



2019

Cilt/Volume : 7

Sayı/Number : 1

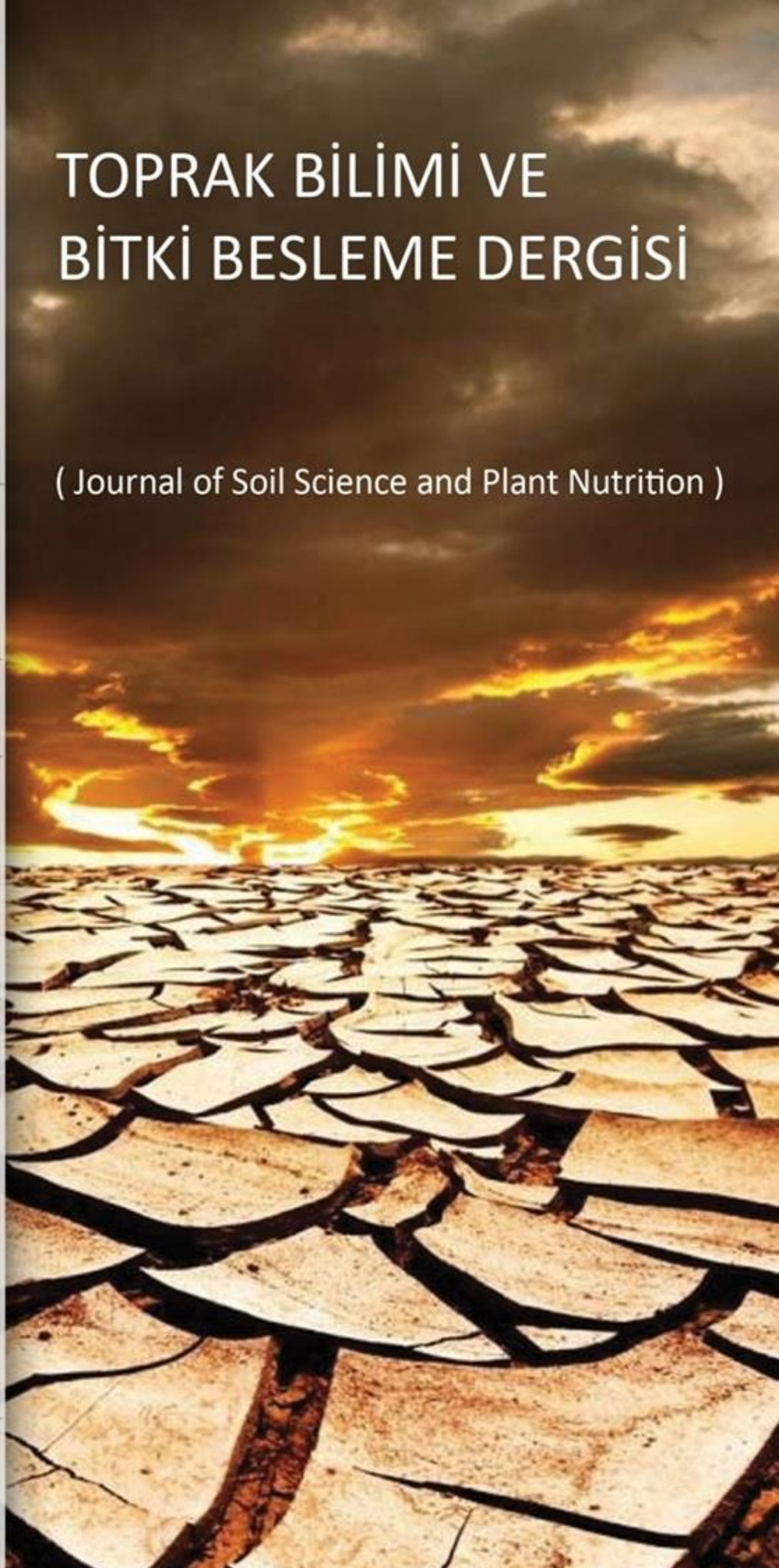
eISSN : 2146 - 8141

www.toprak.org.tr

Türkiye Toprak Bilimi
Derneği Yayınıdır

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

(Journal of Soil Science and Plant Nutrition)





TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

(Açık Erişimli Hakemli Bilimsel Dergi)

Türkiye Toprak Bilimi Derneği tarafından yayınlanmaktadır



SAHİBİ

Dr.Ayten NAMLI, Ankara Üniversitesi, Ankara

EDİTÖRLER KURULU BAŞKANLARI

Dr.Coşkun GÜLSER
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun

Dr.Rıdvan KIZILKAYA
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun

BÖLÜM EDİTÖRLERİ

Dr.Fusun GÜLSER, Toprak Kirliliği ve Islahı, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van
Dr.Hasan Sabri ÖZTÜRK, Toprak Fiziki, Ankara Üniversitesi, Ankara
Dr.İlhami BAYRAMİN, Toprak Etüd ve Haritalama, Ankara Üniversitesi, Ankara
Dr.Kadir SALTALI, Toprak Kimyası, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş
Dr.Mehmet ZENGİN, Gübreler ve Gübreleme, Selçuk Üniversitesi, Konya
Dr.Nur OKUR, Toprak Biyolojisi ve Biyokimyası, Ege Üniversitesi, İzmir
Dr.Orhan DENGİZ, Toprak Oluşumu ve Sınıflandırma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun
Dr.Sait GEZGİN, Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği, Selçuk Üniversitesi, Konya
Dr.Taşkın ÖZTAŞ, Arazi Yönetimi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum
Dr.Tayfun AŞKIN, Toprak ve Su Koruma, Ordu Üniversitesi, Ordu

EDİTÖRLER KURULU

Dr.Alexandre F. D'ANDREA, Federal Institute of Education, Science & Technology of Paraíba, Brazil
Dr.Amrakh I. MAMEDOV, Institute of Soil Science and Agrochemistry, Azerbaijan
Dr.Bülent OKUR, Ege Üniversitesi, İzmir
Dr.David PINSKY, Institute of Physico-chemical & Biological Problems in Soil Science, Russia
Dr.Evgeny SHEIN, Lomonosov Moscow State University, Russia
Dr.Guguli DUMBADZE, Batumi Shota Rustaveli State University, Georgia
Dr.Günay ERPUL, Ankara Üniversitesi, Ankara
Dr.Hasan Sabri ÖZTÜRK, Ankara Üniversitesi, Ankara
Dr.İbrahim ERDAL, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta
Dr.İbrahim ORTAŞ, Çukurova Üniversitesi, Adana
Dr.İmanverdi EKBERLİ, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun
Dr.Mustafa BOLCA, Ege Üniversitesi, İzmir
Dr.Markéta MIHALIKOVA, Czech University of Life Sciences Prague, Czech Republic
Dr.Mustafa BAŞARAN, Erciyes Üniversitesi, Kayseri
Dr.Mustafa Yıldırım CANBOLAT, Atatürk Üniversitesi, Erzurum
Dr.Oğuz Can TURGAY, Ankara Üniversitesi, Ankara
Dr.Ömer Lütfü ELMACI, Ege Üniversitesi, İzmir
Dr.Sezai DELİBACAK, Ege Üniversitesi, İzmir
Dr.Suat ŞENOL, Çukurova Üniversitesi, Adana
Dr.Svetlana SUSHKOVA, Southern Federal University, Russia
Dr.Tomasz ZALESKI, University of Agriculture in Krakow, Poland
Dr.Tuğrul YAKUPOĞLU, Yozgat Bozok Üniversitesi, Yozgat
Dr.Valentina VOICU, National Research-Development, Institute for Soil Sci., Agro-Chemistry & Environment, Romania
Dr.Yasemin KAVDİR, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale

DERGİ HAKKINDA

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, Türkiye Toprak Bilimi Derneğinin hakemli açık erişimli resmi dergisi olup, toprak, bitki ve çevreyle ilişkili temel ve uygulamalı çalışmalara ait araştırma makalelerinin yanı sıra bu alandaki güncel derlemeleri de yayınlamaktadır. Derginin kapsamı; toprak fiziki ve mekaniği, toprak kimyası, toprak biyolojisi ve biyokimyası, toprak su ve koruma, toprak verimliliği, toprak oluşumu, sınıflandırma ve haritalama, toprak sağlığı ve kalitesi, toprak hidrolojisi, toprak yönetimi ve ıslahı, toprak mineralojisi ve mikromorfolojisi, toprak kirliliği ve ıslahı, toprak kaynaklı patojenler, bitki besleme ve gübreleme, jeostatistik, uzaktan algılama ve CBS gibi toprak bilimi alanındaki konuları içermektedir.

TARANDIĞI İNDEKSLER : Google Akademik, CABI, TR Dizin, EBSCOHOST



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

(Açık Erişimli Hakemli Bilimsel Dergi)

Türkiye Toprak Bilimi Derneği tarafından yayınlanmaktadır



YIL: 2019

CİLT : 7

SAYI : 1

SAYFA : 1 – 79

İÇİNDEKİLER

- Tarla koşullarında uygulanan trifluralin herbisidinin toprakta taşınımı ve birikimi** 1
Ülviye Kamburoğlu Çebi, Recep Çakır, Hasan Hayri Tok
- Afşin-Elbistan havzası linyit işletmesi organik materyallerinden geliştirilen organik ve organomineral gübrelerin buğday verimi ve verim bileşenleri ile bazı toprak özellikleri üzerine etkileri** 10
Ayten Namlı, Muhittin Onur Akça, Hanife Akça
- Yarı nemli ılıman iklim koşullarında farklı eğim ve farklı arazi örtüsü altında toprak gelişimi ve β -glükosidaz enzim aktivitesi değişimi** 21
Aylin Erkoçak, Orhan Dengiz
- Trakya topraklarının veri tabanının oluşturulması ve bazı toprak özellikleri** 28
Mehmet Ali Gürbüz, Emel Kayalı, Erdem Bahar, Tuğçe Ayşe Öz, İlker Kurşun
- Toprak kalınlığına bağlı oluşan yükün toprak gerilimine etkisi** 37
Coşkun Gülser, İmanverdi Ekberli
- Kabuk bağlama problemi bulunan bir toprağın ıslahına sıvı hümik asit uygulamasının etkisinin inkübasyon çalışmasında belirlenmesi** 43
İlknur Gümüş
- Farklı toprak işleme yöntemlerinin iki farklı toprak serisinde CO₂ salımına etkileri** 51
Muhittin Murat Turgut, Yakup Kenan Koca
- Simav yöresi tarım topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin araştırılması** 57
Melis Çerçioğlu
- Sakarya ili ormanlık alan topraklarından Streptomyces türlerinin izolasyonu, karakterizasyonu ve bazı ekstraselüler enzimlerin üretiminin belirlenmesi** 64
Ömrüye Özok, Kerem Özdemir
- Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının selenyum içerikleri ve bazı temel toprak özellikleri arasındaki ilişkiler** 72
Hanife Akça, Murat Ali Turan, Nilgün Taban, Süleyman Taban, Abdoul Rasmene Ouedraogo, Nilüfer Türkmen



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

<http://dergi.toprak.org.tr>



Tarla koşullarında uygulanan trifluralin herbisidinin toprakta taşınımı ve birikimi

Ülviye Kamburoğlu Çebi ^{1,*}, Recep Çakır ², Hasan Hayri Tok ³

¹ Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Kırklareli

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lapseki Meslek Yüksek Okulu, Çanakkale

³ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tekirdağ

Özet

Günümüzde tarım alanlarında en önemli amaçlardan bir tanesi, artan nüfusa ve ona paralel olarak artan gıda gereksinimi karşılamaya yönelik olarak yüksek tarımsal üretimin sağlanmasıdır. Bu bağlamda, birim alandan daha fazla verim almak amacı ile tarımda kullanılan birçok tarımsal girdi, tarımsal üretim sistemini olumsuz etkilemektedir. Herbisit girdisi bunların en önemlilerinden biri olup başta su ve toprak gibi doğal kaynakları kirletmesi ve topraktaki kalıntıları ile bir çok makro ve mikro canlıların yanı sıra, topraktan yıkanarak yer altı suyuna ve akarsu, göl ve deniz gibi su yüzeylerine ulaşarak yaşayan canlıları direkt olarak, ya da bu canlı organizmalarda birikerek besin zincirini olumsuz etkilemektedir. Araştırma, Trakya Bölgesi Turgutbey sulama sahasında üreticilerin açtıkları kuyulardan sağlanan su ile sulama uygulaması yapılan toprakları kapsamaktadır. Sahaya ait toprakların farklı katmanlarında trifluralin herbisitinin toprakta taşınımı ve kalıntı olarak birikimi irdelenmiştir. Çalışmada, farklı organik madde ve bünyeye sahip 16 farklı noktada ve 3 katmanda örnekleme yapılmıştır. Dört yıllık çalışmada, 2,4 (min.) ile 1200 (max.) ug/L düzeyinde trifluralin kalıntı miktarları belirlenmiştir. Toprak örneklerinde profillerin üst katmanlarında trifluralin miktarları daha yüksek olurken alt katlara inildiğinde konsantrasyonlarda düşme görülmektedir. Ayrıca ilkbaharda alınan topraklardaki trifluralin konsantrasyonlarının sonbaharda yapılan toprak örneklemelemlerindeki konsantrasyonlara oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Trifluralin, toprak, taşınma, birikim.

Convection and accumulation of trifluralin herbicide in the soil in field conditions

Abstract

Nowadays, one of the most important purposes in agricultural areas is to provide high agricultural production in order to supply the increasing food requirement according to the increasing population. In this context, many agricultural inputs which are used in order to get more yield from unit area effect the agricultural production system negatively. Herbicide is one the most important inputs, pollutes the natural resources such as water and soil and effects the living creatures by reaching to the rivers, lakes and seas and underground waters besides several macro and micro livings or effects the food chain by cumulating in these living organisms. This research includes the soils to which the irrigation application is done by the water in the wells in Turgutbey irrigation areas in Thrace region. Convection and accumulation of trifluralin herbicide in different layers of the soil were examined. Sampling was done in 16 different points and 3 layers which had different organic matters and structure. Trifluralin residual amounts were determined in 1200 (max.) ug/L level with 2,4 (min.). The trifluralin amounts were determined to be higher in the top layers of the profiles in the soil samples but decline in the concentrations was seen in the substratum. Besides, the trifluralin concentrations in the soils taken in spring were determined to be higher than the concentrations in the soil samples in autumn.

Keywords: Trifluralin, Soil, Convection, Accumulation.

© 2019 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Hastalık ve zararlı etkisinin giderilmesinde, diğer tarımsal savaş yöntemlerine göre maliyeti düşük olan, kullanılması en kolay yol olarak görülen pestisit kullanımı, tarımsal ürünlerin verim ve kalitesini arttırmak için kaçınılmazdır. Modern tarımın vazgeçilmez bir girdisi olan pestisit kullanımı, birçok avantajının yanı sıra birçok dezavantajı da beraberinde getirmektedir. Pestisitler toprağa veya bitkiye uygulandıktan sonra

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 288 2144885

E-posta : ulviyeci@yahoo.com

Geliş Tarihi : 10 Eylül 2018

Kabul Tarihi : 3 Aralık 2018

e-ISSN : 2146-8141

DOI : 10.33409/tbbbd.594995

buharlaştırma, toprak profilinden yıkanma, birikme ve bulaştırma gibi süreçler geçirerek çevre kirliliğine neden olmaktadır. Pestisitlerin ve kalıntılarının çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin başında toksik olmaları gelir. Zararlı canlılar kadar birçok makro ve mikro düzeyde zararsız canlıyı da etkilerler. Dünya’da, Ülkemizde ve Trakya Bölgesinde kullanılan pestisitler sıralamasında, etkinliği diğer pestisitlere göre daha fazla olan herbisitler birinci sırayı almaktadır. Ülkemizde kullanılan pestisit miktarı, gelişmiş ülkelerde kullanılan miktarlara göre düşük görünmesine karşın, en önemli husus pestisitlerin bölgesel açıdan farklı düzeylerde kullanılmasıdır. Polikültürel tarım yapılan bölgelerimizdeki pestisit kullanımı, ortalama değerinin 2-3 mislidir (Tok, 1996). Trakya Bölgesi, ülke tarım potansiyelinde önemli bir yere sahip olup, bölgenin ekilebilir alanlarında buğday-ayçiçeği münavebesi yaygındır.

Trakya’daki buğday üretimi ülke genelinin %13,4’nü oluştururken bu oran tarımında trifluralinin yoğun olarak kullanıldığı ayçiçeği bitkisinde %56,3’tür. Formülasyonlarına göre yapılan pestisit sınıflamasında, trifluralin Emülsiyon Konsantre İlaçlar (EC) grubuna girmektedir. Belirtilen grup en çok kullanılan ilaç grubu olup en önemli özellikleri su ile hemen karışmaları ve uzun süre bozunmadan kalabilmeleridir. Ayrıca trifluralin sahip olduğu fizikokimyasal özellikleri nedeniyle toprakta uzun süre kalmakta ve yeraltı su kaynaklarına ulaşabilmektedir. Yabancı otlarla mücadelede kullanılan trifluralin toprağa uygulandıktan sonra buharlaştırma, toprak profilinden yıkanma, toprakta birikme, yeraltı sularına bulaştırma şeklinde çevre kirliliğine neden olmaktadır. Ayrıca ayçiçeğine uygulanan trifluralin, ayçiçeği münavebesini takip eden buğday tohumlarının çimlenmesini azaltarak, tarlada anormal düşük çimlenme ve seyrek çıkışlarla karakterize edilmektedir. Belirtilen olay ise tarımda önemli bir ekonomik girdi olan tohumda ekonomik kayıplara ve verimde önemli düşümlere neden olmaktadır.

Trifluralin EPA (Environmental Protection Agency), FAO (Food and Agriculture Organization) ve Uluslararası Kanser Araştırma Merkezi verilerine göre kanserojen bir maddedir ve suda yaşayan canlılar için düşük dozlarda yüksek derecede toksiktir. Trifluralinin ve türevlerinin bu olumsuz özelliklerinden dolayı, su ve toprak kaynaklarında hareketini ve kalıntı olarak birikmesini inceleyen bazı araştırmalar yapılmıştır (Bengtson et al., 1990; Feagley and Kim, 1995; Kim and Feagley, 2002; Kodesova et al., 2011; Querejeta et al., 2014). Bazı araştırmacılara göre trifluralin gibi herbisitler toprağa uygulandığında onları adsorbe eden toprak yüzeyleri ile temas haline geçmektedir. Ortaya çıkan adsorbsiyon olaylarının herbisidin toprak koloidleri tarafından tutulmasını, toprak derinliğine doğru veya yüzeyden yıkanmasını, buharlaştırma ile uzaklaşmasını veya dayanıklılığını kontrolü altında tutmasından dolayı herbisidin topraktaki davranışlarını ve kirlilik oluşturma potansiyelini de belirlemektedir (Kim and Feagley, 1998). Yakın zamanda herbisitlerin toprak içinde değişime uğramasının ve su ile hareket etmesinin geniş ölçülerde tartışıldığı makalelere de bilimsel literatürde rastlanmaktadır (Müller et al., 2007; Arias-Estevés et al., 2008).

Aslında tarımda uygulanan pestisitlerin toprakta kalıntı halinde birikmesi veya yıkanarak taşınmasını kontrol eden çok sayıda faktör ileri sürülmektedir. Nelson ve ark. (2000) belirtilen olaylarda sulama öncesi yapılan tarımsal uygulamaları ve pestisit uygulamalarının önemine vurgu yaparken, başkaları (Gardner ve Branham, 2001) sulama yönetimi, uygulanan herbisidin özelliklerini ve uygulama dozunu öne çıkarmaktadır. Ülkemizde trifluralin’inin 2013 yılı itibariyle kullanımı yasaklanmıştır. Fakat pestisitlerin farklı ekolojik zincirdeki biyolojik parçalanma oranları ile bitkisel ve ona bağlı olarak ta hayvansal ürünlerindeki kalıntıları ile toksik etkileri uzun yıllar sürmektedir. Yapılan araştırmada, Turgutbey sulama sahasında sulu ayçiçeği tarımı yapılan ve yetiştiriciliğinde trifluralin herbisiti kullanılan çiftçi tarlalarından toprak örneklemeleri yapılarak, trifluralinin toprak içindeki taşınımı, yıkanması ve toprakta birikmesi incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

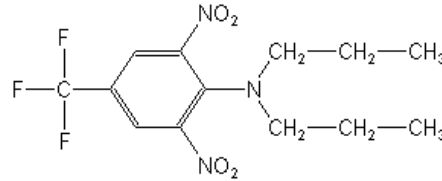
Araştırma Marmara Bölgesinin kuzey kısmında yer alan Kırklareli İlinin güneyindeki Lüleburgaz ilçesine bağlı Turgutbey yeraltı sulama projesi sahasında yürütülmüştür. İlin yüz ölçümü 655 036 ha olup 41°42’ kuzey enlemi, 27°14’ doğu boylamı ve 233 m yükseltide yer almaktadır. Marmara bölgesinin kuzeyinde yer alan Kırklareli ilinde iklim, topografyaya bağlı olarak değişmektedir. Kuzey-Doğuda Istranca dağları ile Karadeniz’e bakan sahil kesiminde fazla yağış alan Karadeniz iklimi, bu dağların güneye bakan iç kısımları ile Ergene platosunda yarı karasal iklim görülmektedir. Yağış güneyden kuzeye gittikçe artış göstermektedir. İlin uzun yıllar iklim verilerine göre yıllık ortalama yağışı 589.6 mm olarak belirlenmiştir. En çok yağış alan aylar Aralık (76,1 mm) ve Ocak (83,3 mm), en az yağış alan aylar da Ağustos (21,7 mm) ve Eylül (24,6 mm) aylarıdır. Kırklareli ovasında yıllık ortalama sıcaklık 13,0 oC olup saptanan maksimum ve minimum sıcaklar +41,6 ile -15,8 oC’dir. En sıcak aylar Temmuz (23,3 oC) ve Ağustos (22,6 oC), en soğuk aylar da Ocak (2,6 oC)

ve Şubat (3,9°C) aylarıdır. Ortalama nisbi nem %70, buharlaşma 1099,2 mm ve rüzgar hızı da 2,3 m/s olarak tespit edilmiştir. Kırklareli ilinde xeric-ustic nem rejimi, mesic sıcaklık rejimi ve Marmara (Akdeniz-Karadeniz) geçiş tipi yağış rejimi hakimdir (Dinç ve ark., 1995).

Turgutbey yeraltı sulama sahasının hakim toprak grubu alüviyal'dir. Bu topraklar, akarsular tarafından taşınıp depolanan materyaller üzerinde oluşan AC profilli genç topraklardır. Mineral bileşikleri akarsu havzasının litolojik bileşimi ile jeolojik periyotlarda yer alan toprak gelişimi sırasındaki erozyon ve birikme devirlerine bağlı olup heterojendir. Profillerinde horizonlaşma ya hiç yok ya da çok az belirgindir. Buna karşılık değişik özellikte katlar görülür, çoğu yukarı arazilerden yıkanan kireççe zengindir. Alüviyal topraklar, bünyelerine veya buldukları bölgelere yahut evrim devrelerine göre sınıflandırılırlar. Bunlarda üst toprak alt toprağa belirsiz olarak geçiş yapar. İnce bünyeli ve taban suyu yüksek olanlarda düşey geçirgenlik azdır. Yüzey nemli ve organik maddece zengindir. Alt toprakta hafif seyreden bir indirgenme olayı hüküm sürer. Kaba bünyeliler iyi drene olduğundan yüzey katlar çabuk kurur. Buldukları iklime uyabilen her türlü kültür bitkisinin yetiştirilmesine elverişli ve üretken topraklardır. Çalışma alanına topraklarına ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Trifluralinin fizikokimyasal özellikleri

Trifluralin'in kapalı kimyasal formülü: $C_{13}H_{16}F_3N_3O_4$. Trifluralin'in açık kimyasal formülü Şekil 1'de verilmiştir. Pestisitlerin kirlilik potansiyelleri toprak ve iklim gibi faktörlerin yanı sıra, pestisitlerin dayanıklılığına, buharlaşma özelliğine ve topraktaki hareketliliğine bağlıdır. Bir pestisit topraktaki dayanıklılığı ise persistans süresine göre değişir ve araştırma konusu olan herbisit, Türkiye'de yaygın olarak kullanılan pestisitlerin sınıflamasında, dayanıklılığı en fazla olan pestisitler grubunda yer aldığı bilinmektedir. Bir diğer özellik olan buharlaşma sabitesine (Henry sabiti-KH) göre, buharlaşmanın yüksek olduğu sınıflama grubunda yer alan trifluralin ($KH=2,5 \cdot 10^{-5}$), topraktaki hareketliliği açısından hareketliliğin en düşük olduğu tarım ilaçları arasında bulunmaktadır. Araştırma konusu edilen trifluralinin başlıca özellikleri Çizelge 2'de özetlenmiştir.



Şekil 1. Trifluralin'in açık kimyasal formülü

Çizelge 2. Trifluralinin bazı fiziksel, kimyasal ve toksikolojik özellikleri

CAS Registry Number	1582-09-8
Chemical formula	$C_{13}H_{16}F_3N_3O_4$
Molar mass	335.28 g/mol
Appearance	Yellow crystals
Melting point	46 to 47 °C (115 to 117 °F; 319 to 320 K)
Boiling point	139 to 140 °C (282 to 284 °F; 412 to 413 K) (at 4.2 mmHg)
Solubility in water	0.0024 g/100 mL
Lethal dose or concentration (LD, LC):	
LD ₅₀ (Median dose)	500 mg/kg (rat, oral)

Yöntem

Turgutbey sulama sahasında sulu ayçiçeği tarımı yapan çiftçi tarlalarında bulunan sulama kuyularını çevreleyen arazilerden 16 örnekleme noktası belirlenmiştir. Trifluralinin topraktaki durumu ve yeraltı suyuna doğru hareketini tahmin etmek amacıyla, herbisit uygulamasından yaklaşık 10 gün sonra ve sonbaharda olmak üzere toprağın 0-30 cm, 30-60 cm, 60-100 cm derinliklerinden bozulmuş toprak örnekleri alınarak trifluralin kalıntı belirleme çalışmaları yapılmıştır. Örnekleme noktaları Şekil 2'de verilmiştir.

Çizelge1. Turgutbey sulama sahası topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Profil No	Derinlik, Cm	İşba, %	pH	OM ¹ , %	TK ² , %	SN ³ , %	Kil, %	Silt, %	Kum, %	KDK ⁴ me/100g
1	0-30	66	7.70	1.98	36.64	20.30	35.57	25.84	38.59	30.50
	30-60	66	7.94	1.00	38.66	22.44	40.35	21.89	37.76	37.63
	60-100	70	7.82	0.73	31.88	16.61	34.99	25.41	39.60	20.00
2	0-30	64	7.71	1.27	31.49	16.68	35.26	21.41	43.33	25.78
	30-60	66	7.70	0.79	44.74	35.54	35.70	35.70	19.56	28.22
	60-100	63	7.88	0.62	46.90	34.44	29.31	29.31	23.79	25.39
3	0-30	62	7.34	1.71	30.88	15.30	26.73	25.49	47.78	22.30
	30-60	66	7.78	0.89	37.82	20.59	35.75	19.59	44.66	32.40
	60-100	63	8.12	0.62	39.72	22.51	40.33	19.74	39.93	29.10
4	0-30	53	6.65	1.60	31.09	21.89	28.86	25.72	45.62	31.48
	30-60	58	7.18	0.89	34.84	25.14	35.34	23.84	40.82	29.76
	60-100	62	8.06	0.62	30.42	21.63	30.67	31.54	37.39	36.58
5	0-30	68	7.58	2.80	35.86	25.64	48.00	23.15	28.85	36.89
	30-60	63	8.89	1.16	36.11	29.31	52.81	21.25	25.94	30.24
	60-100	58	8.00	0.89	37.18	28.48	55.05	21.29	23.66	33.19
6	0-30	63	7.56	1.44	35.20	25.98	39.73	26.06	34.21	32.31
	30-60	70	7.66	1.00	36.17	26.01	39.99	26.23	33.78	34.45
	60-100	72	7.94	0.79	35.09	24.02	42.12	26.22	31.66	33.51
7	0-30	48	6.83	1.55	13.26	5.37	5.48	26.39	68.13	10.45
	30-60	44	7.56	0.89	18.08	7.76	11.65	22.49	65.86	10.86
	60-100	50	7.99	0.62	27.46	13.46	22.24	29.11	48.65	15.88
8	0-30	50	8.04	0.89	16.46	6.17	9.56	34.61	55.83	10.45
	30-60	48	7.80	0.45	17.22	6.30	9.57	36.67	53.76	9.43
	60-100	48	8.00	0.84	19.80	7.73	13.71	38.91	47.38	13.07
9	0-30	63	7.56	1.44	35.20	25.98	39.73	26.06	34.21	32.31
	30-60	70	7.66	1.00	36.17	26.01	39.99	26.23	33.78	31.81
	60-100	72	7.94	0.79	35.09	24.02	42.12	26.22	31.66	33.24
10	0-30	64	7.54	1.44	20.28	9.28	37.61	21.26	41.13	40.32
	30-60	68	7.78	0.79	22.09	10.57	35.85	23.48	40.67	37.19
	60-100	63	8.02	0.45	26.10	15.99	33.81	25.68	40.51	40.54
11	0-30	57	6.98	1.16	36.10	21.17	45.58	23.01	31.41	32.31
	30-60	59	6.99	0.62	37.41	21.59	50.20	23.18	26.62	35.21
	60-100	66	7.47	0.62	33.84	18.64	51.62	23.17	25.21	33.98
12	0-30	46	6.95	0.89	27.52	17.05	22.21	18.52	59.27	13.84
	30-60	50	7.73	0.51	31.45	17.68	24.41	16.55	59.04	16.32
13	0-30	50	6.28	1.44	22.96	14.10	35.52	21.15	43.33	28.57
	30-60	55	7.11	0.73	24.82	15.66	37.88	19.15	42.97	29.33
	60-100	55	7.83	0.34	30.87	21.08	30.45	18.97	50.69	22.42
14	0-30	48	6.55	1.55	29.00	19.77	28.12	14.69	57.19	20.34
	30-60	48	7.30	0.45	35.20	24.61	30.37	12.66	56.97	22.86
	60-100	46	7.49	0.34	34.01	22.94	35.73	16.79	47.48	29.11
15	0-30	57	6.99	0.89	33.03	21.41	48.19	18.98	32.83	27.70
	30-60	50	7.29	0.84	34.39	20.82	48.08	16.81	35.11	35.21
	60-100	59	7.32	0.51	29.88	17.09	43.33	18.72	37.95	33.33
16	0-30	48	5.52	1.33	26.06	16.40	34.67	22.76	42.57	30.58
	30-60	50	6.10	0.89	34.63	22.76	46.27	16.92	36.81	39.29
	60-100	66	7.05	0.34	34.51	21.03	48.12	18.95	32.93	38.54

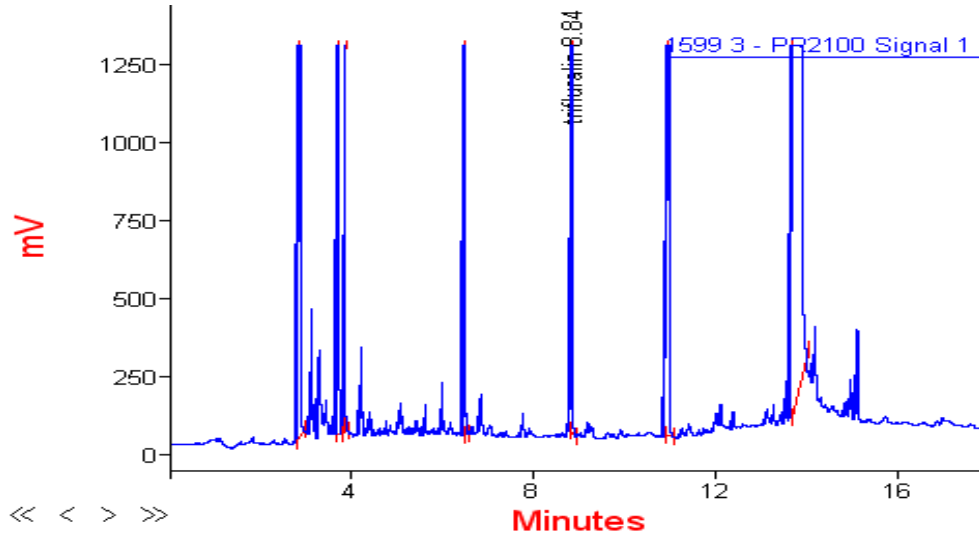
¹OM (organik madde) ² TK (Tarla kapasitesi) ³SN (Solma noktası) ⁴KDK (Kasyon değişim kapasitesi)

Analiz Yöntemleri

Trifluralin Kalıntı Analizi- Trifluralin analizleri PERICHROM PR 2100 marka gaz kromatografi cihazı ile yapılmıştır. Kullanılan dedektör ECD (Elektron Yakalama Dedektörü), kolon kapılar olup 0,32 mm iç çapında ve 25 m uzunluğundadır. Toprak analizlerinde EPA 3541 nolu soxhlet ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. Yöntemde 5 g toprak örneği ve 1:1 aseton-hexan ekstraksiyon karışımı kullanılmıştır. Toprak örneği tipik kromatogramı Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 2. Turgutbey sulama sahası alanı haritası (K-sulama kuyuları)



Şekil 3. Toprak örneği tipik bir kromotogram

2-Ethyl-4-nitro-6-(trifluoromethyl)-1H-benzimidazole türevi Yunanistan Ioannina Üniversitesi Kimya Bölümü'nde Prof Dr. A. Albanis tarafından CG-MS ortamında kimliği tanımlanmıştır. Tarla kapasitesi 1/3 atmosfer basınç altında, poroz levhalı basınç aleti ile Richards (1954) yöntemine göre yapılmıştır. Solma noktası 15 atmosfer basınç altında, poroz levhalı basınç aleti ile Richards (1954) yöntemine göre yapılmıştır. Bünye analizi Bouyoucus hidrometre yöntemiyle yapılmıştır (Richards, 1954). Saturasyon yüzdesi toprak sature oluncaya kadar saf su ilavesi ile belirlenmiştir (Tüzüner, 1990). Organik madde modifiye edilmiş Walkley Black yöntemi ile yapılmıştır (Richards, 1954). Toprak reaksiyonu saturasyon ekstraktında cam elektrotlu pH metre ile yapılmıştır (Sağlam, 1994). Katyon değişim kapasitesi (KDK) belli bir miktar toprak pH'sı 8,2'ye ayarlı 1,0 N sodyum asetat ile doyurulup, etil alkol ile yıkandıktan sonra 1,0 N amonyum asetat ile ekstrakte edilerek flame fotometresi ile Na⁺ miktarı saptanıp, buna göre KDK me/100g toprak cinsinden belirlenmiştir (Sağlam, 1994).

Bulgular ve Tartışma

Sulu ayçiçeği tarımı yapılan Turgutbey sulama sahasında dört yıl boyunca 16 noktadan ve farklı katmandan alınan toprak örneklerinde yapılan trifluralin kalıntı analizi sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Topraklarında belirlenen trifluralin kalıntı miktarları

Profil No	Derinlik (cm)	2007 Yılı		2006 Yılı		2005 Yılı		2004 Yılı	
		Trifluralin (ug/L)		Trifluralin (ug/L)		Trifluralin (ug/L)		Trifluralin (ug/L)	
		İlkbahar	Sonbahar	İlkbahar	Sonbahar	İlkbahar	Sonbahar	İlkbahar	Sonbahar
1	0-30	15.8	10.5	1200.0	34.4	39.0	20.1	54.9	57.7
	30-60	13.2	5.7	1039.8	28.4	12.5	15.1	44.1	23.5
	60-100	0	0	706.0	25.8	13.9	14.2	56.2	39.7
2	0-30	117.4	80.3	962.7	75.8	17.4	10.5	56.2	43.0
	30-60	32.2	54.9	676.6	27.9	12.3	15.2	59.1	37.3
	60-100	21.4	5.6	77.8	98.4	29.0	12.4	23.6	28.8
3	0-30	25.7	22.4	59.4	32.2	50.0	30.1	110.0	121.6
	30-60	0	5.8	38.4	50.6	42.5	40.2	49.4	37.5
	60-100	14.4	0	30.1	125.8	27.9	20.6	40.4	33.3
4	0-30	0	0	202.3	41.8	22.7	20.7	79.4	34.0
	30-60	0	5.2	83.1	46.3	30.0	25.0	154.2	20.1
	60-100	0	0	31.6	20.2	35.7	15.0	205.2	40.7
5	0-30	17.0	6.0	0	26.9	56.2	35.2	89.4	48.8
	30-60	0	0	30.5	46.8	53.2	40.3	56.0	130.8
	60-100	38.4	6.3	45.9	22.3	53.8	20.0	53.2	27.5
6	0-30	49.6	52.9	33.5	94.1	54.0	40.3	231.1	106.3
	30-60	15.0	5.7	0	46.8	44.2	45.2	80.5	61.1
	60-100	38.4	53.5	0	22.3	43.0	25.0	90.1	40.8
7	0-30	17.9	5.5	0	0	584.0	120.4	54.3	47.0
	30-60	16.0	6.3	0	0	64.8	100.2	185.2	43.9
	60-100	0	2.4	24.8	45.3	45.4	40.3	172.5	46.1
8	0-30	17.4	8.9	22.6	38.2	379.7	150.7	50.8	0
	30-60	0	5.5	21.9	31.3	72.2	55.0	38.5	46.4
	60-100	38.4	25.6	22.1	72.2	183.5	100.1	61.7	44.5
9	0-30	21.3	6.0	45.4	49.0	100.6	90.6	41.8	45.1
	30-60	27.3	6.5	101.6	29.4	23.2	40.3	61.1	24.2
	60-100	23.2	10.2	153.7	31.6	47.0	30.1	1328.3	53.8
10	0-30	26.4	15.6	15.2	34.0	127.1	80.6	619.8	924.6
	30-60	0	4.8	29.2	29.6	52.8	40.1	99.4	45.5
	60-100	26.1	0	78.0	23.5	37.0	20.2	173.9	39.7
11	0-30	41.2	18.4	41.6	33.1	37.4	35.1	*	*
	30-60	31.7	5.5	0	33.8	54.3	20.2	*	*
	60-100	51.4	3.4	23.4	34.9	81.8	40.8	*	*
12**	0-30	839.0	539.1	137.2	67.3	496.0	90.7	351.0	119.2
	30-60	51.2	120.1	46.0	33.0	65.7	120.7	81.6	42.8
	60-100	26.5	45.9	18.3	30.0	24.1	50.6	41.3	29.7
13	0-30	646.0	332.7	1225.8	41.6	482.4	120.1	1344.4	74.8
	30-60	62.87	54.0	51.3	35.2	37.1	95.2	175.2	210.0
	60-100	26.5	45.9	18.3	30.0	24.1	50.6	41.3	29.7
14	0-30	79.9	35.8	1254.0	38.2	578.2	100.2	100.1	25.2
	30-60	65.0	29.4	92.6	24.8	55.3	120.7	75.8	24.4
	60-100	0	5.2	21.8	124.0	38.9	85.0	110.8	25.3
15	0-30	531.0	366.4	70.9	18.3	31.1	20.1	*	*
	30-60	22.8	36.1	19.4	33.2	53.4	40.2	*	*
	60-100	0	8.2	25.6	26.7	78.2	35.4	*	*
16	0-30	472.3	232.9	105.6	23.5	45.6	27.7	*	*
	30-60	560.4	235.9	40.2	44.4	30.5	16.2	*	*
	60-100	22.5	26.2	21.9	29.5	37.9	30.2	*	*

* 11, 15 ve 16 nolu noktalardan 2005 yılından örnek alınmaya başlanmıştır.

** 12 nolu profilin sığ olması nedeniyle iki katmandan örnekleme yapılmıştır.

Tabloda yer alan verilere göre; 2004 yılında belirlenen en yüksek kalıntı miktarları ilkbaharda 1344,4 ug/L, sonbaharda 924,6 ug/L iken belirlenen en düşük kalıntı miktarları ise ilkbaharda 23,6 ug/L, sonbaharda 20,1 ug/L'dir. 2005 yılında ilkbahar ve sonbaharda alınan toprak örneklerinde belirlenen en yüksek trifluralin miktarları sırasıyla 584,0 ile 150,7 ug/L iken, en düşük konsantrasyonlar 12,5 ile 12,4 olmuştur. 2006 yılında trifluralin uygulamasından yaklaşık on gün sonra alınan ilkbahar örneklemelemlerinde belirlenen

en yüksek ve en düşük trifluralin miktarları 1254,0 ile 15,2 ug/L iken söz konusu değerler sonbaharda 125,8 ile 20,2 ug/L olarak tespit edilmiştir. 2007 yılı ilkbahar döneminin topraklarında belirlene max. ve min. değerler 839,0 ile 13,2 ug/L, sonbaharda belirlenen değerler de sırasıyla 539,1 ile 2,4 ug/L olduğu belirlenmiştir. Dört yılda ilkbahar döneminde alınan toprak örneklerinde en yüksek trifluralin miktarları 0-30 cm'lik derinlikte belirlenmiştir. En düşük trifluralin kalıntı miktarları da genelde 60-100 cm'lik toprak katmanında belirlenmiştir. 2004 yılında Turgutbey sulama sahasından alınan topraklarda belirlenen trifluralin kalıntı miktarları 9, 10, 12 ve 13 nolu profillerde, 2005 yılında 7, 8, 12, 13 ve 14 nolu profillerde yüksek oranlarda belirlenmiştir. 2006 yılında ise en yüksek kalıntı miktarları 1, 2, 13 ve 14 nolu profillere ait topraklarda belirlenmiştir. 2007 yılında sulama kuyularının yakınındaki arazilerden, mevsim başında ve mevsim sonunda alınan toprak örneklerine ait analiz sonuçlarına göre en yüksek trifluralin kalıntıları 2, 12, 13, 15 ve 16 profillere ait topraklarda belirlenmiştir. Sonuçlardan yola çıkarak üreticilerle görüşmeler yapılmış ve elde edilen bilgilere göre, trifluralin kalıntılarının düşük çıktığı noktalarda ve söz konusu yılda üreticilerin trifluralin kullanmadığı ortaya çıkmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre; Turgutbey sulama sahasında 2004, 2005, 2006 ve 2007 yıllarına ait toprak analiz sonuçları irdelendiğinde genel olarak profillerin üst katmanlarında trifluralin miktarları daha yüksek olurken alt katlara inildiğinde konsantrasyonlarda düşme görülmüştür. Turgutbey sulama sahasındaki toprakların üst katmanlarındaki (0-30) organik madde oranları 2,80 ile 0,89 iken bu oran 60-100 cm'lik derinlikte 0,89 ile 0,34 arasındadır. Trifluralin topraktaki hareketliliği bir yönü ile çözünürlüğünün çok düşük oluşu, diğer taraftan kolay bir şekilde adsorbe olmasından dolayı zayıftır. Trifluralinin topraktaki kalıcılığı topraktaki kil ve organik madde miktarı ile doğru orantılı, nem miktarı ile de ters orantılıdır. Organik madde ile trifluralinin toprak tarafından adsorbsiyonunu irdeleyen birçok çalışma yapılmıştır. [Moyer \(1979\)](#)'a göre trifluralin adsorbsiyonunu topraktaki organik madde miktarı ve mevcut nem belirlemektedir. [Francioso ve ark. \(1992\)](#)'na göre de trifluralin adsorbsiyonu organik maddenin yüksek olduğu topraklarda daha fazladır. [Tok \(1996\)](#) birçok pestisidin toprakta bıraktığı kalıntı miktarının toprak organik maddesi ile önemli ve pozitif bir ilişki oluşturduğunu belirtmektedir. Organik madde varlığının toprakta trifluralin adsorbsiyonu artırdığını belirleyen bir diğer çalışma da [Tavares ve Rezende \(1998\)](#) tarafından yürütülmüştür. [Boivin ve ark. \(2005\)](#) trifluralinin toprağa kuvvetli bir şekilde bağlandığını ve organik madde ile bağlanma arasında pozitif bir ilişki olduğunu ($R=0,82^*$) vurgulamışlardır. Aynı kaynakta trifluralin'in artazine oranla toprak tarafından daha kuvvetli bir şekilde tutulduğu belirtilmektedir. Slovenya'da [Pintar ve ark. \(1996\)](#) tarafından atrazin ile yürütülen çalışmada da herbisit için çok büyük bir kısmının toprağın sürüm katında kaldığı ve toprakta biriken atrazin'in taban suyuna doğru hareketinin çok yavaş olduğu belirtilmiş ve herbisit yıkanmasının yağış koşulları ile çok yakından ilgisi olduğu tespit edilmiştir.

Trifluralinin topraklardaki limit değerleri üzerine geliştirilmiş herhangi bir standart bulunmadığından Turgutbey sulama sahasındaki topraklarda bulunan değerlerin toksisite seviyesi konusunda bir yorum yapmak mümkün değildir. Esasen toprakta çok fazla miktardaki etmen (tekstür, organik madde, nem, toprak sıcaklığı gibi) bu tip bir standart değerlendirmesini zorlaştırmaktadır. Turgutbey sulama sahasından ilkbaharda alınan topraklardaki trifluralin konsantrasyonları sonbaharda alınan topraklardaki konsantrasyonlara oranla daha yüksek olarak belirlenmiştir. Sulama sahasından ilkbaharda toprak örnekleri trifluralin uygulamasının takip eden yaklaşık 10 günlük süreç içerisinde alındığından dolayı sonbaharda alınan örneklerdeki trifluralin miktarlarından daha yüksek olarak belirlenmiştir. Trifluralin toprağa uygulandıktan sonra sıcaklık, nem, ışık ve rüzgâr faktörlerin etkisiyle buharlaşmakta, parçalanmakta ve yıkanmaktadır. Kaynakların da doğruladığı gibi; [Johnstone ve ark. \(1998\)](#) göre trifluralinin topraktaki mevcudiyeti aynı zamanda iklim faktörleri ile ilişkili olup, iklim faktörlerinden yağış ve maksimum sıcaklık degradasyon açısından en etkili faktörlerdir. [Tok \(1997\)](#) trifluralin'in topraktaki kalıcılık süresinin uygulama dozu, yüzeydeki toprak sıcaklığı ve topraktaki nem oranı gibi birçok faktöre bağlı olmakla birlikte, topraktaki dayanıklılığı yüksek, hareketliliği çok düşük olan bir madde olduğunu ve yapılan araştırmalara göre trifluralin beş ile altı ay sonra bile toprakta belirlenebildiğini ifade etmiştir. [Moore ve ark. \(2007\)](#) Mississippi Deltasındaki Beasley Göl'ünde yaptıkları çalışmada organik karbonun ve kil miktarının artması ile trifluralinin de tutunma oranının arttığını belirtmektedirler.

Toprağa uygulanan trifluralin miktarının çok düşük bir kısmı toprakta kalıntı olarak belirlenmiştir. Trifluralin toprağa uygulandıktan sonra bir kısmı kimyasal ve mikrobiyal bozunma süreçleri geçirerek ana maddenin türevlerini oluşturmaktadır ve önemli bir kısmı da buharlaşarak kaybolmaktadır. Trifluralinin topraktan buharlaşması ile ilgili yapılan çalışmalarda yer alan bilgilere göre; trifluralin'nin fazla uçuculuk özelliği nedeniyle, toprağa direkt olarak uygulanan formülasyonlar şeklinde kullanılmaktadır ve uygulanan

alanların nemli ve sıcak olması durumunda, topraktan buharlaşan herbisit kalıntı miktarı, toplam uygulanan miktarın %40'ına ulaşmaktadır (Tok, 1997). Bedos ve ark. (2002)'i da trifluralin uygulamasını takip eden 8 günlük kümülatif buharlaşma oranını toplam ilave maddenin %30 u olarak belirlemişlerdir. Aynı araştırmacıların (2006) yaptıkları bir diğer çalışmada trifluralinin buharlaşma kayıplarının %99'unun, trifluralinin toprakla mikrobiyal ya da kimyasal olarak etkinleşmeden önceki zamanda, uygulamayı takip eden 6 gün içerisinde olduğunu belirtmişlerdir. Hollingsworth (1980)'a göre de nemli topraktaki trifluralin buharlaşması kuru topraktaki buharlaşmadan daha fazla olmuştur. Trifluralin buharlaşmasının nemli topraklarda daha yüksek düzeyde olduğu vurgulayan bir diğer çalışma da Harper ve ark. (2000) tarafından yürütülmüştür. Harper gece saatlerinde topraktaki nem oranının artmasıyla buharlaşmanın gündüz saatlerine oranla daha fazla olduğunu tespit etmiştir. Spencer ve Cliath (1974) trifluralin buharlaşmasının her 10°C'lik sıcaklık artışıyla 5 kat arttığını belirlemişlerdir. Ayrıca araştırmacılar uygulanan trifluralin dozunun artmasıyla birlikte buharlaşma miktarının da arttığını ve üst katmanlardaki buharlaşmanın toprağın alt katmanlarına oranla daha fazla olduğunu ve buharlaşmanın rutubet ile orantılı olduğunu tespit etmişlerdir. Farklı iklim koşullarında trifluralin buharlaşmasını inceleyen Grass ve ark. (1994) en yüksek buharlaşma oranının 20°C sıcaklıkta, 1,2 m/s rüzgâr hızında ve %78 nem şartlarında olduğunu tespit etmişlerdir. Savage ve Barrentie (1969)'e göre yüzeye daha yakın yapılan trifluralin uygulamalarında buharlaşma şeklindeki kayıplar fazladır ve trifluralinin toprakta parçalanmadan kalabilmesi doğrudan toprağa karıştırma derinliğine bağlıdır. Benzer bir çalışma yapan Menges ve Tamez (1974) trifluralinin derinlere uygulanmasının kalıcılığını artırdığını tespit etmişlerdir. Trifluralinin alüvyal arazilerde yüzey akış ile kayıplarını inceleyen Southwick ve ark. (1997), drenaj sisteminin uygulanması ile yüzey akış ile gerçekleşen trifluralin kayıplarının %90 oranında azaldığını belirtmişlerdir. Trifluralinin topraktan buharlaşma ile kayıplarının nedenlerinden bir diğerinin de toprak işleme olduğunu vurgulayan Berger ve ark. (1999), toprağın işlenmesi, trifluralinin buharlaşma yolu ile kayıplarını arttırmıştır. Trifluralin ana maddesinin yüksek oranda buharlaşması ve toprakta parçalanarak türevler oluşturmasının yanı sıra su ortamında Tissier ve ark. (2005) göre photolysis ve hidrolisis şeklinde de parçalanmaktadır.

Sonuç

Arazi çalışmasında, sulama suyu olarak kullanılan kuyu sularında trifluralin kalıntı miktarları, bu kuyuları çevreleyen arazilerden seçilen ve farklı katmanları incelenen topraklardaki trifluralin kalıntıları incelenmiş olup, ilkbaharda yapılan toprak örneklemelerinde trifluralin kalıntı miktarları sonbaharda yapılan toprak örneklemelerinde belirlenen kalıntı miktarlarına oranla daha yüksek olmuştur. Profilin farklı katmanlarında yapılan incelemelerde, toprağın ilk 30 cm'lik kısmında kalıntı konsantrasyonları genellikle yüksek olurken, alt katlara inildikçe kalıntı oranlarında azalmalar gözlenmiştir. Çalışma alanında incelenen topraklarda trifluralin uygulaması yapılan alanlarda kalıntı konsantrasyonları yüksek iken, trifluralin uygulanmayan topraklarda kalıntı miktarları oldukça düşüktür.

Kaynaklar

- Arias-Estevez M, Lopes-Periago E, Martines-Karballoe, Simal-Gandara J, Mejusto Jc, Garcia-Rio L, 2008. The mobility and degradation of pesticides in soils and the pollution of groundwater resources. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 123: 247-260.
- Bedos C, Rousseau-Djabri Mf, Flura D, Masson S, Barriuso E, Cellier P, 2002. Rate of pesticide volatilization from soil: an experimental approach with a wind tunnel system applied to trifluralin. *Atmospheric Environment* 36(39): 5917-5925.
- Bedos C, Rousseau-Djabri Mf, Gabrielle B, Flura D, Durand B, Barriuso E, Cellier P, 2006. Measurement of trifluralin volatilization in the field: relation to soil residue and effect of soil incorporation. *Environmental Pollution* 144(3): 958-966.
- Bengtson RL, Southwick LM, Willis GH, Cater CE, 1990. The influence of subsurface drainage practice on herbicide losses. *American Society of Agricultural Engineers* 33: 415-419.
- Berger Bm, Duehlmeier D, Siebert Cf, 1999. Tillage effects on persistence and istribution of trifluralin in soil. *Journal of Environmental Quality* 28 (4):1162-1167.
- Boivin A, Cherrier R, Michel Schiavon M, 2005. A comparison of five pesticides adsorption and desorption processes in thirteen contrasting field soils. *Chemosphere* 61 (5): 668-676.
- Diñç U, Şenol S, Kapur S, Atalay İ, Cangir C, 1995. Türkiye Toprakları. Ç.Ü Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 51 Ders Kitapları Yayın No:12 Adana.
- Feagley SE, Kim JH, 1995. Adsorption and leaching of cis and tras-permethrin in the soil. *Journal of Korean Environmental Science Society* 4: 379-386.
- Francioso O, Bak E, Rossi N, Sequi P, 1992. sorption of atrazine and trifluralin in relation to the physio-chemical characteristics of selected soils. *The Science of The Total Environment* 123-124: 503-512.

- Gardner Ds, Branham Be, 2001. Effect of turfgrass cover and irrigation on soil mobility and dissipation of mefenoxam and propiconazole. *Journal of Environmental Quality* 30: 1612–1618.
- Grass B, Wenclawiak Bw, Rüdell H, 1994. influence of air velocity, air temperature, and air humidity on the volatilisation of trifluralin from soil. *Chemosphere* 28 (3): 491-499.
- Harper LA, White AV, Bruce RR, Thomas AW, Leonard RA, 2000. Soil and microclimate effects on trifluralin volatilization. *Soil Science* 165 (9): 690-698.
- Hollingsworth EB, 1980. Volatility of trifluralin from field soil. *Weed Science* 28(2): 224-228.
- Johnstone Pk, Jolley Av, Code Gr, Moerkerk Mr, Corbett A, 1998. Degradation of trifluralin in three victorian soils—long-term field trials. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 38(4): 363 – 374.
- Kim JH, Feagley SE, 1998. Adsorption and leaching of trifluralin, metolachlor, and metribuzin in a commerce soil. *Journal of Environmental Science and Health* 33(5): 529-546.
- Kim JH, Feagley SE, 2002. Leaching of trifluralin, metolachlor, and metribuzin in a clay loam soil of louisiana. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*. 37(5): 393-403.
- Kodesova R, Kocarek M, Kodes V, Drabek O, Kozak J, Hejtmankova K, 2011. Pesticide adsorption in relation to soil properties and soil type distribution in regional scale. *Journal of Hazardous Materials* 186: 540–550.
- Menges RM, Tamez S, 1974. Movement and persistence of bensulide and trifluralin in irrigated soil. *Weed Science* 22(1): 67-71.
- Moore MT, Lizotte RE, Knifht SS, Smith S, Copper CM, 2007. Assessment of pesticide contamination in three Mississippi Delta oxbow lakes using *Hyalella azteca*. *Chemosphere* 67(11):2184-2191.
- Moyer JR, 1979. Soil organic matter, moisture, and temperature: effect on wild oats control with trifluralin. *Canadian Journal of Plant Science* 59(3): 763-768.
- Müller K, Magesan GN, Bolan NS, 2007. A critical review of the influence of effluent irrigation on the fate of pesticides in soil. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 120: 93–116.
- Nelson SD, Letey J, Farmer WJ, Williams CF, Ben-Hur M, 2000. Herbicide application method effects on napropamide complexation with dissolved organic matter. *Journal of Environmental Quality* 29: 987–994.
- Nelson SD, Letey J, Farmer WJ, Williams CF, Ben-Hur M, 2000. Herbicide application method effects on napropamide complexation with dissolved organic matter. *Journal of Environmental Quality* 29: 987–994.
- Pintar M, Pilik M, Lobnik F, Hudnik V, Zupan M, Carpi E, Evans SP, Trevisan M, 1996. Mobility, leaching and degradation of atrazine in column and field experiments. Water Management Institute, Hajdrihova 28, 1000 Ljubljana, Slovenia.
- Querejeta GA, Ramos LM, Hughes EA, Vullo D, Zalts A, Montserrat JM, 2014. Environmental fate of trifluralin, procymidone and chlorpyrifos in small horticultural production units in Argentina. *Water, Air, & Soil Pollution* 225:1952.
- Sağlam MT, 1994. Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri. T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi yayınları, Tekirdağ.
- Savage KE, Barrentine WL, 1969. Trifluralin persistence as affected by depth of soil incorporation. *Weed Science* 17 (3): 349-352.
- Southwick LM, Willis GH, Mercado OA, Bengtson RL, 1997. Effect of subsurface drains on runoff losses of metolachlor and trifluralin from mississippi river alluvial soil. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 32(1):106-9.
- Spencer WF, Cliath MM, 1974. Factors affecting vapor loss of trifluralin from soil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 22(6): 987-991.
- Tavares M, Rezende M, 1998. Effect of humic acid on the sorption of trifluralin by soils. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*. 33 (6): 749-767.
- Tissier C, Morvan C, Bocquené G, Grossel H, James A, Marchand M, 2005. Les bstances prioritaires de la Directive cadre sur l'eau (DCE). Fiches de synthèse RapportIfremer. Erişim Adresi: www.ifremer.fr/delpc/pdf/RAPPORT_FICHES33_SUBSTANCES.pdf
- Tok HH, 1996. Trakya Bölgesinde Pestisit Kullanımı ve Pestisitlerin Çevre Üzerindeki Olumsuz Etkileri. Trakya Tarım ve Çevre Sempozyumu, Çorlu.
- Tok HH, 1997. Çevre Kirliliği. T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı, Tekirdağ.



