathione Reductase in Roots of Rice Seedlings, *Journal of Plant Physiology* 166: 1598-1606.
<http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/ep/ep08100.pdf>
- Kacar B, İnal A. 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayıncılık, No:1241, Fen Bilimleri: 63, Ankara.
- Kacar B, Katkat VA. 2010. Bitki Besleme. Nobel Yayıncılık, No:849, Fen Bilimleri: 30, Ankara.

- Knight H, Trewaves AJ, Knight MR. 1997. Calcium signalling in *Arabidopsis thaliana* responding to drought and salinity. *Plant Journal* 12: 1067-1078.
- Kocaçalışkan İ. 2003. Bitki Fizyolojisi. DPÜ Fen-Edebiyat Fakültesi Yayımları, 420.
- Kuşvuran Ş, Ellialtıoğlu Ş, Yaşar F, Abak K. 2007. Effects of salt stress on ion accumulations and some of the antioxidant enzymes activities in melon (*Cucumis melo* L.). *International Journal of Food, Agriculture and Environment* 2(5): 351-354.
- Liu CH, Cooper RJ, Brown DC. 1998. Humic acid application effects on phosphorus, root development and nutrient content of creeping bentgrass. *Hortscience* 33(6): 1023-1025.
- Loué A. 1986. Les oligo-éléments en agriculture, Agri-Nathan international, 43 rue du Chemin-Vert, 75011 Paris.
- Lutts S, Kinet JM, Bouharmont J. 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Annals of Botany* 78: 389-398.
- Maas EV, Ogata G, Garber MJ. 1972. Influence of salinity on Fe, Mn and Zn uptake by plants, *Agronomy Journal* 64: 793-795.
- Malcolm RE, Vaughan D. 1979. Comparative effects of soil organic matter fractions on microbial activity. *Plant and Soil* 51: 65-72.
- Munns R. 2002. Salinity, Growth and Psychohormones Salinity. In: *Environment-Plants-Molecules*, Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands, 522p
- Nardi S, Pizzeghello D, Muscolo A, Vianello A. 2002. Physiological effects of humic substances in higher plants. *Soil Biology and Biochemistry* 34, 1527-1537.
- Niazi BH, Ahmed T. 1984. Effect of sodium chloride and zinc on the growth of tomato. II. Uptake of ions. *Geobios* 11: 155-160.
- Nikbakth A, Kafi M, Babalar M, Xia YP, Luo A, Etemadi N. 2008. Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake, and postharvest life of gerbera. *Journal of Plant Nutrition* 31: 2155-2167.
- Niu X, Bressan RA, Hasegawa PM, Pardo JM. 1995. Ion Homeostasis in NaCl Stress Environments, *Plant Physiology* 109: 735-742.
- Olfati JA, Peyvast GH, Qamgosar R, Sheikhtaher Z, Salimi M. 2010. Synthetic humic acid increased nutrient uptake in cucumber soilless culture. *Acta Horticulture* 871:425-428.
- Parida AK, Das AB. 2005. Salt tolerance and salinity effect on plant: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 60: 324-349.
- Rauthan BS, Schmitzter M. 1981. Effect of soil humic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*cucumis sativus*) plants, *Plant and Soil* 63: 491-495.
- Russo RO, Berlyn GP. 1990. The use of organic biostimulants to help low input sustainable agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture* 1: 19-42.
- Saneoka H, Ishiguro S, Moghaieb E. 2001. Effect of salinity and abscisic acid on accumulation of glycinebetaine and betaine aldehyde dehydrogenase mRNA in Sorghum leaves (*Sorghum bicolor*). *Journal of Plant Physiology* 158(7): 853-859.
- Schnitzer M, Hansen EH. 1970. Organo-metallic interactions in soils: 8. An evaluation of methods for the determination of stability constants of metal-fulvic acid complexes, *Soil Sci.*, 109, 333-340.
- Schnitzer M, Skinner SIM. 1966. Organo-metallic interactions in soils. 5. Stability constants of Cu²⁺, Fe²⁺ and Zn²⁺-fulvic acid. *Soil Science* 102: 361-365.
- Schnitzer M, Skinner SIM. 1967. Organo-metallic interactions in soils. 7. Stability constants of Pb²⁺, Ni²⁺, Mn²⁺, Co²⁺, Ca²⁺ and Mg²⁺ fulvic acid complexes. *Soil Science* 103: 237-252.
- Senn TL, Alta Kingman R. 1973. A review of humus and humic acids, *Research Series*. No: 145 S.C.
- Shannon MC, Grieve CM, Francois LC. 1994. Whole-plant response to salinity, In: *Plant Environment Interaction*. RE Wilkinson (ed.). Marcel Dekker Inc. New York, USA. pp. 199-244
- Sonneveld C, Straver N. 1994. Nutrient solutions for vegetables and flowers grown in water or substrates. (10th Edition) Serie, Voedingsoplossingen Glasstuinbouw, No:8, PBG Naaldwijk-PBG Aalsmeer, The Netherlands, 45 pp.
- Stevenson F. J. 1994. Humus Chemistry. John Wiley Publications. NY.;Sposito, G. CRC Crit. Rev. Environ. Con. 16, 193-229.
- Tuna AL, Kaya C, Ashraf M, Altunlu H, Yokas I, Yağmur B. 2007. The effects of calcium sulphate on growth, membrane stability and nutrient uptake of tomato plants grown under salt stress, *Environmental and Experimental Botany* 59: 173-178.
- Turan MA, Aşık BB, Çelik H, Katkat AV. 2012. Tuzlu koşullarda yapraktan uygulanan hüük asidin misir bitkisinin gelişimi ve kimi besin elementi alımı üzerine etkisi. *Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi* 14 (1): 529-539.
- Tuteja N. 2007. Mechanisms of High Salinity Tolerance in Plants: Methods in Enzymology 428: 419-438.
- Türkmen Ö, Şensoy S, Erdal İ. 2000. Effect of potassium on emergence and seedling growth of cucumber grown in salty conditions. Yuzuncu Yıl University, *Journal of Agricultural Sciences* 10: 113-117
- Walker DJ, Bernal MP. 2004. Plant mineral nutrition and growth in a saline Mediterranean soil amended with organic wastes. *Communication in Soil Science and Plant Analysis* 35: 2495-2514.
- Walker DJ, Bernal MP. 2008. The effects of olive mill waste compost and poultry manure on the availability and plant uptake of nutrients in a highly saline soil. *Bioresource Technology* 99: 396-403.
- Yurtsever N. 1982. Tarla Deneme Tekniği. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 91, Ankara.

