



2016

Cilt/Volume : 4

Sayı/Number : 2

eISSN : 2146 - 8141

www.toprak.org.tr

TOPRAK BİLİMİ VE BITKİ BESLEME DERGİSİ

(Journal of Soil Science and Plant Nutrition)

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

SAHİBİ

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

YAZI İŞLERİ MÜDÜRÜ

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

EDİTORLER KURULU BAŞKANI

Dr.Coşkun GÜLSER, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun

BÖLÜM EDİTÖRLERİ

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

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

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

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

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

Dr.Sabit ERŞAHİN, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Çankırı - Toprak Fiziği ve Mekanığı

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

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

EDİTORLER KURULU

Dr.Bülent OKUR, İzmir

Dr.Günay ERPUL, Ankara

Dr.Hasan Sabri ÖZTÜRK, Ankara

Dr.İbrahim ERDAL, Isparta

Dr.İbrahim ORTAŞ, Adana

Dr İlhami BAYRAMİN, Ankara

Dr.İmanverdi EKBERLİ, Samsun

Dr.Kadir SALTALI, Kahramanmaraş

Dr.Mustafa BOLCA, İzmir

Dr.Mustafa CANBOLAT, Erzurum

Dr.Oğuz Can TURGAY, Ankara

Dr.Osman SÖNMEZ, Kayseri

Dr.Ömer Lütfi ELMACI, İzmir

Dr.Sezai DELİBACAK, İzmir

Dr.Suat ŞENOL, Adana

Dr.Tuğrul YAKUPOĞLU, Kahramanmaraş

Dr.Yasemin KAVDIR, Çanakkale

DANIŞMA KURULU

Dr.A.Vahap KATKAT, Bursa

Dr.Abdulkadir SÜRÜCÜ, Bingöl

Dr.Abdullah BARAN, Ankara

Dr.Ahmet Ali İŞILDAR, Isparta

Dr.Aydın ADİLOĞLU, Tekirdağ

Dr.Cengiz KAYA, Şanlıurfa

Dr.Ceyhan TARAKÇIOĞLU, Ordu

Dr.Füsün GÜLSER, Van

Dr.Huriye UYSAL, İzmir

Dr.Hüseyin DİKİCİ, Kahramanmaraş

Dr.Mehmet AYDIN, Aydın

Dr.Mustafa Bülent TORUN, Adana

Dr.Mustafa KAPLAN, Antalya

Dr.N.Mücella MÜFTÜOĞLU, Çanakkale

Dr.Nutullah ÖZDEMİR, Samsun

Dr.Sait GEZGİN, Konya

Dr.Taşkın ÖZTAŞ, Erzurum

AMAÇ ve KAPSAM

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

e-ISSN: 2146-8141

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

Cilt : 4

Sayı : 2

Sayfa: 42 - 88

İÇİNDEKİLER

Antalya yöresinde domates yetiştirilen seralarda bor düzeylerinin bazı toprak, yaprak ve meyve analiz sonuçlarıyla değerlendirilmesi <i>Gamze Demir, İbrahim Erdal</i>	42
Topraksız tarımda farklı substrat miktarı ve besin çözeltisi uygulamalarının domateste beslenme ve verim kriterlerine etkisi <i>Güney Akinoğlu, Ahmet Korkmaz</i>	49
Jipsofil bitkilerin ekolojisi <i>Ebru Özdeniz, Ayşenur Bölükbaşı, Latif Kurt, Beste Gizem Özbey</i>	57
Benzerlik teorisinin toprak sıcaklığına uygulanabilirliği <i>İmanverdi Ekberli, Orhan Dengiz, Coşkun Gülser, Nutullah Özdemir</i>	63
Ordu ili merkez ilçe topraklarında erozyon riskinin jeoistatistiksel tekniklerle değerlendirilmesi <i>Tayfun Aşkin, Ferhat Türkmen, Ceyhan Tarakçıoğlu</i>	69
Kombu çayı (Kombucha) ve kombu çayı üretim artığı karışık mikroorganizma kültürünün buğday bitkisinin verimi ile toprakların dehidrogenaz ve katalaz aktivitesi üzerine etkisi <i>Murat Durmuş, Rıdvan Kızılıkaya</i>	76
Organik düzenleyici uygulamalarının farklı pH düzeylerine sahip topraklarda yarıyılışlı çinko içeriğine etkisi <i>Nutullah Özdemir, Ö. Tebessüm Kop Durmuş, Murat Durmuş, İmanverdi Ekberli</i>	83



TOPRAK BİLİMİ VE BITKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



Antalya yöresinde domates yetiştirilen seralarda bor düzeylerinin bazı toprak, yaprak ve meyve analiz sonuçlarıyla değerlendirilmesi[#]

Gamze Demir, İbrahim Erdal*

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

Özet

Bu araştırma, Antalya ili Merkez, Kumluca, Serik ve Gazipaşa ilçelerinde serada üretilen domates bitkisinin B durumlarının değerlendirilmesi amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla 50 farklı seradan toprak, yaprak ve meyve örnekleri alınmış ve bu örneklerin B içerikleriyle diğer bazı özellikler arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Toprak analiz sonuçlarına göre, seraların % 62'sinde yeterli % 38'inde ise yetersiz düzeyde yarayışlı B belirlenmiştir. Fakat yaprak analiz sonuçları göstermiştir ki, bitki örneklerinin tamamında B içeriği yeterli ve hatta % 44'ünde B seviyesi yüksektir. Toprak B içeriği meyvedeki Ca, yapraktaki Mn ve Zn ile negatif, topraktaki Mg ile pozitif ilişkiler vermiştir. Bunun yanında yaprak B içeriği toprağın CaCO_3 ve meyvede Zn değerleri ile negatif ilişkiler verirken, yaprak Mn, Zn ve toprağın Mn içerikleriyle pozitif ilişkiler göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Domates, yarayışlı bor, toprak, yaprak, besin elementleri.

Evaluating boron levels of tomato grown greenhouses in Antalya district with some soil, leaf and fruit analysis results

Abstract

This study was carried out to evaluate the B status of tomatoes grown in greenhouses at Center, Kumluca, Serik and Gazipaşa districts of Antalya. Soil, leaf and fruit samples were taken from 50 different greenhouses, and the relationships between B contents and some other properties of these samples were investigated. According to the soil analysis, while 62 percent of the soils has sufficient for B content, 38% of the soils is insufficient for B content. But, leaf analysis indicated that all samples are sufficient in terms of B content, even 44% of the leaves had high B content. Soil B content gave negative correlations with Ca in fruit, Mn and Zn in leaves, and a positive correlation with soil Ca content. On the other hand, while leaf B content had negative correlations with soil CaCO_3 and fruit Zn values, it showed positive correlations with leaf Mn, Zn and soil Mn values.

Keywords: Tomato, available boron, soil, leaf, nutrients.

© 2016 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Bitkiler için mutlak gereklili olan bor, şeker taşınımı, hücre duvarı sentezi, ligninleşme, karbonhidrat metabolizması, RNA metabolizması, solunum, indol asetiç asidi sentezlenmesi gibi birçok metabolik olaylarda önemli rol oynamaktadır (Parr ve Loughman, 1983). Bu nedenle bitkiler ihtiyaç duydukları anda ve ihtiyaç duydukları miktarda boru alamadıkları zaman bitkilerde bazı noksantalik belirtileri ortaya çıkmaktadır. Bor elementi noksantalığı öncelikle büyümeye noktalarına zarar verdiği için bitkilerde büyümeye yavaşlar. Genç yapraklar büzülüp kıvrılır, çoğu zaman kalınlaşır ve koyu mavi, yeşil bir renk alır. Boğum araları kısalır, büyümeye bodurlaşır, bitki çalılaşmış bir görünüm kazanır. Transpirasyondaki düzensizliğin bir

* Bu araştırma, Süleyman Demirel Üniversitesi BAP tarafından desteklenen Gamze Demir'in yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır

* Sorumlu yazar:

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

Tel.: 0(246) 211 85 91

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: ibrahimerdal@sdu.edu.tr

yansıması olarak yapraklar ve dallar kolay kırılabilen gevrek bir yapı alır. Noksanlığın ileri aşamalarında büyümeye noktaları olur, genelde büyümeye olumsuz şekilde etkilenir ([Kacar ve Katkat, 2010](#)). Sonuç olarak bitkilerin kalitesinde ve veriminde önemli ölçüde kayıplar meydana gelir. Kalitenin düzeltilmesi ve kayıpların minimuma indirilmesi amacıyla diğer besin elementleri yanında borun da yeterli, dengeli ve düzenli bir gübreleme ile verilmesi gereklidir. Bu bakımdan toprakların elverişli bor durumlariyla toprak özellikleri arasındaki ilişkilerde belirlenmelidir.

Konuya ilişkin olarak yürütülen bir çalışmada, Orta Güney Anadolu bölgesi (Konya, Afyon, Karaman, Aksaray, Niğde, Nevşehir ve Kayseri) tarım topraklarından alınan 898 adet toprak örneğinin analizinde, toprakların elverişli B miktarının 0.01 ile 63.9 mg kg^{-1} arasında değiştiğini ve toprakların % 26.6'sında noksan düzeyde B olduğu belirlenmiştir. Yine bu çalışmada, topraklardaki bitkiye elverişli B miktarının toprak özelliklerine bağlı olarak değiştiği ve özellikle toprak tuzluluğu, sodyum ve organik madde miktarı arttıkça elverişli B miktarının çok önemli düzeyde arttığı belirtilmiştir ([Gezgin ve ark. 2002](#)). Çanakkale'nin Bayramiç ilçesindeki topraklarının verimlilik durumunu belirlemek ve toprağın bazı fizikal ve kimyasal özelliklerini araştırmak için yapılan bir araştırmada toprakların % 22'sinde B eksikliği belirlenmiştir ([Sandalci, 2005](#)). Isparta ilinde yapılan bir araştırmada, kiraz bahçesi topraklarının 0-20 cm derinliğinden alınan örneklerinin % 60'ının yeterli, % 40'ının yetersiz düzeyde B içerdiği, 20-40 cm derinlikten alınan örneklerin ise % 23' ü nün yeterli, % 77' sinin ise yetersiz düzeyde B içerdiği belirlenmiştir. Aynı çalışmada, elma bahçesi topraklarının 0-20 ve 20-40 cm deki örneklerinin sırasıyla % 79 ve % 54' ünde B düzeyinin yeterli, % 31 ve % 46 ünün ise yetersiz olduğu belirlenmiştir ([Peker ve Erdal, 2006](#)).

Yapılan bu çalışmada Antalya ilindeki domates seralarından B beslenme durumlarının toprak, yaprak ve meyve testleri ile belirlenmesi ve bazı toprak ve bitki özellikleriyle olan ilişkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Toprak ve bitki örneklerinin alınması

Yöreyi temsilen, Serik (S), Antalya merkez (A), kumluca (K) ve Gazipaşa (G) da domates yetişiriciliği yapılan toplam 50 seradan ([Çizelge 1](#)) toprak, yaprak ve meyve örnekleri alınmış ve kuralına uygun olarak laboratuvara ulaştırılarak ve analizlere hazır hale getirilmiştir.

Çizelge 1. Örnekleme alanları

Örnek no	Örnekleme bölgesi	Örnek no	Örnekleme bölgesi	Örnek no	Örnekleme bölgesi
1	Serik (Karadayı beldesi)	21	Antalya (merkez)	41	Kumluca
2	Serik (Karadayı beldesi)	22	Antalya (Kozağacı köyü)	42	Kumluca
3	Serik (Karadayı beldesi)	23	Antalya (Kozağacı köyü)	43	Kumluca
4	Serik (Karadayı beldesi)	24	Antalya	44	Kumluca
5	Serik (Karadayı beldesi)	25	Antalya	45	Kumluca
6	Serik (Üründü köyü)	26	Antalya	46	Gazipaşa
7	Serik (Üründü köyü)	27	Antalya	47	Gazipaşa
8	Serik (Üründü köyü)	28	Antalya (merkez)	48	Gazipaşa
9	Serik (Üründü köyü)	29	Antalya (merkez)	49	Gazipaşa
10	Serik (Üründü köyü)	30	Antalya (merkez)	50	Gazipaşa
11	Serik (karıncalı köyü)	31	Kumluca		
12	Serik (karıncalı köyü)	32	Kumluca		
13	Serik(karıncalı köyü)	33	Kumluca		
14	Serik	34	Kumluca		
15	Serik	35	Kumluca		
16	Antalya (merkez)	36	Kumluca		
17	Antalya (merkez)	37	Kumluca		
18	Antalya (merkez)	38	Kumluca		
19	Antalya (merkez)	39	Kumluca		
20	Antalya (merkez)	40	Kumluca		

Yaprak örneklemeleri [Geraldson ve ark. \(1973\)](#), tarafından tarif edildiği şekilde bitkinin üstten itibaren 5. ya da 6. yaprakları alınarak yapılmıştır. Ayrıca hasat olgunluğuna erişmiş meyvelerden her serayı temsil edecek miktarda meyve örneklemeleri yapılmıştır. Alınan yaprak ve meyve örnekleri etiketlenip kese kağıdına

konularak laboratuara getirilmiştir. Çeşme suyu, seyreltik asit (0.2 N HCl) ve saf su ile yıkandıktan sonra yaprak örnekleri $65\pm5^{\circ}\text{C}$ 'de en az 48 saat kurutma dolabında kurutulup öğütülmüştür ([Kacar ve İnal, 2010](#)). Meyve örnekleri de çesme suyu, seyreltik asit (0.2 N HCl) ve saf su ile yıkandıktan sonra dilimlenerek $65\pm5^{\circ}\text{C}$ 'de en az 48 saat kurutma dolabında kurutulup öğütülmüştür.

Toprak analiz yöntemleri

Ekstrakte edilebilen B: Toprak örneklerinden 20 şer gr alınarak 250 ml'lik erlenmayere konulmuştur. Üzerine 40 ml 0.01M CaCl₂ çözeltisi eklendikten sonra geri soğutmalı kaynatma cihazında 5 dakika kaynatılmış ve sonra derhal çıkarılmıştır. Oda sıcaklığına kadar bekletildikten sonra mavi bant fitre kâğıdından plastik kaplara süzülmüştür. Elde edilen süzüklerin B içerikleri ICP de okunarak belirlenmiştir ([Wolf, 1971](#)).

Diğer toprak özelliklerinden pH: [Jackson \(1962\)](#), Kireç: [Çağlar \(1949\)](#), Organik madde: [Ülgen ve Ateşalp \(1972\)](#), Bünye: [Bouyoucos \(1955\)](#), Alınabilir P: [Olsen \(1954\)](#), Değişebilir K, Ca, Mg: [Knudsen ve ark. \(1982\)](#), Yarıyıl Zn ve Mn, [Lindsay ve Norvell \(1978\)](#) tarafından belirtilen yöntemlerle yapılmıştır.

Bitki analiz yöntemleri

Kurutulmuş yaprak ve meyve örnekleri mikrodalga fırında yaşı yakılmak suretiyle analizlere hazırlanmıştır. Bu örnekler N hariç diğer analizlerde kullanılmıştır. Yakılmış örneklerdeki B analizi ICP cihazı kullanılarak, P analizi spektrofotometrede kolorimetrik olarak, K, Ca, Mg, Zn, Mn analizleri ise AAS cihazı kullanılarak belirlenmiştir ([Kacar ve İnal, 2010](#)). Örneklerin N analizleri ise Kjeldahl yöntemine göre yapılmıştır ([Bremner, 1965](#)).

Bulgular ve Tartışma

Toprak, yaprak ve meyve B konsantrasyonları

Araştırmaya ait örneklerin B içerikleri Çizelge 2 de verilmiştir. Belirtilen çizelgenin incelenmesinden de görüleceği üzere toprakların B konsantrasyonları 0.2-1.3 ppm aralığında değişmiş ve ortalama B konsantrasyonu 0.6 ppm olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2. Antalya yöresi domates seralarından alınan örneklerin B konsantrasyonları, (ppm)

No	Toprak	Yaprak	Meyve	No	Toprak	Yaprak	Meyve	No	Toprak	Yaprak	Meyve
1S	0.4	70.8	30.5	18A	0.5	85.0	26.3	35K	0.6	49.8	20.7
2S	0.4	87.1	27.6	19A	0.6	73.5	24.9	36K	0.4	67.6	20.7
3S	0.3	104.5	29.5	20A	0.6	89.5	25.2	37K	0.4	71.3	22.3
4S	0.4	83.1	26.0	21A	1.0	83.9	27.1	38K	0.3	63.0	21.8
5S	0.3	87.2	30.8	22A	0.7	58.7	31.8	39K	0.3	69.3	33.9
6S	0.2	94.0	28.3	23A	0.8	48.3	29.6	40K	0.4	66.8	21.7
7S	0.3	117.6	28.8	24A	0.7	69.0	24.8	41G	0.5	43.3	25.1
8S	0.2	108.1	27.4	25A	0.7	79.6	26.1	42G	0.8	43.5	26.0
9S	0.5	107.1	25.9	26A	0.7	68.7	30.0	43G	0.5	36.1	21.4
10S	0.4	118.5	38.8	27A	0.5	108.0	33.1	44G	0.8	29.0	23.9
11S	1.0	52.7	19.8	28A	0.6	99.6	25.2	45G	1.0	25.5	19.4
12S	1.3	66.7	27.7	29A	0.5	90.4	25.0	46G	0.3	64.5	24.9
13S	1.1	45.2	23.1	30A	0.6	88.8	28.2	47G	0.3	58.9	20.9
14S	0.8	140.8	28.3	31K	1.0	52.7	19.8	48G	0.3	72.3	23.4
15S	0.9	132.8	30.3	32K	1.3	66.7	27.7	49G	0.4	69.9	21.2
16A	1.0	57.7	30.6	33K	0.7	50.7	20.0	50G	0.4	77.3	24.1
17A	0.5	80.6	24.1	34K	0.5	50.2	20.5				
Min.	0.2	25.5	19.4								
Maks.	1.3	140.8	38.8								
Ort.	0.6	72.9	26.0								

S: Serik, A: Antalya, G: Gazipaşa, K: Kumluca; T: Toprak, Y:Yaprak; M: Meyve

Toprak örneklerinin aldığı yerlere göre bir değerlendirme yapılacak olursa, Serik yöresi sera topraklarının 9, Kumluca ve Gazipaşa yöresi sera topraklarının ise 5'er tanesinde toprak B içeriklerinin yeter seviyenin altında olduğu görülmüştür. Her örneklemeye bölgesi kendi içinde değerlendirildiğinde, Serik bölgesi domates seralarının % 60'ının, Kumluca ve Gazipaşa bölgesi seralarının ise % 20'sinin bor eksikliği gösterdiği ortaya çıkmaktadır. Örneklemeye alanının tamamına ait bir değerlendirme yapılacak olduğunda, örneklerinin %

38'inde B düzeyinin eksik, % 62 sinde ise yeter seviyede olduğu görülmektedir. Toprakların B durumlarının değerlendirilmesinde; <0.5 ppm az, 0.5-2.0 ppm yeterli, 2.1-5.0 ppm fazla, >5.0 ppm ise çok fazla olarak kabul edilmiştir (Eyüpoglu ve ark. 2000; Miller, 1998).