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

<http://dergi.toprak.org.tr>



Afşin-Elbistan havzası linyit işletmesi organik materyallerinden geliştirilen organik ve organomineral gübrelerin buğday verimi ve verim bileşenleri ile bazı toprak özellikleri üzerine etkileri

Ayten Namlı *, Muhittin Onur Akça, Hanife Akça

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

Özet

Bu çalışma kapsamında, Afşin Elbistan Linyit işletme sahasında mevcut içerikleri tanımlanmış organik materyallerden elde edilen organik toprak düzenleyicisi olarak humik asit ve bunların farklı oranlarda kimyasal gübrelerle kombinasyonu ile elde edilen organomineral gübrelerin buğday bitkisi ve toprak özellikleri üzerindeki etkinliklerinin belirlenmesi amacıyla, İç Anadolu Bölge koşullarını temsilen Ankara ili Haymana ilçesinde bir yıl süreli tarla denemesi kurulmuştur. Bu materyallerin toprağın bazı özelliklerine olan etkileri ve haymana denemesinde hasat parsellerinden tesadüfi 10 buğday bitkisi toplanarak boyları ölçülmüş, biçerdöver ile parseller hasat edilmiş ve dekara verim hesaplanmış, danede buğday kalitesinin göstergesi olan gluten, indeks, hektolitre, protein ve rutubet analizleri yapılmıştır. Organik materyal uygulaması bitki boyunu artırmış, yanısıra yörenin geleneksel uygulaması olan tek başına 20 kg da⁻¹ DAP uygulamasına kıyasla toprağa ilave edilen organik materyallerin tek başlarına ve kimyasal gübrelerle birlikte uygulanması buğday verimini de önemli düzeyde artırmıştır. Tüm uygulamaların kontrole göre toprağın pH, organik madde ve değişebilir K değerini kontrole göre artırdığı (p<0.05) belirlenmiştir. Sonuç olarak incelenen özellikler birlikte değerlendirildiğinde; Afşin Elbistan Linyit işletme sahasında önemli miktarlarda bulunan organik materyallerin içerik analizlerinin yapılarak organik toprak düzenleyicisi, organomineral gübre, K-humat ve humik asit şeklinde değerlendirilmesinin buğday yetiştiriciliğinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Organik toprak düzenleyicisi, humik asit, gıda, buğday, toprak.

Determination of the impacts of organic and organomineral fertilizers developed from the organic materials of Afşin-Elbistan basin lignite pit on the yield and yield components of wheat and on some soil characteristics

Abstract

In this study, a field experiment for a period of one year was built in Haymana County of the city of Ankara for Inner Anatolia Region representing the conditions of organomineral conditions obtained via the combination of humic acid, organic soil conditioners obtained from the organic materials with current contents defined at the site of Afşin- Elbistan Lignite and chemical fertilizer combinations at different rates. The effects of the applied materials on some properties of soil were determined. Besides, in the experiment of Haymana, coincident 10 plants were picked from the harvest plots, length of the spica were conducted, plots were harvested via plot combine harvester, gluten, index, hectoliter, protein and moisture analyses as indicators of wheat quality in grain were performed. Organic material application increased the plant height, as well as the application of organic materials added to the soil alone and with chemical fertilizers compared to the 20 kg da⁻¹ DAP application, which is the traditional application of the region, increased the wheat yield significantly. All of the applications increased in soil pH, organic matter and exchangeable potassium in accordance with the control of applications (p<0.05). As a result considering the characteristics that were determined as a whole, it was determined that it was important for wheat growing to analyze the organic materials found in significant numbers in Afşin-Elbistan Lignite Pit as an organic soil conditioner by themselves through running content analyses, as organomineral fertilizer, K-humate, and humic acid.

Keywords: Organic soil conditioner, humic acid, gygja, wheat, soil.

© 2019 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Tarım topraklarında geçmiş yıllardan beri devam eden konvansiyonel işlemeli tarım, her geçen gün değişen iklim özellikleri ve yanlış yapılan uygulamalar sonucunda organik madde kapsamı her geçen gün

Bu çalışma Elektrik Üretim A.Ş. (EUAS) tarafından desteklenmiştir.

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 312 5961758

E-posta : namli@ankara.edu.tr

Geliş Tarihi : 26 Eylül 2018

Kabul Tarihi : 11 Aralık 2018

e-ISSN : 2146-8141

DOI : 10.33409/tbbbd.594998

azalmaktadır. Ülkemizin sahip olduğu doğal leonardit kaynaklarının değerlendirilmesi ile elde edilen hümik asitler toprakların verimliliğinin artırılması ve sürdürülebilir bir biçimde yönetimi için katkı sağlayabilecek niteliktedir (Engin ve Cöcen, 2012).

Tarım yapılan topraklarda kullanılan organik toprak düzenleyicilerden bazıları leonardit, gıdya ve linyit gibi organik materyallerdir. Bu toprak düzenleyicilerinin topraktaki etkileri içeriğinde bulunan hümik asitten ileri gelmektedir (Tamer ve ark., 2016). Bilindiği üzere humik asitlerin tarım yapılan topraklardaki etkileri sıralanacak olursa; toprakta geçirgen bir yapı oluşturup, toprağın yapısını iyileştirirler. Toprak reaksiyonu üzerinde olumlu etki sağlayıp, yüksek alkalinite sorunlarının önüne geçmede rol oynarlar. Topraktaki organik maddeyi artırarak, bitki besin maddelerinin alınımını kolaylaştırırlar. Toprağa ilave edilen organik maddenin toprağın bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine olumlu etkileri olduğu bilinmektedir (Shirani ve ark., 2002; Karaca ve ark., 2006; Tamer ve ark., 2016). Alagöz ve ark. (2006) organik madde ilavesinin toprağın bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri üzerine etkisini inceledikleri araştırmalarında üç farklı dozda uygulanan işlenmiş leonardit materyalinin toprakların pH, organik madde ve toplam N içeriği üzerine artırıcı etkisinin olduğunu belirtmişlerdir. Humik asit uygulamasının bitki gelişimi ve besin maddelerinin alımı üzerine etkileri birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir (Sözüdoğru ve ark., 1996; Günaydın, 1999; Kolsarıcı ve ark., 2005). Yılmaz ve Alagöz (2001) sıvı humik asit uygulamasının topraklarda agregat oluşum ve stabilitesi üzerine olan etkilerini araştırdıkları çalışmalarında kullanılan sıvı humik asit materyalinin % 0.30 toplam N, % 0.17 organik N, % 0.41 CaO, %15 humik ve fulvik asit ve 6.5 pH'ya sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Schnitzer ve Khan (1978) humik asit uygulanmasının bitki gelişimini doğrudan veya dolaylı olarak etkilediğini ve biyokütle miktarının önemli ölçüde arttığını belirlemişlerdir. Lobartini ve ark. (1997) humik asit ve mineral besin maddeleri uygulamalarının bitki kuru ağırlığına, bitki besin maddesi içeriğine ve bu besin maddelerinin bitki tarafından alınımına ve ayrıca tohum çimlenmesine olumlu etkilerinin olduğunu bildirmişlerdir. Erdal ve ark. (1999) yaptıkları bir çalışmada, humik asitin N, P, K gübreleri ile birlikte verilmesi ile elde edilen ürün artışının humik asitin tek başına verilmesinden elde edilen artıştan daha fazla olduğunu ve ayrıca humik asit uygulanmasının topraktaki P yararıyı arttırdığını belirtmişlerdir. Turgay ve ark. (2011) linyit kökenli humik maddelerin bazı toprak özellikleri ve ekmeçlik buğday üzerine etkilerini saptamak amacıyla yaptıkları çalışmada; Adana ili Çukurova bölgesi 2005 ve 2007 yılları arasında, gıdya ve gıdyadan elde edilen humik-fulvik asit konsantrasyonunu toprağa hem tek başlarına hem de mineral bir gübre ile kombine halinde uygulayarak, iki yıl tekrarlamalı olarak ekmeçlik buğday yetiştirmişlerdir. Araştırma sonucunda; farklı tip ve dozlardaki humik maddelerin tek başlarına ya da kombine uygulamalarının, ardışık ürün sezonlarında toprak özelliklerindeki etkilerinin farklılık gösterdiğini belirlemişlerdir.

Türkiye linyit rezervinin en büyüğü yaklaşık % 46'lık bir oran ile Afşin-Elbistan Havzası olarak bilinmektedir. Bu havzada ekonomik işletilebilir linyit rezervi ise 3.2 milyar ton olarak belirlenmiştir (Koçak ve ark., 2001; Doğan, 2007). Bu araştırmada, Afşin Elbistan Linyit işletme sahasında mevcut içerikleri tanımlanmış organik materyallerden elde edilen humik asit, organik toprak düzenleyicisi ve bunların farklı oranlarda kimyasal gübrelerle kombinasyonu ile elde edilen organomineral gübrelerin, buğday verimi ve verim bileşenleri ile bazı toprak özellikleri üzerine etkileri tarla koşullarında değerlendirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Araştırma, tarla denemesi olarak Ankara ili Haymana ilçesindeki Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama ve Araştırma Çiftliği'nde tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü ve 13 uygulama konulu olarak bir ekim dönemi boyunca (Ekim 2015-Temmuz 2016) 2 dekar alanda yürütülmüştür. Yürütülen denemede parseller 4m x 4m boyutlarında hazırlanıp, bloklar arası ve parseller arasında 1,5 m boşluklar bırakılmıştır. Denemede test bitkisi olarak ekmeçlik buğday (*Triticum aestivum* cv. Bezostaja) kullanılmıştır. Deneme alanından alınan toprak örneklerinin analiz sonuçlarına göre, temel gübrelerin ve organomineral gübrelerin uygulama dozları belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan organomineral gübreler Namlı ve ark. tarafından EUAŞ Maden İşleri Dairesiyle birlikte yürütülen proje kapsamında elde edilmiştir. Uygulama konuları Çizelge 1'deki gibidir.

Nisan ayında üst gübreleme ve ilaçlama yapılmıştır. Ayrıca üst gübreleme esnasında organik materyal uygulanmış tüm parsellere 1 kg K-humat da⁻¹ uygulaması yapılmıştır. Ankara ilinin Haymana ilçesinde yürütülen tarla denemesi 13 Temmuz 2016 tarihinde deneme biçerdöver ile hasat edilmiştir. Verim kriterlerinin belirlenmesi amacıyla her parselden rastgele seçilerek etiketlenen 10 adet bitkinin ana saplarında toprak yüzeyinden başakta en üst başakçığın ucuna kadar olan uzunlukları (kılçıklar hariç) ölçülerek bitki boyu (cm) ve her parselde etiketlenmiş bitkilerin ana saplarına ait başaklardaki taneler 0.001

g duyarlılıktaki terazide tartılarak belirlenmiştir. Buğday tanesinde buğdayın kalitesini ortaya koymaya yarayan protein, gluten, hektolitreye, rutubet Kjeldahl yöntemiyle (Kacar ve İnal, 2008) belirlenmiştir. Hasat indeksi m²'deki tane verimi esas alınarak kg da⁻¹ olarak hesaplanmıştır (Yürür ve ark., 1981).

Çizelge 1. Denemede uygulanan konular

1.	Gübresiz kontrol
2.	Gübreli kontrol (20 kg DAP da ⁻¹)
3.	Gübreli kontrol (35 kg 20.20.0 da ⁻¹)
4.	K-Humat (0.4 kg da ⁻¹)
5.	K-Humat (0.6 kg da ⁻¹)
6.	Humik asit (1 lt da ⁻¹)
7.	Humik asit (2 lt da ⁻¹)
8.	Organik toprak düzenleyicisi (150 kg da ⁻¹)
9.	Organik toprak düzenleyicisi (150 kg da ⁻¹ + DAP)
10.	Organik toprak düzenleyicisi (300 kg da ⁻¹)
11.	5.5.5 organomineral gübre (105 kg da ⁻¹)
12.	10.10.10 organomineral gübre (70 kg da ⁻¹)
13.	6.15.0 organomineral gübre (45 kg da ⁻¹)

Denemenin kurulmasından 1 ay sonra ve denemenin 6. ayında toprak örnekleme yapılarak toplam azot, yarıyışlı fosfor, değişebilir potasyum, toprak reaksiyonu (pH), elektriksel iletkenlik (EC) ve kireç kapsamı belirlenmiş, deneme topraklarında organik maddeyi belirlemek amacıyla ise denemenin kurulmasından 1 ay sonra, 6. ayda ve hasat döneminde toprak örnekleme yapılmıştır.

Toprak örneklerinde, bünye hidrometre yöntemiyle (Bouyoucos, 1951), pH ve EC 1:2,5 toprak-su karışımında (Jackson, 1958), kireç Scheibler kalsimetresi ile (Richards, 1954), organik madde Walkey Black yöntemiyle (Jackson, 1962), toplam azot Kjeldahl yöntemiyle (Bremner, 1965), değişebilir potasyum US Salinity Lab. Staff (1954)'a göre, alınabilir fosfor spektrofotometrik yöntem ile (Olsen ve ark., 1954) belirlenmiştir. Tarla denemesinden elde edilen sonuçlar Minitab 17.1.0 istatistik paket programı, varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Önemlilik düzeyi F testine göre, ortalamaların farklılık gruplandırması ise "Duncan" testine göre yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Uygulamaların toprak organik maddesi üzerine etkileri

Kimyasal ve organomineral içerikli gübrelerin (organomineral) uygulandığı toprakların organik madde (OM) içeriği, 1.ay analiz sonuçlarına göre uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamış, organomineral gübrelerin uygulanmasından 6 ay sonra topraklarda en düşük OM kontrol parselinde (%1.077) belirlenirken, en yüksek organik toprak düzenleyicisi (150 kg da⁻¹ + DAP) uygulamasında %1.902 olarak saptanmıştır. Hasat toprakları analiz sonucuna göre de benzer şekilde en düşük OM değeri kontrol parselinde % 0.909 olarak, en yüksek yine organik toprak düzenleyicisi (150 kg da⁻¹ + DAP) uygulamasında %1.609 belirlenmiştir (Çizelge 2). Tek başına organik materyallerin uygulandığı toprakların organik madde (OM) içeriği, 1.ay analiz sonuçlarına göre uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamış, organik materyallerin uygulanmasından 6 ay sonra topraklarda en düşük OM kontrol parselinde (%1.077) belirlenirken, en yüksek organik toprak düzenleyicisi (300 kg da⁻¹) %1.980 olarak saptanmıştır. Hasat toprakları analiz sonucuna göre de benzer şekilde en düşük OM değeri kontrol parselinde % 0.909 olarak, en yüksek yine organik toprak düzenleyicisi (300 kg da⁻¹) uygulamasında %1.675 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Toprak organik madde seviyesinin, farklı humik madde uygulamalarında önemli derecede artış gösterdiğini bildiren Turgay ve ark. (2011) elde edilen bulguları desteklemektedir. Toprağın organik madde seviyesinin 6. ayda başlangıca göre arttığı sonrasında ise tekrar azaldığı görülmüştür. İlk 6 ayda ilave edilen organik materyallerden toprağa geçen organik maddedeki azalma organik maddenin mineralizasyonundan kaynaklanmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen bulgular Karaca ve ark. (2006), Tamer ve Karaca (2006)'nın çalışmaları ile uyumludur.

Çizelge 2. Farklı uygulama faktörlerinin, zamana ve uygulama faktörlerine bağlı olarak ürün dönemi süresince toprakta belirlenen organik madde değerleri,

Uygulama Konuları		Organik Madde %		
		1. AY	6. AY	HASAT
KİMYASAL İÇERİKLİ	1 - Gübresiz kontrol	1.183 öd	1.077 b	0.909 b
	2- Gübreli kontrol (20 kg da ⁻¹ DAP)	1.189 öd	1.158 b	1.092 ab
	3- Gübreli kontrol (35 kg da ⁻¹ 20.20.0)	1.215 öd	1.164 b	1.049 b
	11- Organomineral gübre (7.7.0/ 105 kg da ⁻¹)	1.256 öd	1.253 b	1.319 a
	12- Organomineral gübre (10.10.0 / 70 kg da ⁻¹)	1.200 öd	1.198 b	1.646 a
	13- Organomineral gübre (6.15.0 / 45 kg da ⁻¹)	1.102 öd	1.098 b	1.391 a
	9- Organik toprak düzenleyicisi (150 kg da ⁻¹ + DAP)	1.413 öd	1.902 a	1.609 a
	LSD:P<0.05		0.629	
TEK BAŞINA ORGANİK İÇERİKLİ	1- Gübresiz kontrol	1.183 öd	1.077 b	0.909 b
	4- K-Humat (0.4 kg da ⁻¹)	1.201 öd	1.355 ab	1.722 a
	5- K-Humat (0.6 kg da ⁻¹)	1.210 öd	1.317 b	1.640 a
	6- Humik asit (1 lt da ⁻¹)	1.182 öd	1.182 b	1.550 a
	7- Humik asit (2 lt da ⁻¹)	1.220 öd	1.247 b	1.725 a
	8- Organik toprak düzenleyicisi (150 kg da ⁻¹)	1.445 öd	1.642 a	1.609 a
	10- Organik toprak düzenleyicisi (300 kg da ⁻¹)	1.550 öd	1.980 a	1.675 a
	LSD:P<0.05		0.629	

Uygulamaların Toprakların Bazı Makro Element İçeriklerine Etkileri

Toplam Azot

Kimyasal ve organomineral içerikli gübrelerin uygulandığı toprakların toplam azot değeri, 1.ay analiz sonuçlarına göre en düşük kontrol parselinde (%0.078) belirlenirken, en yüksek 12 numaralı uygulamada (70 kg da⁻¹ organik materyalin 10.10.0 dozlarında kimyasal gübreyle karışımı) %0.121 olarak saptanmıştır (Çizelge 3). Hasat toprakları analiz sonucuna göre ise en düşük azot değeri kontrol parselinde %0,055 olarak, en yüksek ise organik toprak düzenleyicinin DAP ile birlikte uygulandığı (150 kg da⁻¹ + DAP) toprakta % 0,075 belirlenmiştir. Hasat döneminde tüm uygulama konularında belirlenen azot düzeyleri 1.ayda belirlenen azot değerlerinden daha düşük belirlenmiştir. Her iki dönemde de bütün uygulama konularında belirlenen azot değerleri kontrol parselinden daha yüksek belirlenmiştir. Denemenin 1. ayında toprakların azot değerlerinin kontrol topraklarında belirlenen değerlerin üzerinde belirlenmesi istatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemli bulunmuş ancak hasat dönemi topraklarının azot içeriklerinde belirlenen değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 3). Tek başına organik materyallerin uygulandığı toprakların toplam azot değeri, 1.ay analiz sonuçlarına göre en düşük kontrol parselinde % 0.078 olarak belirlenirken, en yüksek ise K-Humat 0.6 kg da⁻¹ uygulamasında %0.118 olarak saptanmıştır. Hasat toprakları analiz sonucuna göre ise en düşük azot değeri yine kontrol uygulamasında %0.055 olarak, en yüksek yine K-Humat (0.6 kg da⁻¹) uygulamasında %0.078 olarak belirlenmiştir. Hasat döneminde tüm uygulama konularında belirlenen azot düzeyleri 1. ayda belirlenen azot değerlerinden daha düşük belirlenmiştir. 1. ay topraklarında belirlenen bu farklılıklar istatistiksel olarak P<0.05 düzeyinde önemli bulunmuş hasat dönemi topraklarının azot içeriklerinde belirlenen değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 3).

Deneme topraklarının toplam azot konsantrasyonlarının yetiştirme süresine bağlı olarak azalması, buğday bitkisinin gelişme dönemi boyunca toprak azotundan yararlanmasının yanı sıra, mevcut şartlar altında denitrifikasyon ve/veya amonifikasyona bağlı gaz halde azot kayıplarının meydana gelmiş olabileceğini göstermektedir. Uygulamalara bağlı değişim incelendiğinde, NP gübresi ile birlikte organik toprak düzenleyicinin birlikte verildiği uygulamalarda toplam azotun daha fazla belirlenmiş olması, organik maddenin toprakta azot yayışlılığını artırdığını göstermektedir. Leonardit ve azot gübresinin birlikte uygulanması durumunda leonarditin azotun yayışlılığını arttırabileceğini belirten [Erol \(1992\)](#), [Tamer ve Karaca \(2011\)](#) elde edilen bulguları desteklemektedir.

Yarayışlı Fosfor

Kimyasal ve organomineral içerikli gübrelerin uygulandığı toprakların yayışlı fosfor (P) değeri, 1.ay analiz sonuçlarına göre en düşük kontrol parselinde (6.518 mg kg⁻¹) belirlenirken, en yüksek 20 kg da⁻¹ DAP uygulamasında 9.386 mg kg⁻¹ olarak saptanmıştır. Hasat toprakları analiz sonucuna göre ise en düşük yayışlı P değeri kontrol parselinde 5.431 mg kg⁻¹ olarak, en yüksek ise 6.15.0 organomineral gübresinin 45

kg da⁻¹ uygulamasında 7.55 mg kg⁻¹ belirlenmiştir (Çizelge 3). Hasat döneminde tüm uygulama konularında belirlenen yarayışlı P düzeyleri 1.ayda belirlenen P değerlerinden daha düşük belirlenmiştir. Her iki dönemde de bütün uygulama konularında belirlenen P değerleri kontrol parselinden daha yüksek belirlenmiş ve toprakların P değerlerinin kontrol topraklarında belirlenen değerlerin üzerinde belirlenmesi istatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Tek başına organik materyallerin uygulandığı toprakların yarayışlı P değeri, 1. ay analiz sonuçlarına göre en düşük kontrol parselinde, en yüksek ise 2 lt da⁻¹ humik asit uygulamasında 11.199 mg kg⁻¹ olarak saptanmıştır. Hasat toprakları analiz sonuçları da benzer şekilde en düşük kontrol topraklarında (5.431 mg kg⁻¹) ve en yüksek 2 lt da⁻¹ Humik asit uygulamasında (7.566 mg kg⁻¹) belirlenmiştir. Hasat döneminde tüm uygulama konularında belirlenen yarayışlı P düzeyleri 1. ayda belirlenen P değerlerinden daha düşük belirlenmiştir. Her iki dönemde de bütün uygulama konularında belirlenen P değerleri kontrol parselinden daha yüksek belirlenmiş ve toprakların P değerlerinin kontrol topraklarında belirlenen değerlerin üzerinde bulunması istatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Tüm uygulamalarda belirlenen toprakların alınabilir P kapsamı yeterli durumdadır ve toprağa organik materyal ilavesi yarayışlı fosfor miktarını artırmıştır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda, toprağa karıştırılan organik materyallerin topraktaki fosforu bitki için daha yararlı hale getirdiği görülmüştür.

Alkali özellikli topraklara fosforlu gübre ve humik asit uygulamasının bitkinin fosfor alımını ve bitki kuru ağırlığını artırdığı Wang ve ark. (1995) tarafından da bildirilmiştir. Toprak organik maddesinin, ilave edilen fosforun Al-P, Fe-P ve Ca-P ile olan reaksiyonlarını geciktirerek yarayışlı fosfor miktarını artırdığını belirten Tomer ve ark. (1984) ve yarayışlı fosforun, farklı humik madde uygulamalarında önemli derecede artış gösterdiğini bildiren Turgay ve ark. (2011) elde edilen bulguları desteklemektedir. Erdal ve ark. (1999) humik asitin N, P, K gübreleri ile birlikte verilmesi durumunda elde edilen ürün artışının humik asitin tek başına verilmesinden elde edilen artıştan daha fazla olduğunu ve ayrıca humik asit uygulanması ile topraktaki P yarayışlılığının arttığını, Karabatak (2006) ise yüksek dozlarda uygulanan organik gübrenin bitkiye yarayışlı P fraksiyonlarında artışa neden olduğunu, mineral formda verilen fosforun farklı fraksiyonlardaki dağılımının organik gübrenin çeşidi, fosfor içeriği, dozu ve toprak özellikleri tarafından etkilendiğini belirtmişlerdir.

Değişebilir Potasyum

Kimyasal ve organomineral içerikli gübrelerin uygulandığı toprakların değişebilir potasyum (K) değeri, 1. ay analiz sonuçlarına göre en düşük kontrol parselinde (69.48 mg kg⁻¹) belirlenirken, en yüksek 20 kg da⁻¹ DAP uygulamasında 85.37 mg kg⁻¹ olarak saptanmıştır (Çizelge 3). Hasat toprakları analiz sonucuna göre ise en düşük değişebilir K değeri kontrol parselinde 63.40 mg kg⁻¹ olarak, en yüksek ise 6.15.0 organomineral gübresinin 45 kg da⁻¹ uygulamasında 91.84 mg kg⁻¹ belirlenmiştir. Hasat döneminde tüm uygulama konularında belirlenen değişebilir K düzeyleri 1.ayda belirlenen K değerlerinden daha düşük belirlenmiştir. Organik toprak düzenleyicisi (150 kg da⁻¹ + DAP) uygulaması hariç, bu uygulamada hasat toprağının değişebilir K değeri başlangıca göre artış göstermiştir. Her iki dönemde de bütün uygulama konularında belirlenen değişebilir K değerleri kontrol parselinden daha yüksek belirlenmiş ve toprakların değişebilir K değerlerinin kontrol topraklarında belirlenen değerlerin üzerinde belirlenmesi istatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Tek başına organik materyallerin uygulandığı toprakların değişebilir K değeri, 1.ay analiz sonuçlarına göre en düşük kontrol parselinde (69.48 mg kg⁻¹) ve en yüksek ise 300 kg da⁻¹ organik toprak düzenleyicisi uygulamasında 80.05 mg kg⁻¹ olarak saptanmıştır. Hasat toprakları analiz sonuçları da benzer şekilde en düşük kontrol topraklarında (63.40 mg kg⁻¹) ve en yüksek 300 kg da⁻¹ organik toprak düzenleyicisi uygulamasında (74.28 mg kg⁻¹) belirlenmiştir. Hasat döneminde tüm uygulama konularında belirlenen değişebilir K düzeyleri 1. ayda belirlenen değişebilir K değerlerinden daha düşük belirlenmiştir. Her iki dönemde de bütün uygulama konularında belirlenen değişebilir K değerleri kontrol parselinden daha yüksek belirlenmiş ve toprakların değişebilir K değerlerinin kontrol topraklarında belirlenen değerlerin üzerinde bulunması istatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Topraklarda değişebilir potasyum miktarının 40-150 mg kg⁻¹ arasında değiştiği ve değişebilir potasyumun 150 mg kg⁻¹ olduğu zaman bitkilerde beslenme yönünden bir sorun olmayacağı Barber (1985) tarafından bildirilmiştir. Buna göre deneme parsellerinin değişebilir K bakımından orta düzeyde olduğu söylenebilir. Organomineral gübre uygulamalarında belirlenen değişebilir potasyumun zamana bağlı artış gösterdiği belirlenmiştir. Deneme topraklarında belirlenen değişebilir potasyumun yetiştirme süresine bağlı olarak artışının, organik toprak düzenleyicilerin içerdiği organik maddeden etkilendiği, organik maddenin toprakta değişebilir K'un yarayışlılığını artırdığı düşünülmüştür. Uygulamalar arasındaki değişimler incelendiğinde; kontrol ya da yalnız NP verilmiş olan uygulamalara kıyasla leonardit içeren uygulamalarda değişebilir K'un

daha fazla bulunmuş olması bu sonucu desteklemektedir. Fikse edilmiş potasyumun serbest hale geçmesine humik ve fulvik asitin etkisinin olumlu olduğunu belirten [Tan \(1978\)](#) ile elde edilen bulgular uyumludur.

Çizelge 3. Farklı uygulama faktörlerinin, zamana ve uygulama faktörlerine bağlı olarak ürün dönemi süresince toprakların N, P, K değerleri

		Toplam Azot %		Yarayışlı Fosfor mg kg ⁻¹		Değişebilir Potasyum mg kg ⁻¹	
		1.AY	HASAT	1.AY	HASAT	1.AY	HASAT
KİMYASAL İÇERİKLİ	1 - Gübresiz kontrol	0,07 b	0,05 öd	6,51 c	5,43 b	69,48 cd	63,40 c
	2- Gübrelili kontrol (20 kg da ⁻¹ DAP)	0,10 a	0,06 öd	9,38 a	7,04 a	85,37 a	81,31 b
	3- Gübrelili kontrol (35 kg da ⁻¹ 20.20.0)	0,11 a	0,06 öd	8,92 ab	7,18 a	82,26 ab	84,58 ab
	11- Organomineral gübre (7.7.0/ 105 kg da ⁻¹)	0,11 a	0,06 öd	9,13 ab	5,90 b	69,97 cd	81,91 b
	12- Organomineral gübre (10.10.0 / 70 kg da ⁻¹)	0,12 a	0,06 öd	9,13 ab	5,35 b	73,00 cd	78,19 b
	13- organomineral gübre (6.15.0 / 45 kg da ⁻¹)	0,09 ab	0,07 öd	8,06 b	7,55 a	74,08 bc	91,84 a
	9- Organik toprak düzenleyicisi (150 kg da ⁻¹ + DAP)	0,11 a	0,07 öd	9,12 ab	5,95 b	83,95 a	75,37b c
LSD P<0.05		0.0382		1.299		8.70	
TEK BAŞINA ORGANİK İÇERİKLİ	1- Gübresiz kontrol	0,07 b	0,05 öd	6,518 c	5,43 bc	69,48 bc	63,40 b
	4- K-Humat (0.4 kg da ⁻¹)	0,09 bc	0,06 öd	8,496 b	5,89 c	73,57 b	64,12 b
	5- K-Humat (0.6 kg da ⁻¹)	0,11 a	0,07 öd	10,727 a	7,28 a	77,69 a	69,63 a
	6- Humik asit (1 lt da ⁻¹)	0,10 ab	0,06 öd	9,057 b	6,11 ab	74,58 ab	69,13 a
	7- Humik asit (2 lt da ⁻¹)	0,07 c	0,06 öd	11,199 a	7,56 a	72,76 b	61,88 b
	8- Organik toprak düzenleyicisi (150 kg da ⁻¹)	0,09 bc	0,06 öd	6,163 c	5,47 b	70,06 b	62,29 b
	10- Organik toprak düzenleyicisi (300 kg da ⁻¹)	0,09 b	0,07 öd	6,666 c	5,47 b	80,05 a	74,28 a
LSD:P<0.05		0.0382		1.299		8.70	

Uygulamaların topraklarının toprak reaksiyonu (pH) ve elektriksel iletkenlik (EC) ve kireç kapsamları üzerine etkileri

Denemenin kurulmasından 1 ay sonra ve 6. ayında toprak örnekleme yapılarak belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4'de verilmiştir.

Toprak reaksiyonu (pH)

Kimyasal ve organomineral içerikli gübrelerin uygulandığı toprakların pH değeri, 1. ay analiz sonuçlarına göre en düşük kontrol parselinde 7.81 belirlenirken, en yüksek 35 kg da⁻¹ 20.20.0 (gübreli kontrol) uygulamasında 8.09 olarak saptanmıştır (Çizelge 4). Hasat toprakları analiz sonucuna göre ise; en düşük pH değeri yine kontrol parselinde 7.86 olarak, en yüksek ise 7.7.0 organomineral gübresinin 105 kg da⁻¹ uygulamasında belirlenmiştir. Tüm uygulamaların kontrole göre toprağın pH değerini bir miktar artırdığı belirlenmiştir. Tek başına organik materyallerin uygulandığı toprakların pH değeri, 1. ay analiz sonuçlarına göre en düşük kontrol parselinde 7.81 olarak aynı belirlenirken, en yüksek ise 0.6 kg da⁻¹ K-Humat uygulamasında 8.05 olarak saptanmıştır. Hasat topraklarında toprakların pH değerlerinde uygulamalara bağlı meydana gelen değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Deneme parsellerinin tamamında toprak reaksiyonu hafif-orta alkali durumundadır.

Toprakta elektriksel iletkenlik (EC)

Kimyasal ve organomineral içerikli gübrelerin uygulandığı toprakların gerek 1. ay gerekse hasat döneminde uygulamalara bağlı EC değerinde meydana gelen değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Tek başına organik materyallerin uygulandığı toprakların EC değeri, 1. ay ve hasat dönemi analiz sonuçlarına göre en düşük kontrol parselinde (0.235 ve 0.224 dS m⁻¹ sırasıyla) belirlenirken, en yüksek ise 300 kg da⁻¹ organik toprak düzenleyicisi uygulamasında sırasıyla 0.350 ve 0.426 dS m⁻¹ olarak saptanmıştır (Çizelge 4). Uygulamalar arasında belirlenen farklar istatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur.

[Kirven \(1986\)](#) sature ortam ekstraktını esas alan çalışmalarda organik materyallerin EC kapsamlarının 2-4 dS m⁻¹'nin orta, 4-6 dS m⁻¹'nin yüksek 4-8 dS m⁻¹'nin ancak iyi gelişmiş bitkiler için uygun olduğunu belirtmiştir. Bildirilen sınır değerleri ve bitkilerin tuza duyarlılıkları farklı olmakla beraber, 4 dS m⁻¹'nin üzerindeki elektriksel iletkenlik değerleri risk taşımaktadır. Bu değerlere göre deneme topraklarının EC değerleri 4 dS m⁻¹'den düşük olup tarımsal açıdan bir risk bulunmasa da, tek başına organik materyal uygulamalarına bağlı toprakların EC değerlerinde artış meydana gelmiş olmasından ötürü bu organik materyallerin kullanımlarında dikkatli ve kontrollü olunmasında yarar bulunmaktadır.

Çizelge 4. Farklı uygulama faktörlerinin, zamana ve uygulama faktörlerine bağlı olarak ürün dönemi süresince toprakta belirlenen Kireç, pH, EC değerleri

		Kireç %		pH		EC dS m ⁻¹	
		1.AY	HASAT	1.AY	HASAT	1.AY	HASAT
KİMYASAL İÇERİKLİ	1 - Gübresiz kontrol	22.63 öd	22.13 öd	7.81 b	7.86 b	0.23 öd	0.22 öd
	2- Gübreli kontrol (20 kg da ⁻¹ DAP)	22.91 öd	22.27 öd	8.00 a	7.97 b	0.26 öd	0.25 öd
	3- Gübreli kontrol (35 kg da ⁻¹ 20.20.0)	21.48 öd	22.71 öd	8.09 a	7.90 b	0.20 öd	0.27 öd
	11- Organomineral gübre (7.7.0/ 105 kg da ⁻¹)	22.92 öd	22.54 öd	7.86 b	8.03 a	0.19 öd	0.26 öd
	12-Organomineral gübre (10.10.0 / 70 kg da ⁻¹)	22.81 öd	21.90 öd	8.06 a	8.02 a	0.22 öd	0.27 öd
	13- organomineral gübre (6.15.0 / 45 kg da ⁻¹)	22.41 öd	22.57 öd	8.02 a	8.01 ab	0.27 öd	0.25 öd
	9- Organik toprak düzenleyicisi (150 kg da ⁻¹ + DAP)	22.27 öd	22.63 öd	7.95 b	8.00 ab	0.29 öd	0.30 öd
	LSD:P<0.05	2.423		0.156		0.126	
TEK BAŞINA ORGANİK İÇERİKLİ	1- Gübresiz kontrol	22.63 öd	22.13 öd	7.81 b	7.86 öd	0.23 b	0.22 b
	4- K-Humat (0.4 kg da ⁻¹)	23.99 öd	22.23 öd	8.03 a	7.96 öd	0.32 a	0.39 a
	5- K-Humat (0.6 kg da ⁻¹)	22.88 öd	22.83 öd	8.05 a	7.89 öd	0.39 a	0.33 a
	6- Humik asit (1 lt da ⁻¹)	23.52 öd	22.12 öd	8.03 a	7.88 öd	0.29 a	0.39 a
	7- Humik asit (2 lt da ⁻¹)	23.06 öd	22.36 öd	8.04 a	7.94 öd	0.30 a	0.31 ab
	8- Organik toprak düzenleyicisi (150 kg da ⁻¹)	10.76 öd	21.74 öd	8.07 a	7.92 öd	0.30 a	0.31 ab
	10- Organik toprak düzenleyicisi (300 kg da ⁻¹)	21.06 öd	22.72 öd	7.98 a	7.92 öd	0.35 a	0.42 a
	LSD:P<0.05	2.423		0.156		0.126	

Kireç

Gerek kimyasal ve organomineral içerikli gübrelerin uygulandığı toprakların gerekse tek başına organik materyallerin uygulandığı toprakların kireç içeriklerinde uygulamalara bağlı meydana gelen değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4). Deneme parsellerinin tamamı kireç bakımından zengindir.

Uygulamaların Buğday Tanesine Ait Analiz Sonuçları ve Verim Bileşenleri Üzerine Etkileri

Denemenin hasat edilmesiyle birlikte parsellerden elde edilen verim ve verim bileşenlerine ait veriler Çizelge 5’de verilmiştir.

Buğday Tanesi Azot ve Protein İçeriği

Kimyasal ve organomineral içerikli gübrelerin uygulandığı parsellerden hasat edilen buğday bitkisi tanesinin N ve protein kapsamı en düşük kontrol parsellerinde sırasıyla %1.913 ve %12, en yüksek tane N ve protein değerleri ise organomineral gübre (6.15.0 / 45 kg da⁻¹) uygulamasında sırasıyla %2.241 ve %13.82 olarak belirlenmiştir. Tek başına organik materyallerin uygulandığı parsellerden hasat edilen buğday bitkisi tanesinin N ve protein kapsamı en düşük kontrol parsellerinde sırasıyla %1.913 ve % 12, en yüksek tane N ve protein değerleri ise K-Humat (0.6 kg da⁻¹) uygulamasında sırasıyla %2.136 ve %13.50 olarak belirlenmiştir (Çizelge 5).

Buğday protein oranı, çeşide ve daha çok çevre koşullarına bağlı olarak %6-22 arasında değişmektedir (Ünal, 2002). Köksal ve ark. (2000) en yüksek protein oranını % 14.80 ile “Bezostaja” çeşidinden elde ettiklerini belirtmişler, Efimov ve Vertii (1971) de “Bezostaja” çeşidine NPK gübre uygulamasıyla protein değerlerinin % 13.7’den %15.2’ye yükseldiğini bildirmişlerdir. Protein oranı; genotip, yağış miktarı, yağışın aylara göre dağılımı, sıcaklık, toprak özellikleri gibi çevresel faktörlere göre değişebilmektedir (Atlı, 1999). Yetiştirme teknikleri ile süne ve kımıl zararı da protein oranı ve kalitesi üzerinde önemli faktörlerdir. Genel olarak bakıldığında tüm parsellerde belirlenen protein oranları, yapılmış çalışmalarda belirtilen değerler arasındadır. Yanısıra, kimyasal ve organomineral içerikli gübrelerin birlikte uygulandığı (organomineral gübre) parsellerde buğday bitkisi tane protein oranı tek başına kullanımlarından bir miktar daha yüksek bulunmuştur.

Verim

Kimyasal ve organomineral içerikli gübrelerin uygulandığı parsellerden elde edilen dekara buğday verimi en düşük kontrol parselinde 304 kg, en yüksek dekara verim ise Organik toprak düzenleyicisi (150 kg da⁻¹ + DAP) uygulamasında 467 kg olarak belirlenmiştir. Tek başına organik materyallerin uygulandığı parsellerden elde edilen dekara buğday verimi yine en düşük kontrol parselinde, en yüksek ise K-Humat (0.6 kg da⁻¹) uygulanmış parsellerde 438.85 kg olarak belirlenmiştir.

Denemenin yürütüldüğü Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde 20 kg da⁻¹ DAP gübresi uygulanarak yetiştirilen “Bezostaja” buğday parsellerinde 2016 yılında ortalama 390 kg verim alındığı yetkili kişiler

tarafından belirtilmiştir. Bu sonuç, araştırmada tek başına DAP uygulanmış parsellerle uyum içerisinde. Yörenin geleneksel uygulaması olan tek başına 20 kg da⁻¹ DAP uygulamasına kıyasla toprağa ilave edilen organik materyallerin tek başlarına ve kimyasal gübrelere birlikte uygulanması buğday verimini önemli düzeyde artırmıştır. Gerek tek başına organik materyallerin toprağa uygulanması gerekse organik materyallerin kimyasal gübrelere yanında toprağa uygulanması verimi önemli derecede artırmıştır. Organik materyallerin tek başına ve organomineral gübrenin toprağa uygulanması tane verimi üzerine olumlu etki etmiştir. Özellikle farklı çeşitlerin reaksiyonlarını daha iyi ortaya koyabilmek amacıyla, iklim koşullarının etkileri ve uygulanan organik toprak düzenleyicileri ile organomineral gübrelere içeriği ile bitkilerin gerek duyduğu besin elementlerinin uyuşup uyuşmadığı gibi konularda daha fazla bilgi toplamak ve pratikte buğday üretimine güvenilir bir şekilde aktarabilmek için mevcut çalışmanın birkaç yıl daha yürütülmesi önem taşımaktadır.

Bitki Boyu

Kimyasal ve organomineral içerikli gübrelere uygulandığı parsellerden elde edilen bitki boyu değerleri en düşük kontrol parselinde 98.5 cm, en yüksek bitki boyu ise 7.7.0 Organomineral gübrenin 105 kg da⁻¹ uygulamasında 113.5 cm olarak belirlenmiştir. Tek başına organik materyallerin uygulandığı parsellerden elde edilen en düşük bitki boyu kontrol parselinde, en yüksek ise 0.6 kg da⁻¹ K-Humat uygulanmış parsellerde 107 cm olarak belirlenmiştir. Organik materyal uygulaması bitki boyunu artırmıştır. Bitki boyu; çeşidin genetik yapısı, ekim sıklığı, ekim zamanı, yağış durumu, gübreleme ve toprak şartlarına göre değişmektedir (Yürür ve ark., 1981; Gençtan ve Sağlam, 1987; Kün, 1988). Bitki boyu, hasat indeksi ve yatmaya etkisi yönünden önemli morfolojik özelliklerden biridir (Kırtok ve ark., 1987; Kün, 1996). Dönmez (2002)'in 25 ekmeklik buğday çeşidinde Haymana'da belirlediği bitki boyu ortalamalarından (55.3-83.2 cm) ise nispeten yüksektir. Kaya ve ark. (2005) Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama Çiftliğinde, tohuma çinko ve yapraktan humik asit uygulamalarının ekmeklik buğdayda yürüttüğü tarla denemesinde, ilk yıl bitki boyunu 106.7-112.3 cm, ikinci yılda, ise 107.6-112.6 cm arasında bulmuştur.

Çizelge 5. Farklı uygulama faktörlerinin, zamana ve uygulama faktörlerine bağlı olarak ürün dönemi süresince tanede belirlenen N, protein, verim ve bitki boyu değerleri

		Azot %	Protein %	Verim kg da ⁻¹	Bitki boyu, cm
KİMYASAL İÇERİKLİ	1 - Gübresiz kontrol	12.00 d	1.913 c	304.58 d	98.50 c
	2- Gübreli kontrol (20 kg da ⁻¹ DAP)	12.30 cd	1.979 bc	387.81 cd	100.50 c
	3- Gübreli kontrol (35 kg da ⁻¹ 20.20.0)	13.80 a	2.169 a	391.46 bc	101.50 c
	11- Organomineral gübre (7.7.0/ 105 kg da ⁻¹)	13.40 ab	2.110 ab	426.88 ab	113.50 a
	12-Organomineral gübre (10.10.0 / 70 kg da ⁻¹)	13.10 bc	2.123 ab	415.83 ab	110.75 ab
	13- organomineral gübre (6.15.0 / 45 kg da ⁻¹)	13.82 a	2.241 a	456.56 ab	105.50 ab
	9- Organik toprak düzenleyicisi (150 kg da ⁻¹ + DAP)	13.00 bc	1.977 bc	467.08 a	103.50 bc
	LSD: P<0.05	0.408	0.21715	66.672	8.0258
	TEK BAŞINA ORGANİK İÇERİKLİ	1- Gübresiz kontrol	12.00 d	1.913 b	304.58 b
4- K-Humat (0.4 kg da ⁻¹)		12.60 cd	2.031 a	426.15 a	106.50 ab
5- K-Humat (0.6 kg da ⁻¹)		13.50 a	2.136 a	438.85 a	107.00 a
6- Humik asit (1 lt da ⁻¹)		12.90 bc	1.992 ab	406.15 ab	104.50 ab
7- Humik asit (2 lt da ⁻¹)		13.20 ab	2.044 a	378.23 ab	98.00 c
8- Organik toprak düzenleyicisi (150 kg da ⁻¹)		12.20 d	2.005 a	412.60 ab	103.00 ab
10- Organik toprak düzenleyicisi (300 kg da ⁻¹)		13.10 ab	2.057 a	395.52 ab	103.00 ab
LSD: P<0.05		0.408	0.21715	66.672	8.0258

Buğday danesi gluten, indeks ve hektolitre değerleri

Gluten ve İndeks

Kimyasal ve organomineral içerikli gübrelere uygulandığı parsellerden hasar edilen buğday danesinde belirlenen en düşük gluten değeri kontrol parselinde %31 olarak belirlenirken, en yüksek gluten değeri ise 6.15.0 organomineral gübrenin 45 kg da⁻¹ uygulanmış parselinde %39 olarak saptanmıştır. Tüm uygulama konularında belirlenen gluten değeri kontrol parselinde belirlenen gluten değerinden yüksek bulunmuştur. Buğdayda gluten bakımından yapılan varyans analizi sonucunda uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). Tek başına organik materyallerin uygulandığı parsellerden hasat edilen buğday danesinde yapılan gluten analiz sonucuna göre en düşük gluten değeri kontrol parselinde %31 olarak belirlenirken, en yüksek gluten değeri ise 0.6 kg da⁻¹ K-Humat, 2 lt da⁻¹ Humik asit ve 300 kg da⁻¹ Organik toprak düzenleyicisi uygulamasında %37 olarak saptanmıştır.

Deneme parsellerinde belirlenen indeks değerlerine bakıldığında ise uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark belirlenmemiş ancak tüm uygulamalarda belirlenen indeks değeri literatürlerde verilen sınır indeks değerinden (%60) daha yüksektir.

Hamurun iskeletini oluşturan gluten, çevreden ve uygulanan azotlu gübreden fazlaca etkilenmektedir. Uygulanan azot ile topraktan alınabilecek azot miktarına bağlı olarak protein ve buna bağlı olarak da gluten miktarı etkilenmektedir. Gluten miktarı artıca gluten indeksi düşmektedir. Buğdaylarda gluten ve gluten indeksi çeşide, ekolojik şartlara ve tane olum devresindeki hava şartlarına bağlı olarak değişmekte ve unda gluten miktarının %27'den, gluten indeksinin de %60'dan daha yüksek olması gerekmektedir (Köksal ve ark., 2000).

Hektolitire

Kimyasal ve organomineral içerikli gübrelerin uygulandığı parsellerde en düşük hektolitire kontrol parselinde 78.42 kg hl⁻¹ olarak belirlenirken, en yüksek hektolitire değeri ise 150 kg da⁻¹ + DAP organik toprak düzenleyicisi uygulanmış parselinde 81.40 kg hl⁻¹ olarak saptanmıştır. Tüm uygulama konularında belirlenen hektolitire değeri kontrol parselinde belirlenenlerden yüksek bulunmuştur. Buğdayda hektolitire bakımından yapılan varyans analizi sonucunda uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). Tek başına organik materyallerin uygulandığı parsellerde en düşük hektolitire kontrol parselinde 78.42 kg hl⁻¹ olarak belirlenirken, en yüksek hektolitire organik toprak düzenleyicisi (300 kg da⁻¹) uygulamasında 80.60 kg hl⁻¹ olarak saptanmıştır. Organik materyallerin kimyasal gübreyle karıştırılarak yapılan uygulamalarda hektolitire değerleri, tek başına organik materyal uygulamalarına göre yüksek bulunmuştur.

Hektolitire 100 lt buğdayın kg olarak ağırlığıdır. Un verimi hakkında bilgi verir. 78-81,7 kg hl⁻¹ arası iyi kabul edilir (Kinacı, 1997). Buğday danesinde hektolitire 50-70 ise anormal, 70-73 hafif, 73-77 orta, 77-80 ise ağır (iyi) ve >80 ise çok ağır (çok iyi) anlamına gelmektedir. Bu değerlere göre denemede hasat edilen buğday danesi hektolitire değerleri humik asit uygulamaları dışında organik materyal içeren tüm uygulama konularında 80'nin üzerinde bulunmuştur.

Çizelge 6. Farklı uygulama faktörlerinin, zamana ve uygulama faktörlerine bağlı olarak ürün dönemi süresince tanede belirlenen gluten, indeks, hektolitire ve rutubet değerleri

	Hektolitire kg hl ⁻¹	Gluten %	İndeks %	
KİMYASAL İÇERİKLİ	1 - Gübresiz kontrol	78.42 e	31.00 d	64.00 öd
	2- Gübreli kontrol (20 kg da ⁻¹ DAP)	79.80 d	34.00 c	61.00 öd
	3- Gübreli kontrol (35 kg da ⁻¹ 20.20.0)	80.40 c	39.00 a	68.00 öd
	11- Organomineral gübre (7.7.0/ 105 kg da ⁻¹)	80.70 b	37.00 ab	67.00 öd
	12-Organomineral gübre (10.10.0 / 70 kg da ⁻¹)	80.20 c	37.00 ab	60.00 öd
	13- Organomineral gübre (6.15.0 / 45 kg da ⁻¹)	79.70 d	39.00 a	69.00 öd
	9- Organik toprak düzenleyicisi (150 kg da ⁻¹ + DAP)	81.40 a	36.00 bc	67.00 öd
	LSD: P<0.05	0.238	2.123	2.337
TEK BAŞINA ORGANİK İÇERİKLİ	1- Gübresiz kontrol	78.42 e	31.00 c	64.00 öd
	4- K-Humat (0.4 kgda ⁻¹)	81.07 a	34.00 b	62.00 öd
	5- K-Humat (0.6 kgda ⁻¹)	80.20 c	37.00 a	65.00 öd
	6- Humik asit (1 lt da ⁻¹)	79.95 d	35.00 ab	62.00 öd
	7- Humik asit (2 lt da ⁻¹)	79.60 e	37.00 a	60.00 öd
	8- Organik toprak düzenleyicisi (150 kg da ⁻¹)	80.20 c	34.00 b	61.00 öd
	10- Organik toprak düzenleyicisi (300 kg da ⁻¹)	80.60 b	37.00 a	62.00 d öd
LSD: P<0.05	0.238	2.123	2.337	

Sonuç

Yoğun kimyasal gübre kullanılarak tarım yapılan topraklarda konvansiyonel tarımsal üretim tekniklerine bir alternatif olabilecek bu tür organik kaynakların tarımda kullanılması sadece üretim ve kalite artışı değil aynı zamanda da organik ve elde edilmesi daha ucuz doğal kökenli rezervlerin de tarımda kullanılabilme potansiyelini ortaya koyabilecektir. Türkiye'nin önemli doğal kaynaklarından olan linyit, leonardit, gıda gibi toprak düzenleyicilerden elde edilen humik ve fulvik asit içerikleri zengin materyallerin tarımsal üretimde kullanılmasıyla birlikte toprak organik maddesinin artabileceği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, buğday verim ve kalitesinin, toprak özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla yapılacak uygulama şekillerinin (yapraktan, topraktan, yaprak+topraktan vb.) ve uygulama miktarlarının dikkate alınması gerekir.

Ülkemizdeki tarımsal üretim ve ekonominin en önemli ürünlerinden ve temel besin kaynağımız olan buğday çeşitleri üzerinde organik toprak düzenleyicilerin etkilerinin ortaya konması verim ve kalitedeki artışı da sağlayabilecek niteliktedir. Ülkemiz genelinde rezerv miktarı bu denli yüksek olan bu toprak düzenleyicilerin bitkisel üretimde kimyasal gübreler ile farklı oranlarda karıştırılarak birlikte kullanımı ile ekonomiye kazandırılması yerinde olacaktır. Bu amaçla, konuyla ilgili olarak ülkemizde yapılan çalışmaların sürdürülebilir toprak verimliliği açısından son derece önemli olan organik ve organomineral gübreleri konu alan araştırmaların artırılması ülkemiz tarımı açısından oldukça yararlı olacaktır.