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 yayarlar. 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 gereklidir. Buna ilişkin yazılı belge (sorumlu yazar tarafından onaylı) makale ile gönderilmelidir. Makale iyi anlaşılabılır 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 gereklidir. 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) adresindeki (<http://dergi.toprak.org.tr>) linkine gönderilen makaleler hızla incelenecuk ve değerlendirilecektir, sonuç yazarlara en kısa sürede bildirilecektir. Makaleler hakkında yapılan değerlendirmeler e-posta yoluyla sorumlu yazarla 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 alınmayacağından.

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 araklı ve yaklaşık 20 sayfa ve aşağıdaki düzende olmalıdır. Makale başlık sayfası, Özeti, 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 belirtmeden küçük harfler ile yazılmalı), c) Çalışmanın yapıldığı üniversite, laboratuvar veya kuruluşun adı ve adresi (sadece ilk harfleri büyük harfle yazılmalı), yazışmalardan sorumlu yazar belirtilmeli 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 bulunduğu 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 almmalıdır. Anahtar sözcüklerin ilk harfleri büyük ve virgül ile ayrılmış, başlığı tekrarlamayan fakat onu tamamlayan özellikle olmalı ve 3-6 sözcükten oluşmalıdır.

Giriş

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

Materyal ve Yöntem (Alt başlıklar da yapılabilir)

Denemedede 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 tartıslımlı, 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-yl 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 örneklerde 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 biriminin toprakların bazı biyolojik özellikleri üzerine etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Kitapta,

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 materyalde

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 görülmemeli, ancak metinden ayrı olarak şıklar 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 farklılıklarını açıklamak için kullanılan kısaltmaların açıklaması mutlaka şekil ve Çizelge altında dipnot olarak verilmelidir.

Kabul Sonrası

Yayın, basım için kabul edildikten sonra, makalenin basına hazır hali (proof) sorumlu yazar e-posta ile gönderilir. Ya da derginin web sayfasında bulunan bağlantıyu kullanarak yazar kendi kullanıcı adı ve şifresi ile sisteminde PDF dosyasını indirebilir. Yazar gerekli gördüğü düzeltmeleri liste halinde yazarak editöre bildirebilir. Düzeltmeler listelenirken sayfa ve satır numaraları işaret edilir. İlaveten, basına hazır kopyanın bir çaptısı alınır, üzerinde düzeltmeler yapılır ve e-posta ile gönderilebilir. Basına 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 :

Yayından sorumlu yazarın

Adı – Soyadı :

Adresi :

Telefon :

Cep Telefonu :

Faks :

E-posta:

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

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

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

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

Bunun dışında, makalenin çoğaltıması, 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 kullanıldığından herhangi bir zarara ve yaralanmaya neden olmayacağı 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.