Yaprakları B beslenme durumlarının değerlendirilmesinde Jones ve ark. (1991) tarafından bildirilen sınır değerler kullanılmış ve <25 ppm noksan, 25-75 ppm yeterli ve > 75 ppm ise fazla olarak kabul edilmiştir. Domates bitkisi yaprak analiz sonuçlarına göre, bitkilerin B konsantrasyonları 25.5-140.8 ppm arasında değişmiş, ortalama değer ise 72.9 ppm olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre bitkilerin hiçbirinde B eksikliğine rastlanmamış buna karşılık 22 örnekte (% 44) B içeriklerinin fazla olduğu belirlenmiştir. Domates meyvesi B konsantrasyonları 19.4-38.8 ppm arasında değişim gösterip ortalama B değeri 26.0 ppm olmuştur.

Deneme topraklarının bazı fizikal ve kimyasal özellikleri

Sera topraklarının kimi özelliklerine ait değerler Çizelge 3 te verilmiştir. Belirtilen çizelgeden de görüleceği üzere toprakların pH değerleri nötr ve hafif alkali olup, kireç içerikleri ise genellikle yüksektir. Toprakların bünyeleri ise çoğunlukla killi-kumlu-tınlı sınıfında yer almaktadır (Black, 1957; Evliya, 1964). Kaplan ve ark. (1995), tarafından, Batı Akdeniz Bölgesinde domates yetiştirilen seralarda bitkilerin beslenme durumlarını belirlemek için yapılan çalışmada alınan toprak örneklerinin pH değerlerinin Kumluca ve Finike yörelerinde hafif alkali ve alkali reaksiyon gösterdiği bildirilmiştir. Antalya yörelerindeki sera topraklarının kireç içeriklerinin yetişiricilik açısından yüksek olduğu bazı araştırmacılar tarafından da bildirilmektedir (Kaplan ve ark. 1995; Akay, 1995). Toprak örneklerinin organik madde içeriklerinin ise humusca fakir ve az humuslu sınıfına girdiği görülmektedir. Örnek alınan seraların tamamına yakının topraklarının yüksek düzeyde P içeriği belirlenmiştir (Olsen ve Sommers, 1982). Benzer bulgular, Kaplan ve ark. (1995) ve Akay (1995) tarafından da rapor edilmiştir. Sera topraklarının değişimlebilir K analiz sonuçları Pizer (1967)'e göre sınıflandırıldığında, düşük düzeyden, çok yüksek düzeye kadar değişen oranlarda değişimlebilir K içeriği belirlenmiştir. Değişimlebilir Ca ve Mg değerleri açısından bir değerlendirme yapılrsa, toprakların Ca içeriklerinin fazla, Mg içeriklerinin ise yeter ve fazla düzeylerde olduğu görülecektir (Louie, 1968). Toprak örneklerinin DTPA da çözünen Zn ve Mn içeriklerinin genellikle yeter ve fazla düzeyde oldukları tespit edilmiştir (Lindsay ve Norvell, 1978).

Çizelge 3. Toprak örneklerinin bazı özellikleri

Özellik	En düşük	En yüksek	Ortalama	Değerlendirme
pH	7.1	8.2	7.5	Nötr - hafif alkali
Kireç (%)	1.1	49.3	17.3	Yüksek - aşırı kireçli
OM (%)	0.1	5.0	1.7	Fakir % 64 SCL % 18 C % 18 diğer
Bünye				
P (ppm)	20	159	66.4	Yüksek
K (ppm)	14.5	1904	472	Çok az - çok fazla
Ca (ppm)	10720	56792	37790	Fazla
Mg (ppm)	95	1055	405	Yeter - fazla
Mn (ppm)	4.4	51.5	22.8	Yeter - fazla
Zn (ppm)	1.8	15.1	6.6	Yeter - fazla

Yaprak ve meye örneklerinin besin elementi içerikleri

Çizelge 4'ten de görüldüğü gibi, alınan yaprak örneklerinde N: % 2.2-3.7, P: % 0.1-1.9, K: % 1.7-3.7, Ca: % 1.0-3.1, Mg: % 0.2-0.9, Zn: 1.6-22.2 ppm, Mn: 5.3-42.3 ppm; meye örneklerinde ise N: % 2.2-3.5, P: % 0.2-1.9, K: % 2.0-5.4, Ca: % 1.1-4.0, Mg: % 0.1-0.4, Zn: 1.9-14.1 ppm, Mn: 0.3-4.2 ppm değerleri arasında değişmektedir (Çizelge 4). Bu değerlere göre, yaprak örneklerinin N konsantrasyonları % 62 oranında noksan, % 38 oranında yeter, P konsantrasyonları % 82 oranında noksan, % 16 oranında yeterli, % 2 oranında fazla, K konsantrasyonları ise % 96'lık kısmının yetersiz olduğu belirlenmiştir. Yaprak örneklerinin Ca ve Mg düzeyleri büyük oranda yeter düzeydedir. Örneklerin % 92' sinin Zn, % 68' inin de Mn açısından yetersiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5). Elde edilen bulgulara benzer sonuçlar Kaplan ve ark. (1995) tarafından yapılan çalışmada da belirtilmiştir.

Çizelge 4. Yaprak ve meyve örneklerinin besin maddesi değişimleri

Besin elementi	Yaprak En düşük	Yaprak En yüksek	Yaprak Ortalama	Meyve En düşük	Meyve En yüksek	Meyve Ortalama
N (%)	2.2	3.7	2.9	2.2	3.5	2.6
P (%)	0.1	1.9	0.3	0.2	1.9	0.4
K (%)	1.7	3.7	2.3	2.0	5.4	3.6
Ca (%)	1.0	3.1	1.9	1.1	4.0	2.2
Mg (%)	0.2	0.9	0.5	0.1	0.4	0.2
Zn (ppm)	1.6	22.2	8.9	1.9	14.1	9.2
Mn(ppm)	5.3	42.3	20.2	0.3	4.2	1.8

Çizelge 5. Yaprak örnekleri besin elementi içeriklerinin sınır değerlere göre sınıflandırılması

Besin elementi	Sınır Değeri	Değerlendirme	Yaprak Örn. Sayısı	Yaprak, %
N (%)	3.5>	Düşük	25	50
	3.5-5.0	Yeterli	-	-
	5.0<	Yüksek	25	50
P (%)	0.30>	Düşük	43	86
	0.30-0.65	Yeterli	6	12
	0.65<	Yüksek	1	2
K (%)	3.5>	Düşük	48	96
	3.5-4.5	Yeterli	2	4
	4.5<	Yüksek	-	-
Ca (%)	1.0>	Düşük	13	26
	1.0-3.0	Yeterli	32	64
	3.0<	Yüksek	5	10
Mg (%)	0.35>	Düşük	1	2
	0.35-1.0	Yeterli	46	92
	1.0<	Yüksek	3	6
Zn (%)	18<	Düşük	46	92
	18-80	Yeterli	4	8
	80>	Yüksek	-	-
Mn (%)	25>	Düşük	33	66
	25-200	Yeterli	17	34
	200<	Yüksek	-	-

Toprak, yaprak ve meyvenin B konsantrasyonları ile diğer bazı özellikler arasındaki ilişkiler

Toprak, yaprak ve meyvenin B konsantrasyonları ile bazı toprak ve bitki özellikleri arasındaki korelasyonlar Çizelge 6'da verilmiştir. İlgili çizelgeden de görüldüğü gibi araştırma sonucunda topraktaki B ile meyvedeki Ca, ve yapraktaki Mn ve Zn arasında negatif; topraktaki Mg ile ise pozitif bir etkileşim görülmüştür. Yaprak B konsantrasyonu ile diğer faktörlerin etkileşimi incelendiğinde ise, yaprak B değeriyle CaCO_3 ve meyve Zn değerleri arasında negatif, yaprak Mn ve Zn, ve toprak Mn değerleri arasında ise pozitif ilişkiler görülmüştür. Meyve B konsantrasyonuyla yaprak B konsantrasyonu arasında güçlü pozitif bir ilişkinin varlığı görülmüşken, meyve B konsantrasyonuyla toprak pH'sı arasında da negatif bir etkileşimin olduğu belirlenmiştir. Meyve B konsantrasyonu ile toprağın Mn içeriği ve yaprağın Mg ve Zn konsantrasyonları arasında ise pozitif etkileşimlerin olduğu görülmüştür. Birçok araştırmada da B'nin Ca ve kireçle antagonistik bir ilişkisinin olduğu ifade edilmektedir ([Kamprath ve Foy, 1971](#); [Gupta ve Macleod, 1981](#); [Taban ve ark. 1995](#), [Kacar ve Katkat, 2010](#))

Yapılan korelasyon testine göre, yaprak B değeriyle toprak CaCO_3 ve meyve Zn değerleri arasında negatif; yaprak Mn ve Zn ve toprak Mn değerleri arasında ise pozitif ilişkiler görülmüştür. Her ne kadar yapmış olduğumuz interaksiyon testinde toprak Ca konsantrasyonuyla bitki veya meyvenin B değerleri arasında negatif bir etkileşim görülmemiş olsa da, toprakların CaCO_3 miktarıyla yaprak B konsantrasyonu arasında negatif etkileşimler belirlenmiştir ([Bartleta ve Picarelli, 1973](#); [Bennett ve Mathias, 1973](#)). [Singh ve ark. \(1990\)](#), B-Zn etkileşiminin, P-Zn etkileşimine benzediğini, topraktaki yarıyaklı Zn seviyesinin düşük olmasının, buğdaydaki B konsantrasyonunun artmasına, buna karşın kuru ağırlığın azalmasına neden olduğunu ifade etmişlerdir. Meyve B konsantrasyonuna bakıldığından ise yaprak B konsantrasyonuyla meyve B konsantrasyonu arasında oldukça güçlü pozitif bir ilişkinin varlığı görülmüşken, meyve B konsantrasyonuyla

toprak pH'sı arasında da negatif bir etkileşimin olduğu belirlenmiştir. Toprağın Mn değerleriyle yaprağın Mg ve Zn değerleriyle meyve B konsantrasyonları arasında ise pozitif etkileşimlerin olduğu ortaya konmuştur.

Çizelge 6. Toprak, yaprak ve meyvenin B konsantrasyonları ile bazı toprak ve bitki özellikleri arasındaki korelasyonlar*

	TOPRAK-B	YAPRAK- B	MEYVE-B
YAPRAK- B			0.526***
CaCO ₃		- 0.278*	
pH			- 0.276*
MEYVE-Ca	- 0.298*		
TOPRAK-Mg	0.575***		
YAPRAK-Mg			0.374**
TOPRAK-Mn		0.452***	0.348**
YAPRAK-Mn	- 0.418**	0.619***	
YAPRAK-Zn	- 0.361**	0.479***	0.342**
MEYVE-Zn		- 0.373***	

*Belirlenen diğer özellikler arasında anlamlı ilişkiler bulunmamıştır

Sonuç olarak, yaprak ve toprak analizlerine bağlı olarak domates seralarının B beslenme düzeylerinin araştırıldığı bu çalışmada, yaprak analizleri sonucunda bitkilerin B beslenme durumları açısından bir sorun olmadığını ortaya koymaktadır. Buna karşılık, toprak testleri Serik sera topraklarının tamamı ile Kumluca ve Gazipaşa yöre topraklarının bazlarında B eksikliği olduğunu, Antalya merkeze ait sera topraklarının ise tamamının yarıyılı B açısından yeterli olduğunu belirtmektedir. Sera topraklarının tamamına ait bir değerlendirme yapılacak olursa örneklerinin % 38'inde B düzeyinin yetersiz, % 62'inde ise yeter seviyede B bulunduğu ortaya koymaktadır. Elde edilen sonuçlar toprak B analizleriyle yaprak B analizleri arasında bir uyumsuzluğun olduğunu ortaya koymaktadır. Çünkü, toprak testleri deneme topraklarının önemli bir kısmında B eksiliğini işaret ederken, yaprak analizleri böyle bir durumun olmadığını göstermektedir. Yaprak analizlerini, bitkilerin beslenme durumlarının belirlenmesinde daha güvenilir olduğunu düşündüğümüzde, deneme alanı topraklarının B düzeylerinin belirlenmesi için kullanılan ekstraksiyon yönteminin gözden geçirilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Ayrıca toprakta B için belirtilen yeterlilik düzeyinin domates bitkisi için geçerli olmayacağı ve yeterlilik düzeyinin 0.5 ppm den daha aşağıda olabilecegi düşünülmektedir. Bir diğer olasılıkta, üreticilerin yaprak uygulaması şeklinde bitkilere B vermiş olmalarıdır.

Teşekkür

Bu çalışmayı, Gamze DEMİR'in yüksek lisans tezi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi BAP'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Akay S, Kaplan M, 1995. Kumluca ve finike yörelerinde seraların toprak tuzluluğu ve mevsimsel değişimi. İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu, Cilt 1.Yayın No:7. Ankara.
- Bartleta RJ, Picarelli CJ, 1973. Availability of boron and phosphorus as affected by liming on acid potato soil. *Soil Science* 116: 77-83.
- Bennett OL, Mathias EL, 1973. Growth and chemical composition of crown vetch as affected by lime, boron, soil source and temperature regime. *Agronomy Journal* 65: 587-593.
- Black CA, 1957. Soil-plant relationships. John Wiley and Sons Inc, New York.
- Bouyoucos GJ, 1955. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soils. *Agronomy Journal* 4(9): 434.
- Bremner JM, 1965. Nitrogen. Methods of soil analysis, Part II. Chemical and microbiological properties. CA Black (Ed.), ASA-SSSA, Agronomy Series, No:9. Madison. Wisconsin, USA. pp. 1149-1178.
- Çağlar KÖ, 1949. Toprak bilgisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Evliya H, 1964. Kültür bitkilerinin beslenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Eyüpoğlu F, Güçdemir İH, Kurucu N, Talaz S, 2000. Orta Anadolu topraklarının bitkiye yarıyılı bor bakımından genel durumu. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayımları, Ankara 47p.
- Geraldson CM, Klacan GR, Lorenz OA. 1973. Plant Analysis as an aid in fertilizing vegetable crops, Soil Testing and Plant Analysis. Soil Science of America Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Gezgin S, Dursun M, Hamurcu M, Harmankaya M, Önder B, Sade A, Topal S, Soylu N, Akgün M, Yorgancılar E, Ceyhan N, Çiftçi B, Acar I, Gültekin Y, Isik C, Seker M, Babaoglu M. 2002. Determination of B contents of soils in central anatolian cultivated lands and its relations between soil and water characteristics. Boron in Plant and Animal Nutrition. (Eds. Goldbach et al.). Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, pp. 391-400.
- Gupta UC, Macleod JA, 1981. Plant and soil boron as influenced by soil pH and calcium sources on podzol soils. *Soil Science* 131: 20.
- Jackson ML, 1967. Soil chemical analysis. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.
- Jones Jr JB, Wolf B, Mills MA, 1991. Plant Analysis Handbook. p: 201-213 Micro- Macro Publishing, Inc., USA.

- Kacar B, İnal A, 2010. Bitki analizleri (2. Baskı). Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kacar B, Katkat AV, 2010. Bitki besleme (5. Baskı). Nobel Yayın Dağıtım, Ankara
- Kamprath EJ, Foy CD, 1971. Lime fertilizer-plant interactions in acid soils. *Fertilizer Technology and Use* 2nd Ed. SSSA, Madison, USA.
- Kaplan M, Köseoğlu T, Aksoy T, Pilanali N, Sarı M, 1995. Batı Akdeniz Bölgesinde serada yetiştirilen domates bitkisinin beslenme durumunun toprak ve yaprak analizleri ile belirlenmesi. *Tübitak Projesi. Proje No: TOAG-987/DPT-3*, Antalya, 72 s.
- Knudsen D, Peterson GA, Pratt PF. Lithium, Sodium and Potassium. In: *Methods of soil analysis, Part II. Chemical and microbiological properties*. ASA-SSSA, Agronomy Series, No:9. Madison. Wisconsin, USA. pp. 225-246.
- Lindsay WL, Norwell WA, 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Science Society America Journal* 42: 421-428.
- Loue A, 1968. Diagonistic pétioaire de prospection etudes sur la nutrition et la fertilisation potassiques de la vigne, société commerciale des potassiques d'alsae. *Services Agronomiques*. 31-41 p.
- Miller SS, 1998. Begin orchard nutrition program: Determining nutritional status for apple and peach. USD-ARS, Appalachian Fruit Research Station Kearneysville, West Virgin 25430 USA.
- Olsen A, 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circular No. 939 Washington DC, USA.
- Olsen SR, Sommers EL, 1982. Phosphorus availability indices. Phosphorus soluble in sodium bicarbonate. In: *Methods of soil analysis, Part II. Chemical and microbiological properties*. ASA-SSSA, Agronomy Series, No:9. Madison. Wisconsin, USA. pp.404-430.
- Parr AJ, Loughman BC, 1983. Boron and membrane functions in plants. In. *Metals and Micronutrients Uptake and Utilization by Plants* (Eds. D.A. Robbad W.S. Pierpoint). Ann. Proc. Phytochem. Soc. Eur. No: 21. Academic Press, London.
- Peker RM, Erdal İ, 2006. Isparta yöresi elma ve kiraz bahçelerinin bor beslenme durumlarının toprak ve yaprak analizleriyle değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi* 1(1): 33-40.
- Pizer NH, 1967. Some advisory aspect. Soil Potassium and Magnesium. *Tech. Bull.* No.14:184.
- Sandalci U, 2005. Çanakkale ili Bayramiç ilçesi tarım topraklarının verimlilik durumlarının saptanması. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale.
- Singh JP, Dahiye DJ, Narwal KP, 1990. Boron uptake and toxicity in wheat in relation to zinc supply. *Fertilizer Research* 24:105-110.
- Taban S, Alpaslan M, Erdal İ, İnal A, Kütük C, 1995. Relationship between boron and calcium in wheat (*Triticum aestivum L.*). *Soil Fertility and Fertilizer Management* 9th International Symposium of CIEC, 25-30 September, Kuşadası. Aydin, Turkey.
- Ülgen N, Ateşalp M. 1972. Toprakta organik madde tayini. *Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü. Teknik Yayınlar Serisi: Sayı:23*, Ankara.
- Wolf B, 1971. The determination of boron in soil extracts, plant materials, composts, manures, water and nutrient solutions. *Communication in Soil Science and Plant Analysis* 2(5): 363-374.