Kaynaklar

- Alagöz Z, Yılmaz E, Öktüren F, 2006. Organik materyal ilavesinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkileri, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 19(2):245-254.
- Atlı A, 1999. Buğday ve ürünleri kalitesi. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 498-506, 8-11 Haziran, Konya.
- Barber S, 1995. Soil nutrient bioavailability: A Mechanistic Approach. Wiley, New York.
- Bouyoucos GH, 1951. A Recalibration of the hydrometer for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal* 43: 434-438.
- Bremner JM, 1965. Total nitrogen. In: Black, C.A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis: Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. American Society of Agronomy, Madison, WI, pp. 1149-1178.
- Doğan Ö, 2007. Afşin Elbistan termik santrali uçucu küllerinden çöktürülmüş kalsiyum karbonat kazanım koşullarının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Dönmez E, 2002. Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum Aestivum* L.) Çeşitlerinde Genotip X Çevre İnteraksiyonları ve Stabilitate Analizleri Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi (Basılmamış), Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Efimov ES, Vertii SA, 1971. Effect of fertilizers on the quality of winter grain under irrigation in the kuban. *Field Crop Abstracts* 24(1):14.
- Engin T, Cöcen İ, 2012. Leonardit ve Humik Maddeler Leonardite and Humic Matters. *Journal of Underground Resources*. 1(2); 13-20.
- Erdal İ, Bozkurt MA, Çimrin K, Karaca S, Sağlam M, 1999. Kireçli bir toprakta yetiştirilen mısır bitkisi (*Zea mays* L.) gelişimi ve fosfor alımı üzerine humik asit ve fosfor uygulamasının etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 24;663-668
- Erol A, 1992. Gıda materyalinin azotun bitkiye yararlılığına ve bitki gelişimine etkisi. Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Gençtan T, Sağlam N, 1987. Ekim zamanı ve ekim sıklığının üç ekmeklik buğday çeşidinde verim ve verim unsurlarına etkisi. Türkiye Tahıl Sempozyumu, 171-183, 6-9 Ekim, Bursa.
- Günaydın M, 1999. Yapraktan ve topraktan uygulanan hümik asidin domates ve mısırın gelişimi ile bazı besin maddeleri alımına etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Jackson ML, 1958. *Soil Chemical Analysis*. Englewood Cliffs, New Jersey.
- Jackson ML, 1962. *Soil Chemical Analysis*. Prentice-Hall. Inc. Eng. Cliffs. N. J., USA.
- Kacar B, İnal A, 2008. Bitki analizleri, Cilt 1, Nobel yayını, 892 s, Ankara.
- Karabatak İ, 2006. Organik madde uygulamalarının kireçli topraklarda mineral fosfor fraksiyonlarına etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Karaca A, Turgay, C, Tamer N, 2006. Effects of a humic deposit (gyttja) on soil chemical and microbiological properties and heavy metal availability. *Biology and Fertility of Soils* 42: 585-592.
- Kaya M, Atak M, Çiftçi CY, Ünver S, 2005. Çinko ve humik asit uygulamalarının ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.)'da verim ve bazı verim öğeleri üzerine etkileri. *Süleyman Demirel Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 9(3).
- Kınacı G, 1997. Çevre ve Biyotik Faktörlerin Orta Anadolu'da Üretilen Bazı Buğday Çeşitlerinin Kalitelerine Etkileri. 2. Un-Bulgur ve Bisküvi Sempozyumu, Bildiri Kitabı, Karaman, s.127-134.
- Kırtok Y, Genç İ, Çölkesen, M, 1987. Icarda kökenli bazı arpa çeşitlerinin çukurova koşullarında başlıca tarımsal karakterleri üzerinde araştırmalar. Tübitak Türkiye Tahıl Sempozyumu, 83-90, 6-9 Ekim, Bursa.
- Kirven DM, 1986. An industry viewpoint: Horticultural testing-is your language confusing. Proc. of the Sym. Interpretation of extraction and nutrient determination procedures for organic potting substrates, 215- 217.
- Koçak Ç, Kürkcü SN, Yılmaz S, 2001. Afşin-Elbistan linyit havzasının değerlendirilmesi ve linyit kaynakları arasındaki yeri. Türkiye 9. Enerji Kongresi Dergisi, 9:28-46
- Kolsarıcı Ö, Kaya MD, Day S, İpek A, Uranbey S, 2005. Farklı humik asit dozlarının ayçiçeği'nin (*Helianthus annus* L.) çıkış ve fide gelişimi üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 18(2):15-155.
- Köksal H, Sivri D, Özboy Ö, Başman A, Karacan H, 2000. Hububat Laboratuvarı El Kitabı. Hacettepe Üni. Mühendislik Fakültesi Yayınları Yayın No:47, Ankara.
- Kün E, 1988. Serin iklim tahılları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No:1032 Ders Kitabı, 299, S. 322, Ankara.
- Kün E, 1996. Tahıllar-I (Serin İklim Tahılları). Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, Yayın No:1451, Ankara.

- Lobartini JC, Orioli GA, Tan KH, 1997. Characteristics of soil humic acid fractions seperated by ultrafiltration. *Communication in Soil Science and Plant Analyses* 28(9-10): 787-796.
- Olsen S, Cole C, Watanabe F, Dean L, 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circular Nr 939, US Gov. Print. Office, Washington, D.C.
- Richards LA, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agricultural hand book 60. U.S. Dept. of Agriculture, Washington D.C., 160 p.
- Schnitzer M, Khan SU, 1978. Soil Organic Matter. Academic Pres., New York.
- Shirani H, Hajabbasi MA, Afyuni M, Hemmat A, 2002. Effects of farmyard manure and tillage systems on soil physical properties and corn yield in Central Iran. *Soil and Tillage Research* 68:101-108.
- Sözüdoğru S, Kütük C, Yalçın R, Usta S, 1996. Hümik asitin fasulye bitkisinin gelişimi ve besin maddelerini alınımı üzerine etkisi. A.Ü.Z.F. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler. No:800 Yayın No:1452, Ankara.
- Tamer N, Karaca A, 2006. Gidya ve linyitin toprağın enzim aktiviteleri üzerine etkileri. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 20(38):14-22.
- Tamer N, Karaca A, 2011. Organik toprak düzenleyicilerin toprağın enzim aktiviteleri ile buğday verim ve kalitesi üzerine etkileri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tamer N, Başalma N, Türkmen C, Namlı A, 2016. Organik toprak düzenleyicilerin toprak parametreleri ve ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisinin verim ve verim öğeleri üzerine etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 4 (1) 11 – 21.
- Tan KH, 1978. Variotions in soil humic compounds, as related to regional and analytical differences. *Soil Science* 125(6):351-358.
- Tomer NK, Khanna SS, Gupta AF, 1984. Transformation of mixture of missouri rock phosphate and tsp in calcareous soil applied after incubation with organic matter. *Hayrana Agriculture University Journal of Research* XIV, 324-333.
- Turgay OC, Karaca A, Unver S, Tamer N, 2011. Effects of coal derived humic substances on some soil properties and bread wheat yield. *Communications in Soil Science and Plant Analyses* 42(9):1050-1070.
- U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S.D.A. Handbook 60, USA.
- Ünal S, 2002. Buğdayda kalitenin önemi ve belirlenmesinde kullanılan yöntemler. Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi. 25-37, 3-4 Ekim, Gaziantep.
- Wang XJ, Wang ZQ, Li SG, 1995. The effect of humic acids on the availability of phosphorus fertilizers in alkaline soils. *Soil Use and Management* 11(2):99-102.
- Yılmaz E, Alagöz Z, 2005. Organik materyal uygulamasının toprağın agregat oluşum ve stabilitesi üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 18(1):131-138.
- Yürür N, Tosun O, Eser D, Geçit HH, 1981. Buğdayda anasap verimi ile bazı karakterler arasındaki ilişkiler. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları* 755:443.



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

<http://dergi.toprak.org.tr>



Yarı nemli ılıman iklim koşullarında farklı eğim ve farklı arazi örtüsü altında toprak gelişimi ve β -glikosidaz enzim aktivitesi değişimi

Aylin Erkoçak ^{1,*}, Orhan Dengiz ²

¹ Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Samsun

² Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun

Özet

Toprak içerisinde yer alan mikroorganizmalar, bitki gelişmesi için gerekli olan besin elementlerinin döngüsünde görev aldıkları için toprak verimliliğinin önemli unsurlarının yanı sıra toprakta meydana gelen pek çok kimyasal değişimin içinde aktif rol almaktadırlar. Topraktaki mikrobiyal aktivitenin büyük bir kısmı enzimlerin aktivitelerinin ölçülmesiyle belirlenmektedir. Bu çalışmanın amacı yarı nemli ılıman iklim koşulları altında aynı ana materyal, farklı eğim ve arazi kullanımlarında farklı toprakların gelişmelerinin ortaya konulması ve β -glikosidaz enzim aktivitesi değişimini incelemektir. Bu çalışma, Samsun-Bafra karayolunun güneyinde, Engiz Beldesine bağlı Dağköy mevki alanı içerisinde farklı fizyografik ünitelerin yer aldığı bazaltik ana materyal üzerinde oluşmuş topraklarda yürütülmüştür. Topraklar Typic Haplustert ve Lithic Ustorthent olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma alanına ait toprakların biyolojik özelliklerinin ortaya konulması amacıyla β -glikosidaz enzim aktivitesi değerlendirilmiş ve Güneybatı-Kuzeydoğu doğrultu hattı boyunca dört profil açılmış ve açılan profillerden alınan toprak örneklerinin β -glikosidaz enzim aktivitesinin 4.9-98.9 μg p-nitrofenol g^{-1} kuru top. arasında değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca Güneybatı-Kuzeydoğu hattı boyunca β -glikosidaz enzim aktivitesi ile farklı profiller, arazi kullanımı ve yükseklik arasındaki istatistiksel ilişki incelendiğinde farklı profillerin ve farklı yüksekliklerin topraktaki β -glikosidaz enzim aktivitesi üzerine etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu ($P=0.000<0.01$), farklı arazi kullanım şekillerinin ise topraktaki β -glikosidaz enzim aktivitesi üzerine etkisinin önemsiz olduğu ($P = 0.670>0.05$) belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Toprak mikroorganizmaları, β -glikosidaz enzim aktivitesi, profil, arazi kullanımı, yükseklik.

Variation of β -glucosidase enzyme activity and soil development with different slope and land cover under semi moist humid climate conditions

Abstract

Microorganisms that live in soil not only play an active role in many chemical changes that take place in the soil but also are important components of soil fertility because they work in the cycle of the nutrients required for plant development. Most of the microbial activity in the soil is determined by measuring the activities of the enzymes. The aim of this study is to examine the changes in β -glucosidase enzyme activities and soil development formed on the same parent material, but with different slopes, land cover and land use under semihumid climatic conditions. It was carried out on the soils formed on the basaltic parent material in different physiographic positions within the Dağköy area of Engiz District, which is located at the south of the Samsun-Bafra Highway. In this study, β -glycosidase enzyme activity was assessed in order to detect the biological properties of the soils in the study area. It was determined that the β -glycosidase enzyme activity of the soil samples taken from the four profiles classified as Typic Haplustert and Lithic Ustorthent and selected on southwest and northeast direction changed between 4.9-98.9 μg p-nitrophenol. In addition, According to the statistical relationship between β -glycosidase enzyme activity and different profiles, land uses/land covers and elevations along the southwest and northeast transect, different profiles and different elevations were found to be important at 1% level of effect on β -glycosidase enzyme activity in the soils. Also, it was determined that the effect of different land use and land cover patterns on the activity of β -glycosidase enzyme in the soil was insignificant as statistically.

Keywords: Soil microorganisms, β -glycosidase enzyme activity, profile, land use, elevation.

© 2019 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 362 256 05 14

E-posta : aylin.erkocak@tarim.gov.tr

Geliş Tarihi : 26 Ekim 2017

Kabul Tarihi : 10 Ocak 2019

e-ISSN : 2146-8141

DOI : 10.33409/tbbbd.595121

Giriş

Toprak mikroorganizmaları gerek toprak gerekse de bitkilerin beslenmesi açısından önemli yer tutan bitki besin elementlerini kayalardan-minerallerden açığa çıkartmaları nedeniyle önemlidirler. Toprakta yaşayan makro ve mikroorganizmaların özellikle organik maddelerin ve mineral-kayaçların parçalanmasında önemli rolleri bulunmakta ve bu canlılar bazen mekanik bazen de kimyasal etki meydana getirerek kayaç-mineralleri ayrıştırarak toprak oluşumuna yardımcı olmaktadır. Toprak mikroorganizmaları topraklara ilave edilen bitkisel ve hayvansal atıkların mineralizasyonu ve bitki besin elementlerinin biyokimyasal dönüşümü gibi birçok sürece aktif olarak katıldığı gibi toprakların verimliliği üzerine de önemli etkileri bulunmaktadır. Bu nedenle toprakların kalitesi, verimlilik düzeyi, bitki beslenmesi açısından alınması gereken önlemler ortaya konulurken toprakların fiziksel, kimyasal, biyolojik ve minerolojik özellikleri birlikte ele alınmaktadır (Schinner, 1986).

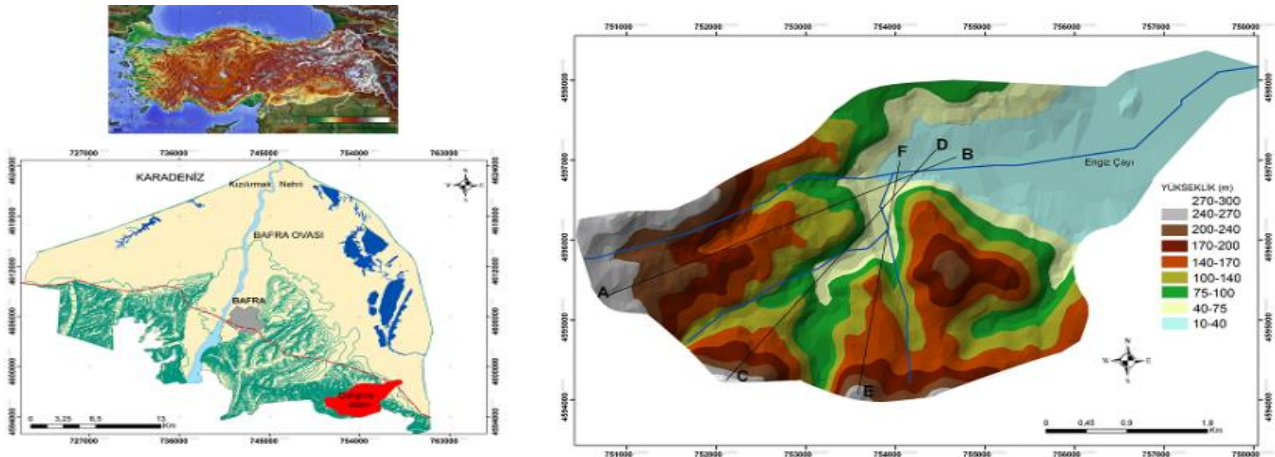
Toprak verimliliği yalnızca toprağın fiziksel koşulları ve besin maddesi düzeyine bağlı olmayıp biyolojik olayların yoğunluğu ile de ilgilidir. Toprak, biyolojik olarak dengede bulunan bir sistemdir. Ancak bu denge, çevresel özelliklerin bozulması nedeniyle toprak verimliliğinden sorumlu olan mikroflora ve onun aktivitelerinin değişimine neden olabilir (Arcak ve ark., 1996). Toprak enzimleri, toprağın diğer biyolojik özellikleri ile yakın bir ilişkiye sahip olup, topraktaki mineralizasyon işlemlerinde önemli rol oynamaktadır (Frankberger ve Dick, 1983; Tate, 1987). Toprakların toplam biyokimyasal aktivitesi enzimler tarafından katalizlenen bir seri reaksiyonu kapsamaktadır. Bu katalitik enzimlerin büyük bir kısmı, toprak mikroorganizmalarının besin maddelerini parçalamak amacıyla dışarıya salgıladıkları enzimlerdir. Bunlar hem toprak çözeltisinde serbest halde hem de toprakların organik ve inorganik bileşenlerine bağlı halde bulunabilmekte Rowell ve ark. (1973) ve canlı hücrelerin yıkımı sonucu oluşturmaktadır. Tarım topraklarının çok yakın mesafelerde dahi çok farklı özellikler göstermesi; biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerin birbirinden bağımsız davranmaları ve biyolojik özelliklerin çok geniş dağılım ve aktivite göstermeleri gibi birçok neden, biyolojik özelliklerin analitik yaklaşımında yetersiz kalmaktadır. Bu nedenlerle tarım yapılan toprakların mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi toprakta cereyan eden süreçlerin daha iyi anlaşılmasında önemli katkılar sağlayacaktır.

Topraktaki besin döngüsü biyokimyasal, kimyasal ve fizikokimyasal reaksiyonları kapsamakta ve birçok biyokimyasal olay; toprak canlıları, bitki kökleri ile mikroorganizmalardan kaynaklanan toprak enzimleri aracılığıyla yürütülmektedir (Tabatabai, 1982). Bu çalışma ile de farklı topografik pozisyonlarda yer alan bazaltik ana materyal üzerinde oluşmuş toprakların β -glikosidaz enzim aktivitesi ile yükselti ve arazi kullanımı arasındaki ilişkilerin belirlenmesi ve ele alınan bu parametrelerin toprak oluşumuna etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Alanının Genel Tanımı

Engiz Çayı havzası Karadeniz Bölgesi'nin Orta Karadeniz Bölümünde, Bafra Ovasının kuzeyinde, Samsun ili sınırları içerisinde yer alır. Araştırma sahası Engiz Çayı havzası aşağı çığırında, Dağköy mevki alanı içerisinde kalan, Güneybatı-Kuzeydoğu (CD) doğrultu kesiti ve deniz seviyesinden 20 m ile 300 m arasında yükselti değişkenliğinde bulunmaktadır (Şekil 1).



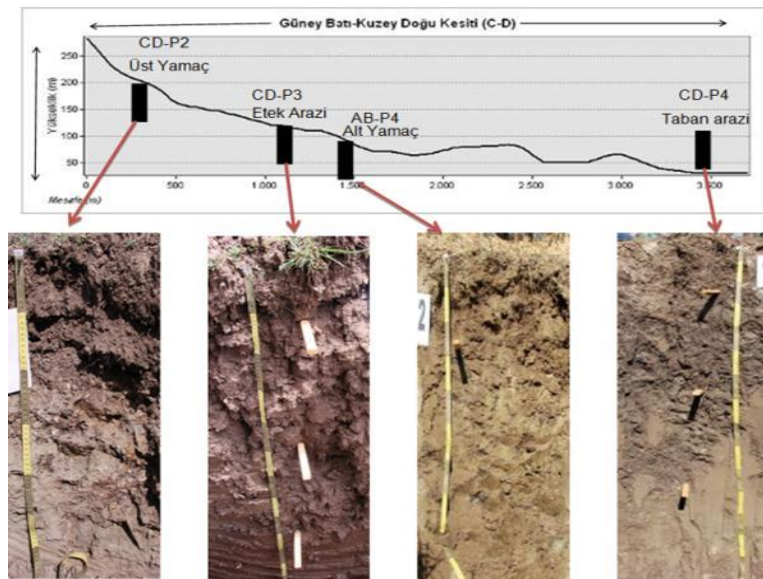
Şekil 1. Çalışma alanı lokasyon ve yükseltiye bağlı kesit haritası

Sahanın oluşum ve gelişiminde Engiz Çayı büyük rol oynamaktadır. Araştırma sahası ve yakın çevresinde yüzeylenen en geniş birim Yenikonak formasyonudur. Volkano sedimanter kayalardan oluşmaktadır. Büyük çoğunluğu tüf, tüfit, bazalt, kumlu kireçtaşı ve marn ara seviyeli kumtaşı-şeyl ardalanmasından oluşmaktadır. Yenikonak formasyonu içerdiği *Nummulites helveticus Kaufman*, *Discocyclus nummulitice Gümbel* ve *Assilina sp.* gibi fosiller nedeniyle Lütésiyan (Orta Eosen) olarak yaşlandırılmıştır (Gedik ve Korkmaz 1984). Dikkate alınan bazalt ana materyali üzerinde oluşan topraklarda mera alanları ile kuru tarım yapılan alanlar yer almakta olup çok az olsa da meşelerden oluşan ormanlık alanlar mevcuttur. Mera alanlarında yaygın olan başlıca otsu familyalar şunlardır; lahanagiller (*Cruciferae*), buğdaygiller (*Gramineae*), maydonozgiller (*Umbelliferae*), papatyagiller (*Compositae*), baklagiller (*Fabaceae*), gülgiller (*Rosaceae*). Kuru tarım yapılan alanlarda da çoğunlukla buğday tarımı yapılmaktadır.

Engiz Çayı Havzasının iklim özelliklerini açıklamak amacıyla sahanın iklimini karakterize eden meteoroloji istasyonları belirlenmiştir. Araştırma sahası içerisinde ölçüm istasyonu bulunmamaktadır. Bu yüzden saha çevresindeki istasyonlar esas alınmıştır. Araştırma sahasında yılın en soğuk ayı Şubat'tır (5.6°C). En sıcak aylar ise Temmuz ve Ağustos aylarıdır (22.6°C). Yılın dört ayında (Aralık, Ocak, Şubat, Mart) ortalama sıcaklıklar 10°C'nin altında kalırken Nisan ayından itibaren yükselmektedir. Araştırma sahasında ortalama yağış miktarı 800 mm civarındadır. Araştırma sahası uzun yıllar aylık yağış ortalamaları ise en düşük yağış miktarı Temmuz (30.9 mm) ve Ağustos (42.2 mm) aylarında, en yüksek yağış miktarı ise Ekim (101.6 mm) ayındadır. Yağışın mevsimlere göre dağılışı incelendiğinde en fazla yağışın sonbahar mevsiminde en az yağışın ise yazın düştüğü görülmektedir. Buna göre çok düzenli olmasa da yağışların bütün yıla dağıldığını söylemek mümkündür.

Arazide yapılan ön arazi keşif çalışması yanı sıra alanda farklı topografya ve bazalt ana materyal üzerinde oluşmuş farklı toprak yerleri sayısal topografik harita üzerine koordinatları aktarılmıştır. Arazide daha önce ön arazi keşfi ve büro çalışmalarıyla belirlenen profil çukur yerleri arazide GPS aleti kullanılarak yerleri belirlenmiş ve bu noktalarda profil çukurları açılmıştır. Açılan her bir profil çukurundan horizon esasına göre (1.5-2 m açılan toprak kuyuları içerisinde oluşmuş farklı özelliklere sahip katmanlardan) toprak örneklemeleri yapılarak, laboratuvara getirilmiş ve analiz ön işlemlerine tabi tutulmuştur. Analizlere hazır hale getirilen topraklarda fiziksel, kimyasal, biyolojik, verimlilik, morfolojik, minerolojik ve jeokimyasal analizler yapılmıştır. Morfolojik çalışmalarda [Soil Survey Staff \(1993\)](#)'den yararlanılmıştır.

Profillerin morfolojik incelemesinde % 10'luk HCl çözeltisi, geniş yüzeyli bıçak, saf su, Japon tipi renk skalası Oyama ve Takehara (1967) ve profil tanımlama kartı kullanılmıştır. Toprakların morfolojik tanımlamaları için açılan her profil [Soil Survey Manual \(1993\)](#) tarafından belirtilen usuller esas alınarak incelenmiştir. Horizonların tanımı ve adlandırılması ise [Soil Survey Staff \(1999\)](#)'a göre yapılmıştır. Laboratuvar analizleri için açılan profillerden horizon esasına göre bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Laboratuvara getirilen örnekler kurutularak 2 mm'lik elekten eilenmiş ve analizlerde kullanılmak üzere plastik saklama kaplarında depolanmıştır. Güneybatı-Kuzeydoğu (CD) kesiti üzerinde dört adet profil açılmış ve her bir profile ait horizonlardan horizon esasına göre bozulmuş ve bozulmamış toprak örneklemeleri yapılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Güneybatı-Kuzeydoğu doğrultusunda yer alan farklı topografik pozisyonda açılan profiller

Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Bünye (Tekstür): Bozulmuş toprak örneklerinde [Bouyoucos \(1951\)](#); Katyon değişim kapasitesi: pH sı 8.2' ye ayarlı sodyum asetat (NaOAc) ve 1 N amonyum asetat (NH₄OAc) kullanılarak [Rhoades \(1986\)](#), Değişebilir katyonlar (Na ve K): pH' sı 8.2'ye ayarlı amonyum asetat (NH₄OAc) kullanılarak [Rhoades \(1986\)](#), Ca+Mg ise katyon değişim kapasitesi ile toplam değişebilir sodyum ve potasyum arasındaki farktan belirlenmiştir. Kireç; serbest karbonatların tayininde Scheibler kalsimetresi kullanılarak [Soil Survey Staff \(1993\)](#), toprak reaksiyonu (pH); saturasyon çamurunda pH metre kullanılarak [Soil Survey Labrotory \(1992, 2004\)](#), elektriksel iletkenlik; saturasyon çamurunda kondaktivimetre aleti kullanılarak [Soil Survey Labrotory \(1992, 2004\)](#), organik madde: Walkley-Black yönteminin Jackson tarafından modifiye edilmiş şekli ile yapılmıştır ([Jackson, 1958](#)).

β-Glikosidaz Aktivitesi

Toprak örneklerinin β-Glikosidaz aktivitesi [Eivazi ve Tabatabai \(1988\)](#) tarafından bildirildiği şekilde belirlenmiştir. Bu amaçla, toprak örnekleri üzerine modifiye Universal tampon çözeltisi (pH 6) ve p-nitrofenil β-D-gliko pyranoside çözeltisi ilave edilerek, 1 saat süre ile 37 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda oluşan p-nitrofenol 410 nm'de spektrofotometre de belirlenerek, elde edilen sonuçlar µg p-nitrofenol (p-NF) g⁻¹ kuru toprak cinsinden ifade edilmiştir.

İstatistiksel Analizler

Çalışma alanına ait toprak örneklerinde β-glikosidaz enzim aktivitesi ile farklı profiller, arazi kullanımı ve yükseklik arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla SPSS 17.0 paket programı kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Toprakların Fiziksel, Kimyasal Özellikleri ve Sınıflaması

Güneybatı-Kuzeydoğu kesiti üzerinde dört adet profil açılmış ve her bir profile ait horizonlardan horizon esasına göre toprak örneklemeleri yapılmıştır. Kesit üzerinde yer alan toprakların bazı fiziko-kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. CD-P4 nolu profil taban arazi üzerinde oluşmuş düz düze yakın eğimli, derin topraklardır. Tüm profil kil bünyeli olup, kil % 56.2 ile % 78.2 arasında değişmektedir. Bu durum toprakların doygunluk durumlarını doğrudan etkilemeleri nedeniyle özellikle kil miktarının derinlikle artışı, toprakların sature olma durumlarını da arttırmaktadır. KDK'ları yüzeyde organik madde miktarı ve kil içeriği nedeniyle 42.8 cmol.kg⁻¹ olmasına karşın derinlere doğru bu miktar düşüş göstermektedir. Bu durum organik madde miktarı içinde geçerli olup yüzeyde % 1.65 olmasına karşın 65 cm den sonra % 0.14'e düşmektedir. Toprak reaksiyonu hafif alkalın ve pH değerleri 7.05 ile 8.25 arasında değişmektedir. Kireç profilde çok az miktarda olup, yüzeyde % 0.20 iken derinde bir miktar artarak % 2.67 olmaktadır. Topraklarda baskın değişebilir katyonlar Ca ve Mg iyonlarıdır. Topraklarda tuzluluk ve alkalilik problemi görülmemektedir.

AB-P4 kodlu profil alt yamaç arazileri üzerinde, hafif dik eğimli (%6-12), sıg topraklardır. Bu toprakların bulunduğu araziler orman arazisinde açma yapılması sonrası kuru tarım alanı olarak kullanılmaktadır. Bu durum özellikle uygun olmayan işlemeli tarım yapılması (eğime paralel) nedeniyle toprakların taşınımına neden olduğu orman altı toprak derinliği (45 cm) ile karşılaştırıldığında daha da belirgin hale gelmektedir. Yüzey toprakları killi tın bünyeli iken altında yer alan yoğun bir alterasyona uğramış ana materyal içerisinde bünye kumlu tına dönüşmektedir. KDK'ları yüzeyde organik madde miktarı ve kil içeriği nedeniyle 42.9 cmol.kg⁻¹ olmasına karşın 24 cm'den sonra 15.4 cmol.kg⁻¹ düşmektedir. Benzer şekilde organik madde miktarı içinde geçerli olup yüzeyde % 2.35 olmasına karşın yüzey altı katmanda %0.55'e düşmektedir. Toprak reaksiyonu hafif alkalın olup, pH değerleri 7.87 ile 8.04 arasında değişmektedir. Kireç profilde çok az miktardadır. Topraklarda baskın değişebilir katyonlar Ca ve Mg iyonlarıdır. Topraklarda tuzluluk ve alkalilik problemi görülmemektedir.

CD-P3 kodlu profil alt ve üst yamaç araziler arasında yer alan hafif eğime sahip etek arazi üzerinde yer almaktadır. Üzerinde genellikle mera örtüsü bulunduran bu arazilerdeki topraklar, derin ve ağır bünyelidirler. Kil profilde % 40.3 ile % 68.5 arasında değişmektedir. Bu durum CD-P4 kodlu profilde olduğu gibi toprakların doygun olma durumlarını doğrudan etkilemeleri nedeniyle özellikle kil miktarının derinlikle artışı, toprakların sature olma durumlarını da arttırmaktadır. KDK'ları yüzeyde organik madde miktarı ve kil içeriği nedeniyle 42.80 cmol.kg⁻¹ olmasına karşın derinlere doğru bu miktar düşüş göstermektedir. Bu durum organik madde miktarı içinde geçerli olup yüzeyde % 1.71 olmasına karşın 48 cm den sonra % 0.59'a düşmektedir. Toprak reaksiyon hafif alkalın ve pH değerleri 7.05 ile 7.96 arasında değişmektedir. Kireç profilde çok az miktarda olup, yüzeyde % 0.29 iken derinde bir miktar artarak % 1.37 olmaktadır.

Topraklarda baskın değişebilir katyonlar Ca ve Mg iyonlarıdır. Topraklarda tuzluluk ve alkalilik problemi görülmemektedir. CD-P2 kodlu profil güneybatı-kuzeydoğu kesiti üzerinde deniz seviyesinden 185 m ile en yüksekte yer alan profil olup, fizyografik arazi şekli yamaç arazilerdir. Yüzey örtüsü çok zayıf olması ve dik eğimli olmaları nedeniyle erozyon şiddeti fazla, bu nedenle de topraklar çok sığ derinliğe sahiptirler. Yüzey toprakları kil tın bünyeli iken altında yer alan yoğun bir alterasyona uğramış ana materyal içerisinde bünye kumlu tına dönüşmektedir. KDK'ları yüzeyde organik madde miktarı ve kil içeriği nedeniyle 34.46 cmol.kg⁻¹ olmasına karşın 16 cm'den sonra 11.09 cmol.kg⁻¹ düşmektedir. Benzer şekilde organik madde miktarı içinde geçerli olup yüzeyde % 2.25 olmasına karşın yüzey altı katmanda % 0.42'e düşmektedir. Toprak reaksiyonu hafif alkalin olup pH değerleri 6.93 ile 7.03 arasında değişmektedir. Kireç profilde çok az miktarda belirlenmiştir. Topraklarda baskın değişebilir katyonlar Ca ve Mg iyonlarıdır. Topraklarda tuzluluk ve alkalilik problemi görülmemektedir.

AB-P4 ve CD-P2 nolu profiller eğimli araziler üzerinde yer alan bu topraklar, özellikle yeterince bitki örtüsünce kaplı olmamaları ve yanlış işlemeli tarım uygulamaları sonucu erozyona maruz kalmaları nedeniyle, yeterince pedogenetik sürece sahip olamayan, sığ topraklardır. Bu toprakların yüzeyde genellikle bir ochric epipedon ve yüzey altında 50 cm derinlik içerisinde bir lithic kontak dışında her hangi bir tanı horizonu bulunmamaktadır. Topraklar yamaç arazi üzerinde yer almaları nedeniyle orthent alt ordosuna nem rejiminden dolayı ustorthent ve Lithic Ustorthent alt ordosunda sınıflandırılmışlardır. CD-P4 ve CD-P3 ise şişme özelliğindeki killerin miktarı çok fazla olması (profil boyunca % 50 ve daha fazla), kurak mevsimlerde yüzeyden derinlere uzanan çatlaklara sahip olmaları ve profil içerisinde yer yer kayma yüzeylerinin görülmesi nedeni ile Vertisol ordosuna yerleştirilmiştir. Ustic nem rejiminden dolayı ustert alt ordosunda, Haplustert büyük grubuna ait tüm özellikleri taşımaları nedeniyle Typic Haplustert alt grubuna yerleştirilmiştir.

Çizelge 1. Kesit üzerinde yer alan toprakların sınıflaması, fizyografya, arazi kullanım, yükseklik ve bazı fiziko-kimyasal analiz sonuçları

Horizon	Derinlik (cm)	pH	EC dS.m ⁻¹	Kireç %	O.M %	Değişebilirler Katyonlar (cmol.kg ⁻¹)			Bünye %			Sınıf
						Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺ +Mg ⁺⁺	Kil	Silt	Kum	
CD-P4 / Typic Haplustert / Taban / Kuru Tarım / 25 m												
Ap	0-23	7.50	0.17	0.20	1.65	0.22	1.67	40.91	56.2	23.1	20.7	C
Bss1	23-65	7.30	0.44	0.98	1.26	0.25	1.47	39.64	62.6	12.8	24.5	C
Bss2	65-106	8.25	0.17	1.10	1.09	1.33	1.41	37.59	68.4	15.8	15.8	C
C	106+	8.14	0.11	2.67	0.14	1.35	1.40	36.04	78.4	2.8	18.8	C
AB-P4 / Lithic Ustorthent / Alt Yamaç / Orman / 42 m												
Ap	0-24	7.87	0.55	0.49	2.35	0.41	0.28	42.24	32.1	27.9	40.1	CL
Cr	24+	8.04	0.10	0.29	0.55	1.03	0.15	14.20	17.2	17.1	65.7	SL
CD-P3 / Typic Haplustert / Etek / Mera / 132 m												
A	0-12	7.05	0.16	0.79	1.71	0.35	0.24	40.17	41.5	24.2	34.3	C
Bss1	12-48	7.72	0.19	0.29	1.69	0.74	0.31	48.07	68.5	18.3	13.2	C
Bss2	48-89	7.79	0.34	1.37	0.59	1.31	0.41	47.25	49.8	26.4	23.9	C
C	89+	7.96	0.30	1.18	0.17	1.26	0.24	32.84	40.3	34.2	25.5	C
CD-P2 / Lithic Ustorthent / Üst Yamaç / Mera / 185 m												
A	0-16	7.03	0.19	0.50	2.25	0.28	1.02	33.16	34.4	25.5	40.1	CL
Cr	16+	6.93	0.25	0.20	0.42	0.45	1.24	9.39	17.1	8.4	74.5	SL

EC: Elektriksel iletkenlik, OM: Organik madde, C: Kil, Si: Silt, S: Kum

Toprakların Biyolojik Özellikleri

Toprakların β-glikosidaz enzim aktivitesinin belirlenmesi amacıyla yüzey ve yüzey altı toprak örnekleri alınmıştır. Bu amaçla β-glikosidaz enzim aktivitesi 3 tekerrürlü olarak yürütülmüş olup bu analize ait sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. Topraktaki biyolojik aktivitenin büyük bir kısmı enzimlerin aktivitelerinin ölçülmesiyle belirlenmektedir. Toprakların biyolojik özelliklerinden biri olan β-glikosidaz enzim aktivitesi de toprakta kükürt döngüsünde rol alan bir enzimdir.

Güneybatı-Kuzeydoğu kesiti üzerinde açılan profillerden alınan toprak örneklerinin β-glikosidaz enzim aktivitesinin 4.9-98.9 µg p-nitrofenol g⁻¹ kuru top. arasında değiştiği belirlenmiştir. Analiz sonuçları değerlendirildiğinde Güneybatı-Kuzeydoğu hattı boyunca alınan toprak örneklerinde β-glikosidaz enzim aktivitesinin genellikle üst toprak katlarında alt toprak katlarına göre daha yüksek olduğu, yani üst toprakta daha yoğun bir mikroorganizma aktivitesinin bulunduğu saptanmıştır. CD-P3 ve AB-P4 no'lu profillerin yüzey horizonunda alt toprak horizonlarına göre daha yüksek β-glikosidaz enzim aktivitesi belirlenmiştir (Çizelge 2). Bu durum ise üst toprakta daha fazla miktarda bulunan organik maddenin mikroorganizmalar tarafından besin ve enerji kaynağı olarak kullanılması ile ilgilidir. Bu nedenle toprak içerisindeki mikrobiyal

toplulukların çeşitliliği, miktarı ve bileşimi toprak derinliğine bağlı olarak değişmektedir. Toprağın en üst katı olan A horizonu; mikroorganizma ve solucan gibi canlıların daha yoğun olarak yaşadığı katman olmakla beraber genellikle bitkisel kökenli organik artıkların ayrışması ile oluşmuştur. Dolayısıyla üst toprak katmanları organik madde bakımından daha zengindir (Sposito, 1989). Böylece toprak organik maddesi toprak mikroorganizmalarına enerji sağlayarak mikrobiyal popülasyonu ve aktivitelerini artırmaktadır. CD-P4 no'lu profilde ise β -glikosidaz enzim aktivitesinin yüzey horizonunda alt katlara göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Bunun nedeni ise CD-P4 no'lu profilin alt toprak derinliklerindeki yüksek kil içeriği ile ilişkilidir. Bu durum kil parçacıklarının geniş yüzey alanları ve negatif elektrik yükleri nedeniyle pozitif yüklü katyonları kendilerine çekerek daha fazla bitki besin maddesi bağlamaları böylece mikroorganizma aktivitesinin artmasıyla açıklanabilir. Ayrıca, Kiss ve ark. (1976) topraktaki mikroorganizmaların ve enzim aktivitelerinin kil-organik madde-enzim kompleksleri şeklinde ve 3 boyutlu şekilde bulunduğunu bildirmektedirler.

Çizelge 2. Güneybatı-Kuzeydoğu kesiti boyunca açılan profillerden alınan toprak örneklerinin β -glikosidaz enzim aktivitesi özelliklerine ait konsantrasyonlar

Horizon	Derinlik (cm)	β -Glikosidaz Aktivitesi (p-nitrofenol g ⁻¹ kuru top.)
CD-P4 / Taban		
Ap	0-23	62,9
Bss1	23-65	98,9
AB-P4 / Alt Yamaç		
Ap	0-24	35,1
Cr	24-74	4,9
CD-P3/Etek		
A	0-12	40,7
Bss1	12-48	26,5
CD-P2 / Üst yamaç		
A	0-16	66,8

β -Glikosidaz Enzim Aktivitesinin Profil, Arazi Kullanımı ve Yükseklik Arasındaki İlişkileri

Proje kapsamında ele alınan biyolojik analiz sonuçları istatistiksel olarak profiller arası, profillerin arazi kullanımı ve profillerin yükseklikle olan ilişkisi olmak üzere 3 farklı şekilde değerlendirilmiştir. Güneybatı-Kuzeydoğu kesiti üzerinde yer alan toprakların β -glikosidaz enzim aktivitelerindeki değişimlere yönelik istatistiksel sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir. ANOVA testi sonucuna göre Güneybatı-Kuzeydoğu hattı boyunca farklı profillerin toprağın biyolojik özelliklerinden β -glikosidaz enzim aktivitesi üzerine etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur ($P=0.000<0.01$). DUNCAN testine göre Güneybatı-Kuzeydoğu hattı boyunca en yüksek β -glikosidaz enzim aktivitesinin sırasıyla CD-P4 ve CD-P2 no'lu profillerde, en düşük β -glikosidaz enzim aktivitesinin ise sırasıyla AB-P4 ve CD-P3 no'lu profillerde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3. Güneybatı-Kuzeydoğu kesit üzerinde yer alan toprakların β -glikosidaz enzim aktivitelerindeki değişimler

Profiller	Ortalama + Standart Hata
CD-P4/Taban	80.93±8.97
AB-P4/Alt Yamaç	20.01±7.34
CD-P2/Üst Yamaç	66.76±0.76
CD-P3/ Etek	33.60±3.28
Önemlilik (P)	0.00

Güneybatı-Kuzeydoğu kesitinde arazi kullanımı ve β -glikosidaz enzim aktivitesi arasındaki ilişkiye yönelik basit istatistik analizi (standart sapma) Çizelge 4'te verilmiştir. Güneybatı-Kuzeydoğu hattı boyunca farklı arazi kullanım şekillerinin toprağın biyolojik özelliklerinden β -glikosidaz enzim aktivitesi üzerine etkisinin önemsiz olduğu bulunmuştur ($P=0.670>0.05$).

Çizelge 4. Arazi kullanımı ve β -glikosidaz enzim aktivitesi arasındaki ilişki

Arazi Kullanım ve Arazi Örtüsü	Ortalama + Standart Hata
Kuru tarım	80.93±8.97
Mera	44.7±5.90
Orman	20.01±7.34
Önemlilik (P)	0.67

Güneybatı-Kuzeydoğu üzerinde yer alan toprakların β -glikosidaz enzim aktivitesi ile yükseklik arasındaki değişimlere yönelik istatistiksel sonuçlar Çizelge 5'te verilmiştir. CD hattı boyunca farklı yüksekliklerin topraktaki β -glikosidaz enzim aktivitesi üzerine etkisinin % 1 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur

($P=0.000<0.01$). Buna göre en fazla β -glikosidaz enzim aktivitesinin 25 m yükseklikte, en düşük β -glikosidaz enzim aktivitesinin ise 132 m yükseklikte olduğu belirlenmiştir. Buna bağlı olarak yükseklik arttıkça enzim aktivitesinin azaldığı söylenebilir.

Çizelge 5. Güneybatı-Kuzeydoğu kesit üzerinde yer alan toprakların β -glikosidaz enzim aktivitesi ile yükseklik arasındaki değişimler

Yükseklik (m)	Ortalama + Standart Hata
25.00	80.9±9.0a
42.00	20.0±7.3b
132.00	33.6±3.3b
185.00	66.8±0.8a
Önemlilik (P)	0.000

Sonuç

Toprakların enzimatik faaliyetleri değerlendirildiğinde Güneybatı-Kuzeydoğu kesitinden alınan toprak örneklerinde β -glikosidaz enzim aktivitesinin genellikle üst toprak katlarında alt toprak katlarına göre daha yüksek olduğu, yani üst toprakta daha yoğun bir mikroorganizma aktivitesinin bulunduğu saptanmıştır. Özellikle yüzey toprağında mikroorganizma faaliyetinin yüksek olması üst toprakta daha fazla miktarda bulunan organik maddenin mikroorganizmalar tarafından besin ve enerji kaynağı olarak kullanılması ile ilgilidir. Ayrıca kilin miktar ve çeşidi ile organizma faaliyeti arasında da önemli ilişki olduğu düşünülmektedir. Şöyle ki, kil parçacıklarının geniş yüzey alanları ve negatif elektrik yükleri nedeniyle pozitif yüklü kanyonları kendilerine çekerek daha fazla bitki besin maddesi bağlamaları böylece mikroorganizma aktivitesinin artması nedeniyle açıklanabilir. Ayrıca mikroorganizma faaliyetlerinin arazi örtüsü/arazi kullanım ve yükseklik ile arasındaki ilişki incelendiğinde β -glikosidaz enzim aktivitesi ile arazi örtüsü/arazi kullanımı istatistiksel açıdan önemsiz olarak belirlenirken, β -glikosidaz enzim aktivitesi ile yükseklik istatistiksel açıdan önemli bulunmuş ve yükseklik arttıkça enzimatik faaliyetlerin azaldığı belirlenmiştir. Karadeniz Bölgesi; ülkemizin diğer bölgeleri gibi birçok jeolojik dönemlerin özelliklerini barındıran bu nedenle oldukça çeşitli kayaç formasyonlarına ve topografik yapıya sahiptir. Bu değişkenlikler bölgede ayrıca iklim, flora ve faunada farklılıklara da neden olmaktadır. Karadeniz bölgesinde yaygın olarak bulunan bazaltik kayaçlar üzerinde gerçekleştirilen bu çalışma, bölgesel düşünüldüğü zaman toprak yapan faktörler açısından son derece zengin çeşitliliğe sahip olduğu görülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma 2130073 kodlu TÜBİTAK TOVAG tarafından desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

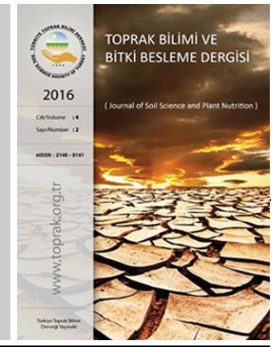
Kaynaklar

- Arcak S, Karaca A, Haktanır K, 1996. Trifluralin'in üreaz ve alkali fosfataz enzim aktiviteleri üzerine etkisi. Tarım-Çevre İlişkileri Sempozyumu, 384-393, Mersin.
- Bouyoucos G,J, 1951. A recalibration of hydrometer for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal* 43(9): 434-443.
- Eivazi F, Tabatabai M A, 1988. Glucosidases and galactosidases in soil. *Soil Biology and Biochemistry* 20: 601-606.
- Frankberger W, T, Dick W, A, 1983. Relationships with enzyme activities and microbial growth and activity indices in soil. *Soil Science Society America Journal* 47: 945-951.
- Jackson M, L, 1958. Soil Chemical Analysis. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Kiss S, Dragan-Bularda M, Radulescu D, 1976. Biological significance of enzymes accumulated in soil. *Advances in Agronomy* 27: 25-87.
- Rhoades J, D, 1986. Cation exchange capacity, chemical and microbiological properties. *Methods of Soil Analysis, Part 2-Chemical and Microbiological Properties*. ASA-SSSA, Madison, Winsconsin, USA. pp. 149-157.
- Rowell M, J, Ladd J, N, Paul E, A, 1973. Enzymatically active complexes of proteases and humic and analogues. *Soil Biology and Biochemistry* 5: 699-703.
- Schinner F, 1986. Veröffentlichung der landwirtschaftlich-chemischen budesanstalt linz / Donau. II. Seminar: Die Anwendung enzymatischer und mikrobiologischer Methoden in der Bodenanalyse.
- Soil Survey Staff, 1993. Soil Survey Manual, USDA Handbook, Washington D.C., No: 18.
- Soil Survey Staff, 1999. Soil Taxonomy. A basic of soil classification for making and interpreting soil survey. USDA Handbook, Washington D.C., No: 436.
- Tabatabai M, A, 1982. Soil enzymes. In *Methods of Analysis, Part 2-Chemical and Microbiological Properties*. 2nd Edition. Page AL. et al (Eds). ASA-SSSA, Madison, Winsconsin, USA. pp. 903-947.
- Tate R, L, 1987. Soil enzymes and organic matter transformations. In *soil organic matter, biological and ecological effects*. Wiley-Interscience Publications, 69-94, New York.



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

<http://dergi.toprak.org.tr>



Trakya topraklarının veri tabanının oluşturulması ve bazı toprak özellikleri

Mehmet Ali Gürbüz^{1,*}, Emel Kayalı¹, Erdem Bahar¹, Tuğçe Ayşe Öz², İlker Kurşun¹

¹ Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Kırklareli

² Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara

Özet

Bu çalışmada, Trakya'nın büyük bir kısmını oluşturan (İstanbul ve Gelibolu Yarımadası hariç) Kırklareli, Edirne ve Tekirdağ illerinde bulunan tarım arazilerinin, toprakların bitki besin maddesi ve verimlilik durumu ile potansiyel toksik element kapsamının belirlenmesi, belirlenen bu toprak özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kapsamında değerlendirilerek toprak veri tabanları oluşturulması ve haritalanması amaçlanmıştır. Bu amaçla, 2014-2015-2016 yıllarında tarım arazilerinden 0-20 cm toprak derinliğinden 2,5 kmx2,5 km grid sistemine göre toprak örnekleri alınmıştır. Alınan bu toprak örneklerinde, temel verimlilik parametreleri (bünye, suyla doyumluk, toprak reaksiyonu, elektriksel iletkenlik, kireç, organik madde, yarıyışlı fosfor), makro ve mikro besin elementleri (ekstrakte edilebilir K, Ca, Mg, Na, B, Fe, Cu, Zn, Mn) ve potansiyel toksik element içerikleri (Cu, Zn, Ni, Cd, Cr, Pb ve Co) belirlenmiştir. Trakya topraklarının bu araştırma kapsamında yapılan analiz sonuçları değerlendirildiğinde, bünye bakımından toprakların yaklaşık 1/3'ü hafif, 1/5'i orta ve 2/5'i ağır bünyeli olduğu söylenebilir. Toprak reaksiyonu bakımından, yaklaşık 2/5'i asit, 1/5'i nötr ve 2/5'i alkalın reaksiyonlu, tuz bakımından 3/4'ü tuzsuz ve diğer kısmı çok hafif ve hafif tuzlu, kireç bakımından 1/2'si kireçsiz ve çok az kireçli, 1/7 az kireçli, 1/5'i orta kireçli ve kireçli ve 1/10'u ise çok kireçli sayılabilir. Organik madde bakımından 1/5'i çok az, 3/5'i az, 1/5'i ise orta ve zengin, fosfor bakımından 1/5'i yetersiz ve çok yetersiz, 1/4'ü orta, 3/10'u yüksek ve 1/5'i çok yüksek, ekstrakte edilebilir potasyum bakımından, 1/7'si az, 1/4'ü orta ve yeterli, 3/5'i yüksek ve çok yüksek sınıfında yer almıştır. Ekstrakte edilebilir magnezyum bakımından 1/10'u yetersiz ve çok yetersiz, 3/5'i orta ve 1/5'i ise yüksek ve çok yüksek, ekstrakte edilebilir demir bakımından ise yaklaşık 1/10 az, kalan kısmı ise yeterli sınıfında yer almıştır.

Anahtar Kelimeler: Trakya, toprak özellikleri, veri tabanı.

Composing the database of thrace soils and some soil characteristics

Abstract

In this study, determining the nutrients of the soils, productivity and potential toxic elements, composing the soil data base and mapping of the agricultural lands by evaluating the characteristics within Geographic Information Systems (GIS) in Kırklareli, Edirne and Tekirdağ provinces which compose a major part of Thrace region (except İstanbul and Gallipoli) was aimed. For this purpose, soil samples were obtained according to 2.5 km x 2.5 km grid system from 0-20 cm surface from the agricultural lands in 2014-2015-2016 years. In these soil samples, main soil fertility parameters (texture, saturation percentage, soil reaction, electrical conductivity, lime content, organic matter content, available phosphorus), macro and micro nutrients (exchangeable K, Ca, Mg, Na and B, plant-available Fe, Cu, Zn and Mn) and potential toxic element contents (Cu, Zn, Ni, Cd, Cr, Pb and Co) were determined. When the results of the analysis of Thrace soils are evaluated within the scope of this research, it can be said that about 1/3 of the land is light, 1/5 is medium and 2/5 is heavy. For soil reaction, approximately 2/5 of the acid, 1/5 of the neutral and 2/5 of the alkaline reaction. 3/4 of soil is salt free and the other part is very light and slightly salty. In terms of lime, 1/2 is not calcareous and very little calcareous, 1/7 is little calcareous, 1/5 is medium calcareous and calcerous and 1/10 is very high calcareous. In terms of organic matter, 1/5 is very poor, 3/5 is less, 1/5 is medium and rich, 1/5 of phosphorus is inadequate and very inadequate, 1/4 is medium, 3/10 of them are high and 1/5 is very high, 1/7 of potassium is inadequate, 1/4 is middle and rich and 3/5 is rich and very rich. In terms of extractable magnesium, 1/10 is inadequate and very inadequate, 3/5 is medium and 1/5 is high and very high, extractable iron is /10 low and the rest is in sufficient class.

Keywords: Thrace, soil characteristics, database.

© 2019 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 288 214 48 85

E-posta : gurbuzmehmetali@tarim.gov.tr

Geliş Tarihi : 20 Ekim 2017

Kabul Tarihi : 09 Şubat 2019

e-ISSN : 2146-8141

DOI : 10.33409/tbbbd.595133

Giriş

Doğal faktörlerin etkisiyle binlerce yılda oluşan toprağın özellikleri, insanlar tarafından tarımsal üretim amacıyla kullanılmaya başladıktan sonra hızla değişmektedir. Bu değişim; çoğunlukla verim gücünün azalmasına, erozyon ve diğer kullanımlarla kaybedilmesi yönünde olmaktadır. Toprakların doğal oluşum özelliklerine uygun olarak kullanılabilmesi için, bilim insanları tarafından etüdü, haritalanması ve sınıflaması yapılmaktadır. Ülkemizde bu tür çalışmalar Mülga Toprak-Su Genel Müdürlüğü tarafından önce havza bazında, daha sonra il arazi varlıkları ve toprak özelliklerini de o zamanın sınıflama sistemi ile rapor halinde yayınlanmıştır. Ancak, hazırlanan bu raporlar pratiğe aktarılamamış ve topraklarımızın idaresi Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıflarına (AKK) uygun olarak yapılamamıştır. Bu durumda ülke tarım topraklarının bir kısmının sanayi ve kentleşme amacıyla kullanılmasına, doğal niteliğine uygun kullanılmadığı için erozyonla kaybedilmesine, aşırı toprak işleme ve sulama nedeniyle sömürülerek fakirleşmesine ve üretkenliğinin azalmasına neden olmuştur.

Trakya yöremiz, ülkemizin kuzey batısında bulunan Marmara bölgemizin Avrupa kesiminde yer almakta, 2.372.100 ha alanı kaplamakta ve ülke yüzölçümünün %3,1'ini oluşturmaktadır. Trakya'nın batısında Meriç Nehri Yunanistan sınırını oluşturmakta, kuzeyinde Bulgaristan ve Karadeniz, güneyinde ise Marmara Denizi yer almaktadır. Trakya'nın yaklaşık % 63'ü Meriç, %37'si ise Marmara Havzasında yer almaktadır. Trakya kesimi fizyografik olarak dalgalı (peneplen) yapıya sahiptir. En yüksek nokta Trakya'nın kuzey kısmında yer alan Istranca Dağlarındaki Mahya Tepesi (1031 m)'dir. Trakya'nın ortalama yüksekliği 180 m. dir. Trakya'nın orta kesiminde Ergene Nehri ve havzası adeta bir ana drenaj kanalı gibi havzanın kuzey, batı ve güneyinden toplanan akarsuların birleşmesi ile oluşur ve Meriç Nehri ile birleşerek Ege Denizine dökülür.

Trakya jeolojik olarak volkanik, tortul ve metamorfik kütleleri dağınık şekilde içermekte ve Balkan Yarımadasının devamı şeklinde yer almaktadır. Dolayısıyla farklı ana materyallerden toprak oluşumlarının gerçekleştiği bir bölge olmaktadır. Bu durum toprakların özelliklerine de yansımakta ve idarelerini güçleştirmektedir. Bölge, iklim olarak ise, yazları sıcak ve kurak, kışları ise serin ve yağışlıdır. Trakya'nın orta kesimi en kurak kısmı olup burada yağış 560 mm civarında iken, Karadeniz'e yakın olan kuzey-batı kısımlarda 800-1000 mm'ye ulaşmaktadır.

Ülkemizde kimyevi gübrelerin tarımsal üretimde kullanımının yaygınlaşması çok eski değildir. Yaklaşık yarım asırdır bu alanda gitgide artan bir üretim ve kullanım durumu söz konusudur. Bu konuda da Mülga TOPRAKSU Genel Müdürlüğü tarafından her ilimizin verimlilik envanteri ve gübre ihtiyaç raporu hazırlanmıştır. Bu raporlarda, illerimizin temel topraklarının büyük toprak grupları, toprak bünyesi (işba'dan), pH, kireç, organik madde, alınabilir fosfor ve ekstrakte edilebilir potasyum miktarları belirlenmiş, 1/25.000 ölçekli haritalarda büyük toprak grupları ve toprak reaksiyonu gösterilmiştir. Bu analiz sonuçlarına göre, her ilin ilçe düzeyinde arazi büyüklüğü, ekilen tarımsal ürünün oranı göz önüne alınarak kullanılması gereken azotlu, fosforlu, potasyumlu gübre miktarları hesaplanmıştır. İl'de şayet asit topraklar mevcut ise, kullanılması gereken kireç ihtiyacı miktarı da hesaplanmıştır. ([Toprak su, Tekirdağ, Kırklareli, Edirne 1984](#)).

[Eyüpoğlu ve ark. \(1998\)](#), Türkiye topraklarının bitkiye yarayışlı bazı mikro elementler (Fe, Cu, Zn, Mn) bakımından genel durumunu belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmalarında; ülke topraklarını temsilen alınan 1511 adet toprak örneğinin analizi sonucunda, Türkiye topraklarının % 49.83'ünde Zn, % 26.87'sinde Fe, % 0.70'inde Mn eksikliğinin söz konusu olduğu, topraklarda bakırla ilgili olarak bir eksiklik sorununun olmadığı belirlenmiştir.

[Taşova ve Akın \(2013\)](#), tarafından yapılan bir çalışmada, Marmara Bölgesi topraklarının bitki besin maddesi kapsamlarının belirlenmesi ve veri tabanının oluşturulması hedeflenmiştir. Bu çalışmada mikro besin elementlerinden Fe, Cu, Zn ve Mn miktarları da DTPA yöntemine göre belirlenmiştir. Mikro besin elementleri bakımından Marmara Bölgesi topraklarının %86,7 Fe bakımından yeterli, % 99,4 Cu bakımından yeterli, %54,4'ü Zn bakımından az-çok az ve Mn bakımından ise % 60,1'i az ve çok az, % 39,9'u ise yeterli bulunmuştur.

Geçen yüzyılda yapılmış çalışmalardan sonra il veya bölgesel düzeyde Trakya'nın toprak özelliklerinin belirlenmesi ve veri tabanının oluşturulması konusunda ayrıntılı bir çalışmaya rastlanmamaktadır. Bu çalışma, ülkesel Toprak Veritabanının oluşturulması çalışmasının Trakya kısmını yürüten ekip tarafından 2014-2017 yılları arasında Tekirdağ, Edirne ve Kırklareli illerini kapsayacak şekilde yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

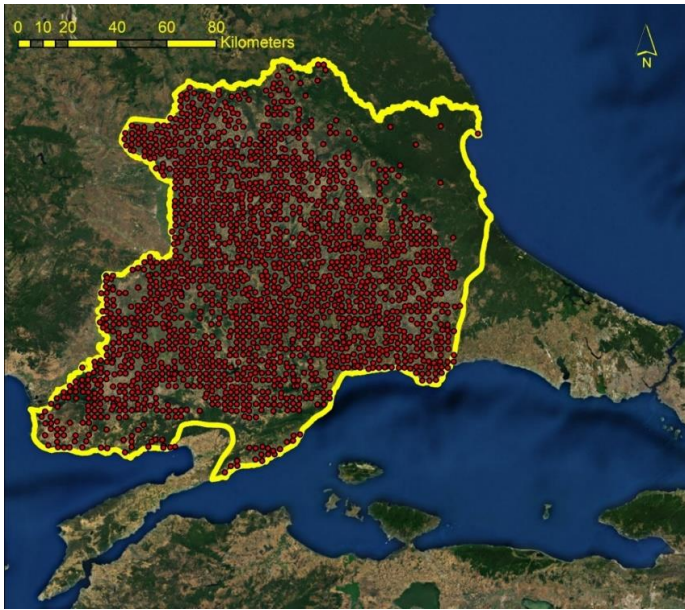
Bu çalışmada, arazisinin tamamı Trakya'da olan ve Trakya'nın büyük kısmını oluşturan Tekirdağ, Kırklareli ve Edirne ili tarım arazilerinden toprak örnekleri alınmıştır. Bu amaçla, 2014-2015-2016 yıllarında, tarım

alanlarından, 0-20 cm yüzeyden 2.5 km x 2.5 km grid sistemine göre, toprak örnekleme yapılmış ve bu üç ilden toplam 1912 adet örnek alınmıştır. Trakya Yöresi tarım arazilerinden toprak örneği alınan noktalar Şekil 1’de gösterilmiştir. Bu örneklerde yapılan analizlerine ilişkin yöntemler aşağıda verilmiştir.

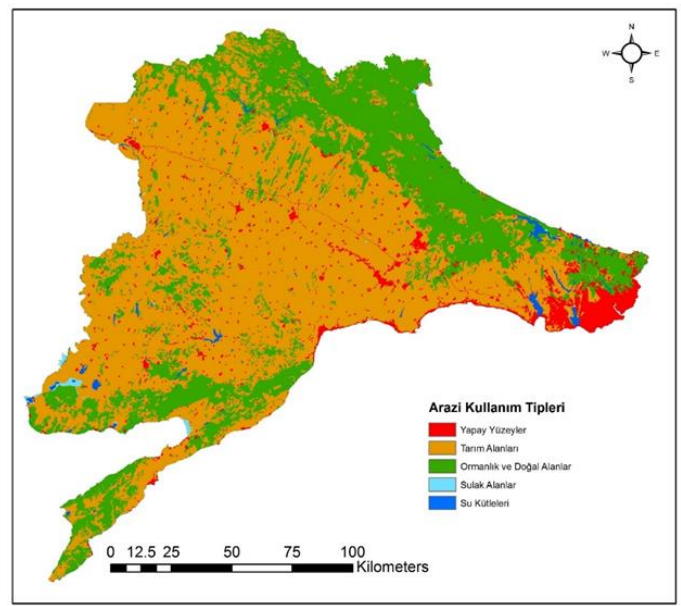
Bünye, Bouyoucus hidrometre metoduna göre belirlenmiştir (Bouyoucos, 1951). Toprak reaksiyonu (pH), hazırlanan saturasyon çamurunda cam elektrotlu pH metreyle, kireç (CaCO₃) Scheibler kalsimetresinde volümetrik olarak, organik madde Modifiye edilmiş Walkley-Black yöntemiyle, ekstrakte edilebilir potasyum ve magnezyum, 1 N Amonyum Asetat (pH=7.0) çözeltisi ile ekstrakte edilerek ICP-OES cihazında, toprakların yarayışlı fosfor içerikleri Olsen yöntemiyle *Methods of Soil Analysis* (1982)’de bildirildiği şekilde belirlenmiştir. Elektriksel iletkenlik (EC) (dS/m): Toprakların toplam tuz içerikleri, saturasyon çamurundan çıkartılan ekstraktta kondaktivite cihazı ile ölçülecektir (Richards, 1954). Ekstrakte edilebilir demir (Fe): DTPA ile ekstrakte edilerek radyal plazma ICP-OES cihazında belirlenmiştir (Lindsay ve Norvel, 1978).

Toprak Haritalarının Oluşturulması: Koordinatlı olarak alınan toprak örneklerine ait toprak analiz sonuçlarını içeren veriler ayrı ayrı ele alınarak CBS’ nin analiz fonksiyonlarından yararlanılarak değerlendirilmiştir. Koordinatlı olarak alınan toprak örneklerine ilişkin parametrelere ait haritaların çiziminde ArcMap10.4 coğrafi bilgi sistemleri paket programı kullanılmıştır. Jeoistatistik yöntem olarak “ordinary kriging” yöntemi tercih edilmiştir.

Marmara Bölgesi Trakya bölümünün arazi örtüsü ve arazi kullanım türlerinin belirlenmesinde Avrupa Birliği ülkeleri tarafından 1985 geliştirilmiş olan Çevre Bilgileri Koordinasyonu (Coordination of Information on the Environment, CORINE) programı kullanılmıştır. Avrupa ülkelerinin ve Türkiye topraklarının tümünün içine dâhil olduğu arazi kullanım türleri 1990, 2000, 2006 ve 2012 yılları için hazırlanmıştır. Şekil 2’de CORINE 2012’ye ait ana arazi kullanım türleri görülmektedir (Bahar, 2014)



Şekil 1. Trakya Yöresi tarım arazilerinden toprak örneği alınan noktalar



Şekil 1. Marmara Bölgesi Trakya bölümü topraklarının arazi kullanım grupları (CORINE 2012’den uyarlanmıştır)

Bulgular ve Tartışma

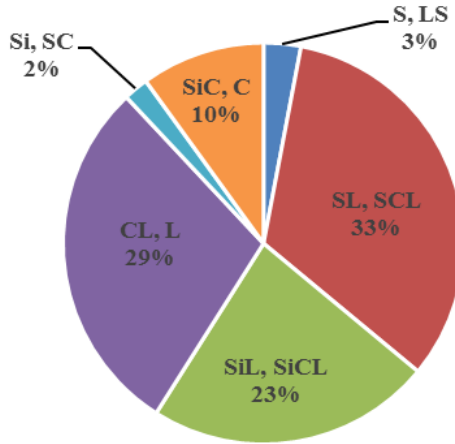
Trakya Topraklarının Bünye Durumu

Trakya tarım arazilerinden alınan toprak örneklerinin bünye durumu Çizelge 1’de ve bu toprakların bünye sınıflarına göre % dağılımını gösteren grafik Şekil 3’de verilmiştir.

Çizelge 1. Trakya topraklarının bünye sınıflarına göre dağılımı

Bünye sembolü	Bünye sınıfları	İsmi	Örnek Sayısı	Dağılımı (%)
S, LS	Çok kaba bünyeli	Kumlu, tınlı kum	59	3
SL, SCL	Hafif kaba bünyeli	Kumlu tın, kumlu killi tın	641	33
Bünye SiL, SiCL	Orta-hafif bünyeli	Siltli tın, siltli killi tın	451	23
CL, L	Orta-ağır bünyeli	Killi tın, tın	532	29
Si, SC	Biraz ağır bünyeli	Siltli, kumlu kil	35	2
SiC, C	Ağır bünyeli	Siltli kil, kil	194	10

Trakya Toprakları Bünye Dağılımı (%)



Şekil 3. Trakya topraklarının bünye dağılımı

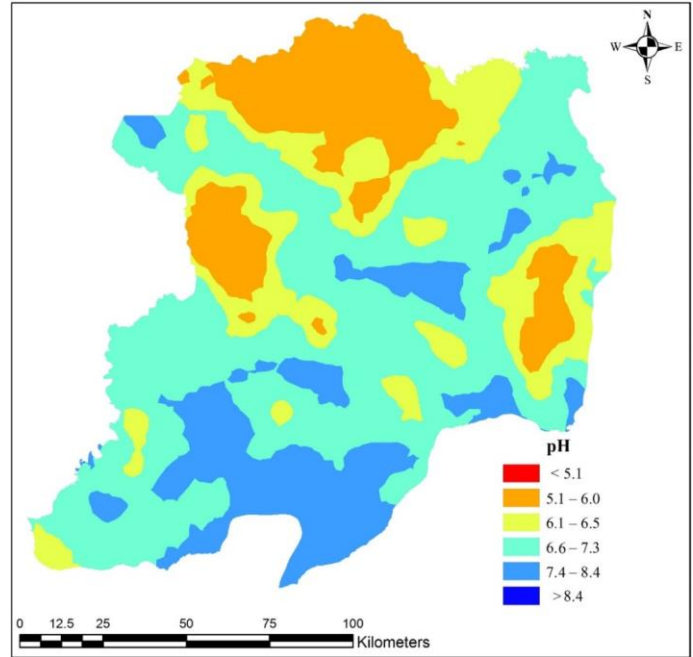
Trakya Topraklarının Toprak Reaksiyonu (pH) Durumu

Trakya topraklarının toprak reaksiyonunu sınıflaması ve dağılımı Çizelge 2’de, arazilerinin tamamı Trakya Yöresinde bulunan Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ illerinin tarım alanlarının toprak reaksiyonu dağılımı Şekil 4’de görülmektedir. Çizelge 2 ve Şekil 4’deki Trakya topraklarının, toprak reaksiyonu verilerini değerlendirdiğimizde, %13’unun kuvvetli asit, % 15’inin orta asit ve %10 hafif asit reaksiyonda eklendiğinde asit toprakların oranı toplam %35’e ulaşmaktadır. Şekil 4’teki haritayı incelediğimizde her üç ilimizin de, kuzey kısımlarında asit reaksiyonlu topraklar bulunmaktadır. Bu topraklardaki asit reaksiyonun temel nedeninin volkanik ana materyal kaynaklı olduğu bilinmekle birlikte, yörede yaygın olarak kullanılan fizyolojik asit karakterli üre-amonyum azotu içerikli gübrelerin asitliğin artmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Çünkü özellikle bu tür gübreler nitrifiye olduklarında hidrojen açığa çıkmaktadır. Şayet toprak reaksiyonu nötr ve hafif asit reaksiyonlu ise her yıl mineral azotlu gübre kullanımı ve kireçleme yapılmadığı zaman toprak iyice asitleşmektedir.

Çizelge 2. Trakya topraklarının toprak reaksiyonu (pH) dağılımı

	Değeri	Sınıfı	Örnek Sayısı	Dağılımı (%)
pH	<5,10	Kuvvetli asit	255	13
	5,10-6,00	Orta asit	285	15
	6,11-6,50	Hafif asit	187	10
	6,51-7,30	Nötr	393	21
	7,31-8,40	Orta alkalın	792	41
	>8,41	Kuvvetli alkalın	0	0

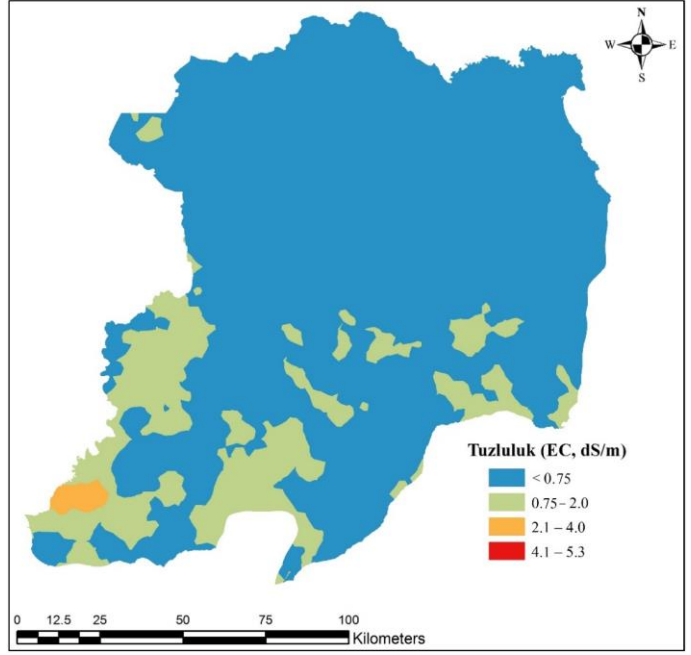
Çizelge 1 ve Şekil 3’deki Trakya tarım arazilerini oluşturan toprakların bünye durumu incelendiğinde, 1/3’ünün kaba bünyeli, kumlu ve kumlu tın topraklardan, 1/5’inin orta bünyeli diyebileceğimiz siltli tın ve siltli killi tın ve kalan kısmının (2/5’i) ise, orta-ağır ve ağır bünyeli topraklardan oluştuğu görülmektedir. Trakya’da alüviyal topraklardan oluşan arazilerin geniş alanlar kaplamadığı bilinmektedir. Bu yüzden, kaba bünyeli topraklar volkanik ana materyalden, ağır bünyeli toprakların ise sedimenter kökenli marn ana materyalinden oluştuğu söylenebilir.



Şekil 4. Trakya topraklarının toprak reaksiyonu (pH) haritası

Trakya Topraklarının Tuzluluk (EC) Durumu

Çizelge 3 ve Şekil 5'teki Trakya topraklarının tuz dağılımı incelendiğinde, 2/3'ünün tuzsuz, 1/5'inin çok hafif tuzlu ve kalan çok az bir kısmının da hafif ve orta kuvvetli tuzlu olduğu görülmektedir. Trakya'da ki tarım arazilerinde tuz sorununun çok az olacağı açıktır. Tuz miktarının bu kadar düşük olmasının pek çok nedeni olabilir; bunlar toprak ana materyalinin büyük kısmının asit reaksiyonlu oluşu, yarı nemli sayılabilecek düzeydeki yağış miktarı ve kapalı tarım havzası bulunmaması, penetlen fizyografyadan dolayı yıkanan tuzların arazide biriktirilmeyip akarsularla denizlere taşınması sayılabilir. Trakya'nın Yunanistan'a yakın İpsala Ovasında, Edirne ilimizde yer alan az miktardaki hafif tuzlu toprakların bulunmasının nedeni, Ergene nehrinin İpsala dolayında getirdiği alüvyonları bırakması ve burada oluşan ovada çeltik tarımının yapılması, deniz seviyesine yakınlık sayılabilir.



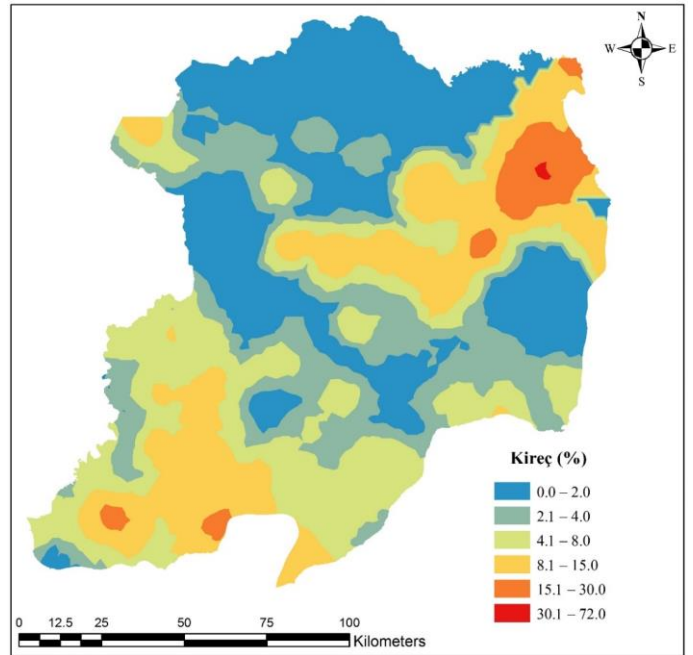
Şekil 5. Trakya topraklarının tuzluluk (EC) haritası

Çizelge 3. Trakya topraklarının tuzluluk sınıflarına göre dağılımı.

	Değeri	Tuzluluk Sınıfı	Örnek Sayısı	Dağılımı (%)
EC	<math>< 0,75</math>	Tuzsuz	1469	77
	0,75-2	Çok hafif tuzlu	398	21
	2-4	Hafif tuzlu	34	2
	4-8	Orta kuvvetli tuzlu	11	0
	8-16	Kuvvetli tuzlu	0	0
	> 16	Aşırı tuzlu	0	0

Trakya Topraklarının Kireç Durumu

Çizelge 4 ve Şekil 6'daki Trakya topraklarının kireç dağılımı incelendiğinde, yarından fazlasının kireçsiz, 1/4'ünün az ve orta kireçli, 1/10'unun ise çok kireçli, marn-kireç toprağı olduğu ifade edilebilir. Toprakların kireç durumu birinci derecede ana materyale bağlıdır. Yörede hem volkanik ve hem de sedimenter ana materyal üzerinde toprak oluşumu, farklı kireç içeriğine sahip toprakların oluşmasına neden olmaktadır. Yöre topraklarının yarından fazlasının az kireçli ve kireçli olması, ana materyale ve toprakların oluşumunda etkili olan yağış rejimi ile de ilgilidir. Kirecin toprak profilinden uzaklaşarak toprağın asitleşmesi, bu defa çoğu tarım ürününün yetiştirilebilmesi için, kireçlemenin yapılmasını gerektirmekte, bu durum da tarımsal üretimde ilave masrafa ihtiyaç göstermektedir. Yörede, az miktarda bulunan fazla kireçli topraklarda ise, bitki beslenmesinde özellikle fosfor ve mikrobesein elementi sorunları ortaya çıkmaktadır. Bu durumda yaprak gübrelemesi gibi ilave uygulamalara gereksinim gösterdiği gibi demir, çinko ve bor noksanlığı nedeniyle meyvecilik bakımından da sınırlayıcı etki yapabilmektedir.



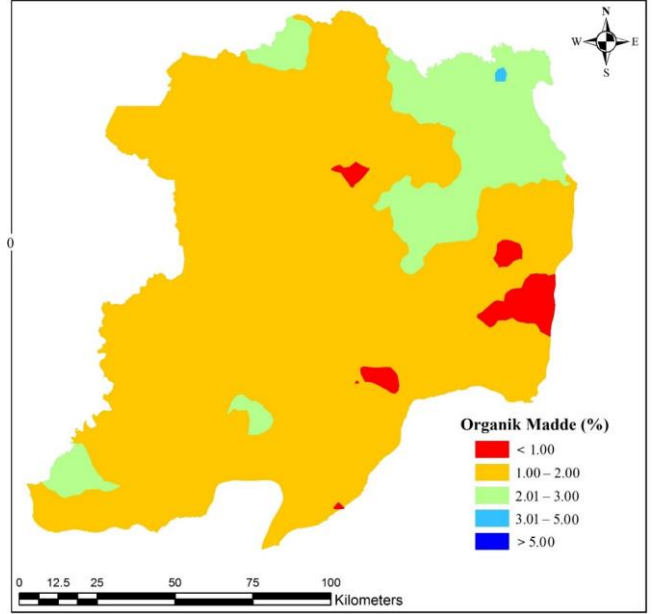
Şekil 6. Trakya topraklarının kireç düzeyi haritası

Çizelge 4. Trakya topraklarının kireç sınıflarına göre dağılımı (%)

	Değeri	Sınıfı	Örnek Sayısı	Dağılımı (%)
% Kireç	0-2	Kirecsiz, çok az kireçli	1064	56
	2-4	Az kireçli	277	14
	4-8	Orta kireçli	235	12
	8-15	Kireçli	156	8
	15-30	Çok kireçli	129	7
	> 30	Marn-kireç toprağı	47	3

Trakya Yöresi Topraklarının Organik Madde Durumu

Trakya'daki tarım topraklarının, toprak organik madde miktarını Çizelge 5 ve Şekil 7' de incelediğimizde; ortalama olarak % 80'den fazlasının çok az ve az organik madde içerdiği görülmektedir. Şekil 7'deki harita incelendiğinde, orta düzeyde organik madde içeren topraklar bile büyük oranda ormanlık alanlarda bulunmaktadır. Trakya Yöresindeki tarım arazilerinde organik madde düzeyinin yetersiz olmasının temel nedeni; uzun süredir her yıl toprak işleme ve ekim yapılması, bir dönem anızın yakılması, organik madde miktarını artıracak çiftlik gübresi v.b. uygulamaların yetersizliği, yaz aylarındaki toprak işlemeli ve erozyon sayılabilir. Toprağın organik madde düzeyini artırabilmek için yapılacak uygulamalar zor, zahmetli ve bazen devamlı uygulamalardan oluşmaktadır. Bunlar; belirli aralıklarla (5-10 yılda bir) çiftlik gübresi uygulaması, yeşil gübreleme, kompost ve biyogaz gübrelerinin verilmesi, bitki artıklı ve minimum toprak işlemeli tarım yapılması sayılabilir. Günümüz tüketici toplum felsefesi ile bunları sürdürülebilir hale getirmek bir hayli zor gözükmemektedir.



Şekil 7. Trakya topraklarının organik madde kapsamı haritası

Çizelge 5. Trakya topraklarının organik madde kapsamına göre dağılımı (%)

	Değeri	Sınıfı	Örnek Sayısı	Dağılımı (%)
O.M, %	<1.00	Çok Az	441	23
	1.00-2.00	Az	1141	60
	2.01-3.00	Orta	277	14
	3.01-5.00	Zengin	51	3
	>5.0	Çok zengin	2	0

Trakya Topraklarının Yarayışlı Fosfor Durumu

Trakya Yöresi tarım topraklarının yarayışlı fosfor içerikleri incelendiğinde, çok yüksek ve yüksek sınıfına giren fosfor miktarları toplamı % 50'den fazla olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar 1980'lerin başında bu illerimizde yürütülen 'Verimlilik Envanter Çalışması' sonuçları ile karşılaştırıldığında, yüksek ve çok yüksek miktarda fosfor içeren alanların oranının yakın olduğu belirlenmiştir. Trakya'da çeltik büyük oranda Edirne'de ekilmekte ve çeltik tarımında 20-20-0 gibi kompoze gübreler ekim esnasında yoğun olarak kullanılmaktadır. Fosforun topraktan az yıkanması, fazla gübre kullanımından dolayı, bu ilimizin bulunduğu batı kesimlerde fosfor miktarının biraz daha fazla olduğunu göstermektedir. Fosfor bakımından yetersiz ve çok yetersiz alanların yaklaşık % 20 kadar olması, tarım dışı alanlarda da organik maddenin yüksek oluşundan kaynaklanabilir.

Çizelge 6. Trakya topraklarının yarayışlı fosfor içerikleri dağılımı

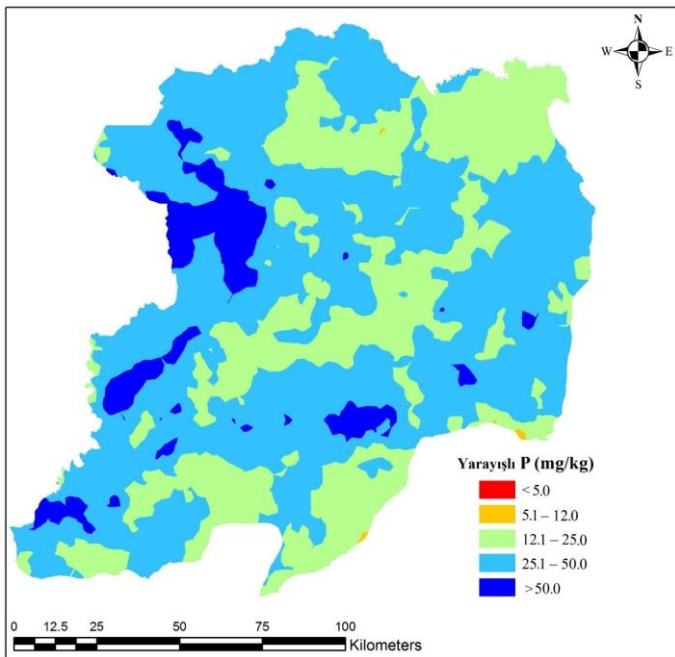
	Değeri	Sınıfı	Örnek Sayısı	Dağılımı (%)
Fosfor (P, mg kg ⁻¹)	<0-5.0	Çok yetersiz	66	3
	5.1-12.0	Yetersiz	308	16
	12.1-25.0	Orta	528	28
	25.1-50.0	Yüksek	626	33
	> 50	Çok yüksek	384	20

Trakya Topraklarının Ekstrakte Edilebilir Potasyum Kapsamları

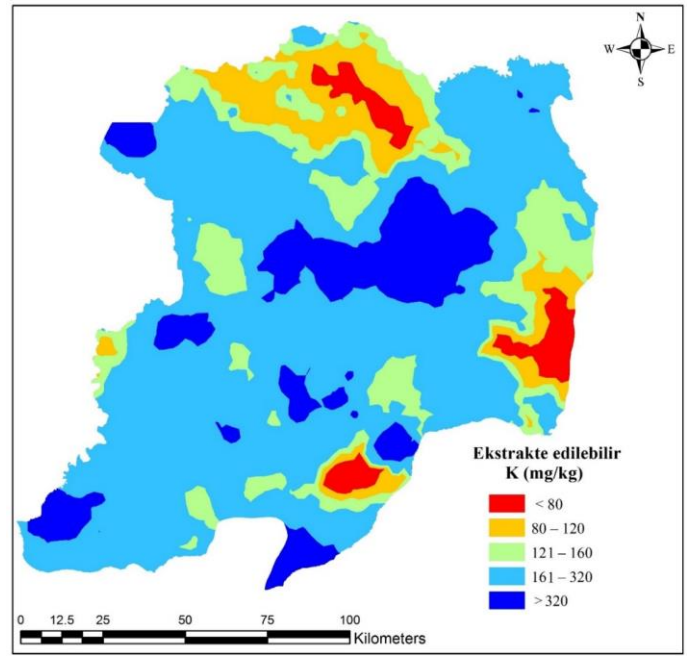
Çizelge 7'nin ve Şekil 9'un incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, Trakya topraklarının potasyum bakımından yaklaşık % 14'ü az, %14'ü çok az, %12'si yeterli, %38'u yüksek ve %21'i çok yüksek sınıfta yer almıştır. Yöre topraklarının, az ve orta sınıflarda potasyum içermesinin ana nedeni; asit reaksiyonlu, kumlu ve tınlı toprakların bulunmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Zira Şekil 9'daki ekstrakte edilebilir potasyum haritasında potasyumun yetersiz olduğu alanlar, Şekil 3'deki pH haritası ile karşılaştırıldığında topraktaki pH seviyesinin düşük olduğu alanlarla hemen hemen çakıştığı görülecektir. Yüksek ve çok yüksek miktarda potasyum bulunmasının sebebi ise; yörede fazla miktarda kil içeren vertisol toprakların geniş alanlar kapsamından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 7. Trakya topraklarının ekstrakte edilebilir potasyum içerikleri dağılımı

	Değeri	Sınıfı	Örnek Sayısı	Dağılımı (%)
Potasyum (K, mg kg ⁻¹)	< 80	Az	273	14
	80-120	Orta	268	14
	121-160	Yeterli	235	12
	161-320	Yüksek	738	39
	> 320	Çok yüksek	398	21



Şekil 8. Trakya topraklarının yarıyışlı fosfor dağılımı haritası



Şekil 9. Trakya topraklarının ekstrakte edilebilir potasyum içeriği haritası

Trakya Topraklarının Ekstrakte Edilebilir Magnezyum Kapsamları

Bu çalışma kapsamında elde edilen Trakya topraklarının magnezyum durumunu gösteren Çizelge 8'in incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, ekstrakte edilebilir magnezyum bakımından %4'ü çok yetersiz, %8'i yetersiz, %65'i orta, %21'i yüksek ve %2'si çok yüksek sınıfta yer almaktadır. Çok yetersiz ve yetersiz sınıfta magnezyum içeren toprakların yörede mevcudiyeti volkanik ana materyalden oluşan asit reaksiyonlu toprakların bulunması ve bu toprakların yeterince kireçlenmemesine bağlıdır. Üzerinde bitkisel üretim yapılan bu alanlarda bazı bölgelerde sulamanın da yapılması ile hem yıkanma ve hem de ürün tarafından kaldırılan magnezyum miktarı artmıştır. Magnezyumun yöre tarım topraklarında yüksek ve çok yüksek miktarlarda bulunmasının nedenini ise, toprakların az bir kısmının kireçli ve bir miktar da alüvyal ana materyalden oluşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Şekil 10).

Çizelge 8. Trakya topraklarının ekstrakte edilebilir magnezyum miktarı dağılımı

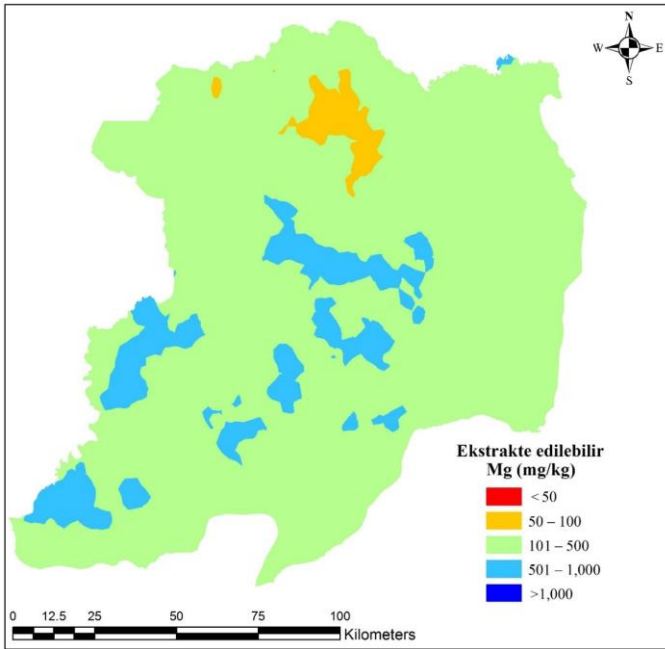
	Değeri	Sınıfı	Örnek Sayısı	Dağılımı (%)
Magnezyum (Mg, mg kg ⁻¹)	0-50	Çok yetersiz	79	4
	51-100	Yetersiz	145	8
	101-500	Orta	1240	65
	501-1000	Yüksek	408	21
	>1000	Çok yüksek	40	2

Trakya Topraklarının Ekstrakte Edilebilir Demir Kapsamları

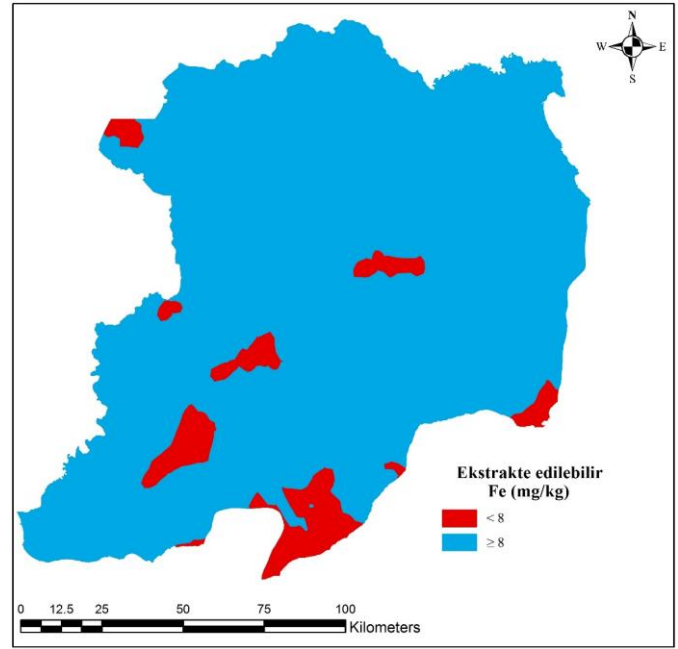
Trakya Yöresi tarım topraklarının DTPA ile ekstrakte edilebilir demir içerikleri Çizelge 9'dan incelendiğinde yetersiz sınıfına giren demir içeriğine sahip toprakların oranının % 8 olduğu görülmektedir. Taşova ve Akın (2013), Marmara Bölgesi topraklarının DTPA ile ekstrakte edilebilir Fe miktarının, %86,7 oranında yeterli olduğunu belirtmişlerdir. Zbiral (2016), yaptığı çalışmada son güncel çalışmaları dikkate alarak DTPA ile ekstrakte edilebilir mikroelement alt limit değeri olarak Lindsay ve Norvel (1979)'dan farklı değerler vermiştir. Demir için yeterlilik alt sınır değeri olarak 8 mg/kg değeri kabul edilmiştir. Bu çalışmada, Çizelge 9'da bu değere göre sınıflandırmalar yapılarak Şekil 10'daki harita oluşturulmuştur. Demir besin elementi toprak ana materyalinde bol miktarda bulunan bir mikro besin elementidir. Yöredeki asit reaksiyonlu topraklarda yüksek miktarlara çıkabilmekte, kireç içeriği yüksek topraklarda yetersiz düzeylere düşebilmektedir. Demir noksanlığı bazı meyve türlerinde (şeftali, elma, ayva) belirgin şekilde noksanlık belirtileri gösterse de, eksikliği giderilmez ise yörede yaygın olarak ekilen ürünlerde de gizli açlık şeklinde noksanlığı görülebilir.

Çizelge 9. Trakya topraklarının ekstrakte edilebilir demir miktarı dağılımı

	Değeri	Sınıfı	Örnek Sayısı	Dağılımı (%)
Demir (Fe, mg kg ⁻¹)	<8,0	Az	162	8
	>8,0	Yüksek	1562	82



Şekil 10. Trakya topraklarının ekstrakte edilebilir magnezyum düzeyi haritası.



Şekil 11. Trakya topraklarının ekstrakte edilebilir demir düzeyi haritası.

Sonuç

Trakya topraklarının veri tabanının oluşturulması ve bazı toprak özelliklerinin oluşturulması çalışmasında aşağıdaki sonuçlara varılabilir.

1. Yöre toprakları bünye bakımından, oluştukları ana materyale bağlı olarak farklı karakterlere sahiptir. Toprakların yaklaşık, 1/3'ünün hafif, 1/5'inin orta ve 2/5'inin ağır bünyeli olduğu söylenebilir.
2. Toprak reaksiyonu bakımından, yaklaşık 2/5'inin asit, 1/5'inin nötr ve 2/5'inin ise alkalın reaksiyonlu topraklardan oluştuğu söylenebilir. Toprak reaksiyonu (pH) bakımından, yörede yaygın olarak tarımı yapılan buğday ve ayçiçeği bitkileri için, olumsuz toprak koşullarına neden olan toprak asitliğinin giderilmesi için gerekli tarımsal uygulamaların yapılması üretimi artırmak bakımından yararlı olacaktır.
3. Yöre topraklarında tuzluluk önemli bir sorun gibi gözükmemektedir. Zira, tuz bakımından toprakların 3/4'ü tuzsuz ve diğer kısmı çok hafif ve hafif tuzlu durumdadır. Çok hafif ve hafif tuzlu alanlarda çeltik tarımı sorunsuz bir şekilde sürdürülmektedir.
4. Yöre toprakları kireç bakımından; 1/2'si kireçsiz ve çok az kireçli, 1/7 az kireçli, 1/5'i orta kireçli ve kireçli ve 1/10'u ise çok kireçli sayılabilir. Kireçsiz ve çok az kireçli olan alanların bir kısmında asit

reaksiyon nedeniyle kireçlemeye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu da, üreticiye maliyeti nedeniyle yörede yetersiz oranda yapılmaktadır. Çok kireçli alanlarda ise, özellikle meyvecilik yapıldığı durumlarda sorunlar ortaya çıkmaktadır.

5. Organik madde bakımından 1/5'i çok az, 3/5'i az, 1/5'i ise orta ve zengin durumdadır. Yöre topraklarında organik madde düzeyinin yetersizliğinden kaynaklanan fiziksel toprak özellikleriyle ilgili sorunlar belirtmeye başlamıştır. Özellikle yazlık ürünlerde ekim sonrası kabuk oluşumu ve bitki çıkışının engellenmesi sonucu önemli maddi kayıplar meydana gelmektedir. Organik madde miktarını artıracak yeşil gübreleme, organik gübre ve materyallerin uygulanmasında yarar görülmektedir.
6. Yöre topraklarında, yayıvılı fosfor miktarı, 1/5'inde yetersiz ve çok yetersiz, 1/4'ü orta, 3/10'unda yüksek ve 1/5'i çok yüksek olarak belirlenmiştir. Yöredeki tarım alanlarında, gübrelemeden kaynaklanan fosfor birikim alanları mevcuttur. Üreticilerimizi toprak analizine yaptırmaya yönlendirerek, gereksiz fosforlu gübre kullanımından uzak tutmalıyız.
7. Trakya'da tarım yapılan topraklar ekstrakte edilebilir potasyum bakımından, 1/10'u yetersiz ve çok yetersiz, 2/5'i orta ve zengin ve 3/5'i zengin ve çok zengin sınıfında yer almıştır. Yöre topraklarında potasyum noksanlığı az görülse de, oluşturacağı etki bakımından ihmal edilmemelidir. Potasyum bir makro besin elementidir ve bitkiler tarafından bol miktarda kullanılmaktadır. Bazı kompoze gübrelerin yapısında bulunsa da (15-15-15 gibi), sadece potasyum içeren potasyumlu gübrelerin (potasyum sülfat gibi) de bayilerde bulunmasında ve ulaşılabilir olmasında yarar vardır.
8. Ekstrakte edilebilir magnezyum bakımından ise; 1/10'u yetersiz ve çok yetersiz, 3/5'i orta ve 2/5 i ise yüksek ve çok yüksek düzeylerde yöre topraklarında belirlenmiştir. Yörede eksikliği, büyük ölçüde asit reaksiyonlu topraklarda görülmektedir. Yetersiz alanlarda eksikliğin giderilmesi tarımsal üretim bakımından yararlı olacaktır.
9. Trakya Yöresi tarım topraklarının DTPA ile ekstrakte edilebilir demir içerikleri incelendiğinde, yetersiz sınıfa giren demir içeriğine sahip toprakların oranının % 8 olduğu görülmektedir. Bu oran düşük de olsa, toprak analiz ile demir noksanlığı belirlenen alanlara bu noksanlığı giderecek topraktan ve yapraktan gerekli gübreleme uygulamaları yapılmalıdır. Hatta bu alanda, yörenin ana münavebe ürünleri olan buğday ve ayçiçeği gelişmesine ve verimine etkileri araştırma konusu üzerinde araştırmalar yapılabilir.

Sonuç olarak; yörede çok sayıda toprak analiz laboratuvarının bulunması, bu laboratuvarların gelişmişlik, altyapı düzeyi, yeterli eğitim, araştırma, yönetim ve uygulamaya da yansıtılarak, tarım alanlarında toprak özelliklerinin ana materyale bağlı olmayan (bünye, kireç gibi) tarımsal üretimde sınırlandırıcı faktör olan diğer özelliklerini (pH, organik madde fosfor, potasyum, magnezyum, demir) iyileştirebiliriz.

Kaynaklar

- Anonim, 1984a. Edirne ili verimlilik envanteri ve gübre ihtiyaç raporu. T.C. Tarım Orman ve Köyşleri Bakanlığı Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları, TOVEP Yayın No: 14, Genel Yayın No: 742, Ankara.
- Anonim, 1984b. Kırklareli ili verimlilik envanteri ve gübre ihtiyaç raporu. T.C. Tarım Orman ve Köyşleri Bakanlığı Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları, TOVEP Yayın No: 20, Genel Yayın No: 752, Ankara.
- Anonim, 1984c. Tekirdağ ili verimlilik envanteri ve gübre ihtiyaç raporu. T.C. Tarım Orman ve Köyşleri Bakanlığı Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları, TOVEP Yayın No: 13, Genel Yayın No: 741, Ankara.
- Bahar E, 2014, Marmara Bölgesi Trakya Bölümü topraklarının kuraklık hassasiyet analizi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. Basılmamış.
- Bouyoucos GJ, 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal* 43: 434-438
- Eyüpoğlu F, Kurucu N, Talaz S, 1998. Türkiye topraklarının bitkiye yayıvılı bazı mikro elementler (Fe, Cu, Zn, Mn) bakımından genel durumu, KHGM. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müd. Yayınları.
- Lindsay WL, Norvell WA, 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society America Journal* 42: 421-428.
- Methods of Soil Analysis-Part II, 1982. Chemical and Microbiological Properties, 2nd ed. ASA-SSSA, Agronomy Nomograph No:9, Madison, WI.
- Richards LA, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. United States Department of Agriculture Handbook, s:60-94.
- Taşova H, Akın A, 2013. Marmara Bölgesi topraklarının bitki besin maddesi kapsamalarının belirlenmesi, veri tabanının oluşturulması ve haritalanması. 6. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi. 03-07 Haziran 2013 Nevşehir, s:279-281.
- Zbíral J, 2016. Determination of plant-available micronutrients by the Mehlich3 soil extractant – a proposal of critical values. *Plant Soil and Environment* 62(11): 527-531.



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

<http://dergi.toprak.org.tr>



Toprak kalınlığına bağlı oluşan yükün toprak gerilimine etkisi

Coşkun Gülser, İmanverdi Ekberli *

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

Özet

Toprak geriliminin değerlendirilmesi, toprak yönetimi ile ilgili kültürel işlemlerin uygun zamanda yapılması, verimliliğinin artırılması ve toprak yönetimi açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada katı ortamdaki gerilim ve deformasyon; gerilim ve deformasyon arasındaki fonksiyonel ilişki teorik olarak incelenmiştir. Toprak yüzeyindeki yük miktarından kaynaklanan toprak gerilimini değerlendirmek için gerilim ve deformasyon arasındaki zamana bağlı olmayan denklemler kullanılarak analitik bir ifade elde edilmiştir. Elde edilen bu ifadeden toprağın özgül ağırlığına bağlı olarak farklı derinlikler için gerilim değerleri hesaplanmıştır. Toprağın düşey yüzeyel geriliminin özgül ağırlık ve toprak derinliği ile doğru orantılı olduğu saptanmıştır. Topraktaki yük miktarı veya toprak derinliğinin artışı, özgül ağırlık artışı ile karşılaştırıldığında toprakta gerilimi daha fazla etkilemektedir. Özgül ağırlık 2.50-2.80 kg/m³ aralığında değiştiğinde, kumlu bir toprak için Poisson sayısı (ν)'nın ortalama 0.25 olması durumunda, 0.2 cm toprak derinliği için gerilim 0.0327-0.0366 kPa; 5.0 cm derinliği için 0.8175-0.9156 kPa aralığında değişmektedir. Killi bir toprak için ise, Poisson sayısı 0.40 alındığında, 0.2 cm toprak derinliğinde gerilim 0.0163-0.0183 kPa; 5.0 cm derinliğinde ise 0.4087-0.4578 kPa aralığında belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Deformasyon, gerilim, Poisson sayısı, yük, toprak kalınlığı.

Effect of load occurred by soil thickness on soil stress

Abstract

Evaluation of soil stress is important to soil management and related cultural processes to be done in appropriate time, and also important to soil fertility and conservation. In this study, stress and deformation in solid media; the functional relation between stress and strain were investigated theoretically. To evaluate the soil stress due to load on soil surface, an analytical statement was obtained using the time-independent equations between stress and deformation. Soil stress values for different soil depths were calculated using soil particle density values in this expression. The vertical surface stress was found to be directly proportional with particle density and soil depth. Increment in soil depth is more effective on soil stress than increment in particle density. When particle density ranged from 2.50 to 2.80 kg/m³ and average Poisson number was 0.25, soil stress values for a sandy soil varied between 0.0327 and 0.0366 kPa in 0.20 cm soil depth, and between 0.8175 and 0.9156 kPa in 0.50 cm soil depth. When average Poisson number 0.40, clay soil stress values varied between 0.0163 and 0.0183 kPa in 0.20 cm soil depth, and between 0.4087 and 0.4578 kPa in 5.0 cm soil depth.

Keywords: Deformation, stress, Poisson number, load, soil thickness.

© 2019 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Reoloji özel bir bilim dalı olup, cisimlerin yük, şekil değiştirme ve zaman faktörleri altındaki gerilim, deformasyon, esneklik, genel akış vb. davranışlarını incelemektedir. Hidrodinamik, hidrolik, esneklik ve plastiklik teorisi, kesintisiz ortam mekaniği gibi bilim dalları da dolayısıyla reoloji teorisine dayanmaktadır (Burov ve Cloetingh, 1997; Qi ve Hou, 2006; Burov, 2011; Hart ve ark., 2011). Doğada bulunan tüm kristal yapıda masif kaya biçimindeki cisimler dış kuvvetlerin etkisi sonucunda pratik olarak toprağa dönüşebilmektedir. Bu nedenle, reoloji kurallarının aslında toprağa uygulanması mümkün gözükmektedir (Vyalov, 1986; Or ve Ghezzehei, 2002; Markgraf ve ark., 2006; Starovoitov ve Naghiyev, 2013). Toprak reolojisinde, zamanla gelişen ve tersi olmayan kalıntı deformasyonla ilişkili olan süreçlere (gerilme, sıkışma, parçalanma vb.) bakılmaktadır. Reolojik özelliklerin değişimi, bitki-kök sisteminin gelişiminde ve toprak

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 326 312 19 19
E-posta : iman@omu.edu.tr

Geliş Tarihi : 21 Mayıs 2018
Kabul Tarihi : 12 Nisan 2019

e-ISSN : 2146-8141
DOI : 10.33409/tbbbd.595142

işlemede büyük öneme sahip olan fiziksel toprak özelliklerine de etki yapmaktadır. Optimum toprak işleminin yapılması, gerilimin etkisiyle oluşan deformasyonun az olduğu anda mümkün olmaktadır.

Kısmen doymuş bir toprak bileşeni üzerindeki harici yüklerin bir sonucu olarak, iki toprak parçacığı arasındaki sıvı yerinden taşınır ve toprak parçacıkları arasındaki temas yüzey alanı artar. Artan temas yüzey alanı, toprak bileşenlerinin deformasyonuna bağlıdır. Metal malzemeler için belirlenen gerilim-deformasyon ilişkisi, toprak bileşenlerinin deformasyonunu tanımlayamaz. Metaller dışındaki diğer malzemeler için geliştirilmiş gerilim-deformasyon ilişkileri toprağa uygulanabilir (Prevost ve Höeg, 1975; Terzaghi ve ark., 1996, Richards, 2001). Toprağın reolojik özelliklerinin değişimi, toprak işleme ve bitki kök sisteminin gelişiminde önemli faktör olan fiziksel özellikler üzerinde de etkilidir. Gerilim tarafından daha az deformasyon meydana geldiğinde optimum toprak işleme sürdürülebilir olarak yapılmaktadır. Toprak taşınım ve birikim süreçleri sonucunda toprak kalınlığı birikim sahalarında artmakta, gerilim, deformasyon vb. reolojik özellikler değişmektedir. Bu durum toprağın fiziksel özelliklerinin optimum düzeyde olmasına olumsuz yönde etki yapmaktadır. Toprak gerilimi besin maddesi, su ve tuz taşınımı gibi olaylar üzerinde de etkiye sahiptir.

Zemin mekaniğinde, özellikle toprakta reolojik özellikleri ifade eden denklemler iki çeşittir. Gerilim ve deformasyon arasındaki ilişkiyi ifade eden denklemlerin birinde zaman göz önüne alınmazken diğerinde alınmaktadır. Dolayısıyla ortam yüzeyine etki eden ve zamana göre çeşitli ilişkilerle ifade olunan kuvvet değişimi birinci çeşit denklemlerde kullanılmamaktadır (Koltunov ve ark. 1983).

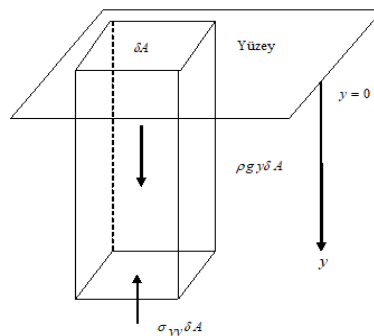
Bu çalışmanın amacı, gerilim ve deformasyon arasındaki zamana bağlı olmayan denklemlerden elde edilecek analitik ifadeyle, toprakta farklı özgül ağırlık ve kalınlıklarda oluşabilecek yük değerleri için toprak geriliminin değerlendirilmesidir.

Materyal ve Yöntem

Topraktaki gerilim sürecinin nicel olarak değerlendirilmesi zamana bağlı olmayan gerilim-deformasyon denklemleriyle ilişkilidir. Bu denklemlerin kullanılmasında gerilim durumunun izotrop olması, toprağın x, y, z koordinatları yönünde gerçekleşen üç temel gerilim ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$) ve deformasyon ($\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$) durumu göz önüne alınmaktadır. Gerilim-deformasyon denklemleri, toprak verileri (derinlik, özgül ağırlık), birikim sonucu meydana gelen yükün toprak yüzeyinde oluşturabileceği toprak gerilimini ifade etmek için elde edilen analitik ifade, bu çalışmanın materyallerini oluşturmaktadır. Bu analitik ifadenin oluşturulmasında matematiksel yaklaşım yöntemi kullanılmıştır (Ekberli, 2008).

Katı Ortamda Gerilim ve Deformasyon

Toprağın gerilim ve deformasyon durumu, toprak yüküne ve üzerine uygulanan mekaniksel kuvvetlere önemli düzeyde bağlıdır. Birim alandan geçen ve en küçük tanecikler (atomlar) arasındaki karşılıklı etki sonucunda yayılan kuvvet, ortamın gerilimini ifade etmektedir. Ortam yüzeyine dikey olarak etki eden kuvvet normal gerilim, yüzeye yatay olarak etki eden gerilim ise kayma olarak tanımlanmaktadır. Katmanlar üzerine olan normal gerilimlerin ortalama değerleri ise basıncı göstermektedir. Esnek (elastik) katı ortamda gerçekleşen gerilim ortamda deformasyon oluşturmaktadır. Katı ortamın başlangıç uzunluğunun uzunluk artışına oranı normal deformasyonu ifade etmektedir. Ortamda ayrılan dik açının deformasyon sonucunda azalmasının yarısı kayma (yersizme) deformasyonunu belirlemektedir. Esnek bir ortam olan toprağın yüzeyine dikey yönde etki yapan kuvvet gerilim oluşturmaktadır, dolayısıyla toprakta deformasyonu oluşmaktadır. Toprak yüzeyine uygulanan harici mekaniksel kuvvetler veya aşınan toprak kütlelerinin çukur sahalardaki toprak yüzeyinde birikimiyle oluşan yük miktarının artışı sonucunda da toprak yüzeyi sürekli olarak deformasyona uğramaktadır.



Şekil 1. Ortamın düşey sütununa etki eden ağırlık ve yüzeysel kuvvetler

Birim hacimde ağırlık kuvveti ρg (ρ - özgül ağırlık, $gr\,cm^{-3}$; $g \approx 9.81\,m\,sn^{-2}$ - yerçekimi ivmesi) olarak, ortamın y uzunluğunda, δA alana sahip kesitindeki toplam ağırlık kuvveti $\rho g y \delta A$ olmaktadır (Şekil 1). Bu kuvvete eşit (dengeleyici) olan ters yöndeki yüzeysel kuvvet ise $\sigma_{yy} \delta A$ 'dır. Bu durumda, yan yönlerden dikey kuvvetlerin etki etmediği ve ρ 'nın sabit olduğu varsayılmaktadır. Böylece, $\sigma_{yy} = \rho g y$ birim alanda yüzeye dikey olarak yönelen kuvvet olup, normal gerilimi (litostatik gerilimi veya basıncı) ifade etmektedir. Bu kuvvet derinlik boyunca doğrusal olarak artmaktadır. Katı ortamın gerilim ve deformasyon durumu, temel gerilim ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$) ve deformasyon ($\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$) değerlerine göre belirlenmektedir.

Bulgular ve Tartışma

Katı Ortamda Gerilim ve Deformasyon Arasındaki Fonksiyonel İlişki

Katı ortamın gerilimiyle deformasyonu doğrusal olarak bağıntılı, mekanik özellikleri ise yöne bağlı değilse, doğrusal ve izotrop olan esnek katı ortam oluşmaktadır. Bu ortamda gerilim ve deformasyonun temel eksenleri örtüşmektedir. Temel eksenlerle ilişkili olan koordinat sisteminde gerilim ve deformasyon arasındaki zamana bağlı olmayan bağıntı aşağıdaki gibidir (Turcotte ve Schubert, 1985):

$$\sigma_1 = (\lambda + 2G)\varepsilon_1 + \lambda\varepsilon_2 + \lambda\varepsilon_3 \quad (1)$$

$$\sigma_2 = \lambda\varepsilon_1 + (\lambda + 2G)\varepsilon_2 + \lambda\varepsilon_3 \quad (2)$$

$$\sigma_3 = \lambda\varepsilon_1 + \lambda\varepsilon_2 + (\lambda + 2G)\varepsilon_3 \quad (3)$$

Burada, λ ve G ortamın esneklik modülleri veya Lamé parametreleridir (aynı zamanda G 'ye kayma modülü (yersizme parametresi) de denilmektedir).

Ortamın doğrusal ve izotrop özelliğine göre, ε deformasyonunun etkisi ile aynı yönde $(\lambda + 2G)\varepsilon$ gerilimi oluşmakta ve diğer iki $\lambda\varepsilon$ gerilimleri ise karşılıklı dikey yönde olmaktadır.

$E = \frac{G(2G + 3\lambda)}{G + \lambda}$ ve $\nu = \frac{\lambda}{2(G + \lambda)}$ olarak, (1) - (3) eşitliklerinden deformasyon ögeleri aşağıdaki gibi elde olunur:

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{E}\sigma_1 - \frac{\nu}{E}\sigma_2 - \frac{\nu}{E}\sigma_3 \quad (4)$$

$$\varepsilon_2 = -\frac{\nu}{E}\sigma_1 + \frac{1}{E}\sigma_2 - \frac{\nu}{E}\sigma_3 \quad (5)$$

$$\varepsilon_3 = -\frac{\nu}{E}\sigma_1 - \frac{\nu}{E}\sigma_2 + \frac{1}{E}\sigma_3 \quad (6)$$

Burada, E ve ν ortamın (toprağın) esneklik özelliğini ifade etmekte, sırasıyla Young modülü (veya elastiklik modülü) ve Poisson sayısı olarak adlandırılmaktadır.