TOPRAK BİLİMİ VE BITKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



Topraksız tarımda farklı substrat miktarı ve besin çözeltisi uygulamalarının domatesten beslenme ve verim kriterlerine etkisi

Güney Akınoğlu, Ahmet Korkmaz *

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

Özet

Bu çalışmanın amacı, 1:1 torf:perlit karışımından elde edilen üç farklı miktardaki katı ortam kültüründe (SA:600 g az, SO:1030 g orta ve SF:1490 g fazla) günlük uygulanan dört farklı besin çözeltisinin (75, 125, 175 ve 225 ml/gün) domates bitkisinde meyve, sap verimi, meyve büyülüğu, sayısı ve yaprak ile meyvede kalsiyum ve boron含量larına etkilerini belirlemektir. Substrat miktarı azaldıkça verim ve ortalama meyve ağırlığı azalmıştır. Besin çözeltisi miktarı arttıkça ortalama meyve ağırlığı hariç, verim ve bitkinin gelişimi önemli derecede artmıştır. En yüksek verim 1030 g substrat miktarında 175 ml besin çözeltisiyle elde edilmiştir. Günlük optimum besin çözeltisi miktarı saksıdaki substrat miktarına bağlı olarak değişmiştir. Meyvede Ca kapsamı substrat miktarı azaldıkça önemli derecede azalmış; fakat besin çözeltisi miktarı arttıkça artış göstermiştir. Substrat miktarının ve günlük besin çözeltisi hacminin yaprakta Ca kapsamına etkileri öneemsiz bulunmuştur. Meyvede bor kapsamı substrat miktarı azaldıkça azalmış, günlük besin çözeltisi miktarı arttıkça azalmıştır. Domates meyvesinde bor kapsamı 600 g substrat ortamında genellikle düşük bulunmuştur. Günlük besin çözeltisi miktarı yaprakta bor kapsamını önemli derecede etkilememekle birlikte substrat miktarının yaprakta bor kapsamı üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Domates yaprağının bor kapsamı 600 g substrat ortamında yetişirilen bitkilerde düşük bulunmuştur. Bununla birlikte domates yapraklarında kalsiyum ve bor yeterli seviyede bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Katı ortam, domates, substrat miktarı, günlük besin çözeltisi miktarı, verim, kalsiyum, bor.

The effect of different substrate amount and nutrient solution applications on nutrition and yield criteria of tomato plant in soilless culture

Abstract

The objective of this study was to determine the effects of four different doses (75, 125, 175 and 225 ml/day) of daily nutrient solution application into three different amount of substrat media (SA:600 g low, SO:030 g medium and SF:1490 g high) obtained from 1:1 peat:perlite mixture on fruit and steam yield, fruit size and number, calcium and boron contents in leaf and fruit of tomato plant. As the amount of substrate decreased, fruit yield and mean weight of the fruit decreased. As the doses of nutrient solution increased, fruit yield and growth of the plant, except mean fruit weight, significantly increased. The highest yield was obtained with 175 ml/day of nutrient solution in 1030 g of substrate amount. Optimum volume of daily nutrient solution varied depending on the substrate amount in the pot. As the substrate amount decreased, the content of Ca in tomato fruit decreased significantly, but it increased with increasing amount of nutrient solution. The effects of dose of nutrient solution and substrat amount on Ca content in the leaves were not significant. While the content of boron in fruit decreased with decreasing the substrate amount and increasing daily nutrient solution amount. The boron content in the fruit was generally found low at 600 g of substrate media. While the effect of daily nutrient solution doses on the boron content of leaves was insignificant, the effect of substrat amount on the boron content in the leaves was found significant. The boron content in the tomato leaves grown 600 g substrate media was generally low. Also, the calcium and boron content in tomato leaves was found sufficient.

Keywords: Solid media, tomato, substrate amount, daily nutrient solution amount, yield, calcium, boron.

© 2016 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

* Sorumlu yazar:

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

Tel.: 0(362) 312 19 19

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: akorkmaz@omu.edu.tr

Giriş

Avrupa Birliği, taze domatese ilişkin kalite standartlarının uygulanmasında üniform büyülükle, tada ve aromaya, antioksidan içeriğine, olgunluğa ve görselliğe önem vermektedir. Standartta dikkate alınan bu özellikler tür ve çesidin genetik özelliklerine ve bitkinin beslenme statüsüne bağlıdır. Katı ortam kültüründe kullanılan maddeler özellikle torf ve perlit olup diğerleri alternatif bitki yetişirme ortamlarıdır. Substrat içerisinde tuz birikim hızının substrat hacmine, uygulanan besin çözeltisi hacmine ve uygulama sayısına bağlı olarak değiştiği belirtilmiştir. Ayrıca kök bölgesi hacminin azalması, su stresini arttıracak, transpirasyon hızını azaltarak çiçek burnu çürüklüğünün sebebi olduğu belirtilmektedir. Ortam hacmi; su, besin maddesi alımı ve oksijen sağlanması yönünden önemli olduğu kadar, ortam sıcaklığının gece-gündüz değişimi üzerinde de etkilidir. Substrat miktarı azaldıkça kök miktarının azaldığı, su ve besin alım hızının azaldığı, buna rağmen kök gelişimindeki azalmanın vejetatif gelişmeyi sınırlandırdığı; fakat meyvelenmeyi etkilemediği belirtilmektedir. Ayrıca kök gelişimindeki azalmanın meyve sayısından ziyade meyve verim miktarını daha fazla etkilediği belirtilmiştir ([Weerakkody ve ark., 2007](#)). Özellikle transpirasyon kökler tarafından Ca alımını etkilemektedir. Substrat hacminde azalma transpirasyon hızını azaltarak, bitkide Ca eksikliğine dolayısıyla domates meyvesinde çiçek burnu çürüklüğüne neden olmaktadır. Düşük ortam hacminde (2000 cm^3) yetişen bitkilerin yapraklarında kalsiyum kapsamının, fazla miktardaki ortam hacminde (6000 cm^3) yetişen bitkilere göre %40 azalma göstermiştir. Toplam taze domates verimi 6000 cm^3 kum ortamında yetişen bitkilerde 2000 ve 4000 cm^3 kum ortamlarında yetişen bitkilerinkine göre sırasıyla %30 ve %18 daha fazla bulunmuştur. Araştırmacılar küçük kök bölgesi hacmine sahip ortamlarda bitkilerin yapraklarında stomaların kısmen ya da tamamen kapalı durumda bulunması sebebiyle strese girdiğini belirtmiştir ([İsmail ve Dalia, 1995](#)). Damla sulama ile birlikte gubreleme yönteminin yüksek EC'ye yol açma olasılığı düşük olsa da, yapılabilecek uygulama hataları, özellikle hedeflenen toprak hacminin azlığı nedeniyle yüksek tuzluluk sorununa yol açabilmektedir ([Sönmez ve Kaplan, 2004; Özdemir, 1998](#)). [Nesmith ve Duval \(1998\)](#), substrat derinliğinin ve miktarının artması halinde yaprakta fosfor ve potasyum konsantrasyonunun arttığını, terleme hızının arttığını, bunun sonucu olarak bitki başına çiçek burnu çürüklüğü görülen meyve sayısının azaldığını ve meyve büyülüğünün arttığını bildirmiştir. Substrat sisteminde pH değerleri gelişme mevsimi süresince kısmen az hacim, kısmen özellikle düşük tampon kapasitesine sahip olduğu zaman çok değiştiği belirtilmiştir. pH'daki değişimler inert substratlarda çok fazla; organik substratlarda çok stabildir ([Sonneveld, 2002](#)). Gelişme ortamı olarak substrat kullanımında rizosferde tuzlanmayı engellemek için uygulanan besin çözeltisinin %30'unun drene olmasını sağlayacak şekilde uygulama yapılması gereği bildirilmiştir.

Katı ortam kültürü torbalarda da yapılabilir. Yapılan çalışmalar yatay torbaların daha iyi sonuç verdiğiğini göstermiştir. Yatay torbaların uzunluğu $80\text{-}120 \text{ cm}$ arasında değişebilir. Torbalar tek veya çift sıralı dikime olanak verecek tarzda hazırlanır, genelde torbaların çift sıralı dikime uygun olması tercih edilir. Torbalarda bitki başına olmak üzere domatesten en az 7 L substrat kullanılması önerilir ([Gül, 2008](#)). [Tüzel ve ark. \(2001\)](#) substrat hacminin meyvenin besin kapsamını, su alımını, yaprak alanı indeksini etkilediğini de bildirmiştir. Araştırmacılar 4 litrelilik saksılarda yetişirilen domates meyve veriminin 8 litrelilik saksılara göre düşük olmakla birlikte C vitamin içeriğinin yüksek olduğunu da bildirilmiştir. Ortam hacmindeki azalmanın kök gelişimini sınırlandırdığı ve sonuçta domates bitkisinde hem morfolojik hem de fizyolojik bazı işlemlerin zarar görmesine neden olduğu da bildirilmiştir ([Peterson ve ark., 1991](#)).

Domatesin kök bölgesinde kalsiyum seviyesinin düşük olması vejetatif gelişmeyi nadiren kısıtlayıcı bir faktördür ([del Amor ve Marcelis, 2006](#)). Buna rağmen domatesin kalsiyum beslenmesi özel bir dikkat gerektirir. Çünkü bu besin fizyolojik bir bozukluk olan çiçek burnu çürüklüğü oluşumu ile yakından ilgilidir. Bu çiçek burnu çürüklüğü meyvenin kalitesini ve pazarlanabilirliğini azaltır ([Ho ve ark., 1993; Grattan ve Grieve, 1999](#)). Çiçek burnu çürüklüğü domates meyvesinin üç kısımlarındaki kalsiyumun lokal olarak noksan olusundan meydana gelir ve bu alanlarda kalsiyum eksikliği dokunun yapısının bozulmasına neden olur ([Adams, 2002](#)). Çeşit dahil değişik faktörler, kök bölgesinde kalsiyum, amonyum, potasyum, magnezyum, tuz ve su stresi, oksijen yarayışlılığı, havanın nispi rutubeti, havanın sıcaklığı bu çiçek burnu çürüklüğünün oluşumunu artırabilir ya da azaltabilir ([Saure 2001; Navarro ve ark. 2005](#)). Çiçek burnu çürüklüğünün oluşumunda bir çok faktörün rolü olup bu fizyolojik bozukluğun meyvedeki kritik kalsiyum konsantrasyonuya ilişkisi olduğuna dair tam bir bilgi mevcut değildir ([Ho ve White, 2005](#)). [Hao ve Papadopoulos \(2004\)](#)'e göre 3.75 mM kalsiyum içeren besin ortamında çiçek burnu çürüklüğü görülen meyve oluşumu kök bölgesinde magnezyum düzeyinin artmasıyla lineer bir şekilde artış göstermiştir. Bununla beraber 7.5 mM kalsiyum bulunan ortamda magnezyum konsantrasyonu ile çiçek burnu çürüklüğü

görülen meyve sayısı etkilenmemiştir. Aşırı terleme ve sıcaklık seviyeleri su alımını arttırmak, ksite yoluya yapraklara kalsiyum taşınımı artırır ([Taylor ve ark. 2004](#)). Yine de bu tür koşullar altında suyun meyvelere iletimi yapraklarla rekabetinden dolayı azalır. Böylece kalsiyumun meyveye taşınımı aynı zamanda kısıtlanır. Bundan dolayı meyvede çiçek burnu çürüklüğü oranında artış görülür ([Adams, 2002](#)). Diğer yandan serada havanın rutubetinde yükselme transpirasyonu azaltarak domates yapraklarında kalsiyum noksantalığına sebebiye verebilir. Bu da verim kaybına ve meyve kalitesinin azalmasına neden olabilir ([Hamer, 2003](#)).

Pazarlanabilir taze domates yetişiriciliğinde bor noksantalığı verim ve meyve kalitesini azaltan yaygın bir problemdir ([Davis ve ark., 2003](#)). [Smith ve Combrink \(2004\)](#) tarafından bildirdiği üzere kök bölgesindeki çok düşük bor düzeyleri domates yapraklarının kırılgan ve solgun yeşil görünüm almasına, çiçek bozukluğuna, meyvelerin sağlamlıktan yoksun olmasına ve meyvelerin depolanma süresince dayanıklılıklarının azalmasına sebep olmuştur. Araştıracılar ayrıca kuvars kumu ortamında geliştirilen bitkilere verilen besin çözeltisinde 0.02 mg B/l seviyesinde yukarıda belirtilen simptomların görüldüğünü fakat 0.16 mg B/l düzeyinde domates gelişmesinin optimum olduğunu, 0.64 mg B/l'ye kadar bor düzeylerinin toksitite simptomlarına sebep olmadığını bildirmiştirlerdir. Ayrıca, [Smith ve Combrink \(2005\)](#) yaptıkları çalışmada optimal düzeyin altında bor uygulanması durumunda meyve tutumunun özellikle döllenmenin azaldığını ifade etmişlerdir. Domateste B beslenmesi ile ilgili araştırmalarda bor ile tuzluluk ve ayrıca bor ile su stresi arasındaki interaksiyonlarda incelenmiştir. [Ben-Gal ve Shani \(2002; 2003\)](#) yaptıkları çalışmalarda bor noksantalığı ve tuz ya da su stresi koşulları altında domatesin gelişiminin baskılardığını, tuzlu ya da su stresi şartlarında bor uygulamalarına domatesin responsunun Liebig'in Minimum Yasası ile ifade edildiğini bildirmiştirlerdir. Diğer bir ifadeyle tuzluluk şartlarında ya da su stresi şartları altında bor uygulamalarının da artırılması gerektiği belirtilmiştir.

Bu çalışmanın amacı, substrat ve günlük uygulanan besin çözeltisi hacminin domates bitkisinde meyve, sap verimi, meyve büyülüklüğü, sayısı ve yaprak ile meyvede kalsiyum ve bor kapsamlarına etkilerini belirlemektir.

Materiyal ve Yöntem

Deneme

Denemedede, 1:1 torf-perlit karışımından 3 litrelilik saksılara 1490 g (fazla substrat (SF)) ve 1030 g (orta substrat (SO)); 2 litrelilik saksılara ise 600 g (az substrat (SA)) koyulmuştur. Farklı miktardaki her 3 ortama günlük bitki başına 75, 125, 175 ve 225 ml besin çözeltisi uygulanmıştır. Deneme 3×4 şeklinde faktöriel deneme deseninde planlanmıştır. Denemedede her muamele 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Denemedede drenajı sağlamak için saksıların dipleri delinmiştir. Denemedede Tybiff Aq domates çeşidi fideleri her saksiya 31/03/2014 tarihinde bir adet olacak şekilde dikilmiştir. Denemedede sulamalar besin çözeltisi ve ilave sulama suyu kullanılarak yapılmıştır. Gerek besin çözeltisi hazırlanmasında gerekse sulamada kullanılan suyun pH'sı 7,68 olup EC değeri 0,42 dS/m'dir. Ayrıca bu sulama suyu 35,06 mg/l Ca, 11,08 mg/l Mg, 0,02 mg/l Zn içermektedir. Saksılar her gün tartılarak ortam miktarlarına bağlı olarak tarla kapasitesinde tutulmuştur. Ortam miktarı azaldıkça tarla kapasitesine getirmek için verilen su miktarı azalmıştır. Bitkinin daha sonra ileri dönemlerinde tartım yapılamadığı için çok az bir yıkanma (%10-20'lük bir yıkanma) olacak şekilde besin çözeltisi uygulamalarından sonra ilave olarak sulama yapılmıştır. Denemedede dikimden meyve tutum başlangıcından kadar (39 gün) ve meyve tutum başlangıcından hasata kadar (45 gün) aşağıda verilen konsantrasyonlarda besin çözeltisi uygulanmıştır ([Çizelge 1](#)). Besin çözeltilerinin hazırlanmasında belirtilen kimyasal maddeler kullanılmıştır; Ca(NO₃)₂.4H₂O; NH₄NO₃; KNO₃; MgSO₄.7H₂O; KH₂PO₄; FeEDDHA; MnSO₄.H₂O; H₃BO₃; CuSO₄.5H₂O; ZnSO₄.7H₂O; (NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O.

Deneme 20/06/2014 tarihinde hasat edilmiş bitki başına taze meyve ağırlıkları, meyve sayısı ve ortalama bir meyve ağırlığı muamele konularına bağlı olarak tespit edilmiştir. Muamele konularına bağlı olarak bitkinin gövde ve yaprakları ayrı ayrı 65°C'de kurutularak gövde+yaprak kuru madde miktarları belirlenmiştir. Taze meyve örnekleri de 65°C'de kurutulmuş ve ayrıca muamele konularına bağlı olarak bitki başına kuru madde miktarları tespit edilmiştir.

Analizler

Kurutulmuş sap ve meyve örnekleri çelik dejirmende öğütüldükten sonra bu örneklerde Ca ve B [Kacar ve İnal \(2008\)](#)'a göre belirlenmiştir.

Çizelge 1. Domates bitkisine verilen besin çözeltisinde element konsantrasyonu

Element	Konsantrasyon (mg/l)		Konsantrasyon (mg/l) Meyve tutum başlangıcı-hasat
	Dikim-meyve tutum başlangıcı	Meyve tutum başlangıcı-hasat	
N	242		242
P	31		54
K	234		263
Ca	160		160
Mg	48		48
Fe	2,5		2,5
Mn	0,5		0,5
B	0,5		0,5
Cu	0,02		0,02
Zn	0,05		0,05
Mo	0,01		0,01

İstatistiksel analizler

Elde edilen verilerin varyans analizleri 3x4 faktöriyel deneme desenine göre SPSS paket programı kullanılarak yapılmış ve LSD testi yapılarak muamele konularına ilişkin ortalamalar karşılaştırılmıştır (Yurtsever, 1982).

Bulgular ve Tartışma

Substrat ve besin çözeltisi miktarlarının domates bitkisinde verime etkisi

Substrat ve besin çözeltisi miktarının, domates bitkisinin meyve verimi, ortalama meyve ağırlığı üzerine etkisine ilişkin değerler Çizelge 2'de; sap verimine, meyve sayısına ve kuru meyve verimine etkisine ilişkin değerler ise Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 2. Substrat ve besin çözeltisi miktarının, domates bitkisinin yaş meyve verimi, ortalama meyve ağırlığı üzerine etkisi

Besin çözeltisi miktari (ml/gün)	Yaş meyve verimi g /bitki				Ortalama meyve ağırlığı, g			
	Substrat Miktarı (g/saksi)				Substrat Miktarı (g/saksi)			
	1490	1030	600	Ort.	1490	1030	600	Ort.
75	605e	670e	625e	633,3D	49,3c	53,0c	54,0c	52,1B
125	950d	1065c	970cd	995C	74,7a	54,0c	63,3b	64,0A
175	1205b	1373a	995cd	1191,B	64,7a	66,3a	57,3b	62,8A
225	1435a	1430a	913d	1259A	70,7a	69,6a	48,6c	62,9A
Ort.	1048B	1134A	875,8C		64,9A	60,65A	55,8B	

LSD_{0,05}A:54,12; LSD_{0,05}B:62,50

LSD_{0,05}A:4,58; LSD_{0,05}B:5,28

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

Çizelge 3. Farklı substrat düzeylerinde besin çözeltisi miktarının sap ve kuru meyve verimine etkisi

Besin çözeltisi miktari, ml/gün	Sap verimi, g/bitki				Kuru meyve verimi, g/bitki			
	Substrat Miktarı (g/saksi)				Substrat Miktarı (g/saksi)			
	1490	1030	600	Ort.	1490	1030	600	Ort.
75	52,4 e	42,4 f	48,9 ef	47,9 D	21,7 d	25,5 d	26,6 d	24,6 C
125	64,3 cd	54,1 e	60,0 de	59,5 C	38,3 c	45,8 c	54,9 b	46,5 B
175	81,0 b	70,7 c	66,5 cd	72,7 B	60,0 b	51,5 b	60,0 b	57,2 A
225	89,4 a	97,8 a	88,0 b	91,7 A	74,5 a	58,1 b	54,2 b	62,2 A
Ortalama	71,8 A	66,2 B	65,9 B		48,7	45,2	48,9	

LSD_{0,05}A: 4,40; LSD_{0,05}B: 9,19; LSD_{0,05}AXB:8,79

LSD_{0,05}A: 5,30; LSD_{0,05}AXB:9,19

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

Günlük besin çözeltisi miktarının yaş meyve verimine, ortalama meye ağırlığı, sap verimi, meyve sayısı ve kuru meyve verimine etkisi yetişirme ortamında bulunan substrat miktarına bağlı olarak farklı bulunmuştur. 75 ml besin çözeltisi uygulamasında taze domates verimi substrat miktarı ile önemli derecede etkilenmemiş olup birbirlerine yakın değerlerde bulunmaktadır. 125 ml besin çözeltisi uygulamasında taze domates verimi substrat miktarına bağlı olarak SO>SA=SŞ şeklinde sıralanmıştır. 175 ml besin çözeltisi uygulamasında ise meyve verimi substrat miktarına bağlı olarak SO>SF>SA şeklinde sıralanmıştır. Açık bir şekilde görülmektedir ki 175 ml besin çözeltisi uygulamasında substrat miktarı arttıkça meyve verimi önemli bir şekilde artmıştır. 225 ml besin çözeltisi uygulamasında verim substrat miktarına bağlı olarak

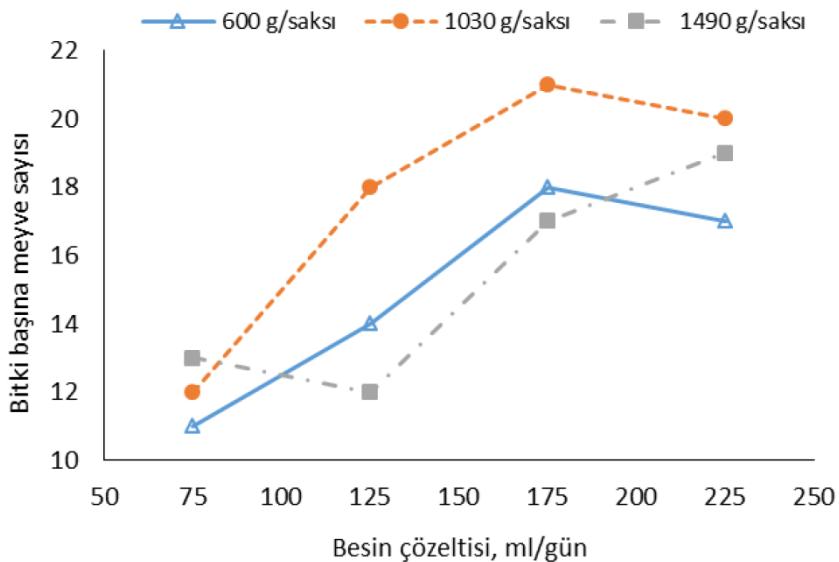
SO=SF>SA şeklinde sıralanmıştır. Günlük besin çözeltisi miktarı düşük tutulduğunda substrat miktarının verim üzerine çok etkili olmadığı, fakat yüksek tutulduğunda substrat miktarının da yüksek olması gerektiği anlaşılmıştır. Verim bakımından optimum besin çözeltisi miktarının 1030 g substrat miktarında (SO) 175 ml olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmada 1490 g substrat miktarında (SF) verim bakımından günlük besin çözeltisi miktarının 225 ml ve üstü; 600 g substrat miktarında (SA) 125 ml bulunmuştur. [Raja Harun ve Muhammad \(1992\)](#), domates üretimde saksıdaki hindistan cevizi lifinin farklı hacimlerinin verimde önemli etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. [Prasad ve Maher \(1992\)](#), 1,25 L ile 14 L arasında değişen hacimlerde kaba peat ortamında domatesin benzer şekilde gelişliğini belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar kayayınu hacminin domates verimine etkisinin yaklaşık 5 litreye kadar önemli olmadığını da bildirmişlerdir. 1030 ve 1490 g substrat ortamlarında besin çözeltisi miktarı arttıkça verim artmıştır. Buna karşın 600 g substrat ortamında günlük besin çözeltisi miktarı 125 ml'ye arttırıldığında verim artış göstermiş fakat besin çözeltisi miktarı 175 ve 225 ml'ye arttırıldığında verim azalmıştır.

Ortalama bir meyve ağırlığı günlük 75 ml besin çözeltisi uygulamasında substrat miktarına bağlı olarak SA=SO>SF şeklinde; 125 ml besin çözeltisi uygulamasında SF>SA>SO şeklinde; 175 ve 225 ml besin çözeltisi uygulamalarında SF=SO>SA şeklinde sıralanmıştır. En ağır meyve 75 g olup, 125 ml besin çözeltisinin 1490 substrat ortamına verilmesi halinde elde edilmiştir. Substrat miktarı azaldıkça 175 ve 225 ml besin çözeltisi uygulamalarında ortalama meyve ağırlığı azalmıştır. 600 g substrat ortamına günlük uygulanan besin çözeltisi miktarı 125 ml'ye arttırıldığında ortalama meyve ağırlığı artmış, fakat 175 ve 225 ml'ye arttırıldığında azalmıştır. 1490 g substrat ortamında ortalama meyve ağırlığı 125 ml besin çözeltisi uygulamasıyla artmış, fakat 175 ve 225 ml besin çözeltisi uygulamalarıyla azalma eğilimi göstermiştir. Buna karşın 1030 g substrat ortamında günlük uygulanan besin çözeltisi miktarı arttıkça ortalama meyve ağırlığı artış göstermiştir.

Ortalama meyve ağırlığına ilişkin en yüksek değer 1490 g substrat miktarında günlük 125 ml besin çözeltisi ile 1030 g substrat miktarında 225 ml besin çözeltisi ile 600 g substrat miktarında ise 125 ml besin çözeltisi uygulamasıyla elde edilmiştir. Sap verimi günlük 75 ml besin çözeltisi uygulamasında substrat miktarına bağlı olarak SF=SA>SO şeklinde; 125 ml besin çözeltisi uygulamasında SF>SA>SO şeklinde; 175 ml besin çözeltisi uygulamasında ise substrat miktarına bağlı olarak SF>SO>SA şeklinde sıralanmıştır. Substrat miktarı azaldıkça günlük 175 ml besin çözeltisi uygulanması halinde sap verimi önemli derecede azalmıştır. 225 ml besin çözeltisi uygulamasında ise sap verimi substrat miktarına bağlı olarak SO>SF=SA şeklinde sıralanmıştır. Substrat miktarı farklı 3 ortamda da besin çözeltisi miktarı arttıkça sap verimi artmıştır. En yüksek sap verimi 1030 g substrat ortamında günlük 225 ml besin çözeltisi uygulanması halinde elde edilmiştir.

Meyve sayısı günlük 75 ml besin çözeltisi uygulamasında substrat miktarına bağlı olarak SF>SO>SA şeklinde; 125 ml besin çözeltisi uygulamasında SO>SA>SF şeklinde; 175 ml besin çözeltisi uygulamasında SO>SA=SF şeklinde; 225 ml besin çözeltisi uygulamasında ise SO>SF>SA olarak sıralanmıştır. En fazla bitki başına 21 adet olup, 1030 g substrat ortamına günlük 175 ml besin çözeltisi uygulandığında elde edilmiştir. Meyve sayısı bakımından optimum substrat miktarının 1030 g olduğu görülmüştür. 600 ve 1030 g substrat ortamına günlük 175 ml'ye kadar besin çözeltisi arttırıldığında meyve sayısı artmış, 225 ml'de azalma eğilimi göstermiştir. 1490 g substrat ortamına günlük 125 ml besin çözeltisi uygulandığında meyve sayısında hafif bir azalma olmakla birlikte besin çözeltisi miktarı 175 ve 225 ml'ye arttırıldığında meyve sayısında artış gözlenmiştir ([Şekil 1](#)). En fazla sayıda meyve 1030 g substrat ortamında günlük 175 ml besin çözeltisi ile 1490 g substrat ortamında 225 ml besin çözeltisi ile 600 g substrat ortamında ise 175 ml besin çözeltisi ile elde edilmiştir.

Kuru meyve miktarı günlük 75 ml besin çözeltisi uygulamasında substrat miktarına bağlı olarak SA=SO>SF şeklinde; 125 ml besin çözeltisi uygulamasında SA>SO>SF şeklinde; 175 ml besin çözeltisi uygulamasında SA=SF>SO şeklinde; 225 ml besin çözeltisi uygulamasında ise SF>SO>SA şeklinde sıralanmıştır ([Çizelge 3](#)). 125 ml besin çözeltisi uygulamasında kuru madde miktarı, substrat miktarı azaldıkça kuru meyve miktarı artış göstermiş, 225 ml besin çözeltisi uygulamasında ise substrat miktarı azaldıkça kuru meyve miktarı azalma göstermiştir. En yüksek kuru meyve 1490 g substrat ortamına 225 ml besin çözeltisi uygulaması halinde elde edilmiştir. 1030 ve 1490 g substrat ortamına günlük uygulanan besin çözeltisi miktarı 175 ml'ye kadar artış, 225 ml'de azalış göstermiştir. En yüksek kuru madde miktarı 600 g substrat ortamında günlük 175 ml besin çözeltisi uygulamasıyla; 1030 ve 1490 g substrat ortamlarında ise 225 ml besin çözeltisi ile elde edilmiştir.



Şekil 1. Farklı miktardaki substrat ortamlarında günlük uygulanan besin çözeltisi miktarının bitki başına meyve sayısına etkisi

Substrat ve besin çözeltisi miktarlarının meyvede kalsiyum ve bor kapsamlarına etkileri

Substrat ve günlük uygulanan besin çözeltisi miktarlarının domates bitkisinin meyve ve yaprağında kalsiyum kapsamına etkisine ilişkin değerler Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Substrat ve günlük uygulanan besin çözeltisi miktarlarının domates bitkisinin meyve ve yaprağında kalsiyum kapsamına etkisi

Besin çözeltisi miktarı (ml/gün)	Meyvede Ca kapsamı, %				Yaprakta Ca kapsamı, %			
	1490	1030	600	Ort.	1490	1030	600	Ort.
75	0,07	0,05	0,05	0,056C	4,58	4,80	4,37	4,58
125	0,07	0,07	0,05	0,063BC	4,18	4,45	4,50	4,37
175	0,08	0,07	0,05	0,066AB	4,52	4,63	4,63	4,59
225	0,08	0,08	0,06	0,073A	4,59	4,76	4,26	4,53
Ort.	0,075A	0,067B	0,052C		4,46	4,66	4,44	

LSD_{0.05}A:54,12; LSD_{0.05}B:62,50

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında 0,05 seviyesinde fark yoktur.

Çizelge 4'ün incelenmesinden anlaşılabileceği üzere substrat miktarı azaldıkça meyvede kalsiyum kapsamı önemli derecede azalarak 1490 g substrat ortamında yetiştirilen domates meyvesinde kalsiyum kapsamı % 0,075 iken, 600 g substrat ortamında yetiştirilen domates meyvesinde % 0,052'ye düşmüştür. Substrat miktarı düşük saksılarda yetiştirilen domates meyvesinde kalsiyum kapsamının düşük olması bu saksılarda su yetersizliğine bağlanmıştır. [Kacar ve Katkat \(2010\)](#) yetişme ortamında su yetersizliğinin bitkinin kalem suyunda kalsiyum iyon kapsamının azalmasına, sonuçta meyvelere yeterince kalsiyumun ulaşamamasına sebep olduğunu bildirmiştirlerdir. [İsmail ve Dalia, \(1995\)](#) ve [Nesmith ve Duval \(1998\)](#) yaptıkları çalışmalarında substrat miktarı azaldıkça meyvede kalsiyum miktarının azaldığını belirtmişlerdir. Farklı miktarda substrat ortamına günlük artan hacimlerde besin çözeltisi uygulayarak yapılan çalışmada substrat miktarı ve besin çözeltisi hacmi yaprağın kalsiyum kapsamını önemli bir derecede etkilememiştir, yetiştirilen domates yaprağının kalsiyum kapsamı %4.18- %4.80 arasında bulunmuştur. Yaprak analiz sonuçlarına göre yetiştirilen domates yapraklarında kalsiyum yüksek (> %2.0 Ca) bulunmuştur ([Hocmuth ve ark., 2004](#)). Substrat ve günlük uygulanan besin çözeltisi miktarının domates bitkisi meyve ve yaprağında bor kapsamına etkisi ilişkin değerler Çizelge 5'te verilmiştir.

Günlük besin çözeltisi hacminin meyvede bor kapsamına etkisi substrat miktarına bağlı bulnmuştur. Günlük 75, 125 ve 175 ml besin çözeltisi uygulamalarında meyvede bor kapsamı substrat miktarına bağlı olarak SF>SO>SA şeklinde sıralanmış olup, bu besin çözeltisi dozlarında substrat miktarı azaldıkça meyvede bor kapsamı önemli derecede azalmıştır. 225 ml besin çözeltisi uygulamasında meyvede bor kapsamı substrat

miktarına bağlı olarak SO>SA=Sf şeklinde sıralanmıştır. 1490 g substrat ortamında besin çözeltisi miktarı arttıkça meyvede bor kapsamında azalma görülmüştür. Saksıda substrat miktarı 600 g olduğunda meyvede bor kapsamı bütün besin çözeltisi uygulamalarında genellikle düşük bulunmuştur. Domates meyvesinde en yüksek bor kapsamı 1490 g substrat ortamında günlük 75 ml besin çözeltisi ile elde edilirken 1030 g substrat ortamında 225 ml besin çözeltisi ile, 600 g substrat ortamında ise 125 ml besin çözeltisi ile elde edilmiştir. Yapılan çalışmada substrat miktarı azaldıkça meyvede bor kapsamı önemli derecede azalmıştır. Bu azalmanın substrat miktarı düşük saksılarda bitkinin su stresine çabuk girmesinden, bitkinin yeterince su alamamasından ve transpirasyonun azalmasından ileri geldiği düşünülmüştür. Borun alınması ve iletim borularından taşınması bitkinin su alımıyla yakından ilgili olduğu ve transpirasyona bağlı olarak borun ksitelem iletim boruları içerisinde bitkide tepe noktalarına kadar taşındığı belirtilmiştir ([Marschner, 1976](#)). Besin çözeltisi miktarı arttıkça meyvede bor kapsamı önemli derecede azalmış, bu azalma günlük artan hacimlerde uygulanan besin çözeltisi ile verilen kalsiyum ve azotun artışından ileri geldiği düşünülmüştür ([Çizelge 5](#)).