Young modülü toprağın kuvvet altında elastik biçimini değiştirme ölçüsünü, Poisson sayısı ise boyuna uzanma ile enine büzülme arasındaki oranın sabit olduğu değeri göstermektedir (Poulos ve Davis, 1974; Terzaghi ve ark., 1996). Bazı maddeler için E , G ve ν değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Bazı maddelerin esneklik değerleri

Madde	ρ , gr/cm^3	E , 10^{11} Pa	G , 10^{11} Pa	ν
Kil	2.1-2.7	0.1-0.3	0.14	0.35-0.45
Kum	2.2-2.7	0.1-0.6	0.04-0.30	0.20-0.30
Kireç	2.2-2.8	0.6-0.8	0.20-0.30	0.25-0.30
Dolomit	2.2-2.8	0.5-0.9	0.30-0.50	
Mermer	2.2-2.8	0.3-0.9	0.20-0.35	0.10-0.40
Bazalt	2.95	0.6-0.8	0.30	0.25
Granit	2.65	0.4-0.7	0.20-0.30	0.10-0.25
Buz	0.9		0.092	0.033

Bir eksenli deformasyonda, deformasyon ögelerinin biri sıfırdan farklı olmaktadır. $\varepsilon_1 \neq 0$ ($\varepsilon_2 = 0$ ve $\varepsilon_3 = 0$) olması durumunda gerilim ve deformasyon arasındaki ilişkiyi ifade eden (1) - (3) eşitliklerinden

$$\sigma_1 = (\lambda + 2G)\varepsilon_1 \quad (7)$$

$$\sigma_2 = \sigma_3 = \lambda\varepsilon_1 = \frac{\lambda}{\lambda + 2G}\sigma_1 \quad (8)$$

(4) - (6) eşitliklerinden ise

$$\sigma_2 = \sigma_3 = \frac{\nu}{1-\nu}\sigma_1 \quad (9)$$

$$\sigma_1 = \frac{(1-\nu)E\varepsilon_1}{(1+\nu)(1-2\nu)} \quad (10)$$

elde edilir.

(7) - (10) ifadelerini kullanarak, ortamın (toprağın) esneklik özelliğini ifade eden ve toprakların mekanik özelliklerinin değişiminin değerlendirilmesinde kullanılabilen λ , G ve ν , E parametreleri arasındaki ilişkiler aşağıdaki gibi bulunur:

$$\lambda = \frac{E\nu}{(1+\nu)(1-2\nu)} ; \quad G = \frac{E}{2(1+\nu)}$$

Farklı Yük Miktarları Altında Toprak Geriliminin Belirlenmesi

Bir eksenli deformasyon denkleminin, bir biriyle ters süreçler olan aşınma ve çöküntü birikiminde kullanılması mümkündür (Jaeger ve Gook, 1976; Turcotte ve Schubert, 1985). Genel olarak deformasyon öncesi toprak yüzeyinin başlangıç gerilim durumu normal olmaktadır. Bu nedenle, toprağın h derinliğinde temel gerilimler $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = \rho gh$ gibi ifade edilir. Toprağın h katmanındaki yük olmadığında ise yüzeydeki dikey gerilim $\bar{\sigma}_1 = 0$ olur. Bu durumda, dikey gerilimin değişimi $\Delta\sigma_1 = \bar{\sigma}_1 - \sigma_1 = -\rho gh$ elde edilir. $\varepsilon_2 = 0$ ve $\varepsilon_3 = 0$ durumunda elde edilen (9) ifadesi aşağıdaki gibi olmaktadır:

$$\Delta\sigma_2 = \Delta\sigma_3 = \frac{\nu}{1-\nu}\Delta\sigma_1 = -\frac{\nu}{1-\nu}\rho gh$$

Bu durumda, düşey yüzeysel gerilim aşağıdaki biçimde ifade edilir:

$$\bar{\sigma}_2 = \bar{\sigma}_3 = \sigma_2 + \Delta\sigma_2 = \rho gh - \frac{\nu}{1-\nu}\rho gh = \left(1 - \frac{\nu}{1-\nu}\right)\rho gh = \frac{1-2\nu}{1-\nu}\rho gh \quad (11)$$

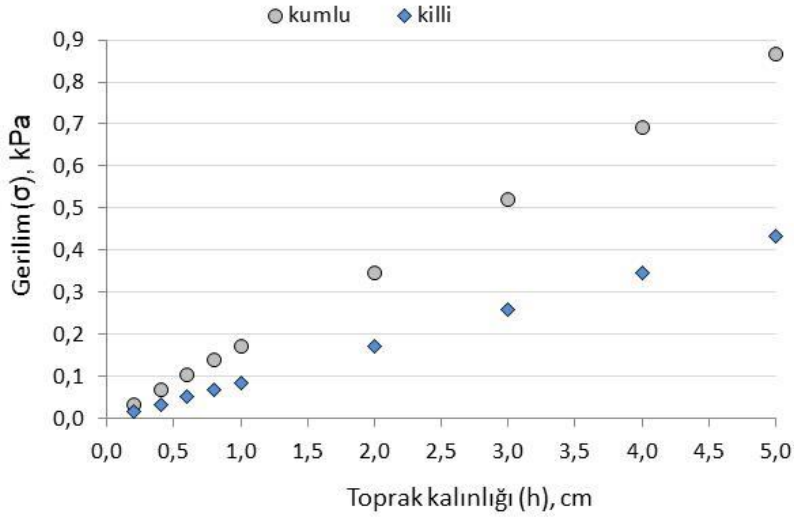
Kum ve kil bünyeli toprak için sırasıyla $\nu = 0.25$ ve $\nu = 0.40$ değerleri kabul edildiğinde (Çizelge 1), toprağın farklı özgül ağırlık (ρ) ve derinlikteki (h) katmanlarında oluşacak yük altında, toprağın düşey yüzeysel gerilim değerleri (11) ifadesinden hesaplanarak Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Farklı toprak kalınlıkları altında kumlu ve killi toprağın düşey yüzeysel gerilim değerleri (kPa)

$\rho, gr\ cm^{-3}$	h, cm								
	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
Kumlu toprak									
2.50	0,033	0,065	0,098	0,131	0,163	0,327	0,491	0,654	0,818
2.65	0,035	0,069	0,104	0,139	0,173	0,347	0,520	0,693	0,867
2.80	0,037	0,073	0,110	0,147	0,183	0,366	0,544	0,733	0,916
Killi toprak									
2.50	0,016	0,033	0,049	0,065	0,082	0,164	0,245	0,327	0,409
2.65	0,017	0,035	0,052	0,069	0,087	0,173	0,260	0,347	0,433
2.80	0,018	0,037	0,055	0,073	0,092	0,183	0,275	0,366	0,458

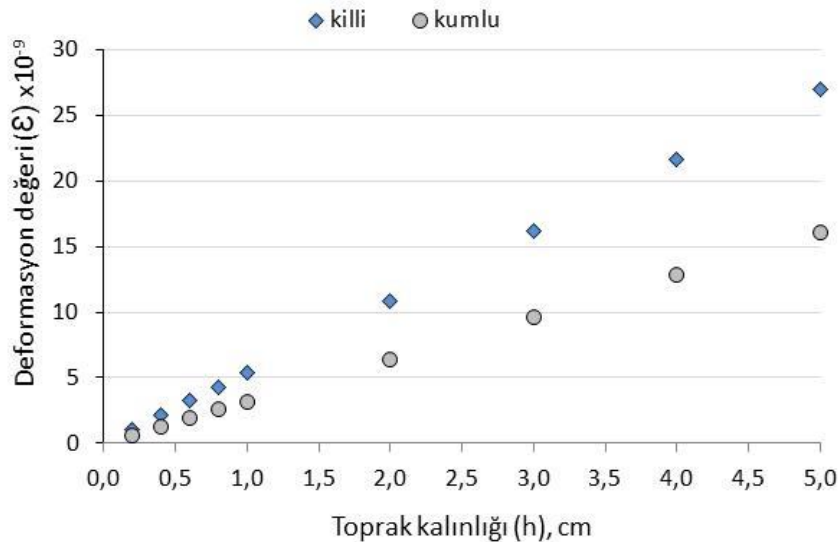
Toprağın düşey yüzeysel gerilimi özgül ağırlık ve toprak derinliği ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Toprağın Poisson sayısı ile gerilim değerleri ise ters yönde değişmektedir. Özgül ağırlığın artışı, toprak

derinliğinin artışı ile karşılaştırıldığında gerilimi daha az etkilediği görülmektedir. Toprak derinliği toprak yüzeyindeki yük miktarını etkilediğinden, gerilimin değişimi toprak derinliğinin değişiminden daha fazla etkilenmektedir. Toprak derinliğindeki artışa bağlı olarak 2.65 g cm^{-3} sabit özgül ağırlığa sahip farklı bünyeye sahip topraklarda gerilim miktarının (kPa) değişimi Şekil 1’de verilmiştir. Aynı kalınlıktaki yük altında kil bünyeli topraklarda kum bünyeli topraklara göre daha fazla boşluk bulunduğu için, kil bünyeli topraklarda kum bünyeli topraklara göre daha az gerilim oluşmaktadır. Aynı özgül ağırlığa sahip kum bünyeli topraklarda toplam boşluk miktarının azalması yüzeyde oluşacak yükün kütledeki artışa bağlı olarak toprakta daha fazla bir boyutlu gerileme neden olmaktadır.



Şekil 1. Toprak kalınlığına bağlı olarak farklı bünyeli topraklarda gerilimin değişimi ($\rho=2.65 \text{ g cm}^{-3}$).

Toprak yüzeyindeki yüke bağlı oluşan gerilim, toprağın esnekliğine neden olmakta ve toprağın strüktür-mekanik özelliklerine de negatif etki yapmaktadır. Aynı zamanda, gerilimin etkisi sonucunda toprak zerrecikleri arasındaki mesafe değişmekte ve deformasyon oluşmaktadır. Toprak derinliğindeki artışa bağlı olarak 2.65 g cm^{-3} sabit özgül ağırlığa sahip farklı bünyeye sahip topraklarda oluşan deformasyon değişimi eşitlik 10 yardımıyla hesaplanmış ve Şekil 2’de verilmiştir. Kil bünyeli topraklarda toprak yüzeyindeki yük kalınlığı arttıkça oluşan deformasyon miktarı kum bünyeli topraklara göre daha fazla olmaktadır.



Şekil 2. Toprak kalınlığına bağlı olarak farklı bünyeli topraklarda deformasyonun değişimi ($\rho=2.65 \text{ g cm}^{-3}$).

Toprak sıcaklığı ve nemi de gerilim-deformasyon düzeyine önemli düzeyde etki yapmaktadır. Toprağın hacimsel deformasyonu, azalan hacim büyüklüğünde artan gözenek suyu basıncına bağlı olarak toprak su ile doyduğunda özellikle tehlikeli olabilir. Toprak zerreciklerine yukarı yönde etki eden kuvvet, yerçekimi tarafından aşağı yönde oluşan kuvvetten daha küçük ise, toprak zerreciklerinin taşınma tehlikesi

bulunmamaktadır (Verruijt, 2012). Bu nedenle, toprak yüzeyindeki kayma gerilmesi, toprak zerrecikleri üzerinde etkili olan yerçekimi kuvvetinden daha büyükse, özellikle doymuş koşullarda toprak kaybı meydana gelebilir. Bu konunun daha da geliştirilmesi için, toprakta gerilim süreçlerine etki yapan diğer faktörlerin göz önüne alınması; konuyla ilgili çeşitli toprak işleme, rutubet, sıcaklık ve toprak özelliklerinde arazi çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Araştırma deneysel ve teorik bilgilere bağlı olduğundan farklı disiplinlerin bir araya gelmesi konun aydınlatılması bakımından önemlidir.

Kaynaklar

- Burov EB, 2011. Rheology and strength of the lithosphere. *Marine and Petroleum Geology* 28:1402-1443.
- Burov E, Cloetingh C, 1997. Erosion and rift dynamics: new thermomechanical post-rift evolution of extensional basins. *Earth and Planetary Science Letters* 150: 7-26.
- Ekberli İ, 2008. Sistemli yaklaşımla ekosistemin analizinde matematiksel modelleme yöntemi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat fakültesinin Dergisi* 23(3):170-182.
- Hart JK, Rose KC, Martinez K, 2011. Subglacial till behaviour derived from in situ wireless multi-sensor subglacial probes: Rheology, hydro-mechanical interactions and till formation. *Quaternary Science Reviews* 30: 234-247.
- Jaeger JG, Gook NGW, 1976. Fundamentals of rock mechanics. London: G Chapman and Hall, 585 p.
- Koltunov MA, Kravchuk AS, Majboroda VP, 1983. Applied mechanics of deformable solid body. Press Vysshaja Shkola, Moscow (in Russian), 349 p.
- Markgraf W, Horn R, Peth S, 2006. An approach to rheometry in soil mechanics-Structural changes in bentonite, clayey and silty soils. *Soil & Tillage Research* 91: 1-14.
- Or D, Ghezzehei TA, 2002. Modeling post-tillage soil structural dynamics: a review. *Soil & Tillage Research* 64: 41-59.
- Poulos HG, Davis EH, 1974. Elastic solutions for soil and rock mechanics. New York, John Wiley and Sons, 411 p.
- Prevost JH, Höeg K, 1975. Soil mechanics and plasticity analysis of strain softening. *Geotechnique* 25 (2): 279-297.
- Richards R, 2001. Principles of solid mechanics. CRC Press LLC, USA, 446 p.
- Starovoitov E, Naghiyev FB, 2013. Foundations of the theory of elasticity, plasticity, and viscoelasticity. Apple Academic Press, Toronto, 364 p.
- Qi P, Hou YJ, 2006. Mud mass transport due to waves based on an empirical rheology model featured by hysteresis loop. *Ocean Engineering* 33: 2195-2208.
- Terzaghi K, Peck, RB, Mersi G, 1996. Soil mechanics in engineering practice. John Wiley Sons, Inc. New York, 549 p.
- Turcotte DL, Schubert G, 1985. Geodynamics. Applications of Continuum Physics to Geological Problems, Volume 1, Press Mir, Moskow (in Russian), pp. 121-218.
- Verruijt A, 2012. Soil mechanics. Delft University of Technology, Netherlands, 331 p.
- Vyalov SS, 1986. Rheological fundamentals of soil mechanics. Elsevier, Amsterdam, 565 p.



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

<http://dergi.toprak.org.tr>



Kabuk bağlama problemi bulunan bir toprağın ıslahına sıvı hümik asit uygulamasının etkisinin inkübasyon çalışmasında belirlenmesi

İlknur Gümüş *

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Konya

Özet

Zayıf yapısal özellikler sahip toprakların en önemli problemlerinden bir tanesi yüzeyde kaymak tabakası oluşmasıdır. Özellikle genç alüvyal topraklarda taşınma esnasında toprak yapıları bozularak agregat stabilitesi düşmektedir. Bu tip topraklarda tekrar yapısal gelişimi ve agregat stabilitesi artışı, özellikle kurak ve yarı kurak alanlarda, yağış yetersizliği nedeniyle uzun zaman almaktadır. Konya ovası topraklarında da bu durum yaygın olarak görülmektedir. Bu nedenle yapılan çalışmada, sıvı hümik asit uygulamasının kil tekstürlü, zayıf yapısal özelliğe sahip bir toprağın agregat stabilitesi ve kırılma değeri ile bazı kimyasal özellikleri üzerine etkileri inkübasyona çalışmasında belirlenmiştir. Çalışma laboratuvar koşullarında yürütülmüş olup; %0.5, %1, %2 ve %4 dozlarında uygulanan sıvı hümik asit etkileri 25, 50 ve 75 günlük inkübasyon süreleri boyunca ölçülmüştür. Araştırmada sıvı hümik asit uygulamalarının kabuk oluşumunu doğrudan etkileyen toprak özelliklerinden olan kırılma değeri, agregat stabilitesi ve organik karbon ile toplam azot, pH ve elektriksel iletkenlik (EC) değişimine etkileri incelenmiştir. Buna göre, kırılma değerlerinde kontrole göre tüm inkübasyon sürelerinde düşüş tespit edilmiş olup, inkübasyonun 25. gününde %4 sıvı hümik asit uygulaması kırılma değerini %38.6 oranında azaltırken; inkübasyonun 50. gününde %4 sıvı hümik asit uygulaması agregat stabilitesini %81.4 oranında artırmıştır. pH üzerine uygulamaların etkisi önemsiz çıkmış, EC değerini 25, 50 ve 75 günlük inkübasyon periyotlarında en yüksek hümik asit uygulaması kontrole göre sırasıyla %73.3, 79.4 ve 77.5 oranlarında artırmıştır. Ayrıca sıvı hümik asidin uygulama dozu artışına bağlı olarak toprağın organik karbon, toplam azot içerikleri de artışlar göstermiştir. Buna göre, sıvı hümik asit uygulamasının 25 günlük bir inkübasyon süresinde dahi toprakların ölçülen fiziksel ve kimyasal özelliklerinde değişiklikler ve iyileştirmeler yapabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Agregat stabilitesi, kırılma değeri, sıvı hümik asit, zayıf yapısal.

Composing the database of thrace soils and some soil characteristics

Abstract

One of the most important problems of soils endowed with weak structural characteristics is the formation of crust layer on the surface. Especially in a young alluvial soils, aggregate stability decreases by degrading soil structures during transportation. Due to insufficient precipitation, rebuilding of structure development and increasing aggregate stability in these types of soils, especially in arid and semi-arid areas, take a long time. This situation is common in Konya plain. Therefore, in the study, the effects of liquid humic acid application on the aggregate stability and rupture value, as well as some chemical properties of a clay textured and weak structured soil were determined under incubation experiment. The study was conducted under laboratory conditions; the effects of liquid humic acid applied at a dose of 0.5, 1, 2 and 4% were measured during incubation period of 25, 50 and 75 days. In this research, the effects of liquid humic acid applications on soil crusting formation, which directly affect modulus of rupture value, aggregate stability and organic carbon and total nitrogen, pH and electrical conductivity (EC) changes, were investigated. According to the results, it was found that modulus of rupture values decreased in all incubation periods in comparison with control and while application of 4% of liquid humic acid decreased modulus of rupture value by 38.6% on the 25th day of incubation, 4% liquid humic acid application increased the aggregate stability by 81.4% on the 50th day of incubation. The effect of the applications on pH was insignificant, and the highest value of EC in 25, 50 and 75 days of incubation period increased by 73.3, 79.4 and 77.5%, respectively at the highest applied dose of liquid humic acid relative to the control. Additionally, it was observed that organic carbon and total nitrogen contents of the soil increased with increasing application doses. Accordingly, it was determined that the application of liquid humic acid could make changes and improvements in the measured physical and chemical properties of soils within the 25-day of incubation period.

Keywords: Aggregate stability, modulus of rupture, liquid humic acid, weak structure.

© 2019 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 332 2232932

E-posta : ersoy@selcuk.edu.tr

Geliş Tarihi : 31 Ocak 2019

Kabul Tarihi : 21 Mayıs 2019

e-ISSN : 2146-8141

DOI : 10.33409/tbbbd.595146

Giriş

Toprakların verimlilik potansiyelleri, onların doğal yaşam gücünün korunup, geliştirilmesi ve sürdürülebilmesi için fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısının korunması ve iyileştirilmesi ile mümkün olacaktır. Buldukları ekosistemdeki özelliklerine bağlı fonksiyonlarını dikkate alınmadan yapılan yanlış kullanım ve yönetimler, toprakların özelliklerinin kısa sürede bozulmasına neden olmakta ve potansiyellerinin üst limitlerinde kullanımlarını kısıtlamaktadır. Toprakların strüktürel özelliklerinin korunması ve geliştirilmesi, verimli ve sürdürülebilir kullanımına temel teşkil etmektedir. Toprakların strüktürel dayanıklılığı ve erozyona karşı duyarlılığı hem bitki yetiştiriciliği ve hemde toprak yönetimi açısından oldukça önemlidir. Toprağın fiziksel, kimyasal, biyolojik özelliklerinin yanı sıra çevre koşulları, iklim gibi faktörlerde verimlilik üzerine kısmi olarak etki etmektedir. Ülkemiz genelde kurak, yarı kurak ve yarı nemli iklim kuşağında yer almaktadır. Yarı kurak ve kurak iklim kuşağındaki alanlar yaklaşık ülke alanının % 65 'ini kapsamaktadır. Özellikle bölgemiz gibi kurak ve yarı kurak ekosistemlerde toprakların strüktürel gelişimleri yavaş olmakta ve yanlış amenajman uygulamaları ile kısa sürede bozulabilmektedir (Bal ve ark., 2011). Kurak ve yarı kurak bölgelerde strüktürel bozulmaya bağlı olarak ortaya çıkan en önemli problemlerden biri kabuk bağlama problemidir. Kaymak tabakası çimlenen tohumdan çıkan sürgünlerin toprak yüzeyine ulaşmasını zorlaştırmakta ve bu olumsuz etkisinden dolayı, daha bitkisel üretimin başlangıcında büyük kayıplara sebep olabilmekte, oluşan verim kaybı işletme karını da düşürmektedir. Kaymak tabakası, hem toprak içerisindeki hem de toprak ile atmosfer arasındaki su ve hava hareketlerini engellediği için bitki gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca, kaymak tabakası sızmayı azalttığı için, toprakta depolanan su miktarını ve dolayısıyla bitkilere faydalı su içeriğini düşürmekte, infiltrasyonu azaltarak yüzey akışı arttırmakta ve erozyonun artmasına sebep olmaktadır. Bu problem esasen sadece yapılan çalışmada kullanılan toprak örneğinin alındığı S.Ü. Ziraat Fakültesi, Sarıcalar deneme istasyonundaki topraklarda görülen bir problem olmayıp, kurak ve yarı kurak bölgelerdeki özellikle ince kum ve silt içeriği yüksek, organik maddesi düşük olan hemen hemen her toprakta görülebilmektedir (Şeker ve Karakaplan, 1999; Bal, 2010). Şeker ve ark. (2015) Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Sarıcalar deneme istasyonunda yaptıkları çalışmada topraklarda düşük yağış, yüksek buharlaşma, uzun ve sıcak yaz periyodu, gibi etmenlerden kaynaklanan düşük organik madde, yanlış toprak işleme gibi faktörlerin neden olduğu agregat stabilitesindeki bozulma, toprak sıkışması gibi faktörlere bağlı fiziksel ve biyolojik bozulmanın daha etkili olduğu, toprakların kimyasal olarak toprak kalitesini olumsuz etkileyen faktörlere sahip olmadıklarını tespit etmişlerdir.

Toprakların verimliliğinin ve sürdürülebilirliğinin artırılmasında strüktürel özelliklerinin korunması ve geliştirilmesi temel teşkil etmektedir. Bu nedenle toprakların strüktürel özelliklerinin geliştirilmesi fiziksel kalitesinin yanında biyolojik ve kimyasal kalitesini de yükseltecektir. Tarımsal sürdürülebilirlik, toprak verimliliğinin ve toprağın fiziko-kimyasal özelliklerinin optimum kullanımını ve idaresini zorunlu kılar. Bitkinin toprakta iyi bir gelişim sağlayabilmesi yetiştiği toprak ortamının fiziksel özellikleri ile önemli derecede ilişkilidir. Toprakların strüktürel gelişimleri, toprak-su-bitki ilişkileri açısından oldukça önemli olup ayrıca toprakların korunumu (erozyon vb.) açısından da çok önemli bir fiziksel toprak özelliğidir (Solera-Mataix, 2011; Brevik et al., 2015). Son yıllarda toprakların fiziksel özelliklerini iyileştirmede ve sürekliliğini sağlamada organik ve biyolojik kökenli materyallerin kullanımı ön plandadır. Toprakların organik madde kapsamının artırılması için birçok organik kaynak kullanılmakla birlikte, son yıllarda hümik asit toprağın organik madde kapsamının artırılması ve bitkisel üretimde verimin yükseltilmesi için kullanılan materyallerin başında gelmektedir (Öktem ve ark., 2017). Organik kökenli materyallerden elde edilen hümik asitler, alkali çözücülerde çözünen fakat asitlerde çözünmeyen koyu renkli maddeler olarak tanımlanırlar (Saltalı ve Eryiğit, 2014). Strüktürel açıdan bozulmuş topraklarda agregasyonu sağlamak ve agregat stabilitesini artırmak için toprağa organik atıklar karıştırılabildiği gibi poliakrilamid (PAM), polivinilalkol (PVA) ve hümik asit (HA) gibi sentetik toprak düzenleyicileri de kullanılmaktadır (Bryan, 1992). Bu konu ile ilgili yapılan çalışmalarda, sentetik polimerlerin toprağa uygulanmasının agregat stabilitesi ve strüktürel yapıyı geliştirme bakımından önemli pozitif etkiler yapabileceği genel bir sonuç olarak vurgulanmaktadır (Bryan, 1992; Imbufe ve ark., 2005). Gümüş ve Şeker (2015, 2017), katı hümik asit ve mantar kompostu uygulamalarının düşük fiziksel özelliklere sahip kabuk problemi olan bir toprakta agregat stabilitesini artırdığını, bununla birlikte kırılma değerini düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Bu araştırmanın amacı, değişik dozlarda sıvı hümik asit uygulamasının kil tekstürlü zayıf strüktürel özelliğe sahip bir toprağın agregat stabilitesi ve kırılma değeri ile bazı kimyasal özellikleri üzerine etkilerinin inkübasyon çalışmasıyla belirlenmesidir.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada, toprak materyali olarak Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Sarıcalar Araştırma ve Uygulama arazisinden, kaymak tabakası problemi olan, alüviyal toprakların 0-20 cm derinliğinden alınan kil tekstüre sahip toprak kullanılmıştır. Sarıcalar deneme istasyonu yaklaşık 1500 da'lık bir alana sahip olup, yarı kurak bir iklim rejiminin etkisi altındadır. Bölgede en yağışlı ay 43.5 mm ile Mayıs, en kurak ay 4.9 mm ile Ağustos ayıdır. Yıllık yağış miktarı 322.4 mm, ortalama yıllık sıcaklık 11.6°C, ortalama nispi nem % 60.8 ve ortalama yıllık buharlaşma 1226.4 mm'dir (MGM, 2017). Hümik asit olarak K-humat sulandırılarak uygulanmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak laboratuvar şartlarında, inkübasyon denemesi olarak yürütülmüştür. Fırın kuru ağırlık esasına göre, 4 mm'den elenmiş 2000g toprak 13.5-17cm boyutlarındaki plastik saksılara doldurulmuş ve ağırlıkça 0, %0.5, %1, %2 ve %4 dozlarında hümik asit, toprağı tarla kapasitesine getirecek saf su içerisinde çözülerek tesadüfi olarak topraklara uygulanmıştır. Tarla kapasitesinde nemlendirilen örnekler 23-25±3 °C sıcaklıkta, 75 gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresince haftalık olarak saksılar tartılarak eksilen nem saf su olarak ilave edilmiş, inkübasyonun 25, 50 ve 75. günlerinde saksı içerikleri homojen olarak karıştırılmış ve gerekli analizler için alt örneklemeler yapılmıştır. Sonraki sulamalarda eksilen örnek miktarı dikkate alınarak sulama yapılmıştır. Tekstür analizi hidrometre yöntemiyle (Gee ve ark., 1986), tarla kapasitesi ve solma noktası basınç tablası kullanılarak (Cassel ve Nielsen, 1986), pH ve elektriki iletkenlik (EC) 1:2.5 toprak-su karışımında, organik madde ve toplam azot ise, CN LECO cihazı ile Dumas metoduna göre (Leco Corporation, 2003) yapılmıştır. Toprak örneklerinin agregat stabilitesi değerlerinin belirlenmesinde "ıslak eleme yöntemi" (Kemper ve Rosenau, 1986), kırılma değerini belirlemede kırılma modülü metodu kullanılmıştır (Reeve, 1965; Richards, 1953).

Elde edilen değerler önce varyans analizine tabi tutulmuş, önemli çıkan değerler arasındaki farklılığı belirlemek için LSD testi uygulanmıştır (Minitab Inc., 1995).

Bulgular ve Tartışma

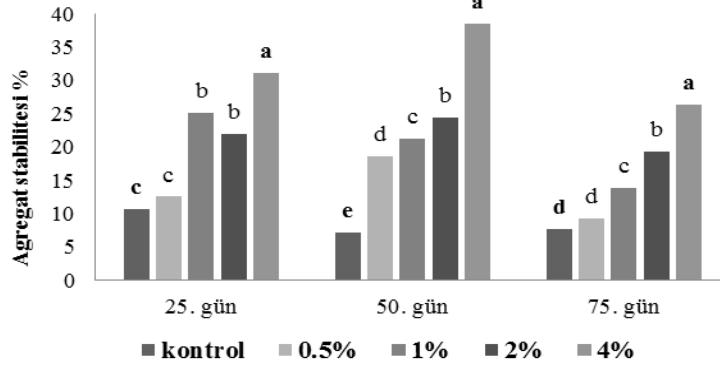
Çalışmada kullanılan toprak ile hümik asidin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge'1 de verilmiştir. Buna göre, deneme toprağı kil tekstür sınıfına sahip olup, hafif alkalin pH (7.85) değeri gösterirken, tuz içeriğı düşük (0.533 dS m⁻¹) organik karbon içeriğı %1.44, kireç içeriğı %10,46 (kireçli) çıkmıştır. Tarla kapasitesi değeri %36.83, solma noktası değeri %15.84 çıkarken, faydalı su miktarı %20.99 olarak hesaplanmıştır. Çalışma toprağının agregat stabilitesi düşük olup %10.51 ölçülmüştür. Çalışma toprağının kil içeriğinin yüksek olmasına rağmen agregat stabilitesi değerinin düşük olmasının en önemli nedeni; arazi topraklarının genç alüviyal depozitler üzerinde oluşmasıdır. Genç alüviyal depozitlerde agregatlaşmayı sağlayacak kadar zamanın geçmemesi ve agregatlaşmayı teşvik edici ıslanma-kuruma ve donma-çözünme çevriminin, gerek yağışın az olması ve gerekse kurak-yarı kurak iklimin hakim olması nedeniyle, yeterince etkin olmamasından kaynaklanmaktadır (Bal ve ark., 2011; Şeker ve ark., 2014). Hümik asidin pH değeri yüksek olup, 10.1 ve %0.88 toplam azot ölçülmüş, firma beyanında %30 organik madde, %80 hümik+ fulvik asit ve %10 da K₂O kapsamaktadır.

Çizelge 1. Deneme toprağı ve hümik asidin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Özellikler	Toprak	Hümik asit
Kum (2-0.05 mm)(%)	8,33	
Silt (0.05-0.002 mm)(%)	36.67	
Kil (<0.002 mm)(%)	55.00	
Tekstür sınıfı	Kil	
pH (H ₂ O, 1:2.5)	7.85	10.1
EC (H ₂ O, 1:2.5) d S m ⁻¹	0.533	
Organik karbon (%)	1.44	
Organik madde (%)	2.49	30
Toplam N (%)	0.10	0.88
Kireç (%)	10.46	
Tarla kapasitesi (TK, -33kPa, %)	36.83	
Solma noktası (SN, -1500 kPa, %)	15.84	
Faydalı su (TK-SN, %)	20.99	
Agregat stabilitesi (%)	10.51	
Humik+fulvik asit (%)		80
K ₂ O (%)		10

Agregat stabilitesi

Sıvı hümik asit uygulamasının agregat stabilitesi üzerine etkisi Şekil 1’de verilmiştir. Yapılan uygulamaların agregat stabilitesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Genel olarak hümik asit uygulaması tüm inkübasyon periyotlarında agregat stabilitesini artırmıştır. Agregat stabilitesi değeri en yüksek 50. gün inkübasyonu sonunda %4 sıvı hümik asit uygulamasında elde edilmiştir. %4 sıvı hümik asit uygulaması agregat stabilitesi değerini tüm inkübasyon periyotlarında artırmıştır. 25 ve 75. günlerde agregat stabilitesi değeri 50. güne oranla düşük olsa da agregat stabilitesindeki artış kontrol örneğine göre istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Bunun nedeni; inkübasyon periyotları sonunda saksılarda örneklemeler yapılırken karıştırma işleminden dolayı agregatların bozulmasından kaynaklanabilmektedir (Şeker, 2003).



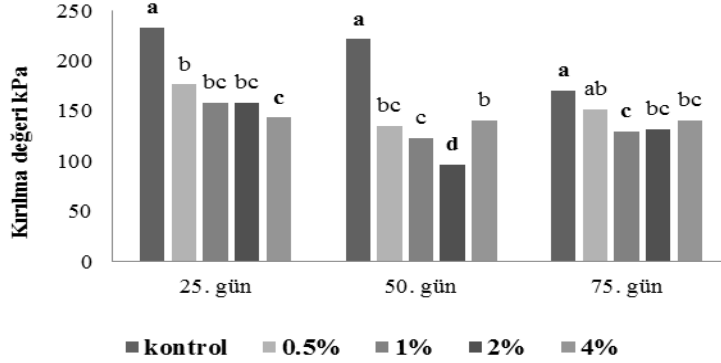
Şekil 1. Sıvı hümik asit uygulamasının agregat stabilitesi üzerine etkisi

İnkübasyonun 50. gününde, sıvı hümik asidin % 0.5, 1, 2 ve 4 doz uygulamaları agregat stabilitesini kontrole göre sırasıyla; % 61.8, 66.3, 70.8 ve 81.4 oranında artırmıştır. Toprak organik maddesi, özellikle de hümik materyaller toprak partikülleri için önemli bir bağlayıcı unsur olup, agregatların oluşumunda ve toprakların strüktürel gelişiminde etkin rol oynamaktadırlar (Tarchitzky ve ark., 1993; Mayhew, 2004; Gümüş ve Şeker, 2015; 2017). İnkübasyon periyotlarında uygulama dozuna bağlı olarak organik C içeriğinde önemli düzeyde artışlar olmuştur ve buna bağlı olarak agregat stabilitesi de artmıştır. Topraklarda agregat büyüklük dağılımı ve dayanıklılığı toprak kalitesinin bir göstergesidir (Six ve ark., 2000). Hümik asitler toprağın yapısını fiziksel olarak iyileştirerek kolay işlenebilirlik özelliği kazandırmakta ve kolloidal yapıyı olmaları sebebiyle hidrofilik özellik göstermektedirler (Engin ve Cöcen, 2012). Ayrıca hümik asitlerin biyolojik ve fizikokimyasal özellikleri (özellikle metal iyonlar, humik veya fulvik asitler ve karbonhidrat içeriği) agregat oluşumunda etkili olabilmektedir (Gümüş ve Şeker, 2015). Toprağa organik madde uygulaması; gözenek dağılımı ve hidrolik iletkenliği artırarak toprakların su tutma ve havalanma kapasitesini de artırmaktadır (Dinel ve ark., 1991; Aggledes ve Londra, 2000; Balesdenta ve ark. 2000; Wagner ve ark., 2000; Yılmaz ve ark., 2005; İç ve Gülser, 2008).

Kırılma değeri

Sıvı hümik asit uygulamasının toprak kırılma değeri üzerine etkisi Şekil 2’de gösterilmiş olup, yapılan uygulamaların kırılma değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Sıvı hümik asit uygulaması inkübasyon periyodu boyunca kırılma değerini kontrol uygulamasına göre önemli ölçüde düşürmüştür. Bu düşüş 75. günde 25. ve 50. günlere göre daha fazla olmuştur. Sıvı hümik asidin uygulama dozu arttıkça, inkübasyonun 50. gün %4 dozu hariç, kırılma değerini azaltmıştır. İnkübasyonun 25. gününde, sıvı hümik asidin % 0.5, 1, 2 ve 4 doz uygulamaları kırılma değerini kontrole göre sırasıyla; % 24.5, 32.4, 32.1 ve 38.6 oranında azaltmış, %0.5, 1 ve 2 uygulamaları arasındaki farklılık önemsiz çıkmıştır. Hümik asidin %4 uygulaması ile en düşük kırılma değeri ölçülmüş olup, %2 hümik asit uygulaması ile arasındaki farklılık önemsiz olmuştur. İnkübasyonun 50. gününde, kırılma değeri üzerine sıvı hümik asit uygulamalarının etkisi 25. günde benzer olmuş, ancak daha düşük kırılma değerleri ölçülmüştür. Bunun nedeni agregat stabilitesinde olduğu gibi inkübasyon periyotları sonunda saksılarda örneklemeler yapılırken karıştırma işleminden dolayı agregatların bozulması ve yeniden istiflenmesinden kaynaklanabilmektedir (Şeker, 2003). Kırılma değeri (kırılma modülü) kaymak tabakasının mekanik direncini ölçmede kullanılan bir metottur (Reeve, 1965; Richards, 1953). Kırılma değerinin ölçülmesinde laboratuvarında hazırlanan toprak briketler kullanılmaktadır. Değişik yöntemler bulunmasına rağmen, kırılma değeri ölçümü yüzey kabuklarının direncini belirlemede kullanılan en geçerli yöntemdir. Kırılma değerinin yüksek olması toprak yüzeyinde yağış ve sulamadan sonra sıkı bir kaymak tabakası oluşacağını ve sürgün çıkışı için problem yaratabileceğini göstermektedir (Şeker ve Karakaplan, 1999; Şeker, 2003; Neğiz ve ark., 2016). Yapılan

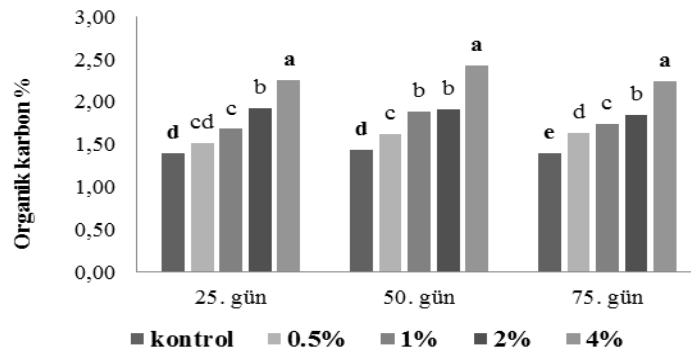
çalışmada hümik asit uygulamasına bağlı olarak kırılma değeri de düşmüştür dolayısıyla hümik asit uygulaması kaymak tabakası oluşumunu engellemektedir. Hümik asitler fonksiyonel grupları tarafından negatif (-) elektriksel yük kazandırmak suretiyle katyonları absorbe edebilirler ve organomineral kompleksler oluşturarak topraklarda şelatlayıcı madde olarak görev yaparak toprak fiziksel özelliklerini iyileştirmektedirler (Glaser ve ark., 2002; Stevenson, 1994). Hümik asit ve kompost gibi organik materyal uygulamaları toprağın strüktürel gelişimini olumlu yönde etkilemektedir (Gümüş ve Şeker, 2015; 2017). Toprakların strüktürel yapısının geliştirilmesi ve sürdürülmesinde agregat stabilitesi büyük öneme sahiptir. Organik maddenin agregasyondaki rolü, topraktaki ayrışma ve parçalanmadan ortaya çıkan polisakkaritler, proteinler, yağlar, mumlar, reçine gibi maddeler sebebiyledir (Hillel, 1982).



Şekil 2. Sıvı hümik asit uygulamasının kırılma değeri üzerine etkisi

Organik karbon

Yapılan uygulamaların toprak organik karbon içeriğine etkisi Şekil 3'de verilmiş olup uygulamaların toprak organik karbon içeriğine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Sıvı hümik asit uygulaması tüm inkübasyon periyotlarında organik karbon içeriğini artırmıştır. En fazla artış tüm periyotlarda %2-4 hümik asit uygulamasında olmuştur, diğer uygulamaların etkisi istatistiksel olarak aynı seviyede kalmıştır. Toprak organik madde içeriği toprağın kalitesini belirleyen önemli özelliklerden bir tanesidir. Organik materyal ilavesi toprağın organik madde içeriğini artırmaktadır (Lewandowski ve Zumwinkle, 1999). Toprak organik karbon içeriği, dinamik toprak kalitesi göstergesi olarak bildirilmektedir (Shukla ve ark., 2006). Yapılan çalışmalarda organik madde uygulamaları toprak organik karbon miktarı ve buna bağlı olarak organik madde miktarını artırmakta, toprak fiziksel özelliklerini iyileştirmekte, kök ve bitki gelişimini teşvik ederek verimi artırmaktadır (Ferrerias ve ark., 2006; Bhattacharyya ve ark., 2007; Hati ve ark., 2007; Lee, 2009; Zhao ve ark., 2009). Organik materyallerin C/N içeriğine bağlı olarak toprak fiziksel özelliklerini iyileştirmede ki etkisi kısa veya uzun süreli olabilmektedir. Materyalin C/N oranının düşük olması ayrışma süresinin daha kısa olduğunu ve etkilerinin kısa sürede gerçekleştiğini, C/N oranının yüksek olması ayrışma süresinin oldukça uzun olduğunu ve bu gibi materyallerin etkilerinin uzun dönemde gerçekleşeceğini göstermektedir (Tripathi ve ark., 2014).

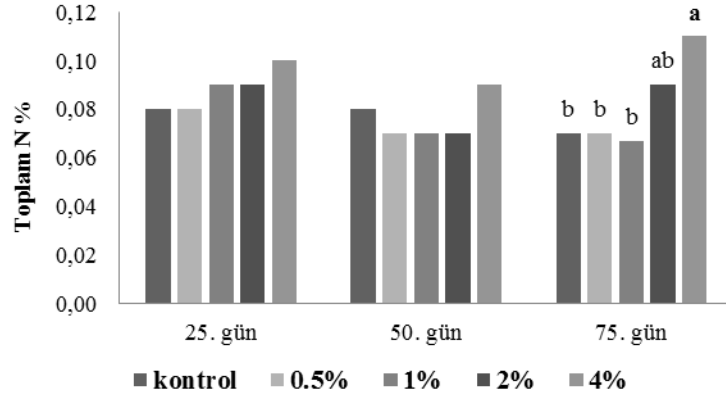


Şekil 3. Sıvı hümik asit uygulamasının toprak organik karbon içeriği üzerine etkisi

Toplam N

Yapılan uygulamaların toplam N içeriğine etkisi Şekil 4'de verilmiştir. Uygulamaların toplam N içeriğine etkisi 25 ve 50. gün inkübasyon periyotlarında istatistiksel olarak önemsiz ($P < 0.05$); 75. gün inkübasyon periyodunda önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). 75. gün inkübasyon periyodunda fazla artış %2-4 hümik asit uygulamalarında olmuştur, diğer uygulamaların etkisi istatistiksel olarak aynı seviyede bulunmuştur. Organik maddelerin fizikokimyasal ve biyolojik özellikleri (özellikle C/N, ayrışma ve mineralizasyon

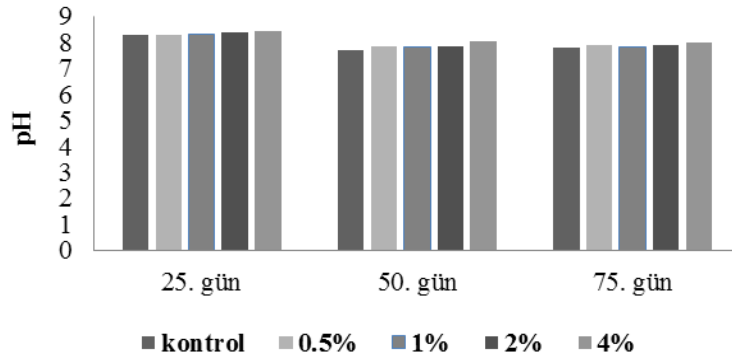
seviyesi) N'nin mineralleşmesinde rol oynayabilir (Yılmaz, 2011); ayrıca bu maddelerin içerdikleri azot miktarı, uygulama şekli, toprak özellikleri ve çevre şartlarına bağlı olarak farklılıklar göstermesine rağmen toprağın mineral azot içeriğini arttırmaktadır (Andrews, 1998; Materechera ve Salage, 2002; Motavalli ve ark, 2003; Xu ve ark., 2008).



Şekil 4. Sıvı hümitik asit uygulamasının toplam N içeriği üzerine etkisi

Toprak Reaksiyonu (pH)

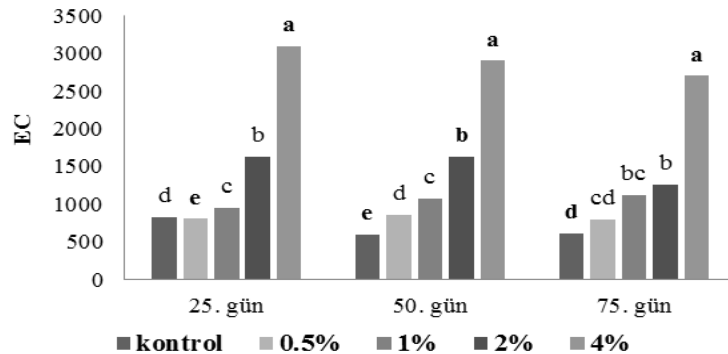
Yapılan uygulamaların pH üzerine etkisi Şekil 5'de verilmiş olup uygulamaların pH üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P < 0.05$). İnkübasyon periyodu süresince yapılan sıvı hümitik asit uygulamalarının pH üzerine etkisi önemsiz olmuş ancak kısmende olsa inkübasyon süresince uygulama dozuna bağlı olarak düşüş göstermiştir. Elde edilen sonuçların hümitik asit gibi organik materyallerin kimyasal bileşiminden kaynaklandığı düşünülebilir (Yılmaz ve ark., 2005).



Şekil 5. Sıvı hümitik asit uygulamasının pH üzerine etkisi

Elektriksel iletkenlik (EC)

Yapılan uygulamaların EC üzerine etkisi Şekil 6'da verilmiştir. Uygulamaların EC üzerine etkisi tüm inkübasyon periyotlarında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Hümitik asit uygulama dozuna bağlı olarak inkübasyon periyodu süresince EC değeri artmıştır, en fazla artış %2-4 hümitik asit uygulamasında olmuştur. Hümitik asitler yapılarındaki karboksil (-COOH) ve fenolik (-OH) gruplar sayesinde metalik iyonlarla kompleks bileşikler oluştururlar (Schnitzer, 1992; Yılmaz, 2011). Toprağa potasyum humat uygulaması toprak pH ve EC değerinde artışa neden olmaktadır (Imbufe ve ark., 2004).



Şekil 6. Sıvı hümitik asit uygulamasının EC üzerine etkisi

Sonuç

Toprakta kabuk bağlama problemi; bitkisel üretimi olumsuz yönde etkileyen önemli bir faktördür. Bu faktör ülkemizin birçok kesiminde, özellikle kurak ve yarı kurak alanlarda önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre hümik asitin uygulama dozuna bağlı olarak, incelenen toprak özelliklerinde olumlu değişikliklerin meydana geldiği belirlenmiştir. Hümik asit uygulaması kırılma değerini düşürmüştür; agregat stabilitesi, organik karbon ve toplam azot içeriğinde ise artışlara sebep olmuştur. Kabuk bağlama problemine sebep olan toprak özelliklerinin başında düşük agregat stabilitesi, yüksek silt içeriği ve düşük organik madde gelmektedir. Sıvı hümik asit uygulamasının 25 günlük bir inkübasyon süresinde dahi toprakların agregat stabilitesi, kırılma değeri ve organik C içeriklerinde değişiklikler ve iyileştirmeler yapabileceği belirlenmiştir. Uygulanan organik materyallerin etkinlik derecesi toprak yapısı ve organik madde içeriği ile yakından ilişkilidir. Buna bağlı olarak, kil tekstürlü ve zayıf strüktürel özelliğe sahip bir toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin iyileştirilmesinde hümik asit uygulaması hem çevre hem de tarımsal açıdan önemli yararlar sağlayabilir. Ayrıca toprağın korunması ve sürdürülebilirliğinde etkin olarak kullanılabilir.

Teşekkür

Bu çalışmanın planlanması, yürütülmesi ve yazım aşamasındaki destek ve yardımları için Prof. Dr. Cevdet ŞEKER ve Öğr. Gör. Hamza NEĞİŞ'e teşekkürü borç bilirim.

Kaynaklar

- Aggelides SM, Londra PA, 2000. Effects of compost produced from town wastes and sewage sludge on the physical properties of a loamy and a clay soil. *Bioresource Technology* 71: 253–259.
- Andrews SS, 1998. Sustainable agriculture alternatives: Ecological and Managerial Implications of Composted and Fresh Poultry Litter Amendments on Agronomic Soils. B.S.E.H., The University of Georgia.
- Bal L, Şeker C, Ersoy Gümüş İ, 2012. Kaymak tabakası oluşumuna fiziko-kimyasal faktörlerin etkileri. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 25: 96–103.
- Balesdenta J, Chenub C, Balabane M, 2000. Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage. *Soil & Tillage Research* 53: 215-230.
- Bhattacharyya R, Chandra S, Singh RD, Kundu S, Srivastva AK, Gupta HS, 2007. Long-term farmyard manure application effects on properties of a clay loam soil under irrigated wheat-soybean rotation. *Soil&Tillage Research* 94: 386-396.
- Brevik EC, Cerdà A, Mataix-Solera J Pereg, L, Quinton, JN, Six, J, Van Oost, K. 2015. The interdisciplinary nature of soil. *Soil* 1: 117-129.
- Bryan R, 1992. The influence of some soil conditioners on soil properties: laboratory tests Kenyan soil samples. *Soil Technology* 5: 225-247.
- Cassel D, Nielsen D, 1986. Field capacity and available water capacity. *Methods of Soil Analysis: Part 1 – Physical and Mineralogical Methods* 901–926.
- Dinel H, Mehuys GR, Levesque M, 1991. Influence of humic acid and fibric materials on the aggregation and aggregate stability of a lacustrine siltly clay. *Soil Science* 2: 146-157.
- Engin VT, Cöcen İ, İnci U, 2012. Türkiye’de leonardit. *Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi* 1: 435-443.
- Ferreras L, Gomez E., Toresani S, Firpo I, Rotondo R, 2006. Effect of organic amendments on some physical, chemical and biological properties in a horticultural soil. *Bioresource Technology* 97, 635-640.
- Gee GW, Bauder JW, Klute A, 1986. Particle-size analysis, *Methods of soil analysis. Part 1, Physical and mineralogical methods*, 383–411.
- Glaser B, Lehmann J, Zech W, 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal: A review. *Biology and Fertility of Soils* 35: 219–230.
- Gümüş İ, Seker C, 2015. Influence of humic acid applications on modulus of rupture, aggregate stability, electrical conductivity, carbon and nitrogen content of a crusting problem soil. *Solid Earth* 6: 1231–1236,
- Hati KM, Swarup A, Dwivedi AK, Misra AK, Bandyopadhyay KK, 2007. Changes in soil physical properties and organic carbon status at the topsoil horizon of a vertisol of central India after 28 Years of continuous cropping, fertilization and manuring. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 119: 127-134.
- Hillel D, 1982. Introduction to soil physics. Academic Press Inc. New York, USA. 359p.
- Imbufe AU, Patti AF, Burrow D, Surapaneni A, Jackson WR, Milner AD. 2005. Effects of potassium humate on aggregate stability of two soils from Victoria. Australia. *Geoderma* 125: 321-330.
- Imbufe AU, Patti AF, Surapaneni A, Jackson R, Webb AJ, 2004. Effects of brown coal derived materials on pH and electrical conductivity of an acidic vineyard soil. SuperSoil 2004: 3rd Australian New Zealand Soils Conference, 5–9 December 2004, University of Sydney, Australia.
- İç S, Gülser C, 2008. Tütün Atığının Farklı Bünyeli Toprakların Bazı Kimyasal Ve Fiziksel Özelliklerine Etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 23(2): 104-109.

- Kemper W, Rosenau R, 1986. Aggregate stability and size distribution, in: *Methods of Soil analysis, Part 1, 2nd Edn.*, edited by: Klute, A., Agron. Monogr. No. 9, Am. Soc. Agron.: Madison, WI.
- LECO Corporation, 2003. Truspec carbon/nitrogen determinator. Leco Corporation 3000. Lakeview Avenue, St Jeseeph, M1 49085-2396, USA.
- Lee SB, Lee CH, Jung KY, Park KD, Lee D, Kim PJ, 2009. Changes of soil organic carbon and its fractions in relation to soil physical properties in a long-term fertilized Paddy. *Soil & Tillage Research* 104: 227-232.
- Lewandowski A, Zumwinkle M, 1999. Assessing the soil system: A soil quality literature review. St. Paul, MN: Minnesota Department of Agriculture. Energy and Sustainable Agriculture Programs.
- Materechera SA, Salagae AM, 2002. Use of partially-decomposed cattle and chicken manure amended with wood-ash in two south Africa arable soils with contrasting texture: effect on nutrient uptake, early growth, and dry matter yield of maize. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 33(1&2), 179-201.
- Mayhew L, 2004. Humic substances in biological agriculture. *Acres-USA* 34 (1).
- MGM, 2017. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Resmi İstatistikler (İllerimize Ait İstatistik Veriler).
- Minitab Inc., 1995. Minitab reference manual. (Release 7.1), Minitab Inc., State Coll. PA, 16801, USA.
- Motavalli PP, Anderson, SH, Pengthamkeerati, P, 2003. Use of Soil Cone Penetrometer to Detect The Effects of Compaction and Organic Amendments in Claypan Soils. *Soil&Tillage Research* 74:103-114.
- Negiş H, Şeker C, Gümüş İ, 2016. Dönemsel tarla trafiğinin seker pancarı tarımında toprak sıkışmasına etkisi. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi* 3(1), 103-107.
- Öktem A, Çelik A, Öktem AG, 2017. Toprağa humik asit uygulamasının mısır bitkisinin (*Zea mays L. indendata*) verim ve bazı verim karakterleri üzerine etkisi. *KSÜ Doğa Bil. Derg.* 20 (Özel Sayı), 268-272.
- Reeve R, 1965. Modulus of rupture Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Properties. Including Statistics of Measurement and Sampling 466-471.
- Richards L, 1953. Modulus of rupture as an index of crusting of soil. *Soil Science Society of America Journal* 17: 321-323.
- Saltalı K, Eryiğit N, 2014. Farklı linyit kömüründen elde edilen humik asidin bazı toprak özellikleri ve bitki gelişimine etkisi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi Özel Sayı*, 60-65.
- Schnitzer M, 1992. Significance of soil organic matter in soil formation, transport processes in soils and in the formation of soil structure. *Soil Utilization and Soil Fertility. Volume 4, Humus Budget*, 206, 63-81.
- Shukla MR, Lal R, Ebinger M, 2006. Determining soil quality indicators by factor analysis. *Soil and Tillage Research* 87: 194-204.
- Six J, Elliot ET, Paustian K, 2000. Soil structure and soil organic matter: a normalized stability index and the effect of mineralogy. *Soil Science Society of America Journal* 64: 1042-1049.
- Solera-Mataix J, Cerdà A, Jordàn A and Zavala LM, 2011. Fire effects on soil aggregation: a review, *Earth-Sci. Rev.* 109, 44-66.
- Stevenson FJ, 1994. *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions.* 2nd Ed. John Wiley & Sons, New York 285p.
- Şeker C, 2003. Effects of selected amendments on soil properties and emergence of wheat seedlings. *Canadian Journal of Soil Science* 83:615-621.
- Şeker C, Karakaplan S, 1999. Konya ovasında toprak özellikleri ile kırılma değerleri arasındaki ilişkiler. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 23:183-190.
- Şeker C, Özaytekin HH, Uyanöz R, Gümüş İ, Karaarslan E, Dedeoğlu M, 2014. Evaluation of soil quality indicators and identification of soil quality index A case study Konya Turkey. 9th International Soil Science Congress on "The Soul of Soil and Civilization. October 14-16, 2014 Antalya/Turkey.
- Şeker C, Uyanöz R, Özaytekin HH, Gümüş İ, Dedeoğlu M, 2015. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Sarıcalar Araştırma İstasyonu Topraklarının Kalite İndeksinin Belirlenmesi, BAP Proje No: 12401023.
- Tarchitzky J, Chen Y, Banin A, 1993. Humic substances and pH effects on sodium and calcium montmorillonite flocculation of soil structure. *Soil Science Society of America Journal* 57:367-372.
- Tripathi R, Nayak AK, Bhattacharyya P, Shukla AK, Shahid M, Raja R, Panda BB, Mohanty S, Kumar A, Thilagam VK, 2014. Soil aggregation and distribution of carbon and nitrogen in different fractions after 41 years long-term fertilizer experiment in tropical rice-rice system. *Geoderma* 213:280-286.
- Wagner S, Cattle SR, Scholten T and Felix-Henningsen P, 2000. Observing the evolution of soil aggregates from mixtures of sand, clay and organic matter in soil. *New Zealand Society of Soil Science* 3: 217-218.
- www.ormansu.gov.tr; www.cem.gov.tr. 2011. Kurak ve yarı kurak alan yönetimi çalıştayı sonuç bildirgesi. Nevşehir (Ürgüp) 5-8 Aralık.
- Xu MG, Li DC, Li JM, Qin DZ, Kazuyuki, Y, Hosen Y, 2008. Effects of organic manure application with chemical fertilizers on nutrient absorption and yield of rice in hunan of Southern China. *Agricultural Sciences in China* 7 (10): 1245-1252.
- Yılmaz E, 2011. Effects of different sources of organic matter on some soil fertility properties: A laboratory study on a Lithic Rhodoxeralf from Turkey. *Communication in Soil Science and Plant Analysis* 42:962-970.
- Yılmaz E, Alagöz Z, Öktüren Z, 2005. Toprakta agregat oluşumu ve stabilitesi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 19(36): 78- 86.
- Zhao Y, Wang P, Li J, Chen Y, Ying X, Liu S, 2009. The Effects of two organic manures on soil properties and crop yields on a temperate calcareous soil under a wheat-maize cropping system. *European Journal of Agronomy* 31:36-42.