[Çizelge 5.](#) Substrat ve günlük uygulanan besin çözeltisi miktarının domates bitkisi meyve ve yaprağında bor kapsamına etkisi

Besin çözeltisi miktarı (ml/gün)	Meyvede B kapsamı, %				Yaprakta B kapsamı, %				
	Substrat Miktarı(g/saksi)				Substrat Miktarı(g/saksi)				
	1490	1030	600	Ort.		1490	1030	600	Ort.
75	27,0 a	24,0 bcd	22,0 def	24,3 a	34 ab	32 bcd	26 f	30,66	
125	26,0 ab	24,0 bcd	22,0 def	24,0 a	31 cde	35 a	29 ef	31,53	
175	23,0 cde	21,0 efg	19,0 g	21,0 b	30 de	33 abc	30 de	31	
225	19,0 g	25,0 abc	20,0 fg	21,3 b	31 cde	33 abc	33 abc	32,3	
Ort.	23,7 A	23,5 A	20,7 B		31,5 B	33,2 A	29 C		

LSD_{0,05}A:1,49; LSD_{0,05}B:1,72; LSD_{0,05}AxB:2,97

LSD_{0,05}A:1,49; LSD_{0,05}AXB:2,99

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

Genel olarak substrat miktarı 1490 g olduğunda yetiştiren domates yaprağında bor kapsamı ortalama 31,5 ppm iken; 1030 g substrat ortamında yetiştiren domates yaprağında 33,25 ppm'e artmış, fakat 600 g substrat ortamında yetiştiren domates yaprağında 29,4 ppm'e düşmüştür. Genel olarak besin çözeltisinin yaprakta bor kapsamına etkisi öünsüz olmakla birlikte, günlük uygulanan farklı besin çözeltisi hacimlerinde substrat miktarına bağlı olarak domates yaprağının bor kapsamında değişim görülmüştür. Günlük 75 ml besin çözeltisi uygulamasında yaprakta bor kapsamı substrat miktarına bağlı olarak SF>SO>SA şeklinde sıralanmış olup, bu besin çözeltisi dozunda substrat miktarı azaldıkça yaprakta bor kapsamı azalmıştır. Günlük 125 ml besin çözeltisi uygulamasında yaprakta bor kapsamı substrat miktarına bağlı olarak SO>SF>SA şeklinde; 175 ml besin çözeltisi uygulamasında SO>SF=SA şeklinde; 225 ml besin çözeltisi uygulamasında ise SA=SO>SF şeklinde sıralanmıştır. 600 g substrat ortamında günlük uygulanan besin çözeltisi hacmi arttıkça yaprakta bor kapsamı artmıştır. 1490 g substrat ortamında uygulanan besin çözeltisi miktarı arttıkça yaprakta bor kapsamının hafif bir azalma gösterdiği görülmüştür. Buna karşın 1030 g substrat ortamında yaprakta bor kapsamı 125 ml besin çözeltisi uygulamasında en yüksek değerine ulaşmış, daha fazla besin çözeltisi uygulamasında yaprakta bor kapsamında hafif bir azalma görülmüştür ([Çizelge 5](#)). Substrat ve besin çözeltisi miktarlarına bağlı olarak domates yaprağında bor kapsamı 26-35 ppm arasında bulunmuştur. Bitkilerin yaprakta bor kapsamları [Hochmuth ve ark., \(2004\)](#)'e göre yeterlidir (20-40 ppm arası B yeterli).

Sonuç

Bu çalışmada, 1:1 torf:perlit karışımından elde edilen üç farklı miktarlardaki katı ortam kültürlerine farklı dozlarda günlük uygulanan besin çözeltilerinin domates bitkisinde meyve, sap verimi, meyve büyülüğu, sayısı ve yaprak ile meyvede kalsiyum ve bor kapsamlarına etkileri belirlenmiştir. Katı ortam kültür miktarı azaldıkça verim ve ortalama meyve ağırlığı azalmış, besin çözeltisi miktarı arttıkça meyve ağırlığı hariç, domates bitkisinin verimi ve gelişimi önemli derecede artmıştır. Çalışma sonucunda en yüksek domates verimi en fazla ortam kültüründe (1030 g) 175 ml besin çözeltisi uygulamasında belirlenmiştir. Domates meyvesinin Ca kapsamı ortam miktarı azaldıkça önemli derecede azalmış; fakat besin çözeltisi dozu arttıkça artış göstermiştir. Domates meyvesinin bor kapsamı ortam miktarı azaldıkça azalmış, genellikle en düşük bor kapsamı en düşük ortam (600 g) miktarında belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Adams P, 2002. Nutritional control in hydroponics. In: Savvas D, Passam HC (Eds) *Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals*, Embryo Publications, Athens, Greece, pp 211-261.
- Ben-Gal A, Shani U, 2002. Yield, transpiration and growth of tomatoes under combined excess boron and salinity stress. *Plant and Soil* 247, 211-221.
- Ben-Gal A, Shani U, 2003. Water use and yield of tomatoes under limited water and excess boron. *Plant and Soil* 256, 179-186.
- Davis JM, Sanders DC, Nelson PV, Lengnick L, Sperry WJ, 2003. Boron improves growth, yield, quality, and nutrient content of tomato. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 128, 441-446.
- Del Amor FM, Marcelis LFM, 2006. Differential effect of transpiration and Ca supply on growth and Ca concentration of tomato plants. *Scientia Horticulturae* 111, 17-23
- Grattan SR, Grieve CM, 1999. Salinity -mineral relations in horticultural crops. *Scientia Horticulturae* 78, 127-157
- Gül A, 2008. Topraksız Tarım, Hasat yayıncılık, ISBN 978-975-8377-66-4.
- Hao X, Papadopoulos AP, 2004. Effect of calcium and magnesium on growth, fruit yield and quality in a fall greenhouse tomato crop grown on rockwool. *Canadian Journal of Plant Science* 83, 903-912
- Ho LC, Belda R, Brown M, Andrews J, Adams P, 1993. Uptake and transport of calcium and the possible causes of blossom-end rot in tomato. *Journal of Experimental Botany* 44, 509-518.
- Ho LC, White PJ, 2005. A cellular hypothesis for the induction of blossomend rot in tomato fruit. *Annals of Botany* 95, 571-581.
- Hochmuth GD, Maynard D, Vavrina C, Hanlon E, Simonne E, 2012. Plant tissue Analysis and Interpretation for Vegetable Crops in Florida. University of Florida. (<http://edis.ifas.ufl.edu>)
- Ismail M R, Dalia S, 1995. Growth, physiological processes and yield of tomatoes grown in different root zone volumes using sand culture. *Pertanica Journal of Tropical Agricultural Science* 18(2):141-147.
- Kacar B, İnal A, 2008. Bitki analizleri, Nobel Yayın No:1241, Fen Bilimleri: 63. Nobel Yayıncılık, Ankara
- Kacar B, Katkat VA, 2010. Bitki Besleme. Nobel Yayın No:849, Fen Bilimleri: 30. Nobel Yayıncılık, 658 s., Ankara
- Marschner H, 1986. The Mineral Nutrition of Higher Plants. 1st Edn., Academic Press, New York, USA.
- Marschner H, 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants* (2nd Edn), Academic Press, London, UK, 889 pp.
- Navarro JM, Flores P, Carvajal M, Martinez V, 2005. Changes in quality and yield of tomato fruit with ammonium, bicarbonate and calcium fertilisation under saline conditions. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 80, 351-357.
- NeSmith DS, Duval JR, 1998. The effect of container size. *HortTechnology* 8: 564-567.
- Özdemir N, 1998. Toprak Fiziği. OMÜ Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No:30, Samsun.
- Peterson TA, Reinsel MD, Krizek DJ, 1991. Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill. Cv Better Bush plant response to root restriction *Journal of Experimental Botany* 42(243):1233-1240.
- Prasad M, Maher MJ, 1992. Chemical and Physical aspects of fractionated peat. *Acta Horticulture* 342: 257-264.
- Raja Harun, RM, Muhammad A, 1992. The use of coconut potting mix in the soilless cultivation of tomatoes. *Acta Horticulture* 292: 255-260.
- Saure MC, 2001. Blossom-end rot of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) - a calcium- or a stress-related disorder? *Scientia Horticulturae* 90, 193-208.
- Smit JN, Combrink NJJ, 2004. The effect of boron levels in nutrient solutions on fruit production and quality of greenhouse tomatoes. *South African Journal of Plant and Soil* 21, 188-191.
- Sonneveld C, 2002. Composition of nutrient solution. In: Savvas D, Passam HC (Eds) *Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals*, Embryo Publications, Athens, Greece, pp 179-210.
- Sönmez İ, Kaplan M, 2004. Demre Yöresi Seralarında Toprak ve Sulama Sularının Tuz İçeriğinin belirlenmesi, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, cilt.17, ss.155-160.
- Taylor MD, Locascio SJ, Alligood MR, 2004. Blossom-end rot incidence of tomato as affected by irrigation quantity, calcium source, and reduced potassium. *HortScience* 39, 1110-1115.
- Tüzel IH, Tüzel Y, Gül A, Eltez ZR, 2001. Effects of EC level of the nutrient solution on yield and fruit quality of tomatoes. *Acta Horticulture* 559: 587-592.
- Weerakkody WAP, Mayakaduwa MAP, Weerapperuma KN, 2007. Effect of supply volume and weather based EC adjustments on the growth and yield of greenhouse tomato and bell pepper. *Acta Horticulturae* 742: 105-111.
- Yurtsever N, 1982. Tarla deneme teknigi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No. 91, Rapor Yayın No. 47. Ankara.



TOPRAK BİLİMİ VE BITKİ BEŞLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



Jipsofil bitkilerin ekolojisi

Ebru Özdeniz *, Ayşenur Böyükbaşı, Latif Kurt, Beste Gizem Özbeyp

Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ankara

Özet

Türkiye kuzey yarımkürede yer alan ülkeler arasında biyoçeşitlilik bakımından zengin bir ülkedir. Türkiye'nin bu kadar çeşitliliğe sahip olmasının nedenlerinden biri edafik faktördür. Ülkemiz marnlı, marnlı jipsli, jipsli, serpantinli, alüvyal gibi çok farklı anamateryal çeşitlerini barındırdığından önemli endemik merkezlerdendir. Jips içeren topraklar dünyada kurak ve yarı kurak bölgelerde yaklaşık 100 milyon hektarlık bir alan kaplamaktadır. Ülkemizde de önemli oranlarda bulunan jips içeren topraklar endemik ve nadir türleri barındırarak biyoçeşitliliğe katkıda bulunmaktadır. Yetişme ortamı (anamateryal) faktörü fiziksel ve kimyasal etkilerinden dolayı kurak bölgelerde çoğu bitki için önemli bir faktördür. Jips içeren topraklar bitki yaşamı için fiziksel ve kimyasal stres ortamı yaratmaktadır. Bu ortamda yetişen bitkiler ancak bazı adaptasyon stratejileri geliştirerek hayatı kalabilmektedir. Bu derleme çalışmasında ülkemizde edafik çeşitliliğe örnek olan jips içeren toprakların ekolojisi hakkında bilgiler paylaşılmış, ayrıca jipsin tanımı, jips içeren topraklar üzerinde yetişen bitkilerin adlandırılması, jipsin bitki üzerinde yarattığı fiziksel ve kimyasal stresin bahsedilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Jips, Jipsofil, Jipsofit, Jipsovag, Edafik endemizm.

Ecology of gypsophile plants

Abstract

Turkey is a rich country in terms of biodiversity among the countries in the northern hemisphere. Edaphic diversity is one of the main biodiversity reasons of Turkey. Our country is an important endemism center because of hosting many different parent material types such as marnly, marnly gypsum, gypsum, serpentine, alluvial. Gypsum soils cover at about 100 million hectares of land in arid and semi-arid areas in the world. A significant amount of gypsum soils in our country are contributing significantly the biodiversity by hosting endemic and rare species. Parent rock factor because of their physical and chemical effects, is an important factor for most crops in arid regions. Gypsum soils are creating physical and chemical stress environment for plant life. The plants which grow in this environment can survive nevertheless by some developing adaptation strategies. In this review article, as an example to edaphic diversity, informations about the ecology of gypsum soils have been shared; further, description of gypsum, nomenclature of plants living on gypsum and the physical and chemical stress on plants have been discoursed.

Keywords: Gypsum, Gypsophile, Gypsophyte, Gypsovag, Edaphic endemism.

© 2016 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Jips kurak ve yarı kurak iklimde sahip bölge topraklarında oldukça sık rastlanan bir anakaya çeşididir ([Alphen ve Romero, 1971](#); [Parsons, 1976](#); [Meyer, 1986](#); [Mota ve ark., 2003](#); [Akpulat ve Çelik, 2005](#); [Palacio ve ark., 2007](#); [Canadas ve ark., 2013](#)). Jips içeriği bakımından zengin topraklar dünyada yaklaşık 100 milyon hektar alan kaplamaktadır ([FAO, 1990](#); [Verheyen ve Boyadgiev, 1997](#); [Escudero ve ark., 1999](#); [Oyonarte ve ark., 2002](#); [Palacio ve ark., 2007](#)). Dünya genelinde Güneybatı Sibirya, Doğu Suriye, Orta ve Kuzey Irak ve Güneydoğu Somali'de yayılış gösteren jips içeren toprakların kapladıkları alan 850.000 km² olarak hesaplanmıştır ([Alphen ve Romero, 1971](#)). Ayrıca İspanya, Cezayir, Tunus, İran, Rusya ve Güney Avustralya'nın orta kısımlarında da yayılış göstermektedir ([Alphen ve Romero, 1971](#)). Türkiye'de İç Anadolu bölgesinde çok geniş alanlar kaplayan jips içeren topraklar diğer bölgelerde de adacıklar şeklinde bulunur.

* Sorumlu yazar:

Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ankara

Tel.: 0(312) 212 67 20

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: ezdeniz@science.ankara.edu.tr

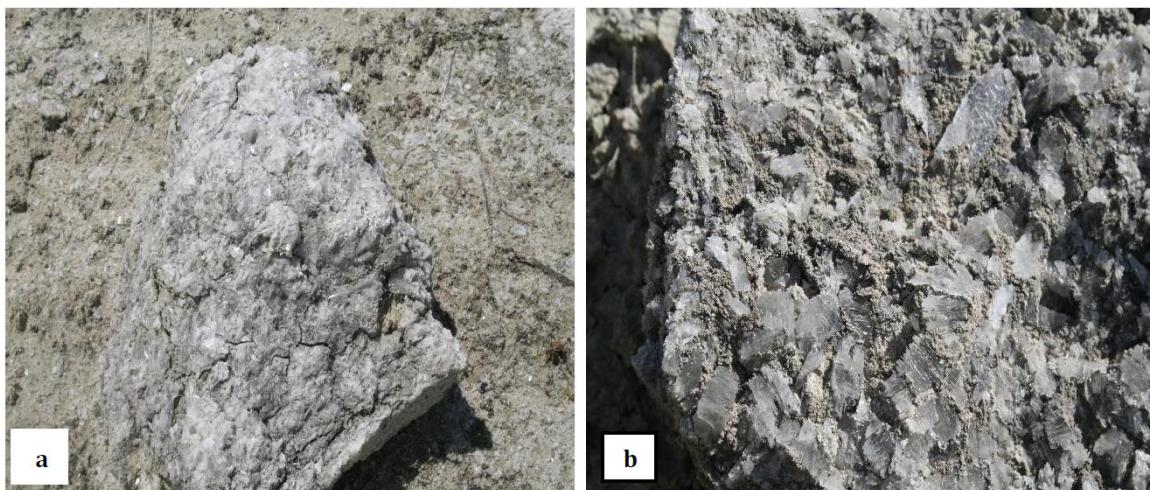
Jips içeren topraklar Sivas, Erzincan, Kayseri, Malatya (Darende, Gürün), Ankara (Ayaş, Beypazarı, Polath, Açıkır), Eskişehir (Sivrihisar), Afyon (Emirdağ) ve Çankırı-Çorum arasında yaygın olup lokal olarak da Denizli, Çanakkale (Ezine) ve Trakya'da yayılış göstermektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Jips içeren toprakların ülkemizde dağılım alanları (sarıyla boyalı).

Jipsin Tanımı ve Doğada Bulunma Şekilleri

Jips, kristal halde su ihtiva eden kalsiyum sülfat ($\text{Ca}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ya da su ihtiva etmeyen anhidrit (CaSO_4) şeklindedir (Alphen ve Romero, 1971; FAO, 1990; Herrero ve Porta, 2000) (Şekil 2). Birkaç yüz metre derinlere gömülmelerde jips suyunu kaybederek anhidrite, derinlerdeki anhidritler de yükselmelerle yüzeye yakın konumlara geldiğinde bünyelerine su alarak jipse dönüşür. Jipsin çözünürlüğü 25 °C'de 2.6 gr/l'dir (Verheyen ve Boyadgiev, 1997).



Şekil 2. Kristal halde jipsin ($\text{Ca}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) görünümü (a) Sivrihisar/Eskişehir, (b) Beypazarı/Ankara.

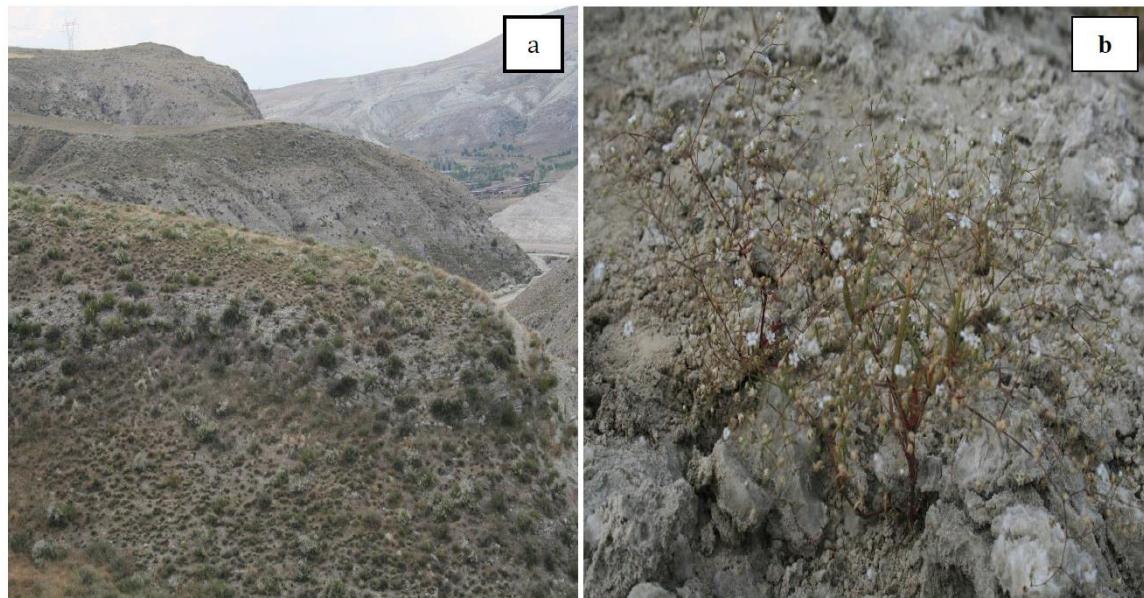
Nemli ve yağışlı iklimde sahip bölgelerde hızlıca çözünebilirken, kurak iklimde sahip bölgelerde kaya, kum tanecikli kristal şeklinde veya daha küçük ve yumuşak kristal halde ortaya çıkabilmektedir. (Parsons, 1976). Jips birikimlerine katıksız jips halinde rastlamak ender olup genellikle CaCO_3 ile beraber ya da toprak tanecikleriyle karışım halinde görülmektedir. Bazen de doğada jips kristallerini CaCO_3 ile kaplanmış olarak da görmek mümkündür (Alphen ve Romero, 1971; FAO, 1990).