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

<http://dergi.toprak.org.tr>



Farklı toprak işleme yöntemlerinin iki farklı toprak serisinde CO₂ salımına etkileri

Muhittin Murat Turgut ^{1,*}, Yakup Kenan Koca²

¹ Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır

² Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Diyarbakır

Özet

Sera gazlarının olumsuz etkilerinden kaynaklı küresel ısınma, son yıllarda dünyamızı etkileyen en önemli doğa olaylarının başında gelmektedir. Toplam sera gazları içinde Karbondioksit (CO₂) %88 gibi önemli bir paya sahiptir. Aşırı toprak işleme, toprak yapısında bulunan organik madde ve mikroorganizma faaliyetlerine bağlı olarak topraktan atmosfere CO₂ salımında artışa; diğer yandan toprak kalitesinde ve buna bağlı olarak da bitkisel verimde önemli düşüşlere ve çevre kirliliğinde artışlara yol açmaktadır. Bu çalışmada Çukurova Bölgesi koşullarında geleneksel toprak işleme (GTİ), azaltılmış toprak işleme (ATİ) ve doğrudan ekim (DE) yöntemlerinin, birbirinden farklı özelliklere sahip iki farklı toprak serisinde, farklı dönemlerdeki CO₂ salım değerleri üzerindeki etkisi irdelenmiştir. Bu amaçla Çukurova Üniversitesi kampüsü içerisinde bulunan Arık ve Baraj serisi topraklarında buğday tarımı yapılan arazilerde ekim öncesi, ekim sonrası ve hasat sonrası olmak üzere üç farklı dönemde CO₂ ölçümleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda, kil tekstüre sahip Arık serisi topraklarında CO₂ salım değeri ekim öncesi 6.24 kg/ha gün ve hasat sonrası 10.08 kg/ha gün olarak ölçülmüştür. Ekim döneminde ise yüzey organik maddesi daha yüksek ve orta tekstürlü olan Baraj serisi topraklarında CO₂ salım düzeyi daha yüksek (15.12 kg/ha gün) bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Toprak işleme, toprak serisi, CO₂ salımı.

Effects of different soil tillage methods on CO₂ fluxes in two different soil series

Abstract

Global warming caused by the negative effects of greenhouse gases is one of the most important natural events affecting our world in recent years. Carbon dioxide (CO₂) has an important ratio (88%) in total greenhouse gases. Intensive soil cultivation, enhances CO₂ emissions from soil to atmosphere due to organic matter and microorganism activities in soil; on the other hand, it leads to significant decreases in soil quality and plant yield and increases the environmental pollution. In this study, the effect of conventional tillage method, reduced tillage method and direct seeding on two different soil series in different periods of CO₂ emissions in Çukurova Region conditions were investigated. For this purpose, CO₂ measurements were made in Arık and Baraj series located in Çukurova University campus before sowing, after sowing period and after harvest in wheat cultivation. As a result of this study, the CO₂ emission level in Arık series soils having clay textures in pre-planting and post-harvest periods were determined 6.24 kg ha⁻¹ day⁻¹ and 10.08 kg ha⁻¹ day⁻¹ respectively. In the after sowing period, CO₂ emission level were found to be higher (15.12 kg ha⁻¹ day⁻¹) in the Baraj series soils having higher organic matter and middle textured.

Keywords: Soil tillage, soil series, CO₂ fluxes.

© 2019 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Sera etkisinin en önemli etmenlerinden biri olarak yeryüzünden salınan CO₂ (Rastogi ve ark., 2002), son yıllarda daha fazla araştırmaya konu olmaya başlamıştır. CO₂, fosil yakıtların yakılması, ormansızlaşma, hızlı nüfus artışı, endüstriyel faaliyetler, ulaşım, toplumlardaki tüketim eğiliminin artması gibi nedenlerle atmosferde her geçen gün artan, %60'lık oranla küresel ısınmadan ana sorumlu ve enerji tüketimi ile doğrudan bağlantılı bir gazdır (Turgut ve Barut, 2008). Dünyada, sektörlere göre atmosfere salınan CO₂ miktarı incelendiğinde, 2013 yılı verilerine göre en fazla payın endüstriyel faaliyetler için gerekli olan enerji

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 412 241 10 00

E-posta : mmturgut@dicle.edu.tr

Geliş Tarihi : 23 Kasım 2018

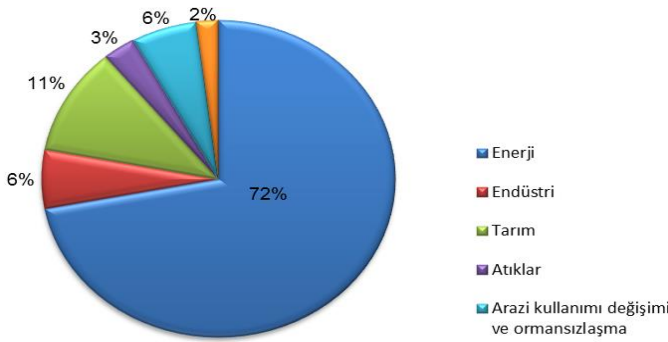
Kabul Tarihi : 20 Nisan 2019

e-ISSN : 2146-8141

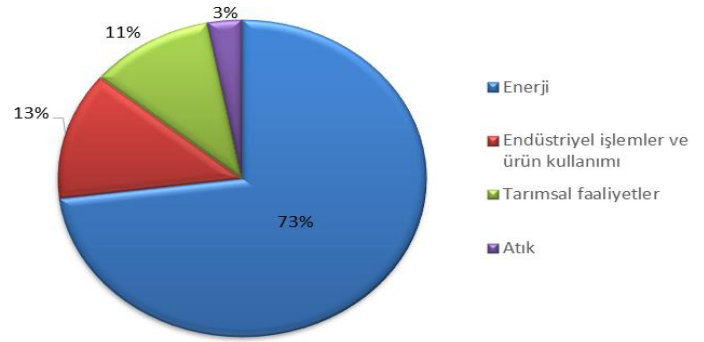
DOI : 10.33409/tbbbd.595156

tüketimi sonucu açığa çıkan CO₂ miktarına ait olduğu görülmüştür (Anonim, 2018a). Dünyada tarımsal faaliyetler sonucu açığa çıkan CO₂ salımı ise %11'lik pay ile ikinci sırada yer almaktadır (Şekil 1). Türkiye'de, sektörlere göre atmosfere salınan CO₂ miktarı Dünya değerleriyle paralellik göstermekte olup, 2016 yılı TÜİK verilerine göre (Anonim, 21018b) ülkemizde tarımsal faaliyetler sonucu açığa çıkan CO₂ miktarı %11'lik bir paya sahiptir (Şekil 2).

Dünya toprakları atmosferde mevcut olandan yaklaşık iki kat (1400-1500 Gt) daha fazla Karbon (C) tutmaktadır (Rastogi ve ark., 2002). Tarım topraklarında tutulan C miktarı ise 170 Gt'dur (Paustian ve ark., 2000). Tarımsal üretim faaliyetleri içerisinde yer alan toprak işleme uygulamaları, doğrudan ya da dolaylı olarak CO₂ salımlarına neden olmaktadır. Doğrudan emisyonlar toprak işleme uygulaması esnasında tüketilen fosil yakıtlardan kaynaklanırken, dolaylı emisyonlar ise toprak işleme sonrasında topraktan atmosfere salınan CO₂ gazından kaynaklanmaktadır (Turgut ve Barut, 2008). Bu bağlamda CO₂ salımı toprak organik maddesinin atmosfere yayılan son bozulma ürünü olup toprak işleme uygulamalarından önemli derecede etkilenmektedir.



Şekil 1. Dünyada 2013 yılında sektörlere göre CO₂ salım değerleri (Anonim, 2018a)



Şekil 2. Türkiye'de 2016 yılında sektörlere göre CO₂ salım değerleri (Anonim, 2018b)

Yoğun toprak işleme faaliyetlerinin uygulandığı geleneksel toprak işleme sistemleri, tarım topraklarında %50'ye varabilen oranlarda C kaybına neden olabilmektedir. Buna karşın toprağın daha az işlendiği koruyucu toprak işleme sistemleri ve toprak işlenmez ekim yöntemi (doğrudan ekim) topraktaki organik madde miktarını koruyarak sürdürülebilirliğine önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Toprak CO₂ gazı emisyonları, toprak tekstür yapısına göre farklılıklar göstermektedir. Bu çalışmada aynı lokasyonda bulunan özellikler bakımından iki farklı toprak serisinin, farklı toprak işleme yöntemleri uygulandığında CO₂ gazı salım değerleri incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

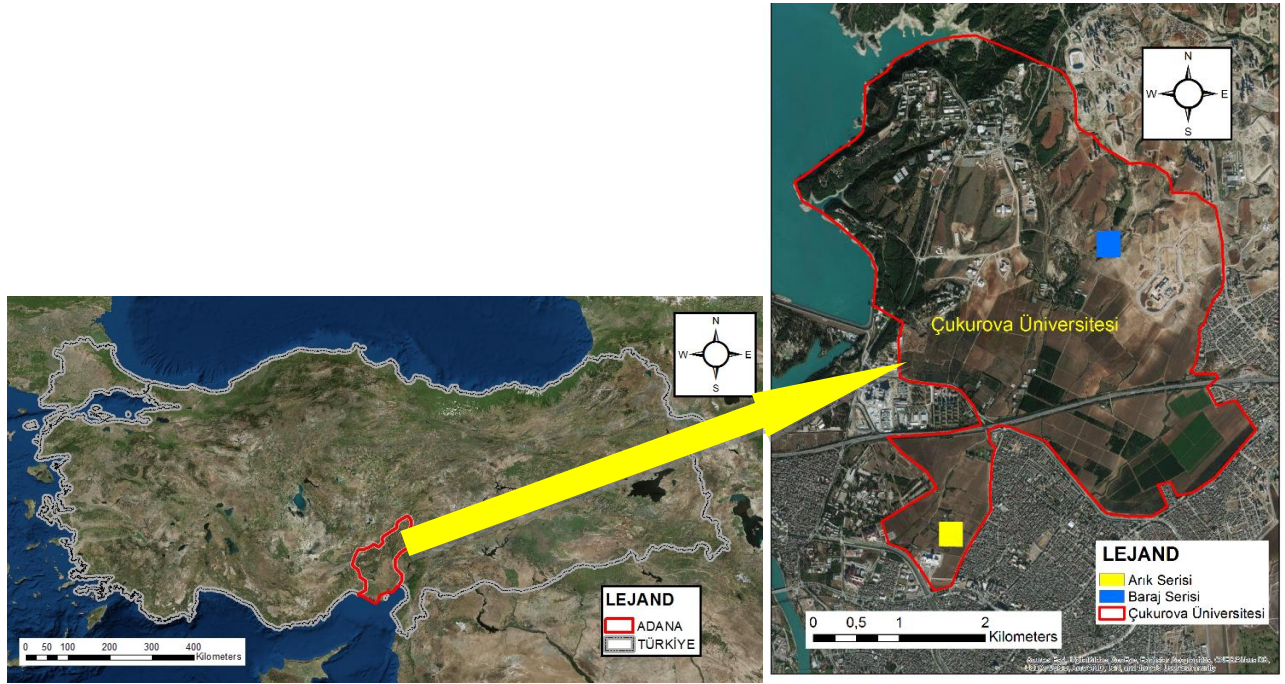
Materyal

Çalışma Adana ilinde bulunan Çukurova Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazilerinde yürütülmüştür (Şekil 3). Çalışmada, iki farklı seri toprakta aynı dönemde aynı toprak işleme ve ekim uygulamaları yapılmıştır. Kışlık buğday ekimi için toprak işleme uygulamaları ve ardından ekim işlemi 2011 yılı Kasım ayında yapılmış; hasat ise 2012 yılı Haziran ayında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın yapıldığı bölgede tipik Akdeniz iklimi hakimdir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Yıllık ortalama yağış 625 mm'dir. Sıcaklıklar -8.1 °C ile +45.6 °C arasında değişir ve yağışın çoğu kış mevsiminde görülür. Ölçüm dönemlerine ait iklim ve toprak verileri Çizelge 1'de verilmektedir.

Çizelge 1. Ölçümlerin yapıldığı tarihlerdeki iklim ve toprak verileri

Tarih	Minimum sıcaklık (°C)	Ortalama sıcaklık (°C)	Günlük Yağış (mm)	10 cm. toprak sıcaklığı (°C)	20 cm. toprak sıcaklığı (°C)
9.Kas.11	18.5	22.6	2.4	26.8	26.2
8.Haz.12	19.9	25.4	-	25.8	27.1

CO₂ salım değerleri ekim öncesinde buğday bitkisi için tohum yatağı hazırlığında yapılan toprak işleme uygulamalarından hemen sonra, ekim sonrası toprak işleme uygulamalarını takip eden ilk bir haftada ve Haziran ayında yapılan hasadın hemen sonrasında olmak üzere üç farklı dönemde ölçülmüştür. Ölçümler, PP Systems marka CFX-2 model CO₂ ölçüm cihazı ile yapılmıştır (Sainju ve ark., 2006; Akbolat ve ark., 2009; Erol ve ark., 2016). Toprak CO₂ salım değerleri (gm⁻²h⁻¹), cihazın kapalı toprak solunum haznesine topraktan giren ve çıkan hava ile normal toprak-atmosfer akış oranı konsantrasyon değişimine göre ölçülmektedir.



Şekil 3. Çalışma alanı konumu ve örnekleme noktaları

Ölçüm yapılan toprakların her ikisi de Adana ili sınırları içerisinde bulunan Çukurova Üniversitesi kampüsünde olmakla birlikte çalışma amacına uygun olarak birbirinden farklı özelliklere sahip iki seri topraklarında yürütülmüştür. Çalışma yapılan topraklardan biri Arık serisi (Güleç, 2002) olup $37^{\circ}00'54''$ N ve $35^{\circ}21'27''$ E koordinatlarından örnekleme yapılmıştır. Arık serisi, genellikle düz-düze yakın arazilerde dağılım göstermektedir. A-C horizon diziliminde, oldukça kalın A horizonuna sahiptir. Söz konusu seri yüksek kil ve parlak kayma yüzeyleri ile bölgede bulunan diğer serilerden farklılık göstermektedir. Bu seri topraklarının yüzey horizonları %50'den daha fazla kil içermektedir. Yaklaşık 150 cm derinliğe sahip olan seri toprakları, Toprak taksonomisine (Soil Survey Staff, 2010) göre Vertisol ordosunun Typic Haploxerert alt grubunda sınıflandırılmaktadır.

Örnekleme yapılan diğer bir arazi ise yine işletme sınırları içerisinde $37^{\circ}02'40''$ N ve $35^{\circ}22'34''$ E koordinatlarında bulunan ve toprak taksonomisine (Soil Survey Staff, 2010) göre Inceptisol ordosunun Typic Calcixerepts alt grubunda sınıflandırılan Baraj serisidir. A-C horizon dizilimine sahip bu topraklar profil boyunca killi tın tekstüre sahiptir. Özellikle yüzeyde yaklaşık %40 kum içeren bu topraklarda yer yer taşlılığa da rastlanmaktadır. Alt horizonlarda kil miktarı artmakta ve C horizonunda %70'lere çıkmaktadır. Seri toprakları orta derin olmakla birlikte 70 cm derinliğe sahiptir (Dingil ve ark., 2008).

Yöntem

Araştırmada, buğday tarımı yapılan iki farklı seri topraklarında geleneksel toprak işleme (GTİ), azaltılmış toprak işleme (ATİ) ve doğrudan ekim (DE) olmak üzere üç farklı toprak işleme yöntemi uygulanmıştır. Uygulanan yöntemlere ait işlem sırası, alet-ekipman bilgisi ve toprak işleme derinlikleri Çizelge 2'de görülmektedir.

Çizelge 2. Denemede uygulanan yöntemler

Toprak İşleme ve Ekim Yöntemleri	Kışlık Tohum Yatağı Hazırlığı ve Ekim
Geleneksel Toprak İşleme (GTİ)	<ul style="list-style-type: none"> Anız/Sap parçalama Kulaklı pullukla işleme (30-33 cm) Diskli tırmık (18-21 cm) (2 kez) Tapan (5 cm) Üniversal ekim makinası ile buğday ekimi (4 cm)
Azaltılmış Toprak İşleme (ATİ)	<ul style="list-style-type: none"> Anız/Sap parçalama Diskli tırmık (18-21 cm) (2 kez) Tapan (5 cm) Üniversal ekim makinası ile buğday ekimi (4 cm)
Doğrudan Ekim (DE)	<ul style="list-style-type: none"> Anız/Sap parçalama Herbisit uygulama Doğrudan tahıl ekim makinası ile buğday ekimi (4 cm)

Deneme alanları, tesadüf parselleri deneme desenine göre düzenlenmiş olup çalışma, üç farklı toprak işleme sistemi (GTİ, ATİ, DE) için üç tekerrürlü olmak üzere toplam dokuz parsel üzerinde yürütülmüştür. Her parselde de üç ayrı noktadan üçer tekrarlı olmak üzere dokuz adet CO₂ ölçümü yapılmıştır. Denemede parsellerin her birinin genişliği 12 m, uzunluğu 40 m'dir.

Çalışmada ilk CO₂ ölçümü ekim öncesi toprak işleme uygulamasından hemen sonra yapılmıştır. Ardından ekim işlemi sonrası yedi gün boyunca 24 saat arayla ölçümler yapıp kaydedilmiştir. Son ölçüm ise buğday hasat edildikten hemen sonra gölge tavında yapılmıştır. Her iki seride de ekim öncesi ölçümler 9 Kasım 2011; ekim sonrası ölçümler bu tarihten sonra 7 gün boyunca ve hasat sonrası ölçümler ise 8 Haziran 2012 tarihlerinde yapılmıştır. Çalışma kapsamında iki farklı seri toprağından CO₂ ölçümleri hedef alınmıştır. Bu kapsamda iklimsel verilerin etkisinin gözardı edilmesi için her iki seride ölçümler aynı günlerde yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çalışma alanında bulunan iki farklı serinin toprak özelliklerinden yüzey horizonları işlendiğinden dolayı bu çalışmada iki farklı serinin yalnızca yüzey toprak özellikleri dikkate alınmıştır. Bu serilerden Arık serisinin yüzey toprağı kil tekstüre, granüler strüktüre, yoğun saçak köke ve kuru iken 3-8 cm genişliğinde çatlaklara sahiptir. Baraj serisi ise, killi tın tekstüre sahiptir. Granüler strüktür, taşlılık ve yoğun saçak kök serinin diğer fiziksel özellikleridir. Seri topraklarında çatlaklar bulunmamaktadır. Her iki serinin yüzey toprağının kimi özellikleri Çizelge 3'te verilmiştir. Her iki seride de ekim öncesi, ekim sonrası ve hasat sonrasında yapılan ölçümlerde elde edilen CO₂ değerleri birbirinden farklılık göstermektedir (Çizelge 4).

Çizelge 3. İki serinin yüzey topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (Dingil ve ark., 2008)

Seri Adı	pH (sat.)	Tuz (mmhos cm ⁻¹)	Org.Mad. (%)	P ₂ O ₅ (kg da ⁻¹)	KDK (me 100 gr ⁻¹)	Kireç (%)	Tekstür dağılımı (%)			Tekstür sınıfı
							Kum	Silt	Kil	
Arık	7.63	0.06	1.17	7.11	46.83	27.2	17	28	55	C
Baraj	7.30	0.20	2.80	2.74	14.89	27.4	37	29	34	CL

Çizelge 4. İki serinin farklı toprak işleme yöntemlerindeki CO₂ salım değerleri (kg/ha gün)

Toprak İşleme Yöntemi	Ekim Öncesi (09.11.2011)		Ekim Sonrası (İlk 7 gün ort.)		Hasat Sonrası (05.06.2012)	
	Arık Serisi	Baraj Serisi	Arık Serisi	Baraj Serisi	Arık Serisi	Baraj Serisi
Geleneksel Toprak	6.24	4.32	10.80	15.12	10.08	7.68
Azaltılmış Toprak	8.16	5.76	7.68	12.96	8.16	6.24
Doğrudan Ekim	2.88	2.88	6.48	4.08	4.56	4.32

Serilerin karşılaştırılması:

Arık serisine ait toprakta, ekim öncesi toprak CO₂ emisyon değerleri toprak işleme yöntemine göre değişkenlik göstermekle birlikte en düşük salım değeri doğrudan ekim (DE) yönteminde; en yüksek salım değeri ise azaltılmış toprak işleme (ATİ) yönteminde bulunmuştur. Ekim sonrası ilk yedi günün ortalamasına bakıldığında, en düşük salım değeri yine DE'de belirlenmiştir. En yüksek salım değeri ise geleneksel toprak işleme (GTİ) de belirlenmiştir. Hasat sonrasında yapılan ölçümlerde de yine en düşük değer DE'de; en yüksek değer GTİ'de belirlenmiştir (Çizelge 4).

Baraj serisine ait toprakta ölçülen değerlere bakıldığında ise, ekim öncesi döneme ait en düşük salım değeri DE'de ölçülürken, en yüksek salım değeri ATİ'de belirlenmiştir. Ekim sonrası ilk yedi günün ortalama değerlerinde ise yine en düşük salım değeri DE'de ölçülürken, en yüksek salım değeri GTİ'de belirlenmiştir. Hasat sonrası dönem ise ekim sonrası döneme benzerlik göstermiş en düşük salım değeri DE'de, en yüksek salım değeri GTİ'de ölçülmüştür (Çizelge 4).

İki farklı toprakta yapılan ölçümler birlikte değerlendirildiğinde ise, Ekim öncesi dönemde DE'de CO₂ salımı benzer çıkmıştır. Ancak GTİ ve ATİ'de Arık seri toprağından yapılan ölçümler Baraj serisinden yüksek çıkmıştır. Ekim sonrası dönemde ise DE'de Arık serisi topraklarında CO₂ salımı daha yüksek iken, GTİ ve ATİ'de Baraj serisi toprağından CO₂ salım değerleri daha yüksek belirlenmiştir. Hasat sonrası dönemde yapılan ölçümlerde ise, her iki seri topraklarında DE yapılan alanlarda sonuç benzer iken, GTİ ve ATİ yapılan alanlarda CO₂ salımı Arık serisinde daha yüksek olarak belirlenmiştir.

Önemli bir seri özelliği olarak tanımlanan toprak tekstürüne göre de her iki seride önemli farklılıklar belirlenmiştir. Ekim öncesi ve hasat sonrası dönemlerde Arık serisi topraklarından CO₂ salımı Baraj serisi topraklarından daha yüksektir. Bunun tersine ekim sonrası ilk yedi gün ortalamasında Baraj serisi topraklarından CO₂ salımı Arık serisi topraklarından daha yüksektir. Buradaki en büyük etken olarak toprakların fiziksel özelliklerinden olan toprak tekstürü ön plana çıkmaktadır. Vertisol olarak sınıflandırılan Arık serisi topraklarının kil içeriği profil boyunca %60'lar düzeyine ulaşmakla birlikte, yüzey toprağında

%55'dir. Oldukça küçük boyutta olan kil mineralleri çok büyük özgül yüzey alanına sahip olmasından dolayı suyu ve diğer maddeleri absorbe etme özelliği bulunmaktadır (Güzel ve Gülüt, 2010). Buna karşın kum parçacıklarının düşük özgül yüzey alanına sahip olmaları da su tutma kapasitesinin düşük olmasına etken olmaktadır. Topraklarda sürüm sonrası sıkışma sonucunda, toprak hacim ağırlığında artış CO₂ salımında ani düşüşler yaratabilmektedir (Reicosky, 2003). Vertisol olarak sınıflandırılmış olan Arık serisine ait toprakta hacim ağırlığının daha düşük; profil boyunca daha yüksek kum miktarına sahip olan Baraj serisi topraklarının hacim ağırlığı daha yüksektir. Reicosky (2003) tarafından da belirtilen ani düşüşleri, daha yüksek hacim ağırlığına sahip Baraj serisinde ekim sonrası ilk yedi gün ortalaması ile hasat sonrası dönemde görmekteyiz. Toprağın yoğun olarak işlendiği GTİ yönteminde, ekim öncesi 6.24 kg/ha gün olan salım değeri, ekim sonrası ilk yedi gün ortalamasında 15.12 kg/ha gün seviyesine çıkmış, hasat sonrasında ise 7.68 kg/ha gün'lere düşmüştür. Dünya genelinde yapılan birçok çalışmada, toprak işleme uygulaması yapılmış ve yapılmamış kumlu topraklarda CO₂ salım değeri farkı ortalama %29 olarak hesaplanırken, bu değer killi topraklarda %12'ye düşmüştür (Abdalla ve ark., 2016).

Toprak işlemenin bir amacı da toprağı havalandırarak atmosfer ile toprak arasındaki gaz alışverişini sağlamaktır. Ancak özellikle kulaklı pulluğun kullanıldığı, toprağı devirerek alt üst etme şeklinde uygulanan geleneksel toprak işleme yönteminde, toprağın içine giren oksijen miktarı artmakta, bu durum aynı zamanda toprakta bulunan organik maddenin oksidasyonunu da arttırmaktadır (Nardi ve ark., 1996; Islam ve Weil, 2000; Acar, 2016). Bu artışla birlikte topraktan CO₂ çıkışı da artmaktadır. Tekstür bakımından orta düzeyde bulunan Baraj serisine ait toprakların yüzey horizonunda bulunan organik madde miktarı (%2.8) Arık serisi topraklarının yüzey horizonundaki organik madde miktarından (%1.17) daha fazladır. Sürüm esnasında daha iyi havalandırılan ve daha yüksek organik madde içeriğine sahip olan Baraj serisinde daha yüksek salımın sebebi de bundan ileri gelmektedir.

Toprak İşleme Yöntemlerinin İrdelenmesi

Zamansal olarak topraktan CO₂ salımı değerlendirildiğinde, en büyük değişimler GTİ ve ATİ'de görülmektedir. En az değişim ise DE'de belirlenmiştir. GTİ'nin zamansal olarak toprakta CO₂ salımına etkisi değerlendirildiğinde Arık serisinde ekim öncesi 6.24 kg/ha gün olan ölçüm değeri ekim sonrası ilk yedi gün ortalamasında 10.8 kg/ha gün'e yükselmiş ve daha sonra çok küçük düşüş eğilimi göstermiştir. Ancak aynı dönemlerde Baraj serisinde ise değişim daha sert yaşanmış ve ekim öncesi 4.32 kg/ha gün olan ölçüm değeri ekim sonrası ilk yedi gün ortalamasında 15.12 kg/ha gün'e yükselmiştir. Hasat sonrasında ise yine sert bir düşüşle 7.68 kg/ha gün 'ye gerilemiştir. Benzer durum ATİ için de söz konusudur. Arık serisinde her üç dönemde de ciddi bir değişim yaşanmazken, Baraj serisinde ekim öncesi 5.76 kg/ha gün olan salım değeri ekim döneminde 12.96 kg/ha gün'e yükselmiş, hasat sonrasında ise ekim öncesi döneme geri düşmüştür. DE'de ise hemen hemen üç dönemde de ciddi CO₂ salımları görülmemiştir. Özellikle toprağın havalandırıldığı GTİ ile ATİ'de CO₂ salımı yüksek bulunmuştur. Çizelge 1 incelendiğinde, ekim öncesi toprak işleme uygulamalarından hemen sonra yapılan ölçümlerde ATİ uygulamasında her iki seride de CO₂ çıkış değerlerinin GTİ uygulamasına göre yüksek olduğu görülmektedir. Bulunan bu sonuçlar, Morell ve ark. (2010) ve Horak ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmalarla da benzerlik göstermektedir. Kulaklı pulluğun ilk olarak kullanıldığı GTİ uygulamalarında toprak büyük parçalar (kesekler) halinde toprak yüzeyinde kalmaktadır. Kulaklı pulluğun hemen sonrasında uygulanan ikincil toprak işleme aletleri parçalama etkisi yapsa da, toprak yüzeyi ATİ uygulamalarına göre daha büyük parçacıklar halinde bırakılmaktadır. ATİ uygulamalarında ise uygulama sonrası toprak yüzeyinde ufalanmış parçacıklar çoğunluktadır. Ufalanmış parçacıklar daha fazla hava temasına maruz kaldığından ilk etapta daha fazla CO₂ çıkışı gözlemlenmiştir. Ancak sonraki günlerde, ATİ parsellerindeki toprak yüzeyinin bitki örtüsüyle kaplı olması, GTİ parsellerine göre CO₂ çıkışlarının düşük olmasına etken olmuştur. Sıkışık topraklarda üst katmanlarda hava geçirgenliğinin azalması sonucu CO₂ çıkışının da düşük olduğu belirtilmektedir (Jensen ve ark, 1999). Söz konusu etki diğer işleme yöntemlerine göre DE'nin yapıldığı uygulamada görülmektedir. Dönemlere bağlı olarak değişimlerle birlikte tüm uygulamalarda ve tüm dönemlerde DE uygulamasında en düşük CO₂ salım değerleri belirlenmiştir.

Sonuç

Çukurova koşullarında buğday tarımı yapılan farklı özelliklere sahip iki seri toprağında ekim öncesi tohum yatağı hazırlığında yapılan toprak işleme uygulamalarından hemen sonra, ekim sonrası (ilk yedi gün ortalaması) ve hasadın hemen sonrası olmak üzere üç farklı dönemde topraktan CO₂ salımı değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler karşılaştırıldığında doğrudan ekim yönteminin düşük CO₂ salımına olumlu etkisinin bulunduğu belirlenmiştir. En yüksek CO₂ salımı ise döneme bağlı olarak geleneksel toprak işleme ile azaltılmış toprak işleme yöntemlerinde belirlenmiştir. Toprak işleme yöntemlerinden özellikle

doğrudan ekim yönteminin Çukurova koşullarında daha da yaygınlaştırılması, atmosfere salınan CO₂ düzeyinde %50'den daha fazla bir düzeyde azalmaya sebep olacaktır.

Toprakta CO₂ salımını etkileyen etmenlerden birisi de toprak özellikleridir. Bunun belirlenmesi amacıyla aynı lokasyonda bulunan ancak birbirinden farklı iki tekstüre sahip olan toprakta aynı dönemde ölçümler yapılmıştır. Kil tekstüre sahip olan Arık serisinde ekim öncesi ve ekim sonrası dönemlerde CO₂ salım düzeyleri daha yüksek iken, ekim döneminde Baraj serisi topraklarından CO₂ salımının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum özellikle daha yüksek hacim ağırlığına sahip olan topraklarda doğrudan ekim yapılmasının daha uygun bir uygulama olduğunu göstermektedir. Ekim döneminde CO₂ salımının Baraj serisinde yüksek olması ise, kumlu toprakların daha yüksek makro gözenekliliğe sahip olmasından dolayı toprak işleme uygulamaları sonucu atmosfere geniş sınırlar dahilinde gaz çıkışına izin vermesi gerçeğinden kaynaklanabilir (Rastogi ve ark., 2002; Bauer ve ark., 2006). Bölgede özellikle kum tekstüre sahip olan alanlarda toprak işlemenin daha yüzlek yapılması düşük CO₂ salımı için faydalı olacaktır.

Bu çalışma aynı lokasyonda bulunan farklı özelliklere sahip iki seri toprağında belirlenmiştir. Farklı iklim ve toprak koşullarına sahip bölgelerde yapılacak olan bu tip çalışmalar, toprak ve çevre kalite parametrelerinin belirlenmesi ve sürdürülebilir tarım uygulamalarına yön vermesi açısından faydalı olacaktır.

Kaynaklar

- Abdalla, K, Chivenge, P, Ciais, P, Chaplot, V, 2016. No-tillage lessens soil CO₂ emissions the most under arid and sandy soil conditions. *Biogeosciences*, 13, 3619–3633.
- Acar, M, 2016. Uzun süreli farklı işleme uygulamalarının agregat boyut dağılımındaki organik karbon ve yarayışlı su içeriğine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Akbolat, D, Evrendilek, F, Coşkan A, Ekinci, K, 2009. Quantifying soil respiration in response to short-term tillage practices: a case study in southern Turkey. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B Soil & Plant Science* 59:50-56.
- Anonim, 2018a. World Resources Institute, Climate Analysis Indicators Tool. Available from URL: <http://www.c2es.org/content/international-emissions/>
- Anonim, 2018b. TÜİK verileri. URL: www.tuik.gov.tr
- Bauer, PJ, Frederick, JR, Novak, JM, Hunt, PG, 2006. Soil CO₂ flux from a norfolk loamy sand after 25 years of conventional and conservation tillage, *Soil & Tillage Research* 90, 205–211.
- Dingil, M, Şenol, S, Öztekin, ME, 2008. Çukurova Üniversitesi kampüs alanı topraklarının coğrafi bilgi sistemi (CBS) kullanılarak detaylı toprak etüt ve haritasının güncellenmesi. Çukurova Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi. Proje No: ZF2005BAP8 Proje Sonuç Raporu, Adana
- Erol A, Ekinci K, Akbolat D, Evrendilek F, 2016. Modeling impacts of land uses on carbon and nitrogen contents, carbon dioxide and water effluxes of Mediterranean soils. *Polish Journal of Environmental Studies* 25(4):1479-1487.
- Güleç, M, 2002. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü deneme alanının detaylı toprak etüt ve haritalaması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Güzel, N, Gülüt, KY, 2010. Toprağın Oluşumu ve Özellikleri. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 289; Ders Kitapları Yayın No: A-91.
- Horak, J., Igaz, D., Kondlova, E., 2014. Short-term soil carbon dioxide (CO₂) emission after application of conventional and reduced tillage for red clover in Western Slovakia. *Eurasian Journal of Soil Science* 3: 206 – 211.
- Islam, KR, Weil, RR, 2000. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 79 (1): 9-16.
- Jensen, LS, Mc Queen, DJ, Shepherd, TG, 1999. Effect of soil compaction on N-mineralization and microbial-C and -N. I. field measurement. *Soil & Tillage research*, 38: 175-188.
- Morell, F.J. Fuentes, J.A., Lampurlanés, J., Martíneza, C.C., 2010. Soil CO₂ fluxes following tillage and rainfall events in a semiarid Mediterranean agroecosystem: Effects of tillage systems and nitrogen fertilization. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 139(1-2): 167-173.
- Nardi, S, Cocheri, G, Dell Agnola, G, 1996. Biological activity of humus. In: Humic Substances in Terrestrial Ecosystems (eds. Piccolo, A), Elsevier, Amsterdam, 361-406.
- Paustian, K, Six, J, Elliott, ET, Hunt, HW, Rustad, LE, Huntingdon, TG, Boone, RD, 2000. Controls on Soil Respiration Implications for Climate Change. *Biogeochemistry* 48: 147-163.
- Rastogi, M, Singh, S, Pathak, H, 2002. Emission of carbon dioxide from soil, *Current Science* 82, 510–517.
- Reicosky, DC, 2003. Tillage-induced CO₂ emissions and carbon sequestration: effect of secondary tillage and compaction. (eds. García-Torres, L, Benites, J, Martínez-Vilela, A, Holgado-Cabrera, A), Springer; 1 edition, 516, 291-300.
- Sainju, UM, Jabro, JD, Stevens, WB, 2006. Soil Carbon Dioxide Emission as Influenced by Irrigation, Tillage, In: Cropping System, and Nitrogen Fertilization, pp. 1086–1098.
- Soil Survey Staff, 2010. Keys to Soil Taxonomy by Soil Survey Staff. Eleventh edition. USDA, Natural Resources Conservation Service, USA.
- Turgut, MM, Barut, ZB, 2008. Tarımda toprak işleme uygulamaları ve CO₂ salımı. *Ç.Ü.Z.F. Dergisi*. 23(4), 25-32.



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

<http://dergi.toprak.org.tr>



Simav yöresi tarım topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin araştırılması

Melis Çerçioğlu *

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Simav Meslek Yüksekokulu, 43500, Simav, Kütahya

Özet

Bu araştırma, Simav ilçesindeki farklı ürünlerin yetiştirildiği toprakların genel özelliklerini belirlemek amacı ile yapılmış ve 14 köy arazisinden 0-30 cm derinlikten alınan 46 adet toprak örneği üzerinde yürütülmüştür. Toprak örneklerinde pH, EC, kireç, organik madde ile bünye sınıfları belirlenmiştir. Araştırma yöresi toprak örneklerinin analiz sonuçları ile sınır değerler karşılaştırılarak yöre topraklarının verimlilik durumları belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen bulgulara göre; toprak örneklerinin pH'sı çok kuvvetli asit ile hafif alkali arasında değişmekle beraber, büyük çoğunluğu nötr ve hafif alkali özellik göstermiştir. Toprakların tamamında tuzluluk sorunu bulunmamakta olup, %56.4'ünün kireçli ve az kireçli, yaklaşık %55'inin ise orta ve yüksek düzeyde organik madde içerdiği analiz edilmiştir. Toprak örneklerinin bünyesi ise tın ve kumlu tın arasında değişmiş ve %31.2'sinin tın, %28.1'inin kumlu tın, %18.7'sinin killi tın, %7.8'inin tınlı kum, %7.8'inin kumlu killi tın, %3.1'inin kil ve %3.1'inin ise siltli tın bünye sınıfında olduğu belirlenmiştir. Araştırma alanında en fazla değişkenlik gösteren toprak özelliğinin organik madde (VK=%122), en az değişkenlik gösteren toprak özelliğinin ise pH (VK=%15) olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Simav yöresi, tarım toprakları, fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri.

Investigation of some physical and chemical properties of agricultural soils in Simav district

Abstract

This research was carried out on 46 soil samples collected from 0-30 cm depths from 14 rural fields in order to determine the general properties of the soil where different crops grown in Simav district. Soil pH, EC, organic matter and texture classes were determined. Results of the analysis of soil samples related to research area were compared with the limit values and fertility conditions of the soils were evaluated. According to the findings; while the soil pH varied from very strong acid to slightly alkaline, the majority showed neutral and slightly alkaline properties. There were no salinity problems in all soils, CaCO₃ content of 56.4% of the samples were low limy and limy, and approximately 55% of soil samples were analyzed moderate and high-level organic matter content. Soil texture of the samples varied between loam and sandy loam; and 31.2% loam, 28.1% sandy loam, 18.7% clay loam, 7.8% loamy sand, 7.8% sandy clay loam, 3.1% clay, and 3.1% silty loam were determined. In general, variability of the soil parameters was found as highest in organic matter (CV=122%), and lowest in pH (CV=15%).

Keywords: Simav district, agricultural soils, physical and chemical soil properties.

© 2019 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Tarımsal üretimde temel amaç, birim alandan alınacak ürün miktarının yüksek olmasıdır. Bu nedenle, toprakların verimlilik düzeylerinin yükseltilmesi ve korunması son derece önemlidir. Yeterli miktarda ve dengeli oranda bitki besin elementlerini içermesi yanında uygun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklere sahip topraklar verimli topraklar olarak değerlendirilir (Başar, 2001). Toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri, topraktaki besin elementlerinin bitkiye yarayışlı miktarları üzerinde önemli olup, bitkinin sağlıklı gelişimi ve uygun beslenme programının oluşturulabilmesi için toprak özelliklerinin bilinmesi ve olası etkilerinin önceden belirlenmesi açısından da önemlidir (Başayığıt ve ark., 2008). Tarımsal üretim sürecinde bitkiler için gerekli olan besin maddelerinin toprakta yeterli miktarda bulunmaması veya aşırı miktarlarda bulunması durumunda bitkilerin topraklarda bunlardan yararlanmasını sınırlandırmakta ve yetiştirilen ürünün olumsuz şekilde etkilenmesine sebep olmaktadır (Turan ve ark., 2010; Karaman, 2012)

Sanayileşme ve çarpık kentleşme sonucu hızla kirlenen ve kullanılabilir alanları gittikçe daralan tarım topraklarımızın sürdürülebilirliği ve toprakların optimum kullanılması, toprakların fiziksel ve kimyasal

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 274 513 72 50/1037

E-posta : melis.cercioglu@dpu.edu.tr

Geliş Tarihi : 21 Aralık 2018

Kabul Tarihi : 26 Nisan 2019

e-ISSN : 2146-8141

DOI : 10.33409/tbbbd.595167

özelliklerinin iyi bir şekilde bilinmesini ve bu özelliklere göre amenajman tedbirlerinin alınmasını zorunlu kılmaktadır (Akça ve ark., 2015). Toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ile bitkilerin ihtiyaç duydukları besin maddeleri ve beslenme durumlarının araştırılmasında en çok başvurulan yöntemlerden birisi toprak analizidir (Mulla ve Mc Bratney, 2001).

Ülkemiz genelinde farklı yöre ve tarım alanlarının çeşitli toprak özellikleri ile verimlilik durumlarının belirlenerek olası sorunların önceden belirlenmesi ve birçok ürünün verim ve sürekliliğini artırmak amacı ile birçok çalışma yürütülmüştür. Kuştutan ve ark. (2017) Manisa Alaşehir’de üzüm bağlarında yürüttükleri bir denemede, toprakların %70’inin tın bünyeli ve hafif alkali reaksiyonlu, %30’unun kuvvetli alkali reaksiyonlu, %60’ının kireçli ve tuz yönünden sınırlayıcı, tamamının ise organik maddece fakir olduğunu analiz etmişlerdir. Sancan ve Karaca (2017), Van-Erciş ilçesi Bayramlı köyü bağ alanlarında yaptıkları çalışmada toprak örneklerinin %47.5’ini tınlı kum, %45’ini kumlu tın ve %7.5’ini kumlu; nötr ve alkali reaksiyonlu; tuzsuz; kireç içeriği orta ve yüksek düzeyde; organik madde içeriğini ise asma için değerlendirildiğinde orta ve yeterli düzeylerde bulmuşlardır. Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan bazı yöre topraklarının verimlilik durumlarının incelendiği bir çalışmada toprakların ağırlıklı olarak killi, hafif alkali reaksiyonlu, tuzsuz, %38.27’sinin fazla ve çok fazla kireçli ve % 38.44’ünün az ve çok az düzeyde organik madde içerdiği analiz edilmiştir (Akça ve ark., 2017). Yağanoğlu ve Aydın (2017), Erzurum ili Hınıs ilçesinde farklı bitkilerin yetiştirildiği topraklarda yürüttükleri çalışmada elde ettikleri bulgulara göre topraklar nötr ve hafif alkali arasında, tuzsuz, orta ve fazla kireçli, organik madde içeriği yönünden yaklaşık %60’ının orta sınıfında yer aldığı, tekstürel açıdan ise %50’sinin tınlı, %42’sinin killi tınlı ve %8’inin killi bünyeye sahip olduğunu belirlemişlerdir. Doğan ve Erdal (2018) Burdur ili tahıl topraklarının tuzluluk sorunu bulunmadığını, büyük çoğunluğunun kireç içeriğinin yüksek, hafif alkali reaksiyonlu, organik madde içeriği düşük ve %80’inin ise tın, kil ve killi-tın bünyede olduğunu belirlemişlerdir.

Bu çalışmada, Kütahya Simav’da çeşitli ürünlerin yetiştirildiği köylerdeki tarım alanlarından alınan ve analiz edilen 46 toprak örneğine ilişkin bazı fiziksel ve kimyasal parametrelerin değerlendirilerek toprakların genel durumunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı

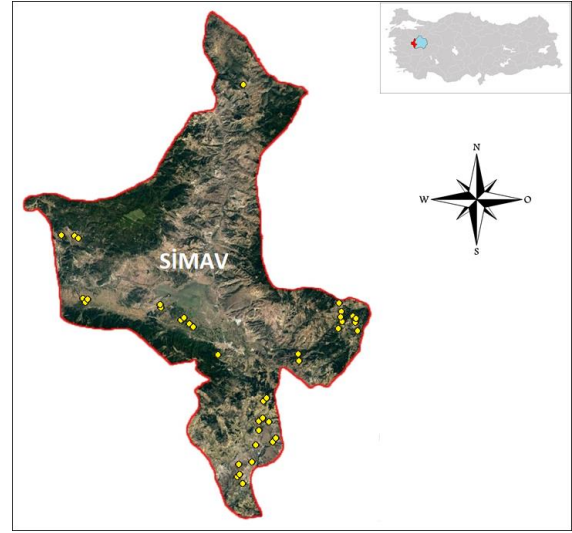
Çalışma, Kütahya ili Simav ilçesi sınırları içerisinde yürütülmüştür. Simav, Kütahya’nın yaklaşık 45 km güneybatısında yer almakta olup yüz ölçümü yaklaşık 155.7 hektardır. Ege Bölgesi’nin yaklaşık 300 km iç kesiminde ve deniz seviyesinden ortalama 950 m yükseklikte yer alan Simav, Ege ikliminden Orta Anadolu iklimine geçiş döneminin özelliklerini gösteren Orta Ege iklim (karasal iklim) kuşağındadır (Şimşek ve Gündüz, 2007). Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nün 1975-2016 yılları arasındaki iklim verilerine göre; ortalama sıcaklık 11.9 °C, toplam yağış 755.1 mm ve oransal nem miktarı %69’dur. Uzun yıllık ortalama göre, en sıcak ay 22 °C ile Temmuz, en soğuk ay 2.5 °C ile Ocak ayı olup, en düşük yağış değeri 10.8 mm ile Temmuz ayında, en fazla yağış ise 130.6 mm ile Aralık ayında belirlenmiştir.

Simav’ın %62.8’i orman ve fundalık alan; %32.2’si tarım alanı; %2.2’si mera ve %2.8’i yerleşim alanıdır (Anonim, 2018). 2017 yılı verilerine göre 35.81 ha tarım alanına sahip olan Simav yöresinin 26.98 ha’ı tahıllar ve diğer bitkisel ürünler alanı, 2.59 ha’ı meyve, içecek ve baharat bitkileri alanı, 2.20 ha’ı sebze alanı, 4.03 ha’ı ise nadas olarak değerlendirilmektedir (TÜİK, 2018). İlçede toplam tarım alanlarının %20.3’ü sulanabilir olup, sulanabilen tarım arazisi miktarı 12.19 hektardır. Sulu tarım arazilerinde; şekerpancarı, darı, fasulye, mısır, silaj mısır, yonca, çeşitli sebze ekimi, çeşitli meyve dikimi ve Kanada çeşidi kavakçılık ile uğraşmaktadır. Kuru tarım arazilerinde ise buğday, arpa, çavdar, nohut, haşhaş, kuru fasulye, ayçiçeği, mısır ve yem bitkileri yetiştirilmektedir (Anonim, 2018).

Örnekleme ve Toprak Analizleri

Araştırma materyalini Simav ilçesinin 14 köyünde çeşitli ürünlerin yetiştirildiği 46 çiftçi arazisinden alınan toprak örnekleri oluşturmaktadır. Araştırma alanında toprak örneklerinin alındığı yerlerin koordinatları, arazinin parsel numaralarına göre Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü’nün sisteminden sağlanmıştır (TKGM, 2018). Toprak örnekleri 0-30 cm derinlikten araziye temsil edecek şekilde birkaç noktadan alınmıştır (Şekil 1). Bu topraklar, iyice karıştırılıp taş vb. materyaller ayıklanmış ve her araziye temsilen bir örnek haline getirilmiştir. Topraklar plastik poşetlere alınarak etiketlenmiş ve laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen örnekler 2 mm’lik elekten geçirilerek 105°C’de etüvde kurutulduktan sonra analize hazır hale getirilmiştir.

Çalışma kapsamında arazilerden alınan toprak örneklerinde; Bouyoucos hidrometre yöntemiyle tekstür (Gee ve Bauder, 1986); elektriksel iletkenlik (EC) ve toprak reaksiyonu (pH) saturasyon çamuru yöntemine göre (Rhoades ve ark., 1999); organik madde (OM) değiştirilmiş Walkley-Black yöntemine göre (Nelson ve Sommers, 1982), ve toprakların kireç (CaCO_3) içeriği ise Scheibler kalsimetresi kullanılarak volümetrik olarak analiz edilmiştir (Rowell, 1994). Elde edilen toprak analiz sonuçları da Çizelge 1’de verilen sınır değerlere göre yorumlanmış ve sınıflandırılmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanının genel görünümü ve örnekleme noktalarının dağılımı

Çizelge 1. Toprak analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan sınır değerler

Toprak özelliği	Sınır değeri	Değerlendirme
pH (Ülgen ve Yurtsever, 1995)	< 4.5	Kuvvetli asit
	4.5-5.5	Orta asit
	5.5-6.5	Hafif asit
	6.5-7.5	Nötr
	7.5-8.5	Hafif alkali
CaCO ₃ (%) (Ülgen ve Yurtsever, 1995)	>8.5	Kuvvetli alkali
	<1	Az kireçli
	1-5	Kireçli
	5-15	Orta kireçli
Organik madde (%) (Ülgen ve Yurtsever, 1995)	15-25	Fazla kireçli
	>25	Çok fazla kireçli
	<1	Çok az
	1-2	Az
EC (µS/cm) (USDA, 2002)	2-3	Orta
	3-4	İyi
	>4	Yüksek
	0-2000	Tuzsuz
	2000-4000	Hafif tuzlu
	4000-8000	Orta tuzlu
	8000-16000	Çok tuzlu

Bulgular ve Tartışma

Araştırma alanı topraklarının bünye, pH, EC, kireç ve organik madde içeriklerinin köyler bazındaki en az, en fazla ve ortalama değerleri ürün desenleri ile birlikte Çizelge 2’de verilmiştir. Toprakların bitki yetişmesine uygunluğu yönünden bünye önemli bir ayırım ölçüsüdür. Bouyoucos (1951) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre 46 toprak örneğinin bünye analizi sonuçları incelendiğinde %31.2’si tın, %28.1’i kumlu tın, %18.7’si killi tın, %7.8’i tınlı kum, %7.8’i kumlu killi tın, %3.1’i kil ve %3.1’i de siltli tın bünyeye sahip olarak belirlenmiştir. Aksaz köyüne ait topraklar tınlı kum; Öreğler, Demirciköy, Kestel, Cuma ve Kıcıır köyüne ait topraklar kumlu tın; Kuşu, Başkonak, Küplüce, Taşlık, Gököy ve Evçiler koyu toprakları tın; Yaygın köyü toprakları killi tın; Yeşilyayla köyü toprakları ise kumlu killi tın bünyeli analiz edilmiştir. Toprak örneklerinin alındığı alanlarda çoğunlukla yetiştirilen ürünlerden buğdayın kumlu tın bünyeden killi tın bünyeye kadar değişen farklı topraklarda yetiştirilebileceği bildirilmiştir (Çolakoğlu, 1985; Fageria ve ark., 1991). İncelenen toprakların üzerlerinde yetiştirilen bitkilerin isteklerine göre uygun özellikte oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 2. Araştırma alanlarının bünye, pH, EC, kireç ve organik madde içeriklerinin köylere göre en az, en fazla ve ortalama değerleri ile ürün desenleri

Köyler		pH	EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	CaCO ₃ (%)	OM (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Bünye	Ürün Deseni
Aksaz	En az	4.33	150	0.01	0.10	65.12	12	6.16	Tınlı kum	Buğday, Fiğ
	En fazla	5.64	330	0.81	3.82	81.84	22	12.88		
	Ortalama	4.82	260	0.25	1.79	72.46	16.80	10.74		
Öreğler	En az	5.53	270	0.82	4.60	21.12	14	10.88	Kumlu tın	Fiğ, Mısır, Yonca
	En fazla	7.13	880	10.1	5.12	75.12	52	26.88		
	Ortalama	6.22	676.7	3.93	4.84	57.12	26.67	16.21		
Demirciköy	En az	5.69	340	0.82	4.47	59.12	16	8.88	Kumlu tın	Yonca, Fiğ
	En fazla	7.28	550	2.05	5.53	75.12	28	14.88		
	Ortalama	6.81	397.5	1.64	4.90	65.12	23.00	11.88		
Yaygın	En az	6.01	630	0.41	3.77	27.12	18	18	Killi tın	Buğday
	En fazla	7.60	960	29.11	5.37	52.40	30	54.88		
	Ortalama	6.89	806	10.60	4.54	38.06	27.52	34.42		
Kuşu	En az	5.98	580	0.46	0.20	29.84	30	6.72	Tın	Buğday, Fiğ, Arpa, Ayçiçeği
	En fazla	8.05	1220	37.48	4.34	40.40	60	38.16		
	Ortalama	7.19	862.2	12.55	2.62	34.59	42.08	23.33		
Yeşilyayla	En az	6.64	140	0.02	1.93	55.65	14.72	16.88	Kumlu killi tın	Buğday, Arpa
	En fazla	8.95	910	38.66	5.58	68.40	24	22.88		
	Ortalama	7.45	631.2	15.37	3.20	60.85	19.36	19.79		
Başkonak	En az	5.32	140	0.01	0.98	26.40	24.72	18.88	Tın	Korunga, Buğday, Armut, Yulaf, Elma, Ceviz, Kiraz
	En fazla	8.33	580	37.48	3.88	56.40	36.72	36.88		
	Ortalama	7.48	366.2	27.11	2.28	40.40	32.22	27.38		
Küplüce	En az	7.10	510	5.58	1.30	28.24	40	20.44	Tın	Vişne, Korunga
	En fazla	7.73	620	10.80	1.86	37.56	42	31.76		
	Ortalama	7.42	565	8.19	1.58	32.90	41.00	26.10		
Kestel	En az	5.83	100	0.39	1.95	52.96	16	15.44	Kumlu tın	Buğday
	En fazla	9.52	850	25.02	4.22	66.96	26	21.04		
	Ortalama	7.64	518	8.49	2.91	59.86	22.00	18.14		
Cuma	En az	6.30	340	0.86	2.85	54.96	14.72	8.88	Kumlu tın	Badem
	En fazla	6.50	480	1.14	3.93	76.40	22	23.04		
	Ortalama	6.40	410	1.01	3.39	65.68	18.36	15.96		
Taşlık	En az	6.52	100	1.73	1.35	47.44	30	14.72	Tın	Buğday, Arpa
	En fazla	7.88	620	4.74	2.31	55.28	32	20.56		
	Ortalama	7.39	446.7	3.73	1.85	51.36	31.00	17.64		
Gölköy	En az	6.43	100	1.26	2.22	32.56	30	19.44	Tın	Buğday
	En fazla	7.79	730	1.65	3.34	38.56	42	37.44		
	Ortalama	7.11	415	1.46	2.78	35.56	36.00	28.44		
Evciler	En az	7.30	990	4.17	2.93	43.28	30	18.72	Tın	Ceviz
	En fazla	7.55	1050	14.67	4.17	49.28	32	26.72		
	Ortalama	7.43	1020	9.42	3.55	46.28	31.00	22.72		
Kıçır	En az	7.12	160	1.18	0.23	68.12	12	1	Kumlu tın	Macar Fiğ, Mısır, Yulaf
	En fazla	7.66	210	2.36	0.28	76.28	14.56	17.32		
	Ortalama	7.43	186.7	1.71	1.24	72.13	13.52	10.77		

Çizelge 2’de verilen 14 köye ait toprakların tamamı incelendiğinde en düşük pH değeri 4.33 ile Aksaz’da, en yüksek pH değeri ise 9.52 ile Kestel’de ölçülmüş olup genel ortalaması 7.01 olarak hesaplanmıştır. [Ülgen ve Yurtsever \(1995\)](#) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre; araştırma alanında analiz edilen toprak örneklerinin %40.3’unun nötr, %25.8’inin hafif alkali, %19.3’unun ise hafif asit karakterli olduğu belirlenmiştir. Toprak örneklerinin köylere göre ortalama değerleri incelendiğinde ise Aksaz köyü toprak örneklerinin orta asit, Öreğler ve Cuma köyü topraklarının hafif asit reaksiyonlu, Kestel köyü toprak örneklerinin hafif alkali ve diğer köylere ait toprak örneklerinin ise nötr reaksiyonlu olduğu belirlenmiştir. Toprak pH’sı, bitkilerin gelişimi ve bitki besin elementlerinin alınabilirliğini önemli derecede etkilemektedir. Bu bakımdan gerekli olduğu durumlarda tarım arazilerinin yüksek pH değerlerini asit karakterli (amonyum sülfat, kükürt vb.) gübrelerin uzun süreli kullanılması ile düşürmek mümkündür ([Güçdemir, 2006](#)). Çoğunlukla buğday yetiştirilen köy topraklarında buğdayın normal gelişimi için nötr ve hafif alkali (pH 6.5-

7.8) toprakların uygun olduğu bildirilmiştir (Çolakoğlu, 1985). Çalışma topraklarının büyük çoğunluğunun pH değerleri nötr olduğu için tarımsal faaliyetler için bir sorun oluşturmadığı belirlenmiştir.