Jips içeriği % 22'den fazla olan topraklar jips içeren topraklar olarak adlandırılmakta olup bu toprakların alt tabakalarında jips içeriği % 14'ten fazladır. Jips alt toprak tabakasında % 35'ten fazlayken, erozyona maruz kalmış topraklar hariç toprağın üst tabakasında % 5'ten az oranda bulunabilir (Alphen ve Romero, 1971).

Jips İçeren Topraklarda Endemizm ve Biyoçeşitlilik

Endemizm bakımından zenginlik gösteren jips ve serpentince zengin topraklar "jeolojik ada" ya da "edafik ada" olarak isimlendirilmektedir ([Kurt ve ark., 2013](#)). Bitkiler arasında edafik endemizm dünyada çok fazla çalışılan bir fenomendir. Yetişme ortamının (anakaya) sebep olduğu fizikal ve kimyasal etkilerden dolayı kurak bölgelerde çoğu bitki için önemli bir faktördür ([Meyer ve ark., 1992; Mota ve ark., 2004; Moore ve Jansen, 2007](#)). Bu fizikal ve kimyasal etkilerden dolayı edafik özellikler jips içeren topraklar gibi kurak alanlarda florayı sınırlamakta ve bitkiler ekstrem edafik koşullara tutunabilmek için genetik çözümler üretmektedirler ([Reeves ve ark., 1999; Rajakaruna, 2004](#)).

Jipse toleranslı türler sayıca çoktur ve yetişme ortamı (anakaya) farklılığından etkilenmeyerek jips içermeyen diğer topraklarda da yetişebilirler ([Johnston, 1941](#)). Jipsofil bitkiler otsu ya da bodur çalı formundadır ([Parsons, 1976](#)). Jipsofil vejetasyonun çoğu kamefit ve otsu olup genellikle nadir ve tehdit altındaki endemiklerdir ([Johnston, 1941; Parsons, 1976; Powell ve Turner, 1977; Meyer, 1986; Meyer ve Garcia-Moya, 1989; Escudero ve ark., 1999; Mota ve ark., 2003; Palacio ve ark., 2007](#)) (Şekil 3).



Şekil 3. (a) Beypazarı (Ankara) jips içeren topraklarda bitki formasyonu, (b) Jips içeren topraklar üzerinde yetişen otsu formda *Gypsophila parva* bitkisi.

Jips İçeren Topraklarda Yetişen Bitkilerde Adlandırma

Jipsofit ve jipsovag bitkilerin tamamı "*Jipsofil*" adını almaktadır. Sadece jips içeriği bakımından zengin topraklarda yetişen taksonlar *obligat jipsofit*, jips içeren ve jips içermeyen diğer topraklarda yetişen taksonlar *fakültatif jipsofitler* olarak adlandırılmaktadır ([Johnston, 1941; Parsons, 1976](#)). Ayrıca bazı yazarlar sadece jips içeren topraklar üzerinde yetişen bitkileri *jipsofit* hem jips içeren hem de jips içermeyen topraklarda yetişen bitkileri ise *jipsovag* olarak adlandırmaktadır ([Duvigneaud, 1968; Meyer, 1986; Palacio ve ark., 2007; Canadas ve ark., 2013](#)).

Jips İçeren Topraklarda Fizikal ve Kimyasal Stres

Jips kurak ve yarı kurak iklim şartlarıyla beraber bitki yaşamı için fizikal ve kimyasal stres faktöridür. Yarı kurak bölgelerdeki masif jips içeren topraklar yağmur suyunun yüzeyden yüksek miktarda sızmasına neden olurken bazı bölgelerde ise bu toprakların yüksek su tutma kapasitesi gösterdiği görülmektedir ([Guerrero Campo ve ark., 1999b](#)). Jips, toprak yüzeyini sıkı bir kabuk gibi sararak fide ve tohum gelişimini engellemektedir ([Meyer, 1986; Verheyen ve Boyadgiev, 1997; Escudero ve ark., 1999, 2000b](#)). Jips içeriği % 25'i aşan topraklarda jipsin varlığından meydana gelen sertleşmeden dolayı kökler daha derine inme olanağı bulamamaktadır, ayrıca bu topraklar düşük potasyum (K) ve magnezyum (Mg) değerlerine sahip olduğundan ve bitki köklerince topraktan besin maddesinin düzensiz alınımından dolayı da ürün verimi düşüktür ([Alphen ve Romero, 1971; FAO, 1990](#)). Jips içeriği % 30'dan fazla olan topraklarda ise jips bitki için toksik etki yapmaktadır ([Alphen ve Romero, 1971](#)).

Çoğu jips içeren toprak organik maddece fakirdir. Toprakta jips içeriği arttıkça katyon değişim kapasitesi azalmaktadır. Katyon değişim kapasitesi genellikle toprağın organik madde içeriğine ve toprak tekstürüne bağlıdır. Ca, Mg, K gibi makro besin elementleri arasındaki ilişkide Ca konsantrasyonu yüksek olduğunda Mg ve K alınımı engellenmektedir ayrıca bitki dokularında Ca:Mg oranı artmaktadır ([FAO, 1990](#)). Ayrıca jipsin varlığından kaynaklanan yüksek kalsiyum içeriği Ca-Mg antagonizmine neden olabilmektedir ([Duvigneaud ve Denaeyer-De Smet, 1966; Boukhris ve Lossaint, 1970; Parsons, 1976](#)).

Jips kalsiyum karbonatın aksine yüksek toprak alkalinitesine sebep olmaz ve çoğu jips içeren toprakta pH değeri nötr civarındadır ([Parsons, 1976](#)). Bazı jips içeren topraklarda NaCl (sodyum klorid) içeriği yüksek olmasına rağmen drenajı yüksek jips içeren topraklarda düşük tuzluluk yaygındır ([Johnston, 1941](#)).

Jipse toleranslı bitkilerle yapılan ilk çalışmalarda jipsofitler jipsovagliara nazaran yüksek kükürt (S), kalsiyum (Ca) ve toplam kül içermektedir ([Duvigneaud ve Denaeyer-De Smet, 1966; Duvigneaud, 1968](#)). Jipsofil bitkiler kalsiyum akümülatörü olarak kabul edilmesine rağmen; Tunus ve İspanya jipsofillerinde yapılan çalışmalarda yapraktaki toplam Ca içeriği %1.8 ile % 9.4 arasında olup normal olarak kabul edilmiştir ([Duvigneaud, 1968; Boukhris ve Lossaint, 1970; Boukhris ve Lossaint, 1975](#)).

Sülfür içeriği yüksek jipsofil bitkilerde sülfür analizi, organik sülfürden sulfatın elde edilmesiyle yapılmaktadır ([Boukhris ve Lossaint, 1970; Parsons, 1976](#)). [Parsons, \(1976\)](#) yaptığı çalışmada jipsofil bitkilerin sulfatın yoğun toksik etkisinden etkilenmemek için yüksek sulfat seviyesini sukkulensi özellik ile seyreltebileceği varsayımda bulunmuştur. Jips varlığından kaynaklanan yüksek oranda sulfat iyonları bitki için toksik olabilmektedir ([Duvigneaud, 1968; Palacio ve ark., 2007; Ruiz ve ark., 2003](#)).

Jipsovagliarda kalsiyum ve kükürt içeriği tam açık değildir. Bu bitkilerde düşük besin içeriği vardır ve bu bitkilerin dağılımı toprak faktörlerinden etkilenmektedir ([Duvigneaud, 1968; Boukhris ve Lossaint, 1975; Palacio ve ark., 2007](#)).

Angiospermlerde yaprakta toplam sülfür içeriği % 0.1 ile % 0.3 değerleri arasında olup bu değer bazen % 5'e çıkmaktadır. Bazı istisnai durumlarda, çeşitli halofitlerde % 1 ile % 3.5 arasında değişmektedir. *Brassicaceae* familyası gibi sekonder kükürt bileşikleri bakımından zengin bitkiler % 3 ile % 3.8 oranında değişmektedir. Jips içeren topraklarda yetişen jipsovag türlerde ise kükürt içeriği çoğulukla değişkendir ([Parsons, 1976](#)).

Jipsofil Bitkilerin Jips İçeren Topraklara Adaptasyon Stratejileri ve Uyum Modelleri

Günümüzde jipsofit ve jipsovag türlerin dağılımlarını ve performanslarını etkileyen faktörlerin mekanizması hala tam olarak anlaşılamamıştır ([Duvigneaud, 1968; Boukhris ve Lossaint, 1970; Boukhris ve Lossaint, 1975; Escudero ve ark., 1999; Escudero ve ark., 2000](#)). Jipsofitler ile jipsovagliların jips stresine karşı geliştirdikleri uyum stratejilerinin ortaya konulması jips içeren toprakların floristik kompozisyonu şekillendiren ekolojik parametrelerin ortaya konulması açısından önemlidir. Farklı stres koşullarıyla baş etmeyeći gelişiren bitkilerin çoğunda adaptasyon stratejisi rizosfer seviyesinde ekofizyolojik mekanizmalarla olmaktadır ([Oyonarte ve ark., 2002](#)).

Edafik endemizmin yüksek olduğu yerlerde habitataya özgü bitkiler yetişmektedir ve bu bitkiler habitataya özellerek habitat uzmanları (habitat specialistleri) adını almaktadırlar. Habitat uzmanları izolasyon, habitat kaybı ve habitat bozulmasından çok fazla etkilenmektedirler ([Pueyo ve ark., 2008](#)). Jips içeren topraklarda yaşayan bitki komüniteleri habitat uzmanlarının büyük bir grubunu içermektedir ([Meyer, 1986; Pueyo ve ark., 2008](#)).

Bazı araştırmacılar edafik endemizmin oluşumunu açıklamak için "sığınak (refuge)" ve "strese dirençli (specialist)" model olmak üzere iki farklı model geliştirmiştirlerdir ([Gankin ve Major, 1964; Palacio ve ark., 2007; Pueyo ve ark., 2007](#)). Sığınak (refuge) modelde edafik endemikler yetişikleri atipikal topraklara özellikle adapte olmayan toleranslı türlerdir. Kötü ve elverişsiz olan jips içeren ortamlara yüksek tolerans gösterirler. Bu türler bitişiklerinde bulunan normal topraklardaki rekabet gücü yüksek dominant türler ile rekabet edemediklerinden, verimsiz ve marginal toprakları sığınak olarak kullanırlar ([Gankin ve Major, 1964; Palacio ve ark., 2007](#)). Strese toleranslı türlerin ağaç ve çalılarla rekabetleri düşüktür. Çünkü bu türlerin toprağın yarattığı zararlı ve öldürücü kısıtlama ya da sınırlamalara karşı koyma yetenekleri vardır ([Palacio ve ark., 2007](#)).

Uzman (specialist) modelde ise edafik endemikler yüksek rekabet gösterirler. Jipsofit ve jipsovagların yapraklarındaki kimyasal kompozisyon bakımından farklılıklar ekofizyolojik uyumlarına bağlanabilir. Habitat uzmanlarının bu elementlere tolerans yetenekleri vardır ([Duvigneaud ve Denaecker-De Smet, 1973](#)).

[Palacio ve ark., \(2007\)](#)'de yaptığı çalışmada jipsofitleri ikiye ayırmıştır. Bunlar; jips adacıklarında yaşayan nadir endemiklerle, geniş jipsli alanlarda yaşayan bölgelik dominant jipsofitlerdir.

Sonuç

Jips içeren topraklar yurdumuzun önemli endemizm ve gen merkezlerindendir. Bu ekstrem habitat koşulları biyomas bakımından zengin olmamakla birlikte floristik çeşitlilik açısından ve özellikle endemik ve nadir taksonlar açısından son derece zengindir.

Jipsofit ve jipsovag türlerin jips stresine karşı geliştirdikleri adaptasyonların, uyum stratejilerinin ve çevreyle olan ilişkilerinin ortaya konulması, biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir kullanımı açısından da son derece önemlidir. Türkiye'nin floristik çeşitliliğinin korunması için türlerin habitata uyum stratejilerinin ortaya konulması son derece önemlidir. Türlerin uyum stratejilerinin ortaya konulması; bu habitatların barındırdığı endemik nadir ve nesli tehdit altında olan türlerin in-situ ve ex-situ koruma çalışmalarına da özellikle uygulayıcı kurumlara ışık tutması açısından son derece önemlidir.

Kaynaklar

- Akpulat HA, Çelik N, 2005. Flora of gypsum areas in Sivas in the eastern part of Cappadocia in Central Anatolia, Turkey. *Journal of Arid Environments*. 61: 27-46.
- Alphen, JG, Rios Romero F, 1971. Gypsiferous soils notes on their characteristics and management. International Institute for Land Reclamation and Improvement / Wageningen / The Netherlands.
- Boukhris M, Lossaint P, 1970. Sur la teneur en soufre de quelques plantes gypsophiles de Tunisie. (Note préliminaire). *Acta Oecologica*. 5: 345-354.
- Boukhris M, Lossaint P, 1975. Aspects écologiques de la nutrition minérale des plantes gypsicoles de Tunisie. *Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol*. 12: 329-348.
- Cañadas EM, Ballesteros M, Valle F, Lorite J, 2013. Does gypsum influence seed germination? *Turkish Journal of Botany*. 38: 141-147.
- Duvigneaud P, Denaecker-De Smet S, 1966. Accumulation du soufre dans quelques espèces gypsophiles d'Espagne. *Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique*. 99: 263-269.
- Duvigneaud P, Denaecker-De Smet S, 1973. Considérations sur l'écologie de la nutrition minérale des tapis végétaux naturels. *Oecologia Plantarum*, 8.
- Duvigneaud P, 1968. Essai de classification chimique (éléments minéraux) des plantes gypsicoles du bassin de l'Ebre. *Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique*. 101: 279-291.
- Escudero A, Somolinos RC, Olano JM, Rubio A, 1999. Factors controlling the establishment of *Helianthemum squamatum*, an endemic gypsophile of semi-arid Spain" *Journal of Ecology*. 87: 290-302.
- Escudero A, Iriondo JM, Olano JM, Rubio A, Somolinos RC, 2000b. Factors affecting establishment of a Gypsophyte: The case of *Lepidium subulatum* (Brassicaceae). *American Journal of Botany*. 87: 861-871.
- Food and Agriculture Organization, 1990. Management of gypsiferous soils. *FAO Soils Bulletin* 62. Rome, Italy.
- Gakin R, Major J, 1964. *Arctostaphylos myrtifolia*, its biology and relationship to the problem of endemism. *Ecology*. 45: 792-808.
- Guerrero Campo J, Alberto F, Maestro Martínez M, Hodgson J, Montserrat Martí G, 1999b. Plant community patterns in a gypsum area of NE Spain. II. Effects of ion washing on topographic distribution of vegetation. *Journal of Arid Environments*. 41: 411-419.
- Herrero J, Porta J, 2000. The terminology and the concepts of gypsum-rich soils. *Geoderma*. 96: 47-61.
- Johnston IM, 1941. Gypsophily among Mexican desert plants. *Journal of the Arnold Arboretum*. 22: 145-170.
- Kurt L, Özbeş BG, Kurt F, Özdeniz E, Bölükbaşı A, 2013. Serpentine Flora of Turkey. *Biological Diversity and Conservation*. 6: 134-152.
- Meyer SE, Garcia-Moya E, 1989. Plant community patterns and soil moisture regime in gypsum grasslands of north central Mexico. *Journal of Arid Environments*. 16: 147-155.
- Meyer SE, Garcia-Moya E, Lagunes-Espinoza LC, 1992. Topographic and soil surface effects on gypsophile plant community patterns in central Mexico. *Journal of Vegetation Science*. 3: 429-438.
- Meyer SE, 1986. The ecology of gypsophile endemism in the Eastern Mojave desert. *Ecology*. 67:5, 1303-1313.
- Moore MJ, Jansen RK, 2007. Origins and Biogeography of Gypsophily in the Chihuahuan Desert Plant Group Tiquilia subg. Eddyia (Boraginaceae). *Systematic Botany*. 32 (2): 392-414.
- Mota JF, Sola AJ, Dana ED, 2003. Plant succession in abandoned gypsum quarries in SE Spain. *Phytocoenologia*. 33: 13-28.
- Mota JF, Sola AJ, Jimenez Sanchez ML, Perez-Garcia FJ, Merlo ME, 2004. Gypsicolous flora, conservation and restoration of quarries in the southeast of the Iberian Peninsula. *Biodiversity and Conservation*. 13: 1797-1808.
- Oyonarte C, Sanchez G, Urrestarazu M, Alvarado JJ, 2002. A Comparison of Chemical Properties Between Gypsophile and Nongypsophile Plant Rhizospheres. *Arid Land Research and Management*. 16: 47-54.
- Palacio S, Escudero A, Montserrat-Martí G, Maestro M, Milla R, Albert MJ, 2007. Plants living on gypsum: beyond the specialist model. *Annals of Botany*. 99: 333-343.
- Parsons RF, 1976. Gypsophily in plants. A review, *American Midland Naturalist*. 96:1, 1-20.

-
- Powell AM, Turner BL, 1977. Aspects of the plant biology of gypsum outcrops of the Chihuahuan desert. In: Riskinn DH ed. Transactions of a Symposium on Biological Resources of the Chihuahuan desert. US Department of the Interior, National Park Service, *Transactions Proceedings Series* 3, 315-325.
- Pueyo Y, Alados CL, Barrantes O, Maestro M, Komac B, 2007. Gypsophile vegetation patterns under a range of soil properties induced by topographical position. *Plant Ecology*. 189: 301-311.
- Pueyo Y, Alados CL, Barrantes O, Komac B, Rietkerk M, 2008. Differences in Gypsum Plant Communities Associated with Habitat Fragmentation and Livestock Grazing. *Ecological Applications*. 18(4): 954-964.
- Rajakaruna N, 2004. The edaphic factor in the origin of plant species. *International Geology Review*. 46: 471-478.
- Reeves RD, Baker AJM, Borhidi A, Berazain R, 1999. Nickel hyperaccumulation in the serpentine flora of Cuba. *Annals of Botany*. 83:1 29-38.
- Romao RL, Escudero A, 2005. Gypsum physical soil crusts and the existence of gypsophytes in semi-arid central Spain. *Plant Ecology*. 181: 127-137.
- Ruiz JM, Lopez-Cantarero I, Rivero RM, Romero L, 2003. Sulphur phytoaccumulation in plant species characteristic of gypsiferous soils. *International Journal of Phytoremediation*. 5: 203-210.
- Verheyen WH, Boyadgiev TG, 1997. Evaluating the land use potential of gypsiferous soils from field pedogenic characteristics. *Soil Use and Management*. 13: 97-103.