Toprak örneklerinin EC değerleri incelendiğinde 100-1220 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değiştiği ve USDA (2002) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre söz konusu toprakların tamamının tuzsuz sınıfa girdiği görülmektedir. En düşük tuz içeriği (186.7 $\mu\text{S}/\text{cm}$) Kıcır köyüne ait toprak örneklerinde belirlenirken, en yüksek tuz içeriği (1020 $\mu\text{S}/\text{cm}$) Evciler köyüne ait toprak örneklerinde analiz edilmiştir (Çizelge 2). Buna göre, araştırma topraklarının tuzluluk yönünden herhangi bir sorunu bulunmadığı ve bu tarım alanlarında birçok kültür bitkisinin rahatlıkla yetiştirebileceği anlaşılmaktadır. Toprakların tuz içeriklerinin artmaması için bilinçsiz gübreleme ve aşırı sulama gibi uygulamalardan kaçınılmalı, gübre ve sulama uygulamaları yapılmadan önce bölgenin iklim durumu göz önüne alınmalıdır (Güçdemir, 2006).

Topraklarda belirli miktarlarda bulunan kireç, toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine olumlu etkiler sağlarken; fazla miktarda bulunan kireç ise bitki gelişimi üzerine bazı olumsuz etkilere neden olmaktadır. Bu nedenle hem toprak verimliliği hem de bitki istekleri yönüyle toprakta optimum miktarlarda kireç bulunması gereklidir. Birçok çalışma, bazı bitkilerin belirli miktarlarda kireç içeren topraklarda iyi bir gelişme gösterdiğini bildirmektedir. Tugay ve Sepetoğlu (1983) buğday için kireç içeren ve besin maddelerince zengin toprakların uygun olduğunu bildirmiştir. Elde edilen değerlere göre toprakların geneli için bir değerlendirilme yapıldığında toprakların kireç içerikleri %0.01 ile %38.6 arasında değişmiş ve ortalama kireç içeriği %10.23 olarak hesaplanmıştır. Ülgen ve Yurtsever (1995)'e göre; incelenen toprak örneklerinin %32.2'sinin kireçli, %24.2'sinin az kireçli, %17.7'sinin orta kireçli, %16'sının çok fazla kireçli, % 9.6'sının ise fazla kireçli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Toprakların kireç değerlerine ait köy ortalamaları incelendiğinde Aksaz ve Cuma az kireçli; Öreğler, Demirciköy, Taşlık, Gölköy ve Kıcır kireçli; Yaykın, Kuşu, Yeşilyayla, Küplüce, Kestel ve Evciler orta kireçli, Başkonak ise çok fazla kireçli olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Özellikle Aksaz ve Cuma köylerinden alınan toprak örneklerinin düşük pH'ya sahip olmaları nedeniyle kireç içeriklerinin de az olması beklenen bir durumdur. Benzer şekilde Başkonak köyüne ait toprak örneklerinin yüksek pH'ya sahip olmasına paralel olarak kireç içerikleri de yüksek analiz edilmiştir. Fazla ve çok fazla kireç içeren araştırma topraklarında sorunlarla karşılaşmamak için gerekli önlemler alınmalıdır. Kireç miktarındaki yükselmeye bağlı olarak başta fosfor ve çinko olmak üzere mikro elementlerin alınabilirliğinde azalma (Kacar ve ark., 1998) söz konusu olup bu nedenle gübreleme yaparken bu sorunlar dikkate alınarak mikro element gübrelemesi de yapılmalıdır.

Toprakların genel olarak organik madde içeriklerinin %0.10-5.58 arasında değiştiği ve %27.4'ünün yüksek, %27.4'ünün orta, %20.9'unun az, %17.7'sinin iyi ve %6.4'ünün çok az düzeyde organik madde içerdiği analiz edilmiştir. Toprak örneklerinin köylere göre ortalama organik madde içerikleri incelendiğinde ise Aksaz, Küplüce, Taşlık ve Kıcır köyleri topraklarının organik madde içerikleri düşük; Kuşu, Başkonak, Kestel ve Gölköy topraklarının orta; Yeşilyayla, Cuma ve Evciler köyü topraklarının iyi; Öreğler, Demirciköy ve Yaykın köyleri topraklarının organik madde miktarı ise yüksek olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Organik madde, topraklardaki birçok makro ve mikro bitki besin elementlerinin doğrudan kaynağı olup mineralizasyonu sonucu makro ve mikro besin elementlerini de toprağa karıştırmaktadır (Karaman ve ark., 2012). Organik madde miktarı düşük olan topraklara 2-3 t/da düzeyinde iyi kompostlanmış çiftlik gübresi uygulanmasının yararlı olacağı önerilmektedir (Rosen ve ark. 1999).

Toprak örneklerinin tanımlayıcı istatistik analizleri de yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi toprak fiziksel ve kimyasal özelliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler, normal dağılım kriterleri olan çan eğrisi şekli, aritmetik ortalamaya göre simetriklik, ortalama-medyan değerlerinin eşitliği, aritmetik ortalama ile standart sapma arasındaki ilişkiler (± 1 aralığında verilerin %68'i, ± 2 aralığında verilerin %95'i, ± 3 aralığında verilerin %99'u yer alır) ve uygulamada çarpıklık ve basıklık ölçütleri açısından kabul edilebilir ± 2 sınır değeri ile değerlendirildiğinde genel olarak verilerinin normal dağılıma uyduğunu ortaya koymaktadır.

Varyasyon katsayısı (VK), bir toprak özelliğinin değişkenliğinin tanımlanmasındaki en önemli faktördür (Zhou ve ark., 2010). Wilding (1985)' e göre varyasyon katsayısı %15 den az olanlar düşük, %15-35 arası olanlar orta ve %35 den fazla olanlar ise değişkenliği yüksek olarak nitelendirilmektedir. Buna göre çalışma alanına ait toprak özellikleri varyasyon katsayısı değerlerine göre incelendiğinde, çoğu toprak özelliğinin çalışma alanı içerisindeki değişkenliğinin yüksek olduğu görülmektedir. Toprağın kireç içeriği en yüksek varyasyon katsayısına (%122) sahip olarak gözlenirken, pH değişkenliği en düşük (%15), kum ise değişkenliği orta sınıfta (%33) gözlenen toprak özellikleri olarak belirlenmiştir. Toprak pH'sı yönünden elde edilen bulgular, gibi birçok araştırmacı tarafından önceden tamamlanan çalışmaların bulgularıyla paralellik

göstermektedir (Karabulut ve Ünver, 2012; Karaman ve ark., 2012; Turgut ve Öztaş, 2012; Sağlam ve ark., 2014; Sünal ve ark., 2016; Dey ve ark., 2017; Budak ve ark., 2018). Ancak bu çalışmanın ve önceden gerçekleştirilen çalışmaların sonuçları birbirleri ile karşılaştırıldığında, EC, organik madde, kireç ve toprak fiziksel özelliklerine ilişkin bulguların çalışmadan çalışmaya değişiklik gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 3. Toprak özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik parametreleri

Toprak özelliği	Minimum	Maksimum	Ortalama	SS	VK	Çarpıklık	Basıklık
pH	4.33	9.52	7.01	1.08	15	-0.32	0.52
EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	100	1220	557.38	292.88	53	0.14	-0.90
CaCO ₃ (%)	0.01	38.66	10.23	12.45	122	1.13	-0.12
OM (%)	0.10	5.58	2.94	1.41	48	0.05	-0.81
Kum (%)	21.12	81.84	51.38	17.04	33	0.04	-1.28
Mil (%)	12.00	60.00	27.88	11.48	41	0.65	-0.04
Kil (%)	1.00	54.88	20.53	10.18	50	0.96	1.57

EC: Elektriksel iletkenlik; OM: Organik madde; SS: Standart sapma; VK: Varyasyon katsayısı (%)

Sonuç

Simav yöresinde bulunan köy arazilerinden alınan tarım topraklarının genel durumlarını belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmanın sonuçlarına göre; toprakların genelde hafif bünyeli, kum içeriklerinin yüksek ve büyük çoğunluğunun nötr ve hafif alkali karakterli olduğu görülmüştür. Araştırma alanına ait toprak örneklerinin genel olarak pH'sı bitki besleme ve bitkisel üretim açısından sorun oluşturmamaktadır. Yüksek pH'ya sahip Kestel köyünden alınan toprakların pH'sının düşürülmesi için asit karakterli gübreler tercih edilmeli ve düşük pH'ya sahip (pH değeri 4.5'dan az) Aksaz köyü toprakları için ise kireçli materyallerin veya alkali karakterli ticari gübrelerin uygulanması gerekmektedir. Gübreleme yapılırken toprak pH'sı mutlaka göz önünde bulundurulmalı ve pH'nın düşmesine veya yükselmesine sebep olabilecek tarımsal uygulamalardan kaçınılmalıdır. Tuzluluk problemi bulunmayan köy topraklarının organik madde ve kireç bakımından ise yeterli düzeyde olduğu anlaşılmaktadır. Aksaz ve Cuma köyü topraklarının kireç içeriklerini arttırmak için topraklara kireçli materyaller veya alkali karakterli gübrelerin uygulanması; Başkonak köyü topraklarının ise çok fazla olan kireç içeriğini düşürmek için kükürt veya asit karakterli gübrelerin kullanılması önerilmektedir. Köylerden alınan toprak örneklerinin genel olarak organik madde seviyesinin yeterli olması hem toprak verimliliği ve sürdürülebilirliği açısından hem de yetiştirilen ürünlerin verim ve kalitesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle toprak analizlerine gereken önem verilerek elde edilen analiz sonuçlarına göre uygun cins ve miktarlarda gübreleme programları oluşturulmalıdır. Organik madde içeriği yetersiz olan Aksaz, Küplüce, Taşlık ve Kıçır köyleri topraklarının organik madde içeriklerini arttırıcı uygulamalara (bitkisel atıklar, ahır gübresi, bitki rotasyonu vb.) yer verilmelidir.

Sonuç olarak, Simav yöresindeki köy arazilerinden alınan toprakların genel özelliklerinin, yetiştiriciliği yapılmakta olan bitkiler için uygun düzeyde bulunduğunu belirtmek olanaklıdır. Ancak toprakların makro ve mikro bitki besin maddesi içeriklerinin de incelenmesi ile temel verimlilik özelliklerinin daha iyi bilinmesine katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Akça MO, Türkmen F, Taşkın MB, Soba MR, Öztürk HS, 2015. Ankara Üniversitesi Kalecik Araştırma ve Uygulama Çiftliği topraklarının verimlilik durumlarının incelenmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 3(2): 54-63.
- Akça H, Taban N, Turan MA, Taban S, Ouedraogo AR, Türkmen N, 2017. Türkiye'de sarımsak tarımı yapılan toprakların verimlilik durumu. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 5(2): 93-100.
- Anonim, 2018. Simav İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü. URL: <http://www.simav.gov.tr/ilce-gida-tarim-ve-hayvancilik-mudurlugu>.
- Başar H, 2001. Bursa ili topraklarının verimlilik durumlarının toprak analizleri ile incelenmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 15: 69-83.
- Başayığıt L, Şenol H, Müjdeci M, 2008. Isparta ili meyve yetiştirme potansiyeli yüksek alanların bazı toprak özelliklerinin coğrafi bilgi sistemleri ile haritalanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 3(2): 1-10.
- Bouyoucos GJ, 1951. A Calibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal* 43: 434-438.
- Budak M, Günel H, Çelik İ, Acir N, Sırrı M, 2018. Dicle havzası toprak özelliklerinin yersel değişimlerinin jeostatistik ve coğrafi bilgi sistemleri ile belirlenmesi ve haritalanması. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi* 5(2): 103-115.
- Çolakoğlu H, 1985. Gübre ve gübreleme. E.Ü. Zir. Fak. Teksir no: 17 - I. Bornova-İzmir.
- Dey P, Karwariya S, Bhogal NS, 2017. Spatial variability analysis of soil properties using geospatial technique in katni district of Madhya Pradesh, India. *International Journal of Plant and Soil Science* 17(3):1-13.

- Doğan A, Erdal İ, 2018. Burdur ili tahıl yetiştirilen toprakların verimlilik durumlarının belirlenmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 6(1): 39-45.
- Fageria NK, Baligar VC, Jones CA, 1991. Growth and mineral nutrition of field crops. Marcel Dekker Inc., NY. USA.
- Gee GW, Bauder JW, 1986. Particle-size analysis. In: Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods. Soil Science Society of America, American Society of Agronomy, Book Series 5.1, South Segoe Road, Madison, USA, pp. 383-411.
- Güçdemir İ, 2006. Türkiye gübre ve gübreleme rehberi. Genel Yayın No:231. Teknik Yayın No:T-69, Ankara.
- Kacar B, Taban S, Alpaslan M, Fuleky G, 1998. Zincphosphorus 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. 2nd International Zinc Symposium, Abstracts, s. 20, 2-3 October, Ankara, Turkey.
- Karabulut A, Ünver İ, 2012. Çukurova'da alüvyal bir tarım arazisinde bazı toprak verimlilik parametrelerinin jeostatistiksel modellemesi. *Toprak Su Dergisi* 1(2): 71-81.
- Karaman MR, 2012. Bitki Besleme, GÜBRETAS Rehber Kitaplar Dizisi:2, ISBN: 978-605-87103-2-0.
- Karaman MR, Brohi AR, Müftüoğlu NM, Öztaş T, Zengin M, 2012. Sürdürülebilir toprak verimliliği, Koyulhisar Ziraat Odası Kültür Yayınları, Tokat.
- Kuşutan F, Ateş F, Akın A, 2017. Alaşehir ilçesinde (Manisa) superior seedless üzüm çeşidi yetiştirilen toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimler Dergisi* 21(1): 16-23.
- Mulla DJ, Mc Bratney AB, 2001. Soil spatial variability. Handbook of Soil Science CRS. Pres: 321-352.
- Nelson DW, Sommers LE, 1982. Organic matter. In: Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties, Second Edition, Agronomy, No: 9, pp. 574-579.
- Rhoades JD, Chanduvi F, Lesch S, 1999. Soil salinity assessment. In: Methods and Interpretation of Electrical Conductivity Measurements. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Rosen C, Becker R, Fritz V, Huthicson B, Percich J, Tong C, Wriugh J, 1999. Growing garlic in Minnesota. URL: <http://www.extension.umn.edu/distribution/cropsystems/DC7317.html> (Erişim tarihi: 24.06.2014).
- Rowell DL, 1994. Soil science: Methods and applications. Singapore: Longman Scientific and Technical.
- Sağlam M, Dengiz O, Özyazıcı MA, Erkoçak A, Türkmen F, 2014. Faktör analizi ile minimum veri setinin oluşturulması ve haritalanması: Samsun İli Örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 51(2): 133-144.
- Sancan M, Karaca S, 2017. Van-Erciş ilçesi Bayramlı köyü bağ alanlarının bazı toprak özelliklerinin belirlenmesi ve coğrafi bilgi sistemleri ile haritalanması. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 5(2): 55-62.
- Süenal S, Dikmen Ü, Erşahin S, Aşkın T, Özenç DB, Tarakçioğlu C, Korkmaz K, Kutlu T, 2016. Orta Karadeniz bölgesi kolüvyal-alüvyal topraklarında bazı kimyasal toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliği. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 6(1): 61-66.
- Şimşek C, Gündüz O, 2007. IWQ index: A GIS-integrated technique to assess irrigation water quality. *Environmental Monitoring and Assessment* 128: 277-300.
- TKGM, 2018. Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü Parsel Sorgulama Uygulaması. URL: <https://parselsorgu.tkgm.gov.tr>.
- Tugay E, Sepetoğlu H, 1983. Tarla bitkileri. E.Ü. Zir. Fak. Teksir no: 74-II. Bornova.
- Turan MA, Katkat AV, Özsoy G, Taban S, 2010. Bursa ili alüvyal tarım topraklarının verimlilik durumları ve potansiyel beslenme sorunlarının belirlenmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 24(1): 115-130.
- Turgut B, Öztaş T, 2012. Bazı toprak özelliklerine ait yersel değişimin jeostatistiksel yöntemlerle belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 7(2): 10-22.
- TÜİK, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri. URL: <http://www.tuik.gov.tr>.
- Ülgen N, Yurtsever N, 1995. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi (4. Baskı). T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, Ankara.
- Wilding LP, 1985. Spatial variability: It's documentation, accommodation and implication to soil surveys. In: Nielsen DR and Bouma J (Eds.), Soil Spatial Variability, Pudoc, Wageningen, pp: 166-194.
- USDA, 2002. Soil Electrical Conductivity Classification: A Basis For Site-Specific Management In Semiarid Cropping Systems. Agricultural Research Center, Lincoln. Nebraska.
- Yağanoğlu E, Aydın A, 2017. Erzurum ili Hınıs ilçesinde farklı bitkilerin yetiştirildiği toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin araştırılması. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 48(2): 125-131.
- Zhou Y, Wang Z, Sun W, Huang B, Shi X, Ji J, 2010. Spatial interrelations and multiscale sources of soil heavy metal variability in a typical urban-rural transition area in Yangtze River Delta region of China. *Geoderma* 156: 216-227.



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

<http://dergi.toprak.org.tr>



Sakarya ili ormanlık alan topraklarından *Streptomyces* türlerinin izolasyonu, karakterizasyonu ve bazı ekstraselüler enzimlerin üretiminin belirlenmesi

Ömrüye Özok ^{1,*}, Kerem Özdemir ²

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Van

² Bandırma 17 Eylül Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Mühendislik Temel Bilimleri Anabilim Dalı, Balıkesir

Özet

Bu çalışmada, Sakarya ili sınırlarında bulunan ormanlık alan topraklarından *Streptomyces* cinsi bakterileri izole edilerek bilgisayar yardımıyla teşhisleri yapılmış ve izolatların amilaz, selüloz, L-asparaginaz, proteaz ve lipaz enzimlerinin aktiviteleri belirlenmiştir. Yapılan renk grubu analizinde izolatlar havasal ve misel rengi esas alınarak 4 ana gruba ayrılmıştır. Teşhisleri tamamlanan *Streptomyces* izolatlarının test sonuçları MVSP 3.2 bilgisayar programı ile birbirleri arasındaki benzerlik dendogramları oluşturulmuştur. Tüm izolatların fenotipik ve biyokimyasal karakterleri belirlenerek IDENTAX bilgisayar programına bu veriler aktarılmış, cins içerisindeki pozisyonları belirlenerek teşhisleri yapılmıştır. Bu teşhislere göre 80 izolatın 49'unun *Streptomyces exfoliatus*, 14'ünün *Streptomyces atroolivaceus*, 1'i *Streptomyces albidoflavus*, 1'i *Streptomyces chromofuscus*, 1'i de *Streptomyces purpureus* olduğu belirlenmiştir. Ayrıca tüm izolatların proteaz, amilaz, lipaz, selüloz ve asparaginaz enzim aktiviteleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Streptomyces*, ekstraselüler enzim, karakterizasyon.

Isolation and identification of *Streptomyces* species isolated from forest area (Sakarya City) and determination the production of some extracellular enzyme

Abstract

In this study, forest area located in the province of Sakarya city soil bacteria of the genus *Streptomyces* isolated and made computer-assisted diagnosis and various enzyme activities of the isolates were determined. All isolates of phenotypic and biochemical characteristics of the data being transmitted to the computer program determined IDENTAX, diagnosis is made by determining their position in the genus. Isolates in the color group analysis based on aerial and substrate mycelium color is divided into four main groups. Diagnostic test results of *Streptomyces* isolates are completed by a computer program MVSP 3.2 and were created similarity dendograms. In addition, all isolates protease, amylase, lipase, cellulase and asparaginase enzyme activity was determined.

Keywords: *Streptomyces*, Extracellular enzyme, characterization.

© 2019 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Genel olarak habitatları toprak olan *Streptomyces* bakterileri selüloz, lignin, kitin gibi doğal polimerlerin degradasyonunda ve döngüsünde rol alan mikrobiyal topluluğun önemli bir bileşeni olmalarının yanısıra (Semêdo ve ark., 2004), yapısal olarak farklı ve biyolojik olarak aktif çok sayıda bileşiğin kaynağı olarak biyoteknolojik açıdan da önemli bir potansiyele sahiptir (Semêdo ve ark., 2004). *Actinomycetales* takımının bu üyeleri, antibiyotiklerin ve endüstriyel yönden yararlı enzim, enzim inhibitörü gibi sekonder metabolitlerin kaynağı olarak bilinmekle birlikte, şimdiye kadar keşfedilmiş, doğal olarak meydana gelen antibiyotiklerin yarısından fazlasının bu organizmalar tarafından üretildiği bildirilmiştir (Hayakawa ve ark.,

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 544 898 25 40

E-posta : o.ozok@hotmail.com

Geliş Tarihi : 30 Aralık 2018

Kabul Tarihi : 21 Nisan 2019

e-ISSN : 2146-8141

DOI : 10.33409/tbbbd.595174

2004). . *Streptomyces* cinsi üyelerinin yeni, ticari olarak önemli ve farmakolojik olarak aktif anitibiyotik, enzim, enzim inhibitörü gibi antimikrobiyal madde üretme yetenekleri *Streptomyces* bakterilerini prokaryotlar arasında önemini artırmaktadır. Endüstrinin hemen her alanında kullanılan enzimler genellikle mikroorganizmalardan elde edilmektedir. Bunun nedeni mikroorganizma kaynaklı enzimlerin bitkisel veya hayvansal kaynaklı enzimlere göre katalitik aktivitelerinin çok yüksek olmaları, istenmeyen yan ürün oluşturmamaları, daha stabil ve ucuz olmaları, fazla miktarda elde edilebilmeleridir (Wiseman, 1987). Bu mikroorganizmalar yalnızca enzim üretme yeteneklerine göre değil, mikroorganizmaların toksik ve patojen olmamasına göre de seçilmiştir. Bugün endüstride kullanılan birçok enzim mikrobiyal kökenli olduğu için, endüstriyel enzimlerin kullanımında, mikroorganizma kullanımını artmıştır (Demain ve Solomon, 1981). Antimikrobiyal maddeler, çok az yoğunlukta dahi mikroorganizma gelişimini engelleyen biyolojik kökenli sekonder metabolitler olup, mikroorganizmanın çoğalmasını engelleyici "bakteriostatik" veya "fungustatik" olabildikleri gibi; mikroorganizmanın ölümüne sebep olan "bakterisidal" veya "fungusidal" maddelerde olabilirler. Mikroorganizmalar tarafından üretilen, düşük molekül ağırlıklı, organik doğal ürünler olan antimikrobiyal maddeler seçici toksiteye sahip olduklarından çok düşük konsantrasyonlarda bile mikroorganizmaya zararlı olup makroorganizmaya zarar vermezler.

Bu çalışmada amaç; Sakarya ili ormanlık alanlarından toplanan toprak numuneleri kullanılarak izole edilen *Streptomyces* bakterilerinin karakterizasyonu ve bilgisayar destekli teşhisi yapılarak, izole edilen tüm bakterilerin çeşitli enzim aktiviteleri de (amilaz, proteaz, lipaz, selülaz, asparaginaz) belirlenmeye çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırmanın materyalini Sakarya ilinin 5 farklı lokasyonlarından özellikle ormanlık alanlardan alınan toprak numuneleri oluşturmaktadır. 1. lokasyon Karaçam çıkışı, 2. lokasyon Doğançay/aşağı mahalle, 3. lokasyon Doğançay/Yukarı mahalle, 4. lokasyon Geyve/kuzey, 5. lokasyon Geyve/güney olarak belirlenerek alınan toprak numunelerinin laboratuvarında nem ve pH değerleri belirlenmiştir.

Streptomyces Türlerinin İzolasyonu ve Saflaştırılması

Bu çalışmada *Streptomyces* bakterilerinin izolasyonu için klasik dilüsyon ve yüzeye yayma yöntemi kullanıldı. Daha sonra, her toprak örneğinden 1 gr tartılarak içerisinde 9 ml ringer çözeltisi bulunan 20 ml'lik steril cam şişelere konuldu. Her bir toprak örneği homojen hale getirildi ve otomatik pipet ile aseptik şartlarda 0.5 ml alınarak içerisinde 4.5 ml ringer çözeltisi bulunan steril cam tüplere konuldu. *Streptomyces* bakterilerinin izolasyonu için M65 besi yeri hazırlandı ve 25°C'de 14 gün inkübasyona bırakılan izolasyon plaklarındaki olası farklı *Streptomyces* suşları, koloni morfolojileri dikkate alınarak seçilmiştir. İzole edilen bu koloniler cycloheximide (50 ug/ml), nystatin (50 ug /ml) ve novobiosin (0.5 ug/ml) ilaveli Bennet's Agar besiyeri (DSMZ) yüzeyine çizgi plak yöntemiyle transfer edilerek tek koloni düşürülmeye çalışıldı. Bu işlem, saf kültürler elde edilene kadar tekrarlanmıştır.

Renk Gruplandırması

Saflaştırılan toplam 80 *Streptomyces* suşunun renk gruplandırılması için Oatmeal Agar (Shirling ve Gottlieb, 1966) besi ortamına ekimi yapıldı. Çizgi ekim metoduyla inoküle edilen izolatlar 14 gün 28°C'de inkübe edildikten sonra havasal miselyum rengi substrat miselyum renkleri renk kataloğuna göre tespit edildi ve gruplandırma yapıldı. İzolatların melanin pigmenti üretilip üretilmediğini belirlemek için pepton yeast extract iron agar (Shirling ve Gottlieb, 1966) besi ortamına öze yardımıyla ekim yapıldı ve 28°C'de 7 gün süre ile inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonunda petri kabı içerisinde üremiş olan kolonilerden siyahımsı renk oluşumu melanin pigmenti üretiminin olduğunu, renk değişimi olmamış koloniler ise melanin üretmeyen koloniler olarak değerlendirilmiştir. Sonuçta hem havasal ve substrat miselyum renk hem de melanin pigment üretimi dikkate alınarak tüm izolatlar gruplandırıldı.

Antimikrobiyal Aktivite Çalışmaları

Daha önceden saflaştırılıp -20°C'de gliserol içerisinde saklanan *Streptomyces* izolatları 6 adet patojen yada non-patojen (*S.pneumonia*, *E.fealeus*, *E.coli*, *S.aureus*, *S.flexneri*, *P.aerogmose*) test organizmasına karşı antimikrobiyal aktiviteleri incelenmiştir (Williams ve ark., 1983a). Bennet's agar besi yerine ekilen *Streptomyces* test izolatları 27°C'de 3 gün süre ile aktive edildikten sonra kullanılmış, hazırlanan besiyerinin merkezine çizgi şeklinde her izolat ayrı olarak ekilmiştir. Plak kapları 2 gün süre ve 27°C'de inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon süresi sonunda üremiş olan *Streptomyces* bakterilerine dik çizgi yöntemi ile patojen test organizmalarının ekimi yapılarak 37°C'de tekrar inkübasyona bırakılmıştır. Sonuçlar test organizmalarının etrafındaki şeffaf zona bakılarak duyarlıyada dirençli olarak kaydedilmiştir.

Antibiyotik Duyarlılık Testleri

Bakterilerin antibiyotiklere karşı duyarlılıklarının belirlenmesi için yapılan çalışmada hazırlanan besi ortamına sıvı solüsyon olarak hazırlanmış *Streptomyces* bakterileri yayma metodu ile ekim yapılmış ve ticari antibiyotikler (neomisin, oleondamisin, penisilin G, rifamisin) laboratuvar ortamında disklerle emdirme metoduyla hazırlanan antibiyotik diskler şeklinde petri kaplarına yerleştirilmiştir. 2-3 gün 27°C'de inkübasyondan sonra disklerin etrafında meydana gelen şeffaf inhibisyon zonlarına göre o bakterinin diskte bulunan antibiyotiğe duyarlı olduğu belirtilmiştir.

Degredasyon Aktiviteleri

İzolatlar Ksantin %0.4, Tween 80 %1, Elastin %0.3, Guanin %0.05, Arbutin %1, Tirozin %0,05, Kazein %1, Üre %1, Jelatin %1, Nişasta %1, Tallus acetat olmak üzere 11 substratı degrede edebilme özelliklerine göre incelenmiştir. *Streptomyces* suşları her bir madde için ayrı ayrı besi yerine standart olarak 7 µl ekim yapılmış, degradasyon testleri için Bennett's Agar (Jones, 1949) kullanılmıştır.

Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi

Amilaz

Amilaz enzimi üretimi için Bennet's agar hazırlanarak %2'lik nişasta ilave edilmiş ve 28°C'de 4 gün inkübe edilmiştir. Besi yeri üzerine lügol damlatılarak etrafında açık renk zon oluşturan bölgeler pozitif sonuç olarak seçilmiştir (Aygan ve ark. 2008).

Selülaz

Selülaz enzimi üretimi için Bennet's agar hazırlanarak %1 'lik karboksi metil selülaz (saf suda çözülerek) ilave edilmiş ve 28°C'de 4 gün inkübe edilmiştir. Besi yeri üzerine %1'lik Kongo red ilave edilerek koloni etrafında açık sarı renk zon oluşumu pozitif sonuç olarak seçilmiştir. (Hakamada ve ark., 1997).

L-Asparaginaz

Asparaginaz enzimi üretimi için Bennet's agar hazırlanarak %1'lik asparagin ilave edilmiş ve 28°C'de 4 gün inkübe edilmiştir. Besi yeri üzerine 3 damla fenol damlatılarak etrafında pembeye dönüşen koloniler pozitif sonuç olarak seçilmiştir (Gulati ve ark., 1997).

Proteaz

Proteaz enzimi üretimi için Bennet's agar hazırlanarak %1'lik yağsız süt tozu ilave edilmiş ve 28°C'de 4 gün inkübe edilmiştir. Besi yeri üzerinde etrafında açık renk zon oluşturan bölgeler pozitif sonuç olarak seçilmiştir (Yin ve ark., 2010).

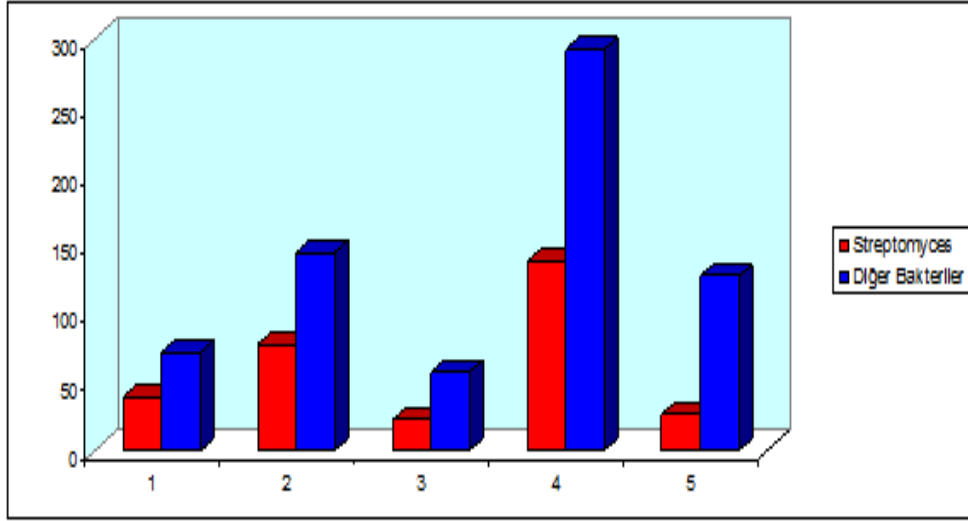
Lipaz

Lipaz enzimi üretimi için Bennet's agar hazırlanarak %2'lik Tween 80 ilave edilmiş ve 28°C'de 4 gün inkübe edilmiştir. Besi yeri üzerine %0,001'lik rodamin b ilave edilerek etrafında açık renk zon oluşturan koloniler pozitif sonuç olarak seçilmiştir (Karnetova ve ark., 1984).

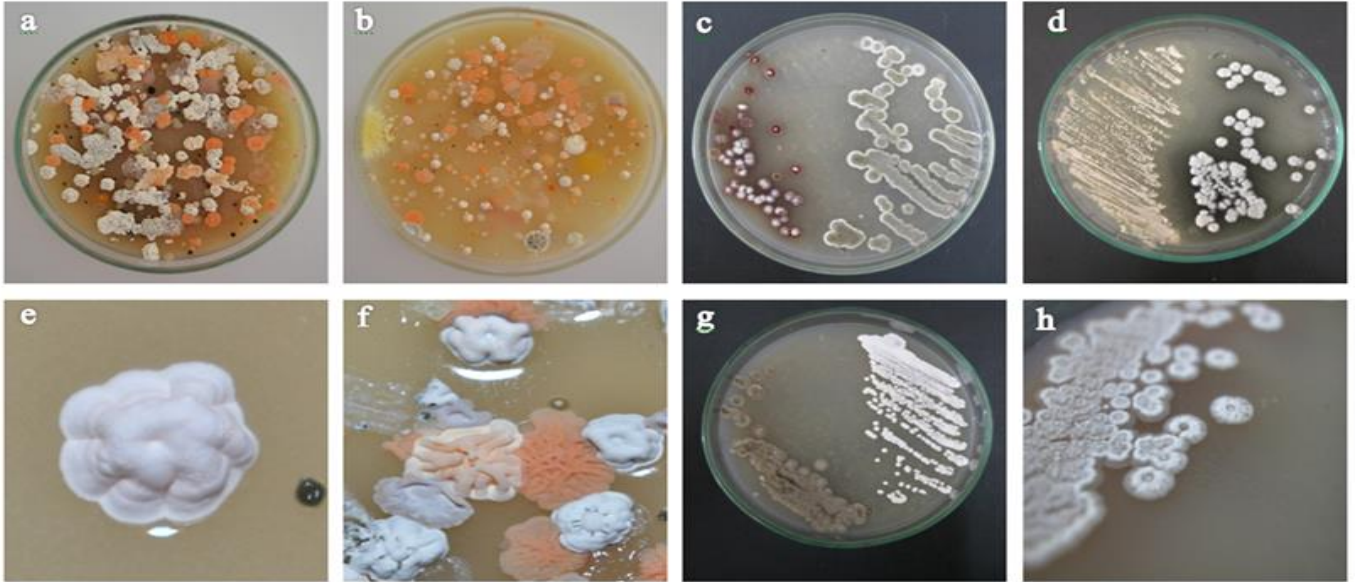
Bulgular ve Tartışma

Beş farklı lokasyondan alınan toprak numunelerinin izolasyon öncesinde pH ve nem oranları Çizelge 1'de gösterilmiştir. Numunelerin pH 'ları 6,13 (1 nolu numune, Karaçam çıkışı) ile 7,16 (4 nolu numune, Geyve-kuzey) arasında değişti ve bu sonuçlarla nötral toprak tipini oluşturdukları belirlendi. Nem oranları ise %4 (1 nolu numune, Karaçam çıkışı) ile %9 (3 nolu numune, Doğançay-yukarı mahalle) arasında değişiklik gösterdi. Bu sonuçlarımız daha önce *Streptomyces* türleri üzerine yapılan biyoçeşitlilik çalışmalarıyla uygunluk göstermiştir (Vickers ve ark., 1984; Williams ve Vickers, 1988; Özdemir, 2008). *Streptomyces* bakterilerinin izolasyonu konusunda bugüne kadar yapılan çalışmalarda genellikle bitki yetişme alanlarına yakın bölgelerden toprak numuneleri alınmıştır (Özdemir, 2008).

Bu çalışmada toplam 5 toprak numunesinden *Streptomyces* bakterilerinin izolasyonu yapıldı. Cycloheximid (50 ug/ml), Nystatin (50 ug/ml), Novabiosin (50 ug/ml) antibiyotikleri eklenmiş M65 besiyerinde gelişen *Streptomyces* kolonileri diğerlerinden oluşturdukları karakteristik misel ve pigment durumlarına göre seçilerek izolasyonları gerçekleştirilmiştir. Ayrıca yapılan tüm izolasyon çalışmaları sonucunda sayılan *Streptomyces* bakterilerinin ve toplam canlı bakterilerin sayım sonuçları Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. İzolasyon çalışması sonucu *Streptomyces* için Medium 65 agar besi ortamındaki izolatların toplam bakteri sayım sonuçları.



Şekil 2. İzolasyonu yapılan ve saflaştırılan *Streptomyces* kolonileri. a, b: izolasyon petrileri, c, d, g, h: saflaştırma petrileri, e, f: koloni morfolojileri.

Renk Gruplandırması

Saflaştırılan toplam 80 *Streptomyces* izolatı Oatmeal Agar besi ortamında ekim sonucu *Streptomyces* test izolatları havasal miselyum rengine göre 4 ana renk grubuna ayrılmıştır. 1. grup havasal miselyum rengi beyaz, 2. grup havasal miselyum rengi sarı, 3. Grup havasal miselyum rengi yeşil ve 4. grup havasal miselyum rengi gri olarak belirlenmiştir. 4 ana renk grubuna ayırdıktan sonra substrat ve melanin üretimi dikkate alınarak yapılmış ve izolatlar 22 (Beyaz), 37 (Sarı), 15 (Gri), ve 3 (Pembe) test organizması içermiştir. Oluşan bu gruplar daha önce yapılan izolasyon ve teşhis çalışmaları ile uygunluk göstermektedir (Atalan ve ark., 2000). Renk grubuna göre ayrılan 4 ana grubun üyelerinin çoğunlukla aynı izolatlar olduğunu belirlenirken, özellikle havasal misel rengi gri olan izolatların IDENTAX teşhis programına göre de *Streptomyces exfoliatus* olarak kesin teşhisi yapılabilmiş, renk grubu ile teşhis matriksi arasında uygunluk gösterdiği belirlenmiştir.

Antimikrobiyal Aktivite

Saflaştırılmış olan 80 *Streptomyces* suşu toplamda 4 adet patojen ve nonpatojen test mikroorganizmasına karşı antimikrobiyal aktivite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Bennet's agar içeren besi ortamına ekildi. Ekimi yapılan suşların bulunduğu petri kapları 24 saat boyunca 37 °C'de inkübasyona bırakıldıktan sonra türlerin test engel organizmalarına karşı antimikrobiyal aktiviteleri belirlendi. Çalışmada kullanılan *Escherichia coli*'ye *Streptomyces* izolatlarının % 16,25'i antagonistik etki gösterdi. Diğer patojen ve nonpatojen test mikroorganizmalarından *Salmonella pneumonia* ve *Enterococcus faecalis* % 8,25'i, *Staphylococcus aureus* % 87,5'i, *Shigella flexneri* % 31,25'i, *Pseudomonas aeruginosa* % 13,75'i antimikrobiyal

aktivite göstermiştir. Birçok yazar ayrıca *Streptomyces* izolatlarının gram-pozitif bakterilere karşı oldukça aktif görüldüğünü bildirmiştir (Hamdi ve ark., 1980; Hussein ve ark., 1980; Saadoun ve ark., 1998). Yapmış olduğumuz çalışmada özellikle *Staphylococcus aureus*'a gösterilen mikrobiyal aktivite ile daha önceki çalışmalarla paralellik göstermiştir. Seçkin (2018) yaptığı çalışmada gözlemler sonucunda *Streptomyces* izolatlarının % 28.49'u *Esherichia coli*'ye, % 48.04'i *Staphylococcus aureus*'a ve % 6.70'i *Pseudomonas aeruginosa*'ya karşı antagonistik etkide bulunduğunu belirtmiştir.

Antibiyotik Duyarlılık Testleri

Test organizmalarının Neomisin (100 µg/ml), Rifampisin (50 µg/ml), Oleandomisin (100 µg/ml) ve Penisilin G (50 µg/ml) antibiyotiklerine karşı duyarlılıkları tespit edildi. Tüm izolatların %83,75'i Neomisine, %71,25'i Rifampisine, %63,75'i Penisilin G , %17,50'i Oleandomisine dirençli olduğu belirlendi. Orhan (2013)'nın yapmış olduğu çalışmada izolatların tümünün Oleandomisin ve Penisilin G'ye direnç gösterdiğini ortaya koymuştur. Seçkin (2018)'in çalışmasında 177 izolat içerisinde izolatların neredeyse %50'sinin Penisilin G ve Oleandomisin'e direnç gösterdiğini belirtmiştir. Yapılan çalışmaların sonuçlarının farklı olması muhtemelen farklı habitatlardan kaynaklanmaktadır.

Degradasyon Aktiviteleri

Streptomyces suşlarının %96,75'i ksantini, %99,6 elastini, %100'ü guanin, tirozin, nişasta ve tween 80'i, %99,8'i arbutini, %77,25'i üreyi, %95'i jelatini, %97,5'i kazeini, degrade edebilme kabiliyeti gözlenirken, tallus asetat hiçbir izolatta degrade yeteneği göstermemiştir. Orhan (2013) ve Seçkin (2018) yapmış olduğu degradasyon testlerinde sonuçlar %80 üzerindedir ve bu çalışmamızla paralellik göstermiştir. Ertaş ve ark., (2013)'nin yapmış olduğu çalışmada da *yine* Actinomycetales ordosuna ait *Micromonosora* bakterileri benzer sonuçlar göstermiştir.

Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi

Proteaz, lipaz, kitinaz ve aljinat liazlar gibi çeşitli enzimlerin denizsel *Streptomyces*'ler tarafından üretildiği bildirilmiştir (Dharmaraj, 2010). *Streptomyces* ayrıca, L-asparagini L-aspartik aside ve amonyağa dönüştüren ve kemoterapötik bir ajan olarak kullanılan bir enzim olan iyi bir L asparaginaz kaynağı olarak da görev yapar (Fisher ve Wray, 2002). L-asparaginaz son yıllarda antikarsinojenik potansiyeli nedeniyle artan ilgi görmüştür. *S. karnatakensis*, *S. venezualae*, *S. longsporusflavus* ve *S. albidoflavus* gibi birçok karasal *Streptomyces*, saptanabilir miktarda L-asparaginaz üretme yeteneğine sahiptir (Narayana ve ark., 2008). *S. aurantiacus* gibi deniz *Streptomyces*'lerinden L-asparaginaz üretimi konusunda sınırlı sayıda rapor bulunmaktadır (Gupta ve ark., 2007).

Enzim aktivitesine göre asparaginaz (+) türlerin %84,6'sı *S.exfoliatus* türü olduğu belirlenerek bu izolatların birbirlerine olan benzerliğide %96,72 olarak belirlenmiştir. Asparaginaz (+) türlerden D0018 izolatı %99,34 oranında *S.purpureus* olduğu belirlenmiştir. Selülaz (+) olan D0074 türümüzünde %99,98 oranında *S.exfoliatus* olduğu belirlenmiştir. Amilaz ve Lipaz enzim aktivitesi için tüm izolatlarımız (-) sonuç göstermiştir. Proteaz (+) izolatlarımızın çoğunluğu *Streptomyces exfoliatus*, bir izolatın da *Streptomyces atroolivaceus* olduğu belirlenmiştir.

Enzim aktivite çalışmaları IDENTAX programına göre toplam *Streptomyces* izolatlarının %15'i asparaginaz, %5'i proteaz, sadece D0074 suşu selülaz enzim aktivitesi gösterirken, hiçbir suşta amilaz ve lipaz enzimleri aktivite göstermemiştir.

Nümerik Analiz Sonuçları ve Bilgisayar Yardımıyla Teşhis

Seçilen 80 *Streptomyces* test suşu için yapılan 69 farklı testin sonuçları MVSP 3.2 (Multi-Variate Statistical Package) programında S_{SM} katsayısına göre UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Average Cluster) analizleri yapılmıştır (Şekil 3). Dendogram %85 benzerlik oranına göre toplam 9 küme oluştururken bu kümelerin 4'ü major, 5'i minör olur iken, 2 tane tekli üye oluşturmuştur. Oluşan kümeler IX. küme 39 izolat içerirken, diğer major gruplar 10'un üzerinde izolat içermiştir. IX. kümede yer alan D0001 ve D0080 nolu izolatların 4 nolu (Geyve -kuzey) lokasyondan olduğu ve %99 'a yakın benzerlik gösterip IDENTAX teşhis programında da aynı tür olduğu tespit edilmiştir. Tekli üyelerden D0055, D0056 izolatları 4 nolu (Geyve -kuzey), D0059, D0060, D0064 izolatları 5 nolu (Geyve-güney) lokasyondan alınmıştır. Yoğun olarak test suşları %95 üzerinde benzerlik göstermiştir. İzolatların tümünde oluşturduğu kümelere bulunan üyelerin rakım ve alındığı lokasyon bakımından paralellik gösterdiği görülmüştür.

Williams ve arkadaşları (1983a), 394 tip *Streptomyces* bakterisini incelemiş ve 139 karaktere göre % 77,5 benzerlik gösterenleri, 19 büyük ve 40 küçük küme grubuna ayırmıştır. Bu veriler ile olasılık tanımlama matriksi oluşturan Williams ve arkadaşları aynı yıl (Williams ve ark., 1983b) en önemli 41 karakteri seçmiş ve 19 *Streptomyces* kümesi ve belirleyici olarak 2 *Streptioverticillium* ve "*Nocardia mediteiranea*" ile olasılık tanımlama matriksini, MATIDEN

bilgisayar programında kullanmışlardır. Yine [Öztürk \(2000\)](#) yapmış olduğu çalışmada S_{SM} analizi ile % 82,5 benzerlik seviyesi gösteren yedi majör, 9 minör ve 10 tek üyeli küme belirlemiştir. Bizim çalışmamız da nümerik analiz için yapılan 69 test sonuçlarının tamamı MVSP 3.2 (Multi-Variate Statistical Package; Ek IV) programına 1/0 olarak girilerek analizleri yapılmıştır. UPGMA (Unweighted pair group method with arithmetic average) Cluster Analizi S_{SM} (simple matching coefficient) benzerlik dendogramları oluşturulmuştur. Bu dendogramda (S_{SM}) sonuçlarına göre % 85 benzerlik oranı esas alındığında test *Streptomyces* bakterileri 9 grup ve 2 tekli üyeye ayrılmıştır. S_{SM} kofisiyenti ile elde edilen dendogramdaki kümeler en az bir ve en fazla 39 suş içermiştir. Ayrıca çalışmamızda test organizmaları S_{SM} katsayısına göre oluşan kümeler renk gruplandırmasında oluşan kümelerle uygunluk göstermiştir. 4 major, 5 minör ve 2 tek üyeli küme oluşmuştur. Farklı lokasyonlardan izole edilen test suşları nümerik taksonomi dendogramında çoğunlukla homojen kümeler oluşmuştur. Bu noktada farklı habitatlarda yaşayan *Streptomyces* türlerinin farklılık gösterdiğini belirtebiliriz. Sonuçlarımız topraktan izole edilmiş suşların pigmentasyonuna göre oluşan kümeler aynı nümerik taksonlara ayrıldığını desteklemektedir ([Williams ve Vickers, 1988](#)). Her ne kadar nümerik analiz sonucu oluşan dendogram tekli üyeler barındırsa da izole edilen test suşları oluşan kümelerde tam olarak ayrışma göstermiştir. Yani aynı lokasyondan izole edilen suşlar çoğunlukla aynı kümelerde yer almıştır.

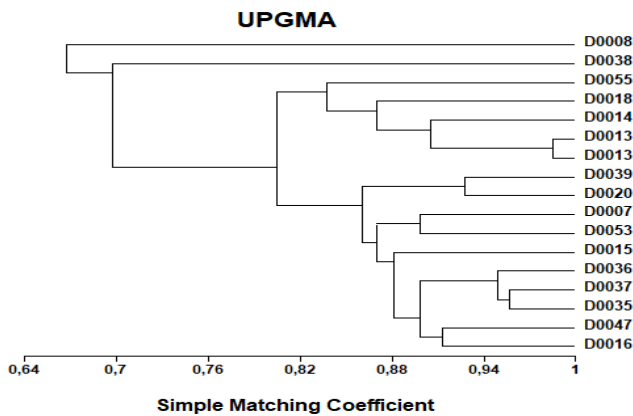
[Williams ve ark., \(1983b\)](#) ve [Langham ve ark. \(1999\)](#) tarafından *Streptomyces* major kümeler için belirledikleri teşhis matrislerine göre yapılan teşhislerde 1. renk grubundan seçilen izolatlar *S. exfoliatus*, *S. atroolivaceus*, *S. chromofuscus*, *S. purpureus* oldukları belirlenmiştir. Renk gruplandırması aynı olan *Streptomyces* türleri nümerik analiz sonucu aynı grupta yer almıştır ve çalışmalarımızla uyumluluk göstermiştir.

Streptomyces suşlarının yapılan testlere göre bilgisayar yardımıyla teşhisleri için IDENTAX Bacterial Identifier 1.2 programı kullanılarak tek benzerlik matrisi kullanılmıştır. Bu majör ([Williams ve ark., 1983b](#)) ve minör kümeler ([Langham ve ark., 1999](#)) için belirlenen benzerlik matrisidir. Bu matris ile teşhis edilen suşların mevcut benzerlik matrisleri içerisinde en fazla benzerlik gösterdikleri tür en yakın takson olarak kabul edilmiştir. Sonuçta toplam 80 *Streptomyces* suşundan 13 tanesi dışındaki toplam 67 izolatın programa göre kesin teşhisleri yapılmıştır. 13 adet izolatın mevcut taksonomik gruplarda yer alan türlerle %85'in altında benzerlik göstermesinden dolayı teşhisin tamamlanamadığı belirlenmiştir.

Kullandığımız teşhis matrisi [Williams ve ark., \(1983b\)](#) tarafından topraktan izole edilen *Streptomyces* suşlarının %81,3'ünü, [Stanton \(1984\)](#) sudan izole ettiği suşların %43,8'ini, [Goodfellow ve Haynes \(1984\)](#) deniz suyundan izole ettikleri suşların %70'ini ve [Atalan \(1995\)](#) ise %80'ini doğru teşhis etmişlerdir. Yine [Saddler \(1988\)](#) farklı habitatlarda izole ettiği *Streptomyces* suşlarının %70'ini teşhis etmiştir. Çalışmamızda ise test suşlarımızın %83,75'i teşhis edilmiştir. Bu değer önceki teşhis oranları ile uygunluk göstermektedir. Bununla birlikte teşhis matrisi mevcut *Streptomyces* türlerin verilerini tam içermediği için eksik kalmaktadır.

Çizelge 1 .Toplanan toprak numunelerinin nem ve pH değerleri

Lokasyon	Alınan lokasyon	Nem (%)	pH
1.lokasyon	Karaçam çıkışı	4	6,13
2.lokasyon	Doğançay (Aşağı mahalle)	9	6,89
3.lokasyon	Doğançay (Yukarı mahalle)	9	6,79
4.lokasyon	Geyve (Kuzey)	8	7,16
5.lokasyon	Geyve (Güney)	8	6,69



Şekil 3. Tüm *Streptomyces* test izolatlarından seçilen temsilcilere 69 farklı karakter bakımından uygulanan test sonuçlarının MVSP 3.2. (Multi Variate Statistical Package) programı (S_{SM} : Simple Matching Coefficient) Basit Eşleştirme Katsayısı ile oluşturulan dendogramı.

Sonuç

Streptomyces bakterileri endüstriyel anlamda oldukça önemli bir cinstir. Dolayısıyla bu cinslerin teşhisi önem arz etmektedir. Yaptığımız çalışma ile *Streptomyces* bakterilerinin 69 farklı testle bilgisayar yardımı ile teşhisleri yapılmıştır. Enzim aktivite sonuçlarını göz önünde bulundurarak, özellikle asparaginaz enzimi için türlerimizin %15'inin pozitif olması ile sonuçlarımızın oldukça anlamlı olduğu ve asparaginaz enziminin uygulamalı tıpta kullanımı düşünüldüğü zaman pozitif suşlarımızın bu enzimin biyoteknolojisinde oldukça faydalı olacağı kanaatindeyiz.

Sonuç olarak, endüstriyel enzimler olan amilaz, selüloz, L-asparaginaz, proteaz ve lipaz çeşitli mikroorganizmalardan elde edilebilirler. Günümüzde birçok endüstriyel kullanım alanı bulmuş olan bu enzimler yapılan çalışmaların ışığında kullanım alanlarının gelecekte daha da artacağı açıktır.

Kaynaklar

- Atalan E, Manfio GP, Ward AC, Kroppenstedt RM, Goodfellow M. 2000. Biosystematic studied on novel Streptomyces from soil. *Antonie van Leeuwenhoek* 77:337-353.
- Atalan E. 1995. Identification of Streptomyces isolated from environmental soil samples using rapid enzyme data. *Journal of Environmental Science and Health Part A* 30(6):1133-1143.
- Aygan A, Arıkan B, Korkmaz H, Dinçer S, Çolak O. 2008. Highly thermostable and alkaline α -amylase from a halotolerant-alkaliphilic Bacillus sp. AB68. *Braz. J. Microbiol.* 39(3):547-53.
- Demain AL, Solomon, NA. 1981. In *Industrial Microbiology and the Advent of Genetic Engineering*, pp. 3-14. Scientific American, Freeman &Comp., San Francisco.
- Dharmaraj S. 2010. Marine Streptomyces as a novel source of bioactive substances. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 26:2123-2139.
- Ertaş M, Özdemir K, Atalan E. 2013. Isolation and characterization of Micromonospora bacteria from various soil samples obtained around Lake Van. *African Journal of Biotechnology* 12(21):3283-3287.
- Fisher SH, Wray Jr LV. 2002. Bacillus subtilis 168 contains two differentially regulated genes encoding L-asparaginase. *Journal of Bacteriology* 184:2148-2154
- Goodfellow M, Haynes JA. 1984. Actinomycetes in marine sediments. In *Biological biochemical and biomedical aspect of Actinomycetes*. Academic Pres, Newyork, 452-472.
- Gulati R, Westphal JD, Shortell SM. 1997. Customization or Conformity? An Institutional and Network Perspective on the Content and Consequences of TQM Adoption. *Administrative Science Quarterly* 42:366-394.
- Gupta N, Mishra S, Basak UC. 2007. Occurrence of Streptomyces aurantiacus in mangroves of Bhitarkanika. *Malaysian Journal of Microbiology* 3:7-14.
- Hakamada Y, Koike K, Yoshimatsu T, Mori H, Kobayashi T, Ito S. 1997. Thermostable alkaline cellulase from an alkaliphilic isolate, Bacillus sp. KSM-S237. *Extremophiles*, 1:151-156.
- Hamdi YA, Ahmed D, Al-Tai, A.M. 1980. Genera and species of actinomycetes isolated from Iraqi soils. *Egyptian Journal of Microbiology* 15:7-22.
- Hayakawa M, Yoshida Y, Imura Y. 2004. Selective isolation of bioactive soil Actinomycetes belonging to the Streptomyces violaceusniger phenotypic cluster. *Journal of Applied Microbiology* 96:973-981.
- Hussein AM, Rajab AM, Elgammal AA, Mansour FA, Sami E, Helmy M, Sheheta NE. 1980. Taxonomy of gray pigmented Streptomyces spp. isolated from Egyptian soil. *Egyptian Journal of Botany* 23:9-16.
- Jones KL. 1949. Fresh isolates of actinomycetes in which the presence of sporogenous aerial mycelia is a fluctuating characteristic. *Journal of Bacteriology* 57:141-145.
- Karnetova J, Mateju J, Rezarka T, Prochazka P, Nohynek M, Rokes J. 1984. Estimation of lpsae activity by the diffusion plate method. *Folia Microbiologica* 29:346-347.
- Langham CD, Williams ST, Sneath PHA, Mortimer AM. 1999. New probability matrices for identification of Streptomyces. *Journal of General Microbiology* 135:121- 133.
- Narayana KJP, Kumar KG, Vijayalakshmi M. 2008. L-asparaginase production by Streptomyces albidoflavus. *Indian Journal of Microbiology* 48:331-336.
- Orhan E, 2013. Tuzcul Habitatlardan Alınan Toprak Numunelerinden Halofilik Streptomyces Türlerinin İzolasyonu, Karakterizasyonu ve Teşhisi. Yüksek Lisans Tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Özdemir K. 2008. Lens orientalis (Boiss.) Hand & Mazz. ve Cicer anatolicum Alef. rizosferinden Streptomyces türlerinin izolasyonu, teşhisi ve karakterizasyonu. Doktora tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Öztürk E, 2000. Termofilik Streptomyces'lerin İzolasyonu ve Nümerik Taksonomisi. Y.L.Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Samsun, Türkiye.
- Saadoun I, Mohammadi MJ, Al-Momani F, Meqdam M. 1998 Diversity of soil streptomycetes in northern Jordan. *Actinomycetes* 9:53-58.
- Saddler GS. 1988. Selective isolation and rapid identification of streptomycetes. Ph.D. Thesis, Department of Microbiology, University of Newcastle upon Tyne (UK).

- Seçkin H, 2018. Van Gölüne Dökülen Akarsulardan Streptomyces Türlerinin İzolasyonu Teşhisi ve Moleküler Tanısı. Doktora Tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Semêdo L, Gomes RC, Linhares AA, Duarte GF, Nascimento RP, Rosado AS, Margis-Pinheiro M, Margis R, Silva K, Alviano CS, Manfio GP, Soares R, Linhares LF, Coelho R. 2004. Streptomyces drozdowiczii sp. nov., a novel cellulolytic streptomycete from soil in Brazil. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 54:1323-1328.
- Shirling EB, Gottlieb D. 1966. Methods for characterization of Streptomyces species. *International Journal of Systematic Bacteriology* 16:313-340.
- Stanton LJ. 1984. Actinomycetes Associated with Freshwater Habitats. PhD thesis, University of Newcastle upon Tyne.
- Vickers JC, Williams ST, Ross GW. 1984. A taxonomic approach to selective isolation of Streptomyces. In Biological, Biochemical and Biomedical Aspects of actinomycetes, pp. 553-561. Edited by L. Ortiz-Ortiz, L. F. Bojalil and V. Yakoleff. Academic Press: Orlando.
- Williams ST, Goodfellow M, Alderson G, Wellington EMH, Sneath PHA, Sackin MJ. 1983a. Numerical classification of Streptomyces and related genera. *Journal of General Microbiology* 129:1743-1813.
- Williams ST, Goodfellow M, Wellington EMH, Vickers JC, Alderson G, Sneath PHA, Sackin MJ, Mortimer AM. 1983b. A probability matrix for identification of some streptomycetes. *Journal of General Microbiology* 129:1815- 1830.
- Williams ST, Vickers JC. 1988. Detection of actinomycetes in the natural environment-problems and perspectives. In Biology of Actinomycetes 88, Edited by Y. Okami, T. Beppu ve H. Ogawara, Japan Scientific Societies Pres, Tokyo, 265-270.
- Wiseman A. 1987. Handbook of Enzymes Biotechnology. Second Edition. C 3. The Application of Enzymes in Industry p. 274-373.
- Yin C, Kikuchi K, Hochgreb T, Poss KD, Stainier DY. 2010. Handz Regulates Extracellular Matrix Remodeling Essential for Gut-Looping Morphogenesis in Zebrafish. *Developmental Cell* 18(6): 973-984



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

<http://dergi.toprak.org.tr>



Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının selenyum içerikleri ve bazı temel toprak özellikleri arasındaki ilişkiler

Hanife Akça¹, Murat Ali Turan², Nilgün Taban⁴, Süleyman Taban^{1,*}
Abdoul Rasmene Ouedraogo¹, Nilüfer Türkmen³

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

² Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bursa

³ Giresun Üniversitesi Dereli Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, Dereli, Giresun

⁴ Ziraat Mühendisi, Ankara

Özet

Ülkemizde sarımsak tarımında ilk sıralarda yer alan illerden alınan toprak örneklerinde bitkiye yararlı selenyum konsantrasyonları ile bazı temel toprak özellikleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışmada, Balıkesir, Kırklareli, Kahramanmaraş, Hatay, Antalya, Karaman, Muğla ve Kastamonu illerinden toplam 224 adet toprak örneği alınmıştır. Alınan toprak örneklerinde tekstür, pH, EC, kireç, organik madde ile bitkiye yararlı selenyum analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, farklı yörelerden alınan toprak örnekleri birlikte değerlendirildiğinde, bitkiye yararlı selenyum konsantrasyonlarının 1,31-27,83 µg kg⁻¹ arasında değiştiği ve ortalama 13,45 µg kg⁻¹ olduğu belirlenmiştir. Bitkiye yararlı selenyum konsantrasyonunun en fazla Kastamonu (27,83 µg kg⁻¹), en az ise Hatay (1,31 µg kg⁻¹) yöresi topraklarında olduğu belirlenmiştir. Sarımsak tarımı yapılan toprakların ağırlıklı olarak kil bünyeli, % 53,57’sinin hafif alkali, EC yönünden sorun taşımadığı, % 41,07’sinin çok ve çok fazla kireçli, % 47,32’sinin ise az ve çok az organik madde içerdiği belirlenmiştir. Bitkiye yararlı selenyum konsantrasyonu ile toprak reaksiyonu arasında önemli pozitif ($r = 0,330^{***}$), kireç ve organik madde miktarları arasında ise önemli negatif (sırasıyla $r = -0,260^{***}$, $r = -0,259^{***}$) ilişkiler belirlenmiştir. Toprakta reaksiyonun yükselmesi durumunda Se yararlılığının arttığı, buna karşın kireç ve organik maddenin artması durumunda ise Se yararlılığının azaldığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sarımsak, selenyum, temel toprak özellikleri.

The relationships among the some basic soil properties and selenium content of different region soils under garlic cultivation in Turkey

Abstract

In this study, it is intended to determine the available selenium concentration of soil samples and the basic relationships among the basic soil properties of the areas in terms of garlic farming in Turkey. Total 224 soil samples were collected from Balıkesir, Kırklareli, Kahramanmaraş, Hatay, Antalya, Karaman, Muğla and Kastamonu provinces where garlic production is at the first place in our country. The soils sample texture, pH, EC, lime, organic matter and available selenium analyses were determined. As a result of garlic cultivated soils analyses, the plant available selenium concentration in soil was varied between 1,31 and 27,83 µg kg⁻¹ with an average of 13,45 µg kg⁻¹. It was found that the highest available selenium concentrations were in Kastamonu (27,83 µg kg⁻¹) and the lowest is in Hatay (1,31 µg kg⁻¹) regions. The textural class was heavy clay, 53,57 % of total samples was slightly alkaline, there was not any EC problem, 41,07 % of total soil samples was high and very high lime and 47,32 % of soil samples were low and very low in organic matter. Based on the correlation analysis; positive relations ($r = 0,330^{***}$) between available selenium concentration-soil reaction and negative relations (respectively $r = -0,260^{***}$, $r = -0,259^{***}$) between lime-organic matter were determined. It was determined that Se availability increases with the rising pH value, whereas Se availability decreases with the increasing of lime and organic matter.

Keywords: Garlic, selenium, basic soil properties.

© 2019 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 312 596 13 90

E-posta : taban@agri.ankara.edu.tr

Geliş Tarihi : 28 Kasım 2018

Kabul Tarihi : 21 Nisan 2019

e-ISSN : 2146-8141

DOI : 10.33409/tbbbd.595214

Giriş

Selenyum (Se) insan ve hayvanlar için mutlak gerekli bir elementtir (Miller ve ark., 1991; Campen, 1991). Selenyum noksanlığında tüm hayvanlarda ve özellikle gençlerinde beyaz kas hastalığı (white muscle disease), besinsel kas distrofisi (nutritional muscle dystrophy) ya da üreme bozukluğu (reproductive disorder) gibi sağlık sorunları oluşmaktadır (Miller ve ark., 1991). Selenyumun kanser riskini azaltması, yaşlanmayı önlemesi gibi işlevleri insan sağlığı açısından da büyük önem taşımaktadır.

Topraklarda Se eksikliğinin yaygın olması, insanlarda ciddi beslenme ve sağlık sorunları yaratmaktadır. İnsan ve hayvan sağlığı için son derece önemli olması nedeniyle selenyumun besin zincirine gübre olarak dahil edilmesi, topraktan hayvanlara ve insanlara olan döngüsünde anahtar rol oynamaktadır (Terry ve Zayed, 1998). Gerçekten de selenyumca zenginleştirilmiş bitkisel ürünlerin yetiştirilmesi büyük bir önem taşımaktadır (Zhu ve ark., 2017).

Selenyum bitkiler için mutlak gerekli element olmamasına karşın kimi araştırmacılar tarafından az miktarda selenyumun bitkilerde gelişmeyi teşvik ettiği saptanmıştır (Perkins ve King, 1938; Trelease ve Trelease, 1938; Scharrer ve Schropp, 1950). Günümüzde bitkisel üretimde yaygın biçimde selenyumlu gübre uygulaması yapılmadığı göz önüne alındığında, toprakta bitkiye yarayışlı (ekstrakte edilebilir) Se konsantrasyonu ile yarayışlılığa etki eden bazı temel toprak özelliklerinin ortaya konulması önemli olmaktadır.

Çoğunlukla toprakların toplam Se içerikleri 0,1-2,0 mg kg⁻¹ arasında ve ortalama 0,3 mg kg⁻¹ iken, selenifer toprakların Se içerikleri çok daha yüksek olup 2,0 ile 10,0 mg kg⁻¹ arasında değiştiği bildirilmektedir (Kacar ve Katkat, 1998). Topraklarda; elementel selenyum (Se⁰), selenyum (Se⁻²), selenit (SeO₃⁻²), selenat (SeO₄⁻²) ve selenoamino asit gibi organik selenyum bileşikleri olmak üzere beş değişik formda bulunan selenyum kimyasal özellikleri bakımından Kükürt'e (S) benzerlik göstermekte ve yarı kurak bölge topraklarında kükürt ile kalkopirit, bornit ve pirit gibi bileşikler oluşturmuş şekilde bulunmaktadır (Kacar ve Katkat, 1998).

Selenyum, asidik ve nötr pH'ya sahip topraklarda selenit (SeO₃⁻²) formunda bulunurken, alkaline reaksiyona sahip topraklarda selenat (SeO₄⁻²) formunda bulunmaktadır. Suda çözünürlükleri yüksek olan selenatlar (SeO₄⁻²) bitkiler tarafından kolaylıkla alınmaktadır (Kacar ve Katkat, 1998). Asit reaksiyonlu topraklara kireç uygulandığında ise Se hareketlenmekte ve selenit (SeO₃⁻²) formundan selenat (SeO₄⁻²) formuna dönüşerek bitkilere yarayışlı hale geçmektedir (Kudryevsev ve Andreyev, 1969). Bitkiler geliştikleri ortamdan selenyumunu temelde selenat (SeO₄⁻²) iyonları şeklinde almaktadır. Selenit (SeO₃⁻²) iyonu şeklinde alınan selenyum miktarı ise çok düşüktür (Banuelos ve Meek, 1989). Bitkiler selenatı (SeO₄⁻²) aktif sülfat (SO₄⁻²) alınmasına benzer şekilde almakta (Bryant ve Laishley, 1988) ve bu iki iyon bitki köklerindeki aynı bağlanma noktaları için yarışmakta ve toprakta sülfat konsantrasyonu arttığında bitkiler tarafından selenat alınmasında önemli oranda azalma olmaktadır (Mikkelsen ve Wan, 1990; Zayed ve Terry, 1992). Kükürt bitkideki Se birikimini etkilemektedir. Topraklara elementel S, sülfat veya jips ilavesi bitkinin selenat almasını azaltmaktadır (Hurd-Karrer, 1938; Mikkelsen ve ark., 1989). Bunun aksine bitki metabolizmasında Se, kükürdün yerine geçme yeteneğindedir (Trelease ve ark., 1960).

Selenyumun topraklardaki hareketi toprak nemine yakından ilişkilidir. Yalnız nemli ve alkali topraklarda selenyum selenata oksitlenmektedir. Az yağmur alan bölgelerdeki yüksek pH'lı topraklarda selenyum CaSeO₃ (Ca-Selenit) şeklinde bulunmaktadır. Ca-selenit suda çok iyi çözünmekte ve bitkiler bunu kolaylıkla kullanabilmektedir (Halilova, 2004). Bununla birlikte killer selenyumunu bağlamakta ve böylece aynı Se düzeyinde kumlu topraklara nazaran daha düşük Se ile bitkiyi destekleme yeteneği göstermektedir (Davis ve ark., 2006).

Toprakta organik madde miktarı ile selenyum yarayışlılığı arasında antagonistik ilişki vardır. Toprakta organik maddenin azalması ve pH'nın artması durumunda suda çözünebilir Se miktarı da artmaktadır. Floor ve ark. (2011) organik maddece zengin asidik topraklarda Se yarayışlılığının daha az olduğunu, özellikle topraktaki toplam selenyumun düşük olması halinde toprak organik maddesinin Se yarayışlılığını belirgin olarak engellediğini bildirmişlerdir.

Bitkiler, topraktaki Se miktarı ile direkt ilişkili olarak Se biriktirmektedirler. Örneğin, Amerika'da normal koşullarda yetiştirilen buğday 0,2-0,4 mg kg⁻¹ Se içerirken, selenyumca zengin topraklarda yetişen buğday 5-15 mg kg⁻¹ Se içerebilmektedir (Olson ve ark., 1970).

Toprakta bulunan selenyum yarayışlılığı üzerine toprak reaksiyonu, kireçleme, diğer elementlerin konsantrasyonları ve iklim koşulları etkili olmaktadır. Bitkiler, topraktaki Se miktarına bağlı olarak Se

biriktirmektedirler. Sarımsak hiper akümülatör bitki olup, bazı koşullarda 1000 mg kg⁻¹'a kadar selenyumunu bünyesinde biriktirebilmektedir (Ip ve ark., 2000; Finley, 2005). Selenyumca zengin sarımsakların diğer sarımsaklara oranla daha fazla antikanserojen etkiye sahip oldukları bilinmektedir (Ip ve Lisk, 1994). Dolayısı ile sarımsak tarımı yapılan toprakların selenyum konsantrasyonları ne kadar fazla ise o topraklarda yetiştirilen sarımsakların da hem besin değeri hem de antikanserojen etkileri artmaktadır. Sarımsaktaki önemli Se bileşiklerinden olan Se-metil selenosistein ve γ -glutamil-Se-metil selenosisteinin benzer mekanizmalarda antikanser ajanı oldukları bildirilmiştir (Yan Dong ve ark., 2001).

Ülkemizde tarım yapılan toprakların ve bitkilerin selenyum içeriklerinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalar yok denecek kadar azdır. Bu nedenle tarım topraklarımızın ve bitkilerimizin selenyum içerikleri hakkında yeterince bilgi sahibi değiliz. Bu çalışmada, ülkemizde sarımsak tarımında ilk sıralarda yer alan illerden alınan toprak örneklerinde bitkiye yarayışlı selenyum konsantrasyonları ile bazı temel toprak özellikleri ile arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Toprak örnekleri, ülkemizde sarımsak tarımında ekim alanı ve üretim bakımından ilk sıralarda yer alan Kastamonu (81), Kırklareli (41), Antalya (23), Kahramanmaraş (21), Muğla (20), Balıkesir (17), Hatay (12) ve Karaman (9) olmak üzere 8 farklı ilden sarımsak ekim alanları dikkate alınarak toplam 224 toprak örneği sarımsak hasatından sonra (2009 yılı Ekim-Kasım ayı içerisinde) alınmıştır. Alınan toprak örneklerinde; tekstür, hidrometre yöntemine göre (Bouyoucos, 1951); toprak reaksiyonu (pH), saf su ile 1:2,5 oranında sulandırılmış toprak örneklerinde Grewelling ve Peech (1960)'e göre; kalsiyum karbonat, Hizalan ve Ünal (1966)'a göre; elektriksel iletkenlik (EC), 1:2.5 oranında sulandırılmış toprak örneklerinde Anonymous (1951)'e göre; organik madde, Jackson (1962) tarafından bildirildiği şekilde değiştirilmiş Walkley-Black yaş yakma yöntemine göre belirlenmiştir. Bitkiye yarayışlı selenyum, Soltanpour (1991)'e göre 0,005M DTPA içerisinde 1 M NH₄HCO₃ (AB-DTPA, pH 7,6) çözeltisi ile ekstrakte edilen ve çözelti fazına geçen selenyum ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Elmer Model DV 2100) cihazı ile belirlenmiştir.

Araştırma alanlarından alınan topraklarda belirlenen bitkiye yarayışlı selenyum konsantrasyonları ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler (korelasyon) MINITAB (Minitab 17.1.0) paket programı ile hesaplanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Türkiye'de sarımsak tarımının ağırlıklı olarak en fazla yapıldığı 8 ilden alınan toprak örneklerinde bitkiye yarayışlı selenyum konsantrasyonlarının 1,31 ile 27,83 $\mu\text{g kg}^{-1}$ arasında değiştiği ve ortalama 13,45 $\mu\text{g kg}^{-1}$ olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Sarımsak tarımı yapılan alanlardan alınan toprak örneklerinin bitkiye yarayışlı selenyumun illere göre en düşük, en yüksek ve ortalama konsantrasyonları

İller	Se ($\mu\text{g kg}^{-1}$)		
	En Düşük	En Yüksek	Ortalama
Balıkesir (17)*	12,87	21,58	17,10
Kırklareli (41)	3,90	12,67	9,32
Kahramanmaraş (21)	2,68	6,94	5,66
Hatay (12)	1,31	2,24	1,76
Antalya (23)	5,93	10,46	8,44
Karaman (9)	4,14	14,53	12,33
Muğla (20)	1,54	5,04	4,16
Kastamonu (81)	11,09	27,83	22,34
Genel (224)	1,31	27,83	13,45

*Alınan toprak örneği sayısı

Araştırma kapsamında alınan topraklarda ortalama bitkiye yarayışlı selenyum konsantrasyonunun en yüksek Kastamonu yöresi topraklarında (27,83 $\mu\text{g kg}^{-1}$), en düşük ise Hatay yöresi topraklarında (1,31 $\mu\text{g kg}^{-1}$) olduğu belirlenmiştir. Bitkiye yarayışlı selenyum konsantrasyonlarının Balıkesir yöresi topraklarında 12,87-21,58 $\mu\text{g kg}^{-1}$ aralığında ve ortalama 17,10 $\mu\text{g kg}^{-1}$, Kırklareli yöresinde 3,90-12,67 $\mu\text{g kg}^{-1}$ aralığında ve ortalama 9,32 $\mu\text{g kg}^{-1}$, Kahramanmaraş yöresinde 2,68-6,94 $\mu\text{g kg}^{-1}$ aralığında ve ortalama 5,66 $\mu\text{g kg}^{-1}$, Hatay yöresinde 1,31-2,24 $\mu\text{g kg}^{-1}$ aralığında ve ortalama 1,76 $\mu\text{g kg}^{-1}$, Antalya yöresinde 5,93-10,46 $\mu\text{g kg}^{-1}$ aralığında ve ortalama 8,44 $\mu\text{g kg}^{-1}$, Karaman yöresinde 4,14-14,53 $\mu\text{g kg}^{-1}$ aralığında ve ortalama 12,33 $\mu\text{g kg}^{-1}$, Muğla yöresinde 1,54-5,04 $\mu\text{g kg}^{-1}$ aralığında ve ortalama 4,16 $\mu\text{g kg}^{-1}$ ve Kastamonu yöresinde ise 11,09-27,83 $\mu\text{g kg}^{-1}$ aralığında ve ortalama 22,34 $\mu\text{g kg}^{-1}$ olduğu saptanmıştır (Çizelge 1). Harmankaya (2009)

tarafından Orta Anadolu Bölgesinde Konya (123 örnek), Niğde (31 örnek) ve Nevşehir (19 örnek) illerinden alınan toplam 173 toprak örnekleri ile yürüttüğü çalışmada; toprakların elverişli Se konsantrasyonlarının 0,56-9,76 $\mu\text{g kg}^{-1}$ arasında değişim gösterdiği ve ortalama 2,25 $\mu\text{g kg}^{-1}$ olduğu, Konya ilinden alınan toprak örneklerinin Se konsantrasyonlarının 0,84-9,76 $\mu\text{g kg}^{-1}$, Niğde ilinden alınan toprak örneklerinin Se konsantrasyonlarının 1,12-5,84 $\mu\text{g kg}^{-1}$ ve Nevşehir ilinden alınan toprak örneklerinin Se konsantrasyonlarının 0,56-3,44 $\mu\text{g kg}^{-1}$ arasında değişim gösterdiği ve sırasıyla ortalama 2,38, 2,36 ve 1,29 $\mu\text{g kg}^{-1}$ olduğu saptanmıştır. Dünya genelinde toprakların selenyum içeriklerinin 0,1 ve 2 mg kg^{-1} aralığında değiştiği bildirilmektedir (Pezzarossa ve Petruzzelli, 2001). Araştırmacılar çeşitli ülke topraklarında Se noksanlıklarının yaygın olduğunu, ve çeşitli ülkelerin topraklarının Se içeriklerinin Çin’de 0,03-1,42 mg kg^{-1} (Zhang ve ark., 2008), İskoçya’da 0,11-0,88 mg kg^{-1} (Fordyce ve ark., 2010), Japonya’da 0,05-2,80 mg kg^{-1} (Yamada ve ark., 2009) ve İspanya’da 0,01-2,7 mg kg^{-1} aralıklarında değiştiğini belirlemişlerdir (Gabos ve ark., 2014). Irmak ve Semercioglu (2012), Çukurova yöresinde yaygın olarak buğday yetiştirilen 30 farklı alandan aldıkları toprak örneklerinde yarıyıllı selenyum konsantrasyonunu 2,84 $\mu\text{g kg}^{-1}$ ile 19,31 $\mu\text{g kg}^{-1}$ arasında değiştiğini ve ortalama 11,40 $\mu\text{g kg}^{-1}$ olduğunu rapor etmişlerdir. Toprakların Se içeriği olduğu ana materyalin Se içeriğine bağlıdır. Selenyum özellikle sedimenter kayalardan oluşan topraklarda daha fazla bulunur. Volkanik aktiviteler boyunca Se’un büyük bir kısmı yüksek sıcaklıkta uçucu gazlar şeklinde sızmakta ve bu yüzden volkanik kayalar genellikle düşük düzeyde Se içermektedirler (Mayland ve ark., 1989). Topraklarda bitkiye yarıyıllı selenyum konsantrasyonunun < 50 $\mu\text{g kg}^{-1}$ olduğu (Davis ve ark., 2006) göz önünde bulundurulduğunda sarımsak tarımının ağırlıklı olarak en fazla yapıldığı 8 ilden alınan toprakların (Kastamonu, Kırklareli, Antalya, Kahramanmaraş, Muğla, Balıkesir, Hatay ve Karaman) bitkiye yarıyıllı selenyum konsantrasyonlarının oldukça düşük olduğu ortaya konulmuştur. Türkiye’de sarımsak tarımının yoğun yapıldığı 8 ilden alınan toprakların önemli bir bölümünü kil tekstürlü (toplamın % 49,1’i) topraklar oluşturmakta olup bunu, killi tın (% 22,3), kumlu killi tın (% 19,2) ve diğer (% 9,4) tekstür sınıflı topraklar takip etmektedir. İllere göre tekstür dağılımı incelendiğinde; Balıkesir, Kırklareli, Kahramanmaraş, Hatay, Kastamonu illerinde başat tekstür sınıfının kil, Antalya’da killi tın ve Karaman ve Muğla’da ise kumlu killi tın tekstür olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Sarımsak tarımı yapılan alanlardan alınan toprak örneklerinin tekstür, pH, EC, kireç ve organik madde içeriklerinin illere göre en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri

İller	Değerler	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	pH	EC (mS cm^{-1})	Kireç (%)	Org. Mad. (%)
Balıkesir (17)*	En Düşük	17,28	13,00	32,72	6,95	0,13	3,12	1,42
	En Yüksek	47,28	36,00	62,72	8,13	0,22	34,35	3,59
	Ortalama	31,38	19,35	49,27	7,37	0,16	14,44	2,30
Kırklareli (41)	En Düşük	8,84	11,00	34,88	6,06	0,13	0,43	1,13
	En Yüksek	46,12	46,00	70,00	8,04	0,46	18,45	3,26
	Ortalama	29,61	17,71	52,68	6,99	0,23	5,39	2,26
Kahramanmaraş (21)	En Düşük	19,12	14,00	18,00	7,01	0,12	6,10	0,65
	En Yüksek	65,00	32,00	52,00	7,89	0,31	32,59	7,57
	Ortalama	40,28	24,76	34,95	7,42	0,17	18,89	2,55
Hatay (12)	En Düşük	19,12	6,00	10,72	7,22	0,15	7,67	0,38
	En Yüksek	81,28	40,00	58,16	7,73	0,63	60,19	3,27
	Ortalama	40,90	23,25	35,85	7,46	0,29	31,73	1,92
Antalya (23)	En Düşük	22,12	7,00	16,72	6,10	0,14	2,26	1,07
	En Yüksek	69,28	40,00	50,88	7,95	0,65	54,48	7,03
	Ortalama	42,31	24,74	32,95	7,22	0,26	30,75	2,57
Karaman (9)	En Düşük	21,84	8,00	26,16	7,71	0,13	4,52	0,67
	En Yüksek	63,84	32,00	50,72	8,47	0,33	40,50	4,31
	Ortalama	41,73	22,67	35,60	8,11	0,23	28,17	2,33
Muğla (20)	En Düşük	22,28	11,00	8,00	6,21	0,06	2,46	0,65
	En Yüksek	74,00	37,00	58,72	8,51	0,35	47,42	7,73
	Ortalama	44,57	26,40	29,03	7,66	0,21	19,16	3,25
Kastamonu (81)	En Düşük	20,00	10,00	22,00	7,10	0,12	1,54	0,17
	En Yüksek	63,28	43,00	58,16	9,67	0,47	29,68	4,19
	Ortalama	39,62	22,23	38,14	7,78	0,22	12,48	1,79
Genel (224)	En Düşük	8,84	6,00	8,00	6,06	0,058	4,33	1,73
	En Yüksek	81,28	46,00	70,00	9,67	0,653	601,8	77,32
	Ortalama	38,10	22,13	39,77	7,50	0,22	160,6	22,28

* Alınan toprak örneği sayısı

Toprak reaksiyonu illere göre incelendiğinde; ortalama reaksiyonun Balıkesir yöresinde pH 7,37, Kırklareli yöresinde pH 6,99, Kahramanmaraş yöresinde pH 7,42, Hatay yöresinde pH 7,46, Antalya yöresinde pH 7,22, Karaman yöresinde pH 8,11, Muğla yöresinde pH 7,66 ve Kastamonu yöresinde pH 7,78 olduğu saptanmıştır (Çizelge 2). Araştırma kapsamında alınan toprak örnekleri birlikte değerlendirildiğinde, toprakların % 0,89'unda reaksiyonun kuvvetli alkali, % 53,57'sinde hafif alkali, % 41,96'sında nötr ve % 3,57'sinde ise hafif asit olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Sarımsak tarımı için ideal toprak reaksiyonunun pH 6-7 arası (Rosen ve ark., 1999) olduğu dikkate alındığında toprakların pH yönünden önemli bir sorun taşımadığı belirlenmiştir. Taşkoprü'de sarımsak tarımı yapılan toprakların reaksiyonlarının (pH) 7,15 ile 7,86 arasında değiştiği ve genelde hafif alkali reaksiyonlu olduğu (Taban ve ark., 2004), Orta Anadolu'da çeltik yetiştirilen toprakların reaksiyonlarının ise (pH) 5,83 ile 8,94 arasında değiştiği ve genelde toprakların hafif ve orta derecede alkali reaksiyonlu olduğu (Taban ve ark., 1997) belirlenmiştir. Akça ve ark. (2017), Ankara-Beyşehir yöresinde havuç tarımı yapılan alanlardan alınan toprak örneklerinde pH'nın 7,52-8,81 arasında değiştiği ve ortalama 8,13 olduğunu saptamışlardır. Li ve ark. (2017) toprakların pH içeriklerinin selenyum yarayışlılığını büyük ölçüde etkilediğini ve genel olarak toprak pH'sının düşük olduğu koşullarda selenyum yarayışlılığının da azaldığını bildirmişlerdir (Johnsson, 1991; Johnson ve ark., 2000; Cao ve ark., 2001; Wang ve Gao, 2001; Sharma ve ark., 2015). Johnsson (1991), toprağın kil ve organik madde içeriği arttıkça pH'nın Se alımı üzerindeki etkisinin azaldığını bildirmiştir.

Çizelge 3. Sarımsak tarımı yapılan alanlardan alınan toprak örneklerinin pH, kireç, organik madde içeriklerinin yeterli sınırlarına göre dağılımı

	Sınır Değeri	Değerlendirme	Dağılım (%)
pH (Anonim, 1988)	<4,5	Kuvvetli asit	0
	4,5-5,5	Orta Asit	0
	5,5-6,5	Hafif Asit	3,57
	6,5-7,5	Nötr	41,96
	7,5-8,5	Hafif Alkali	53,57
	>8,5	Kuvvetli Alkali	0,89
Kireç (%) (Anonim, 1988)	<1	Az Kireçli	0,45
	1-5	Kireçli	21,43
	5-15	Orta Kireçli	37,05
	15-25	Fazla Kireçli	20,98
	>25	Çok Fazla Kireçli	20,09
Organik Madde (%) (Anonim, 1988)	<1	Çok Az	8,48
	1-2	Az	38,84
	2-3	Orta	37,50
	3-4	İyi	9,38
	>4	Yüksek	5,80

Elektriksel iletkenlik yönünden bir sorunun taşımadığı belirlenen toprakların kireç içerikleri illere göre incelendiğinde; ortalama kireç içeriklerinin Balıkesir yöresinde % 14,44, Kırklareli yöresinde % 5,39, Kahramanmaraş yöresinde % 18,89, Hatay yöresinde % 31,73, Antalya yöresinde % 30,75, Karaman yöresinde % 28,17, Muğla yöresinde % 19,16 ve Kastamonu yöresinde ise % 12,48 olduğu saptanmıştır (Çizelge 2). Toprak örnekleri birlikte değerlendirildiğinde, toprakların % 0,45'inin az kireçli, % 21,43'ünün kireçli, % 37,05'inin orta kireçli, % 20,98'inin fazla kireçli ve % 20,09'unun çok fazla kireçli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Topraklarda kireç miktarının yüksek olması başta fosfor ve çinko olmak üzere diğer mikro elementlerin yarayışlılığını olumsuz yönde etkilemesi yanında alınımını da güçleştirmektedir (Mengel ve Kirkby 1982, Udo ve ark., 1970, Kacar ve ark., 1998). Taşkoprü (Kastamonu) yöresinde sarımsak tarımı yapılan toprakların % 17,5'i kireçli, % 60' ı orta kireçli ve % 20'si fazla kireçli ve % 2,5'i çok fazla kireçli olduğu belirlenmiştir (Taban ve ark., 20014). Taban ve ark. (1997), Orta Anadolu'da çeltik yetiştirilen toprakların kireç miktarları % 0,88 ile % 27,97 arasında değiştiğini ve toprakların % 55'inin orta kireçli, % 25'inin fazla kireçli ve % 12,5'inin az kireçli olduğunu bildirmişlerdir. Ankara-Beyşehir havuç tarımı yapılan toprakların kireç içeriklerinin % 1,19- 47,4 ve ortalama % 18,8 olduğu Akça ve ark. (2017) tarafından rapor edilmiştir.

Sarımsak tarımı yapılan toprakların ortalama organik madde içeriklerinin Balıkesir yöresinde % 2,30, Kırklareli % 2,26, Kahramanmaraş yöresinde % 2,55, Hatay yöresinde % 1,92, Antalya yöresinde % 2,57, Karaman yöresinde % 2,33, Muğla yöresinde % 3,25 ve Kastamonu yöresinde ise % 1,79 olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Toprak örnekleri birlikte değerlendirildiğinde, organik madde yönünden toprakların % 15,18'inin iyi, % 37,50'sinin orta ve % 47,32'sinin de az ve çok az düzeyde olduğu belirlenmiştir (Çizelge

3). Topraklarda organik madde yetersizliği sarımsağın baş gelişimini olumsuz yönde etkilerken, beslenme problemlerine de neden olabilmektedir (Rosen ve ark., 1999). Taban ve ark., (2004) Taşköprü (Kastamonu) yöresinde sarımsak tarımı yapılan topraklarda organik madde içeriklerinin % 1,38 ile % 2,98 arasında değiştiğini ve toprakların Anonim (1988)'e göre % 55'inin az % 45'inin ise orta düzeyde organik madde içerdiklerini rapor etmişlerdir. Taban ve ark. (1997), Orta Anadolu'da çeltik tarımı yapılan toprakların organik madde içeriklerinin % 0,73 ile % 3,56 arasında; Akça ve ark. (2017) ise, Ankara-Beyşehir yöresinde havuç yetiştirilen toprakların organik madde içeriklerinin % 0,15 ile % 2,38 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Toprakta organik maddenin artması halinde bitkiye yararlı selenyumun azaldığı (Kudryevsev ve Andreyev, 1969) ve düşük konsantrasyonlarda selenyum içeren topraklarda organik maddenin selenyumu fikse ettiği ve yararlılığının azaldığı belirtilmiştir (Li ve ark., 2017). Toprak organik maddesi ile Se yararlılığı arasındaki negatif ilişki a) organik madde ilavesiyle topraktaki selenyumun indirgenmesini artıracak ve yararlılığını azaltacak toprak agregasyonunun oluşturulmasıyla (Kausch ve ark., 2012; Kausch ve Pallud, 2013; Whalen ve ark., 2003); b) organik maddenin mikroorganizmalara karbon kaynağı sağlayarak mikrobiyal faaliyetlerin artması sonucu topraktaki selenyumun biyolojik olarak indirgenmesinin teşvik edilmesiyle (Dungan ve ark., 2002; Nguyen ve ark., 2016; Zhang ve Frankenberger, 2003) ve c) organik kökenli gübrelerin topraklara ilavesiyle bu materyallerin zengin hidroksil ve fenolik gruplara sahip olması nedeniyle Se adsorpsiyonunun artmasıyla (Park ve ark., 2011) açıklanmaktadır.

Se içerikleri ile pH arasında önemli pozitif ($r = 0,260^{***}$), kireç ve organik madde ile önemli negatif ilişki (sırasıyla $r = -0,260^{***}$, $r = -0,259^{***}$) belirlenmiştir (Çizelge 4). Elde edilen bu sonuçlar Taban ve ark. (2013) ile benzerlik göstermektedir. Davis ve ark. (2006), selenyum toksisitesinin en yaygın, iklimin kurak ya da yarı kurak olduğu ve toprak pH'sının >7 olduğu koşullarda görüldüğünü bildirmişlerdir. Toprakta organik madde miktarı azalınca ve alkalilik artınca suda çözünebilir Se miktarı da artmaktadır. Asit topraklara kireç ilave edilince, Se hareketlenmekte ve bitkiler için yararlı hale geçmektedir (Kudryevsev ve Andreyev, 1969).

Çizelge 4. Toprak selenyum içerikleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler (r)

	Kum	Kil	Silt	pH	EC	Kireç	O.M.
Se	-0,012 ^{öd}	0,048 ^{öd}	-0,061 ^{öd}	0,330 ^{***}	-0,043 ^{öd}	-0,260 ^{***}	-0,259 ^{***}

öd önemli değil, *** $p < 0,001$

Sonuç

Sarımsak tarımı yapılan toprakların ağırlıklı olarak kil bünyeli, % 53,57'sinin hafif alkali, EC yönünden sorun taşımadığı, % 41,07'sinin çok ve çok fazla kireçli, % 47,32'sinin ise az ve çok az organik madde içerdiği belirlenmiştir. Araştırmaya konu olan yörelerden alınan topraklarda belirlenen bitkiye yararlı selenyum konsantrasyonlarının 1,31 ile 27,83 $\mu\text{g kg}^{-1}$ arasında değiştiği ve ortalama 13,45 $\mu\text{g kg}^{-1}$ olduğu belirlenmiştir.

Bitkiye yararlı ortalama selenyum konsantrasyonunun en yüksek Kastamonu, en düşük ise Hatay yöresi topraklarında olduğu belirlenmiştir. Ülkemizde sarımsak tarımı yapılan illerden alınan sarımsak yumru örneklerinde belirlenen selenyum konsantrasyonunun Kastamonu-Taşköprü yöresinde yetiştirilen sarımsaklarda belirlenmiş olmasının (Turan ve ark., 2010) nedeni bu sonuçlar olmaktadır. pH'nın yükselmesi durumunda Se yararlılığının arttığı, buna karşın kireç ve organik maddenin artması durumunda ise Se yararlılığının azaldığı belirlenmiştir. Selenyumca zengin olan sarımsak yetiştiriciliğinde selenyum gübrelenmesi önem arz etmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK 1040506 No'lu proje verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

Kaynaklar

- Akça H, Taşkın MB, Şahin Ö, Kaya EC, Turan MA, Taban S, Balcı M, 2017. Beyşehir yöresinde havuç (*Daucus carota* L.) tarımı yapılan toprakların verimlilik durumları ile havuç bitkisinin potansiyel beslenme sorunlarının belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 31(2):123-138.
- Anonim, 1988. Türkiye gübreler ve gübreleme rehberi. Köy Hizmetleri Gen. Müd., Toprak ve Gübre Araştırma Ens. Müg. Genel Yayın No: 151, Teknik Yayınlar No: T-59, pp: 231.
- Anonymous, 1951. Soil survey manual. Handbook No:18, U.S.D.A.
- Banuelos GS, Meek DW, 1989. Selenium accumulation in selected vegetables, 1. *Plant Nutrition* 12, 1255-1272.
- Bouyoucos GJ, 1951. A recalibration of hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal* 43:434-438.

- Bryant RD, Laishley EJ, 1988. Evidence for two transporters of sulfur and selenium oxyanions in *Clostridium pasteurianum*. *Canadian Journal of Microbiology* 34:700-703.
- Campen van DR, 1991. Trace elements in human nutrition, micronutrients in agriculture, ed: Morvedt, J.J., Cox, F.R., Shuman, L.M., Welch, R.M., SSSA Book Series No: 4, Madison, WI, U.S.A. pp: 603-701.
- Cao ZH, Wang XC, Yao DH, Zhang XL, Wong MH, 2001. Selenium geochemistry of paddy soils in Yangtze River Delta. *Environment International* 26:5, 335-339.
- Davis JG, Steffens TJ, Engle TE, Mallow KL, Cotton SE, 2006. Diagnosing selenium toxicity. Colorado State University Extension Bulletin No: 6, 109:1-4.
- Dungan RS, Yates SR, Frankenberger WT, 2002. Volatilization and degradation of soil-applied dimethylselenide. *Journal of Environmental Quality* 31(6):2045-2050.
- Finley JW, 2005. Selenium accumulation in plant foods. *Nutrition Reviews* 63:196-202.
- Floor GH, Calabrese S, Román-Ross G, Aiuppa A, 2011. Selenium mobilization in soils due to volcanic derived acid rain: an example from Mt Etna volcano, Sicily. *Chemical Geology* 289 (3): 235-244.
- Grewelling T, Peech M, 1960. Chemical soil test. Cornell University Agricultural. Expt. Sta. Bull., No: 960.
- Halilova H, 2004. Mikroelementlerin (I, Zn, Co, Mn, Cu, Se) biyojeokimyası. İlke-Emek Yayınları, Ankara, pp. 110.
- Harmankaya M, 2009. Orta Anadolu Bölgesinde toprakların ve buğdayın selenyum düzeyinin belirlenmesi ve selenyum gübrelenmesine farklı buğday genotiplerinin tepkisinin araştırılması. T.C. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı (Yayınlanmamış Doktora Tezi).
- Hızalan E, Ünal H, 1966. Topraklarda önemli kimyasal analizler. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları 278, pp: 88.
- Hurd-Karrer AM, 1938. Relation of sulphate to selenium absorption by plants. *American Journal of Botany* 25:666-675.
- Ip C, Birringer M, Block E, Kotrebai M, Tyson JF, Uden PC, Lisk DJ, 2000. Chemical speciation influences comparative activity of selenium-enriched garlic and yeast in mammary cancer prevention. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48:2062-2070.
- Ip C, Lisk DJ, 1994. Enrichment of selenium in allium vegetables for cancer prevention. *Carcinogenesis*, 15:1881-1885.
- Irmak S, Semercioğlu T, 2012. Çukurova Bölgesi'nde yetiştirilen bazı buğday (*Triticum* Spp.) çeşitlerinde toprak-bitki selenyum içeriği arasındaki ilişki. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 5(2):19-23.
- Jackson ML, 1962. Soil chemical analysis. Prentice Hall, Inc. New York, pp. 498.
- Johnson CC, Ge X, Green KA, Liu X, 2000. Selenium distribution in the local environment of selected villages of the Keshan Disease belt, Zhangjiakou District, Hebei Province, People's Republic of China. *Applied Geochemistry* 15(3):385-401.
- Johnsson L, 1991. Selenium uptake by plants as a function of soil type, organic matter content and pH. *Plant and Soil* 133:57-64.
- Kacar B, Katkat AV, 1998. Bitki besleme. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 127, VİPAŞ Yayınları: 3, Bursa, pp. 594.
- Kacar B, S Taban, M Alpaslan, G Fuleky, 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. October 2-3, 1998, Ankara-Turkey.
- Kausch M, Ng P, Ha J, Pallud C, 2012. Soil-aggregate-scale heterogeneity in microbial selenium reduction. *Vadose Zone Journal* 11(2).
- Kausch MF, Pallud CE, 2013. Modeling the impact of soil aggregate size on selenium immobilization. *Biogeosciences* 10(3):1323-1336.
- Kudryevsev AA, Andreyev MN, 1969. Bolezni nedostatočnosti molodnyanca shjivotnih, ihprofilaktičai leçeniye. Materiali dokladov Vsesoyuznoy Konferensii terapevtovi diagnostov posvyasenny 100 letiyu prof. Ruhadyeva T. I. Kazan.
- Li Z, Liang D, Peng Q, Cui Z, Huang J, Lin Z, 2017. Interaction between selenium and soil organic matter and its impact on soil selenium bioavailability: A review. *Geoderma* 295:69-79.
- Mayland HF, James LF, Panter KE, Sonderegger JL, 1989. Selenium in seleniferous environments. Selenium Agriculture and the Environment. (ed. L.W. Jacobs) Spec. Publ. 23. Soil Science of America, Madison, WI. pp. 15-50.
- Mengel K, Kirkby EA, 1982. Principles of plant nutrition. 3th ed, International Potash Institute, Worblaufen-Bern, Switzerland, pp: 655.
- Mikkelsen RL, Page AL, Bingham FT, 1989. Factors affecting selenium accumulation by agricultural crops, selenium in agriculture and the environment. (eds. Jacobs LW) Amer. Soc. Agron. Soil Sci. Soc. Amer., Madison, Wis. pp. 65-94.
- Mikkelsen RL, Wan HF, 1990. The effect of selenium on sulfur uptake by barley and rice. *Plant and Soil* 121:151-153.
- Miller E, Lei RX, Ullrey DE, 1991. Trace elements in animal nutrition. Micronutrients in Agriculture 2 Ed, (eds. Mortvedt JJ, Cox FR, Shuman LM, Welch RM) SSSA Book Series No: 4. Madison, WI, USA., pp. 593-662.
- Nguyen VK, Park Y, Yu J, Lee T, 2016. Microbial selenite reduction with organic carbon and electrode as sole electron donor by a bacterium isolated from domestic wastewater. *Bioresour. Technol.* 212:182-189.
- Olson OE, Novacek EJ, Whitehead EI, Palmer IS, 1970. Investigations on selenium in wheat. *Phytochemistry* 9:1181-1188.
- Park JH, Lamb D, Paneerselvam P, Choppala G, Bolan N, Chung JW, 2011. Role of organic amendments on enhanced bioremediation of heavy metal (loid) contaminated soils. *Journal of Hazardous Materials* 185(2):549-574.

- Perkins AT, King HH, 1938. Selenium and tenmarg wheat. *Jour. Amer. Soc. Agron.* 30:664-667.
- Rosen C, R Becker, V Fritz, B Hutchison, J Percich, C Tong, J. Wright, 1999. Growing garlic in Minnesota. <http://www.Extension.umn.edu/distribution/cropsystems/components/7317-mulching.html>
- Scharrer K, Schropp W, 1950. Sand und wasserkulturversuche mit selen und tellur. *Z. Pflanzenernahrung Düng. Bodenk.* 50:187-202.
- Sharma VK, McDonald TJ, Sohn M, Anquandah GA, Pettine M, Zboril R, 2015. Biogeochemistry of selenium. A review. *Environmental Chemistry Letters* 13(1):49-58.
- Soltanpour PN, 1991. Determination of nutrient availability and elemental toxicity by AB-DTPA soil test and ICPS. *Advance Soil Science* 16:165-190.
- Taban S, Alparslan M, Hashemi AG, Eken D, 1997. Orta Anadolu'da çeltik tarımı yapılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi* 3(3):457-466.
- Taban S, Çıkılı Y, Kebeci F, Taban N, Sezer SM, 2004. taşköprü yöresinde sarımsak tarımı yapılan toprakların verimlilik durumu ve potansiyel beslenme problemlerinin ortaya konulması. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 10 (3) 297-304.
- Taban S, Turan MA, Sezer SM, Türkmen N, 2013. Kastamonu Taşköprü yöresinde yetiştirilen sarımsak bitkisinin selenyum içerikleri ve bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler. *Udağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 27(1):39-47
- Terry N, Zayed AM, 1998. Phytoremediation of seleniurn. *Environmental Chernistry of Selenium.* (eds. Frankenberger VVT Jr, Engberg RA) Marcel Dekker Inc, New York, pp. 633-655.
- Trelease SF, DiSomma AA, Jacobs AL, 1960. Seleno-Amino acid found in Astragalus Bisulcatus, *Science* 132:6-18.
- Trelease SF, Trelease HM, 1938. Selenium as a stimulating and possibly essential element for indicator plants. *American Journal of Botany* 25:372-380.
- Turan MA, Taban N, Türkmen N, Taban S, 2010. Selenium concentration of garlic bulbs grown in different parts of Turkey. *Asian Journal of Chemistry* 22(8):6563-6568.
- Udo EJ, H L Bohn, TC Tucker, 1970. Zinc adsorption by calcareous soils. *Soil Science Society of America Journal* 34: 405-410.
- Wang Z, Gao Y, 2001. Biogeochemical cycling of selenium in Chinese environments. *Applied Geochemistry* 16(11):1345-1351.
- Whalen JK, Hu Q, Liu A, 2003. Compost applications increase water-stable aggregates in conventional and no-tillage systems. *Soil Science Society of America Journal* 67 (6):1842-1847.
- Zayed AM, Terry N, 1992. Selenium volatilization in broccoli as influenced by sulfate supply. *Journal of Plant Physiology* 140:646-652.
- Zhang Y, Frankenberger WT, 2003. Factors affecting removal of selenate in agricultural drainage water utilizing rice straw. *Science of The Total Environment* 305(1):207-216.
- Zhu S, Liang Y, Gao D, An X, Kong F, 2017. Spraying foliar selenium fertilizer on quality of table grape (*Vitis vinifera* L.) from different source varieties. *Scientia Horticulturae* 218:87-94.
- Gabos MB, Alleoni LRF, Abreu CA, 2014. Background levels of selenium in some selected Brazilian tropical soils. *Journal of Geochemical Exploration* 145:35-39.
- Zhang HH, Wu ZF, Yang CL, Xia B, Xu DR, Yuan HX, 2008. Spatial distributions and potential risk analysis of total soil selenium in Guangdong province, China. *Journal of Environmental Quality* 37:780-787.
- Yamada H, Kamada A, Usuki M, Yanai J, 2009. Total selenium content of agricultural soils in Japan. *Soil Science and Plant Nutrition* 55:616-622.
- Pezzarossa B, Petruzzelli G, 2001. Selenium contamination in soil: sorption and desorption processes. In: Selim, H.S., Sparks, D.L. (Eds.), *Heavy Metals Release in Soils.* CRC Press, pp. 191-206.
- Fordyce FM, Brereton N, Hughes J, Luo W, Lewis J, 2010. An initial study to assess the use of geological parent materials to predict the Se concentration in overlying soils and in five staple foodstuffs produced on them in Scotland. *Science of The Total Environment* 408:5295-5305.
- Yan Dong D, Lisk DJ, Block E, Ip C, 2001. Characterization of the Biological Activity of -Glutamyl-Se-methylselenocysteine, *Cancer Research* 61:2923-2928.

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 yayınlar. Yazar(lar) makalenin ne tür bir yazı olduğunu belirtmelidir. Dergiye sunulan çalışmanın başka yerde yayınlanmamış (bilimsel toplantılarda sunulan çalışmalar hariç) ve başka bir dergiye yayın için sunulmamış ve yayın hakkı verilmemiş olması gerekir. Buna ilişkin yazılı belge (sorumlu yazar tarafından onaylı) makale ile gönderilmelidir. Makale iyi anlaşılabilir bir Türkçe ile yazılmış olmalıdır. Etik Kurul Raporu gerektiren araştırma sonuçları makale olarak gönderilirken, Etik Kurul Raporu'nun bir kopyası eklenmelidir. Dergiye sunulan tüm çalışmalar, yayın kurulu ve bu kurul tarafından seçilen en az iki veya daha fazla danışman tarafından değerlendirilir. Dolayısıyla, çalışmanın dergide yayınlanabilmesi için yayın kurulu ve danışmanlar tarafından bilimsel içerik ve şekil bakımından uygun bulunması gerekir. Yayınlanması uygun bulunmayan eser yazar(lar)a iade edilir. Danışman veya yayın kurulu tarafından düzeltme istenen çalışmalar ise yazar(lar)a eleştiri ve önerileri dikkate alarak düzeltmeleri için geri gönderilir. Düzeltme istenen makaleler, düzeltme için verilen sürede (30 gün) yayın kuruluna dönmez ise, yeni sunulan bir makale gibi değerlendirilir.

Makale gönderilmesi

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

“Telif Hakkı Devir Sözleşmesi” formu

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

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ YAYIN YAZIM KURALLARI

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

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

Başlık sayfası

Bu sayfada, a) Makale başlığı (Türkçe ve İngilizce başlıklar yazılmalı; başlık kısa ve konu hakkında bilgi verici ve tümü büyük harflerle yazılmış olmalı ve kısaltmalar kullanılmamalıdır), b) Yazar(lar)ın açık adı (ad ve soyad unvan belirtilmeden küçük harfler ile yazılmalı), c) Çalışmanın yapıldığı üniversite, laboratuvar veya kuruluşun adı ve adresi (sadece ilk harfleri büyük harfle yazılmalı), yazışmalardan sorumlu yazar 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 bulunduğunu ve bunların ne ifade ettiğini – vurgulayan özet metni yazılmalıdır. Bu bölümde kaynak verilmemelidir. Özet ve Abstract metinlerinin hemen altında sırasıyla Anahtar Sözcükler ve Keywords yer almalıdır. Anahtar sözcüklerin ilk harfleri büyük ve virgül ile ayrılmış, başlığı tekrarlamayan fakat onu tamamlayan özellikte olmalı ve 3-6 sözcükten oluşmalıdır.

Giriş

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

Materyal ve Yöntem (Alt başlıklar da yapılabilir)

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

Bulgular ve Tartışma

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

Teşekkür

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

Kaynaklar

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

Dergiden,

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

Kongre veya sempozyumdan,

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

Tezden,

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

Kitaptan,

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

Elektronik materyalden

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

Şekil ve Çizelgeler

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

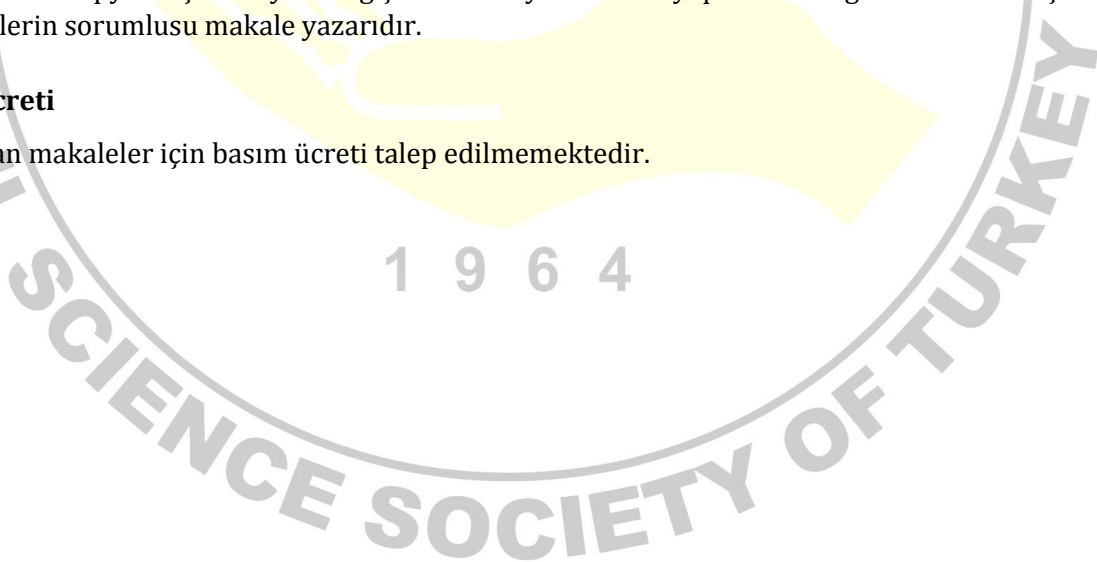
Kabul Sonrası

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

Basım Ücreti

Yayınlanan makaleler için basım ücreti talep edilmemektedir.

1 9 6 4





TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



TELİF HAKKI DEVİR SÖZLEŞMESİ *

Makale Başlığı :

Yazarlar ve tam isimleri :

Yayıncıdan sorumlu yazarın

Adı - Soyadı :

Adresi :

Telefon :

Cep Telefonu :

Faks :

E-posta:

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

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

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

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

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

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

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

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

Sorumlu yazarın

Adı - Soyadı :

Tarih :

İmza:

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