TOPRAK BİLİMİ VE BITKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



Benzerlik teorisinin toprak sıcaklığına uygulanabilirliği

İmanverdi Ekberli, Orhan Dengiz, Coşkun Gülser *, Nutullah Özdemir

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

Özet

Benzerlik teorisi bazı değişkenlerin boyutsuz bileşenlerinin belirlenmesiyle deneysel verilerin yorumlanması, bu nedenle toprak sıcaklığını ifade eden ısı taşınımı denkleminin çözümüne de yardımcı olabilmektedir. Bu çalışmada, Samsun'un Çarşamba ilçesindeki Vertisol, Inceptisol, Entisol topraklarda profil boyunca sıcaklık değerleri ölçülmüş ve ısisal yayının katsayıları hesaplanmıştır. Boyutsuz sıcaklık fonksiyonu benzerlik teorisine göre oluşturulmuş, aynı zamanda toprak derinliğine, zamana ve ısisal yayının katsayısına bağlı olarak, π benzerlik kriteri değerleri belirlenmiştir. Boyutsuz sıcaklık fonksiyonunun 0.27 ve 0.69 arasındaki değişimine karşılık, π benzerlik kriterinin 0.221 ve 0.323 arasında değiştiği saptanmıştır. Boyutsuz sıcaklık fonksiyonu ile benzerlik kriteri arasında belirlenen önemli düzeydeki regresyon katsayıısı ($R=0.593$), benzerlik kriteri değerlerinden yararlanarak toprakların farklı horizonlarındaki sıcaklık değişimine ait benzerliğin belirlenebilceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Toprak horizonu, sıcaklık, boyutsuz sıcaklık fonksiyonu, benzerlik teorisi, benzerlik kriteri değeri.

Applicability of similarity theory to soil temperature

Abstract

Similarity theory can help to interpret of experimental data with determining dimensionless components of some variables, in this case help to solution of heat conductivity equation expressing soil temperature. In this study, soil temperature values along the soil profiles of Vertisol, Inceptisol and Entisol in Çarşamba District of Samsun were measured and heat diffusivity coefficients were estimated. Dimensionless temperature function was obtained according to similarity theory, also π similarity criteria values were determined depend on soil depth, time and heat diffusion coefficient. It was determined that dimensionless temperature function varied between 0.27 and 0.69, while π similarity criteria varied between 0.221 and 0.323. The significant regression coefficient ($R=0.593$) between dimensionless temperature function and similarity criteria shows that the similarity of soil temperature change in different soil horizons can be determined using similarity criteria values.

Keywords: Soil horizon, temperature, dimensionless temperature function, similarity theory, similarity criteria value.

© 2016 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Topraklar sahip oldukları farklı fiziksel, kimyasal ve biyolojik profil özellikleriyle (Dengiz ve ark. 2012; 2013) toprak sıcaklığına ve dolayısıyla topraktaki çeşitli biyolojik tepkimelerin hızına ve yönüne de etki yapmaktadır (Durmuş ve ark. 2011). Toprakların farklı horizonlarındaki sıcaklıklarına ait benzerliğinin belirlenmesi, bu horizonlardaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçlerin gerçekleşme yönünün belirlenmesi için önemlidir. Ayrıca, optimum toprak sıcaklık değeri, verimi de önemli düzeyde etkilemektedir. Toprakta ısı akımının gerçekleşmesi, profil boyunca sıcaklık değişimine bağlı olmaktadır. Gerçek süreçlerin mümkün koşullar altında sadeleştirilmesi benzerlik teorisine dayanmaktadır. Bu teorinin uygulanması, birimsiz analiz yöntemine göre benzerlik kriterinin (sayısının) yapılmasını gerektirmektedir. Toprak sıcaklığının değişimine önemli düzeyde etki yapan parametreler kullanılarak, benzerlik kriterinin belirlenmesi mümkün olmaktadır. Toprak sıcaklığına ait benzerlik kriterinin belirlenmesi, toprak sıcaklığının deneysel ve teorik modellerinin yapılmasında da kullanılmaktadır.

* Sorumlu yazar:

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

Tel.: 0(362) 312 19 19

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: cgulser@omu.edu.tr

Toprak (ortam) sıcaklığının zamana ve mesafeye göre değişimini ifade eden teorik modellerin yapılmaması durumunda, sürecin deneyel olarak belirlenmesi gerekmektedir. Araştırma süreçleri için karakteristik olan birimsiz bileşenlerin belirlenmesi, deneyel sonuçların genelleştirilmiş biçimde ifade edilmesine imkan sağlamaktadır. Dolayısıyla, süreçlerin teorik modellerle ifade edilmemesi durumunda, birimsiz bileşenlerin oluşturulması, birim analizi yöntemiyle yapılmaktadır. Birim analizi yönteminin, karşılıklı etkisi teorik veya deneyel olarak ispatlanmış parametreler arasında yapılması gereklidir. Ortam süreçlerini açıklamaması birim analizi yönteminin ciddi yetersizliğidir (Luikov, 1967; Rohesnow ve Hartnett, 1973; Yudayev, 1973; İsacenko ve ark., 1981; Kreith ve Black, 1983).

Benzerlik teorisinin diğer toprak özelliklerine de uygulanması mümkün olmaktadır. Moiseev (2004) tarafından yapılan bir araştırmada, tarım işletmelerinde toprakta oluşan sıkışmanın, tarım aletlerinin toprakta oluşturduğu basınca, özgü yüzey alanına, neme ve başlangıç hacim ağırlığına bağlı olduğunu göz önüne alarak, bu parametreleri içeren benzerlik kriteri belirlenmiştir. Ayrıca, toprak sıkışmasıyla bu parametreler arasındaki regresyon ilişkilerden elde edilen sayısal sonuçlarla, benzerlik teorisine göre bulunan sonuçların örtüştüğünü göstermiştir. Toprağın kayma süreçlerine de benzerlik teorisinin uygulanması mümkündür (Moiseev ve İvanova, 2000; Moiseev, 2004). Ekberli ve ark.(2015), toprakta bir boyutlu ısı iletkenlik denkleminin incelenmesinde benzerlik teorisinden faydalananmıştır.

Toprak profili boyunca sıcaklık değişimini ifade eden denklemin çözümünde de kullanılan benzerlik teorisinin çözümün elde edilmesini, ortamındaki sürecin incelenmesini ve çözümün uygulamasını kolaylaştırmaktadır (Gilding, 1982; Okoya, 2001; Afify, 2009; Ihsak, 2010; Samanta ve Guha, 2012; Xu ve ark., 2015). Bu yöntem ilk kez akışkanlar mekanığı alanına ait problemin çözümünde, bağımsız değişkenlerin sayısını azaltarak temel denklemin sadeleştirilmesinde Blasius (1908) tarafından kullanılmıştır.

Bu araştırmanın amacı, benzerlik teorisine dayanarak i) toprak sıcaklığına etki yapan süreçlerin sadeleştirilmesi ii) toprak katmanındaki maksimum, minimum ve ortalama sıcaklığa bağlı olarak boyutsuz sıcaklık fonksiyonunun dahil edilmesi iii) ısisal yayının katsayısi, derinlik ve zamana bağlı olarak boyutsuz analiz yöntemine göre benzerlik kriterinin (sayısının) incelenmesi ve hesaplanması iv) Vertisol, İnseptisol, Entisol toprak profillerindeki sıcaklık benzerliğinin belirlenmesidir.

Materiyal ve Yöntem

Çalışma alanı Samsunun Çarşamba ilçesine bağlı Sefali, Bölmepinar ve Yenikışla köylerinin yer aldığı tarım arazilerde gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı Çarşamba ilçesine yaklaşık 5 km Samsuna ise 44 km mesafede bulunmaktadır.

Samsun-Çarşamba ilçesinin meteorolojik verilerine göre yıllık ortalama sıcaklık 14.3°C ve yağış miktarı ise 1045.2 mm olup yağışların büyük kısmı kış ve ilkbahar aylarında düşmektedir. Yağışın en az düşüğü aylar Haziran ve Temmuz aylarıdır. Toprak taksonomisine göre (Soil Survey Staff, 1999) toprak nem kontrol kesitinde 50 cm derinlikte toprak sıcaklığı 5°C 'nin üzerinde olduğu dönemin yarısından daha fazlası kadar sürede kuru değildir (aridik nem rejiminden farklı). Ayrıca toprak nem kontrol kesiti kış gün döneminden sonraki (21 Aralık) 5 ay içerisinde ardisık olarak 45 gün veya daha fazla nemli olması ve yaz gün döneminden (21 Haziran) sonraki 4 ay içerisinde ardisık 45 gün kadar uzun süre kuru kalmaması (Xerik nem rejiminden farklı) nedeniyle, toprak nem rejimi ustık olarak belirlenmiştir. Araştırma alanının sıcaklık rejimi; yıllık ortalama toprak sıcaklığı 8°C 'den fazla, 15°C 'den az ve 50 cm'deki yıllık ortalama kış ayları toprak sıcaklığı ile yıllık ortalama yaz ayları toprak sıcaklığı arasındaki fark 6°C 'den fazla olduğu için mesic sıcaklık rejimi olarak bulunmuştur. Çalışmada 8 farklı profil çukuru incelenmiş olup, toprak sınıflamasına göre (Soil Survey Staff, 1999) göre, 3'ü Vertisol, 2'si Inceptisol ve 3'ü ise Entisol olarak sınıflandırılmıştır.

Arazide her profile ait horizonlarda civalı cam termometre ile (Sterling ve Jackson, 1986) toprak sıcaklık ölçümleri yapılmıştır. Ölçülen sıcaklık değerleri kullanılarak, toprağın $x_i - x_{i+1}$ katmanındaki ısisal yayının katsayısi (m^2sn^{-1})

$$a = \frac{\omega(x_i - x_{i+1})^2}{2 \left(\ln(A_i / A_{i+1}) \right)^2} \quad (i = 1, n)$$

(burada; A_i ve A_{i+1} uygun olarak toprağın x_i ve x_{i+1} derinliklerine (m) ait sıcaklık amplitütü, $^{\circ}\text{C}$;

$\omega = 2\pi / P = \frac{6.28}{86400\text{sn}} \approx 0.0000727\text{sn}^{-1}$ -açışal frekansıdır) ifadesine göre belirlenmiştir (Trombotto ve Borzotta,

2009; Correia ve ark., 2012; Arias-Penas ve ark., 2015). Boyutsuz sıcaklık fonksiyonu benzerlik teorisine göre oluşturulmuştur. Benzerlik teorisine dayanarak, birimsiz analiz yöntemine göre benzerlik kriteri (sayısı) hesaplanmıştır. Benzerlik kriterinin hesaplanmasında π teoreminden yararlanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Araştırma topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Vertisol toprakta organik madde %1.05-5.38 aralığında değişmekte, yukarı horizonlarında yüksek, aşağı hirizonlarında ise düşük olmaktadır. Tuz miktarı düşük olup, EC değerleri 0.01-0.15 dSm⁻¹ aralığında değişmektedir. Kil miktarı (%11.6 kil miktarına sahip 2C (116+ cm) horizonu dışında) % 56.0-75.9; silt miktarı %13.6-31.0; kum miktarı (%57.3 kum miktarına sahip 2C (116+ cm) horizonu dışında) %8.8-28.8; hacim ağırlığı 1.19-1.56 gr cm⁻³; tarla kapasitesi ise (%11.9 tarla kapasitesine sahip 2C (116+ cm) horizonu dışında) %33.5-38.6 aralığında değişmektedir.

Inceptisol toprakda tuz miktarı düşük olup, EC değerleri 0.01-0.11 arasında değişmektedir. Yukarı horizonlarda organik madde orta (%2.49-3.93), aşağı horizonlarda ise düşük (%0.35-1.65) bulunmaktadır. Toprak bünyesi ise killi olup (% 21.8 kil miktarına sahip kumlu tınlı C1 (90+ cm) horizonu dışında), kil miktarı %40.9-71.8; silt miktarı %19.5-36.2; kum miktarı ise %7.5-29.5 (%46.9 kuma sahip C1 (90+ cm) horizonu dışında) aralığında saptanmıştır. Hacim ağırlığı 1.19-1.55 gr cm⁻³; tarla kapasitesi ise %16.7-38.7 arasında belirlenmiştir.

Entisol toprakda tuz miktarı düşük (0.03-0.19 dSm⁻¹), yukarı horizonlarda organik madde yüksek (% 3.96-5.20), aşağı katmanlarda ise düşük (%1.01-2.85) bulunmaktadır. Toprak bünyesi genellikle tınlı bünyeye sahip olup, tarla kapasitesi yüksek (%6.9-31.8) olmamaktadır.

Toprak sıcaklığına ait benzerlik kriterinin belirlenmesi

Herhangi bir ortamda (topraktaki) fiziksel süreçleri ifade eden teorik modellerin terimleri, süreci ifade eden temel değişkenleri kapsayan değişken ifadelerden oluşmaktadır. Bu durumda, değişken ifadelerin sonlu ifadelere dönüştürülmesi yönteminin belirlenmesi gereklidir. Benzerlik teorisi değişken ifadeler içeren terimlerin basit cebirsel ifadelere dönüşümünü sağlayan genel yöntemin elde edilmesine imkan sağlar. Bu yöntemde gerçek süreç basit ve koşullu durumla değiştirilmekte, tüm değişken ifadeler ise ortamda sürecin gerçekleştiği zamanda sabit değerlerini sağlamaktadır. Benzerlik teorisi kullanılarak boyutlu fiziksel parametreler birleştirilerek boyutsuz bir ifade biçiminde gösterilir. Boyutsuz ifade sayısı, bu ifadeyi oluşturan parametreler sayısından daha az olmakta ve boyutsuz ifadeye yeni bir değişkenmiş gibi bakılmaktadır. Modelde boyutsuz bir ifade dahil edildiğinde, aranan fonksiyonda şekilsel olarak değişkenler azalmakta ve sürecin incelenmesi kolaylaşmaktadır. Bundan başka, yeni boyutsuz değişkenler ayrı ayrı faktörlerin etkisini göstermekle beraber, boyutsuz değişkenlerin birleşimi incelenen süreçlerdeki fiziksel ilişkilerin kolay belirlenmesine imkan sağlar. Benzerlik teorisi herhangi bir ortamda model veya laboratuvar sonuçlarının benzer başka bir ortam sürecinde de uygulanabilirliği koşullarının tespitinde kullanılmaktadır. Boyutsuz değişken sayısının belirlenmesinde Buckingham π teoremi kullanılmaktadır: $N \geq 2$ sayıda boyutlu değişkene sahip ve bu değişkenler içerisinde $K \geq 1$ sayıda temel boyutla (kütle, uzunluk, zaman vb.) ifade edilen değişkenlerden oluşmuş, fiziksel denklemlerin boyutsuz biçimde dönüştürülmesi sonucunda boyutsuz değişken sayısı $N - K$ olmaktadır (Buckingham, 1914; Bridjmen, 1934; Kirpiçev ve Konakov, 1949; Sedov, 1967; Guzman, 1973; Turcotte ve Schubert, 1985; Moiseev ve İvanova, 2000; Moiseev, 2004).

Toprak profili boyunca sıcaklığın değişimi, katmanlardaki ortalama (T_{ort}), maksimum (T_{mak}) ve minimum (T_{min}) sıcaklıklara bağlı olmaktadır. Buna göre, benzerlik teorisine uygun olarak sıcaklık değişimi (boyutsuz sıcaklık fonksiyonu) aşağıdaki gibi dahil edilir:

$$\Delta T = \frac{T_{mak} - T_{min}}{T_{ort}} \quad (2)$$

Toprak derinliği, ısisal yayınım ve zaman sıcaklık değişimine etki yapan temel faktörler olmaktadır. Boyutsuz sıcaklık fonksiyonunun değeri benzerlik teorisile belirlenmektedir. Boyutsuz sıcaklık fonksiyonu

$N = 3$ (uzunluk- L , zaman- T , ısisal yayınım- $\frac{L^2}{T}$) sayıda boyutlu değişkene sahip olup, N değişkenleri

îçerisinde $K = 2$ sayıda değişken (uzunluk- L , zaman- τ) ise temel boyutlarla ifade edilmektedir. π teoremine göre, boyutsuz fonksiyon, temel boyutlarla ifade edilen değişkenlerin birleşmesinden oluşan $N - K = 1$ sayıda boyutsuz değişkene bağlı olmaktadır. Bu durumda boyut yöntemine göre, $x^\alpha \tau^\beta a^\gamma$ ifadesi sıfır boyutlu olup, aşağıdaki eşitlik sağlanmaktadır:

$$x^\alpha \tau^\beta a^\gamma = L^0 T^0$$

Boyutsuz değişkenin kuvveti de birimsiz olduğu için, α, β ve γ sayıları sınırlanmamakta ve herhangi bir sayının ± 1 'e eşit olması mümkün değildir. $\alpha = 1$ ise,

$$x \tau^\beta a^\gamma = L T^\beta \left(\frac{L^2}{T} \right)^\gamma = L^{1+2\gamma} T^{\beta-\gamma} = L^0 T^0 \Rightarrow \begin{cases} 1+2\gamma=0 \\ \beta-\gamma=0 \end{cases} \Rightarrow \beta = -\frac{1}{2}, \alpha = -\frac{1}{2} \text{ olarak, } x, \tau, a$$

değişkenlerinin mümkün olan boyutsuz birleşimi $x \tau^\beta a^\gamma = x \tau^{-\frac{1}{2}} a^{-\frac{1}{2}} = \frac{x}{\sqrt{a\tau}}$ olur.

Böylece, benzerlik kriteri $\pi = \frac{x}{\sqrt{a\tau}}$ olarak belirlenir ve $\Delta T = f\left(\frac{x}{\sqrt{a\tau}}\right) = f(\pi)$ elde edilir. Vertisol,

Inceptisol, Entisol topraklarda sıcaklık değişimine uygun ΔT ve π benzerlik kriterinin değerleri Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Vertisol, Inceptisol, Entisol topraklarda herbir horizonun 20 cm katmanı için π kriterleri

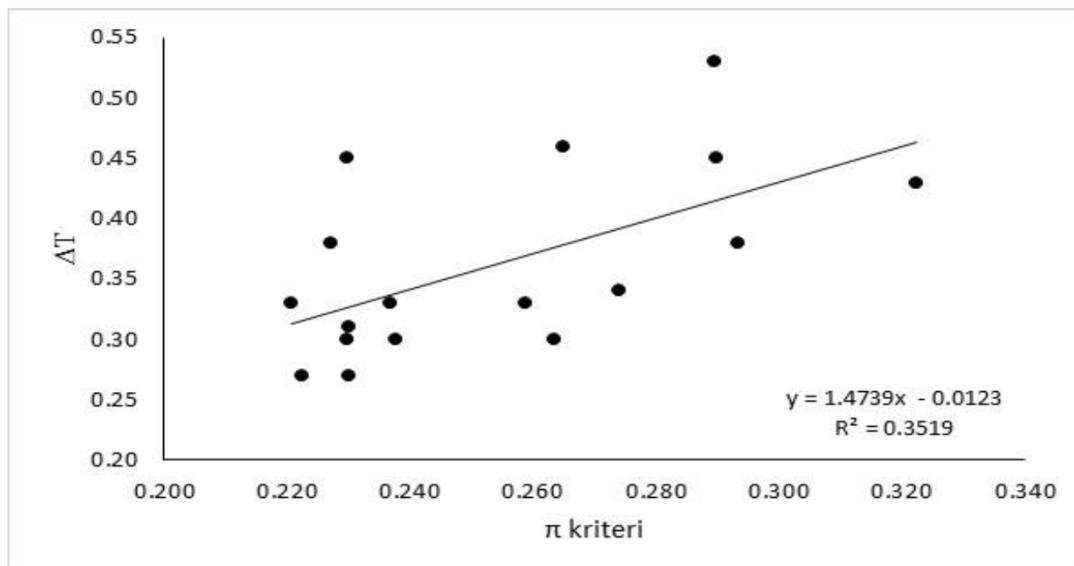
Horizon	Derinlik, cm	OM, %	W, %	Sıcaklık, °C			a, m ² sn ⁻¹	ΔT	π kriteri
				T _{min}	T _{maks}	T _{ort}			
Vertisol / Typic Calciustert Alt Grup									
Yüzey	0	-	-	16.5	30.0	21.4	-	0.63	-
Ap	0-27	4,87	33.9	14.3	22.5	18.2	5.51·10 ⁻⁶	0,45	0.290
Bss	27-65	4,58	34.8	12.5	18.9	16.9	8.96·10 ⁻⁶	0,38	0.227
2C	65-110	2,30	33,5	11.2	15.7	14.9	8.77·10 ⁻⁶	0,30	0.230
Vertisol / Chromic Hapluster Alt Grup									
Yüzey	0	-	-	15.6	30.7	21.8	-	0,69	-
A	0-33	5,35	35.2	13.2	21.1	17.0	6.59·10 ⁻⁶	0,46	0.265
Bss1	33-78	2,89	37,0	12.5	17.7	16.0	9.50·10 ⁻⁶	0,33	0.221
Bss2	78-116	1,99	35.8	11.3	15.9	15.2	6.67·10 ⁻⁶	0,30	0.263
Vertisol / Typic Haplustert Alt Grup									
Yüzey	0	-	-	20.3	31.1	24.9	-	0,43	-
Ap	0-22	5,38	34.1	14.6	21.3	17.8	5.38·10 ⁻⁶	0,38	0.293
Bss1	22-73	4,54	35.4	12.5	18.0	16.8	8.25·10 ⁻⁶	0,33	0.237
Bss2	73-107	2,20	37,5	11.0	15.6	15.0	8.74·10 ⁻⁶	0,31	0.230
Inceptisol / Vertic Haplustept									
	0	-	-	20.5	35.9	26.7	-	0,58	-
Ap	0-23	3,93	36.2	12.3	20.4	15.3	5.52·10 ⁻⁶	0,53	0.290
Bw1	23-58	2,49	37.7	12.0	19.7	17.2	8.76·10 ⁻⁶	0,45	0.230
Bw2	58-90	1,65	27.0	11.4	16.5	15.3	6.91·10 ⁻⁶	0,33	0.259
Inceptisol / Typic Haplustept									
	0	-	-	18.4	29.7	23.9	-	0,47	-
Ap	0-30	3,15	28.2	14.1	20.0	17.2	6.17·10 ⁻⁶	0,34	0.274
Bw1	30-64	3,08	36.7	12.8	17.0	15.6	8.74·10 ⁻⁶	0,27	0.230
Bw2	64-107	1,38	38.3	10.7	14.4	13.8	9.36·10 ⁻⁶	0,27	0.222
Entisol / Mollic Ustifluvent									
	0	-	-	24.5	37.0	28.8	-	0,43	-
Ap	0-21	4,17	19.1	13.7	20.6	16.1	4.45·10 ⁻⁶	0,43	0.323
A2	21-55	2,85	31.8	13.9	18.8	16.6	8.20·10 ⁻⁶	0,30	0.238

OM-organik madde, HA-hacim ağırlığı, W-tarla kapasitesi, T_{min}-minimum sıcaklık, T_{maks}-maksimum sıcaklık, T_{ort}-ortalama sıcaklık, a-isısal yayım

Çizelge 1'den görüldüğü gibi, π benzerlik kriterinin eşit veya yakın olduğu değerlerde, toprakların farklı horizonlarında sıcaklık değişimi benzerlik göstermektedir. Bu ise ayrı ayrı toprak horizonlarında sıcaklığa bağlı olarak toprak süreçlerinin tahmini değişimi hakkında bilgi verebilir.

$\pi = \frac{x}{\sqrt{a\tau}}$ benzerlik kriteri toprak derinliğine bağlı olarak ısisal değişimi, dolayısıyla sıcaklık değişimini ifade ettiğinden, $\Delta T = f(\pi)$ fonksiyonel ilişkisi (Şekil 1) aşağıdaki regresyon ifadesi ile bulunmuştur:

$$\Delta T = 1.4739 \pi - 0.0123 \quad (R=0.593) \quad (1)$$



Şekil 1. Vertisol, Inceptisol, Entisol toprak horizonlarında sıcaklık değişimiyle π kriteri arasındaki ilişki

(1) regresyon ilişkisi benzerlik kriterinin $\pi < 0.4$ değerlerinde, toprak horizonlarındaki sıcaklık değişiminin benzerliğinin belirlenmesine imkan sağlamaktadır.

Sonuç

Farklı toprak profillerindeki toprak özelliklerinin değişiminin incelenmesinde sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması önemlidir. Benzerlik teorisine göre boyutsuz sıcaklık fonksiyonu elde edilmiş ve benzerlik kriteri belirlenmiştir. Benzerlik kriteri ve sıcaklık değişimi arasındaki ilişki bulunmuştur. Topraklardaki sıcaklık benzerliği, dolayısıyla benzerlik kriteri profil derinliğine önemli düzeyde bağlı olup, ısisal yayının katsayısi ve zamanla ters orantılıdır. Benzerlik kriterinin belirlenmesinde, araştırılan sürece önemli düzeyde etki yapan parametrelerin belirlenmesi çok önemlidir. Toprak parametrelerinin değişimine uygun olarak oluşmakta olan ortam sürecinin doğasını açıklayamaması, benzerlik kriterinin önemli eksikliğidir. Benzer biçimde diğer toprak özellikleri (örneğin, toprak sıkışması, özgü alan, nem, başlangıç hacim ağırlığı vb.) arasındaki karşılıklı etkinin göz önüne alarak, benzerlik kriterinin belirlenmesi mümkün gözükmektedir.

Kaynaklar

- Afify AA, 2009. Similarity solution in MHD: Effects of thermal diffusion and diffusion thermo on free convective heat and mass transfer over a stretching surface considering suction or injection. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation* 14: 2202-2214.
- Arias-Penas D, Castro-Garcia MP, Rey-Ronco MA, Alonso-Sanchez T, 2015. Determining the thermal diffusivity of the ground based on subsoil temperatures. Preliminary results of an experimental geothermalborehole study Q-THERMIE-UNIOVI. *Geothermics* 54: 35-42.
- Blasius H, 1908. Grenzschichten in flüssigkeiten mit kleiner reibung. *Z. Math. Phys.* 56: 1-37.
- Bridjmen PV, 1934. Analiz razmernostey. ONTI Press, Moskova-Leningrad, 119 s.
- Buckingham E, 1914. On Physically Similar Systems: Illustrations of the Use of Dimensional Analysis. *Phys. Rev.* 4: 345.
- Correia A, Vieira G, Ramos M, 2012. Thermal conductivity and thermal diffusivity of cores from a 26 meter deep borehole drilled in Livingston Island, Maritime Antarctic. *Geomorphology* 155(156): 7-11.
- Dengiz O, Erel A, Erkocak A, Durmuş M, 2012. Kuşkonagi Havzası Temel Toprak Özellikleri, Sınıflandırılması ve Haritalanması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 49(1): 71-82.

- Dengiz O, Kızılkaya R, Erkocak A, Durmus M, 2013. Variables of Microbial Response in Natural Soil Aggregates for Soil Characterization in Different Fluvial Land Shapes. *Geomicrobiology Journal* 30: 100-107.
- Durmuş M, Erkoçak A, Kızılkaya R, Dengiz O, 2011. Alüviyal araziler üzerinde oluşan farklı toprakların katalaz enzim aktivitelerindeki değişimin belirlenmesi. Prof. Dr. Nuri Munsuz Ulusal Toprak ve Su Sempozyumu. 25-27 Mayıs 2011, Ankara, s.153-159.
- Ekberli İ, Gülsel C, Mamedov A, 2015. Toprakta bir boyutlu ısı ietkenlik denkleminin incelenmesinde benzerlik teorisinin uygulanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 10 (2): 69-79.
- Gilding BH, 1982. Similarity solutions of the porous media equation. *Journal of Hydrology* 56 (3-4): 251-263.
- Guhman AA, 1973. Vvedeniye v teoriyu podobiya. Vissaya Škola Press, Moskova, 254 s.
- Ihsak A, 2010. Similarity solutions for flow and heat transfer over a permeable surface with convective boundary condition. *Applied Mathematics and Computation* 217: 837-842.
- İsachenko VP, Osipova, VA, Sukomel AS, 1981. Teploperededa. Energoizdat Press, Moskova, s. 129-146.
- Kirpiçev MV, Konakov PK, 1949. Matematičeskiye osnovi teori podobiya. AN SSSR Press, Moskova-Leningrad, 98 s.
- Kreith F, Black WZ, 1983. Basic heat transfer, Mir Pres, Moskova, s.33-40.
- Luikov AV, 1967. Teoriya teploprovodnosti. Vissaya Škola Press, Moskova, s. 33-43.
- Moiseev KG, 2004. Application of similarity theory for the study of soil compaction phenomena. *Pochvovedenie* 8: 934-936.
- Moiseev KG, İvanova KF, 2000. Primeneñije teori podobiya pri izuchenii sdvigov pocrv. *Pochvovedenie* 10: 1233-1237.
- Okoya SS, 2001. Similarity temperature profiles for some nonlinear reaction - diffusion equations. *Mechanics Research Communications* 28(4): 477-484.
- Rohesenow WM, Hartnett JP, eds., 1973. Handbook of heat transfer, Sec. 3 (by P.J. Schneider), McGraw, New York.
- Samanta S, Guha A, 2012. A similarity theory for natural convection from a horizontal plate for prescribed heat flux or wall temperature. *International Journal of Heat and Mass Transfer* 55: 3857-3868.
- Sedov Lİ, 1967. Metodi podobiya i razmernosti v mehanike. Nauka Press, Moskova, 428 s.
- Soil Survey Staff, 1999. Soil Taxonomy. A Basic of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Survey. U.S.D.A Handbook No: 436, Washington D.C.
- Sterling AT, Jackson RD, 1986. Temperature. In: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis Part 1. Physical and Mineralogical Methods. *Agronomy Monograph No: 9*, ASA, SSSA, Madison WI.
- Trombotto D, Borzotta E, 2009. Indicators of present global warming through changes in active layer-thickness, estimation of thermal diffusivity and geomorphological observations in the Morenas Coloradas rockglacier, Central Andes of Mendoza, Argentina. *Cold Regions Science and Technology* 55: 321-330.
- Turcotte DL, Schubert G, 1985. Geodynamics. Applications of continuum physics to geological problems (Volume 1). Mir Press, Moskova, s. 219-320.
- Xu G, Li Y, Deng H, Li H, Yu X, 2015. The application of similarity theory for heat transfer investigation in rotational internal cooling channel. *International Journal of Heat and Mass Transfer* 85: 98-109.
- Yudayev BN, 1973. Teploperedaca. Vissaya Škola Press, Moskova, s. 38-52.



TOPRAK BİLİMİ VE BITKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



Ordu ili merkez ilçe topraklarında erozyon riskinin geoistatistiksel tekniklerle değerlendirilmesi

Tayfun Aşkın *, Ferhat Türkmen, Ceyhan Tarakçioğlu

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

Özet

Bu çalışma; Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Ordu ili Altınordu ilçesinin (eski isimlendirmede Merkez İlçe) işlenmeyen topraklarındaki erozyon riskinin, erozyon oranı ve toprak aşım faktörü (USLE'de yer alan K faktörü) yardımıyla geoistatistiksel tekniklerle değerlendirilmesi amacıyla ele alınmıştır. Yaklaşık 41000 ha'lık araştırma alanı 2500 x 2500 m düzenli aralıklarla izgaralara bölünmüş ve izgaraların köşe noktalarından 67 adet yüzey toprağı (0-20 cm) alınmıştır. Çalışma alanında en az değişkenlik gösteren toprak özelliği tarla kapasitesi değerleri iken en fazla değişkenlik gösteren ise doygun su geçirgenliği değerleridir. Erozyon oranı ve K aşım parametreleri için nugget etkisi ve etki aralığı değerleri yaklaşık olarak benzer bulunmuştur. En büyük etki mesafesi değeri 2684,7 m ile K faktörü için saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Toprak aşınabilirliği, erozyon oranı, K faktörü, geoistatistik.

Assessment of erosion risk in soils of Ordu central district by geostatistical techniques

Abstract

In present study, geostatistical techniques were applied to assess the spatial variability of erosion risk of non-tilled soil layer determined by erosion ratio (EO) and soil erodibility factor (K factor in USLE) in Altınordu district of Ordu province located on Eastern Black Sea Region of Turkey. The study area about 41000 ha was divided into grids with 2500 x 2500 m spacing, and 67 surface soil samples (0-0.2 m depth) were taken from the corner points of grids. While the saturated hydraulic conductivity had the highest variation, the field capacity showed the lowest variation among the soil properties used in this study. Nugget effects and range values for the parameters of EO and K factor were found as similar nearly. The highest range value for spatial influence was determined as 2684,7 m for K factor.

Keywords: Soil erodibility, erosion ratio, K factor, geostatistics.

© 2016 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Erozyon, temelde iklimin erozyon oluşturma gücünün ve toprağın erozyona uğrama eğiliminin ortak bir sonucudur. Yağış erozyon oluşturmaktır, toprak erozyona uğramakta ve topografiya, toprak örtüsü ve insanlar da bunun yönünü ve derecesini etkilemektedir. Toprakların erozyona duyarlılığı, onların oluşumları sırasında kazandığı statik ve dinamik toprak özelliklerine bağlıdır ([Sönmez, 1994](#)). Toprağın erozyona karşı duyarlılığı, onun erozyona uğrama eğilimi ya da uygunluğu olarak tanımlanabilir. Su erozyonunda taşınan toprak miktarı yüzey akışın taşıma gücünün yanında, toprağın aşınabilirliğine de bağlıdır. Toprağın aşınabilirliği ise; parçacıkların büyüğününe, şekline, yoğunluğuna, bitki örtüsü ve diğer engelleyicilerin geciktirme etkisine bağlıdır. Aynı yağış, farklı topraklarda farklı miktarlarda aşınma ve taşınmalara neden olmaktadır. Yapılan arazi gözlemleri, benzer çevre koşullarında oluşan toprakların erozyona uğrama eğilimlerinin, birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ortaya koymaktadır ([Akalan, 1983; Özdemir, 1997; Aşkın, 2002](#)). Topraklar jeoloji, fizyografya ve diğer etmenlerden dolayı karmaşık bir yapıya sahip olup, farklılıklar göstermektedir. Toprakların bu farklı davranışları, bir alan içerisinde uzaklığa bağlı olarak bir

* Sorumlu yazar:

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

Tel.: 0(452) 226 52 00

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: tayfuna@odu.edu.tr

devamlılık göstermekte olup, bu farklılıkların hepsinin aynı anda ölçülmesi mümkün değildir. Bu bağlamda, anılan farklılıkların uygun toprak örneklemesiyle ve tahminler yoluyla belirlenmesi bir zorunluluktur ([Ortaş ve Berkman, 1997](#)). Jeoistatistiksel metodlar kullanılarak herhangi bir toprak özelliğinin uzaysal değişim deseninin belirlenmesi, incelenen toprak özelliğinin çalışma sahasının herhangi bir noktasındaki değerini, en az hata ile tahmin etmeye imkân sağlar. Ayrıca, toprak özelliklerinin Kriging analizi sonucu elde edilen değişim haritaları, inceleme alanı için bitki-toprak yönetimi ile ilgili en uygun kararların alınması ve uygulanmasına olanak verir ([Öztaş, 1996; Aşkın, 2002; Gölser ve ark., 2016](#)). Toprakların strüktürel dayanıklılığını ve erozyona karşı duyarlığını ortaya koyabilmek amacıyla geliştirilen indeksler; toprakların tekstür, strüktür ve organik madde gibi temel özelliklerine bağlı olarak farklılık göstermektedir ([Leo, 1963; Bryan, 1968; Özdemir, 1997; Aşkın 2002; Aşkın ve ark., 2012; Gölser ve ark., 2015; Mazlum ve ark., 2016](#)). Bu çalışmada; sonuca kısa sürede ulaşılması nedeniyle, toprakların strüktürel dayanıklılık ve erozyona duyarlılık ölçütleri olarak, erozyon oranı (EO) ve "Üniversal Toprak Kayıp Denklemindeki" toprak aşınım faktörü (K) seçilmiştir. Bu çalışmanın amacı; Ordu ili Altınordu ilçesi (önceki idari yapıda Merkez İlçe) topraklarında, erozyon oranı (EO) ve toprak aşınım faktörünün (K) uzaysal değişimini bazı jeoistatistiksel teknikleri kullanarak belirlemek, çalışma alanı için gerekli örnekleme mesafesini saptamak ve erozyona duyarlılığı ortaya koyan bu parametreleri haritalamaktır.

Materyal ve Yöntem

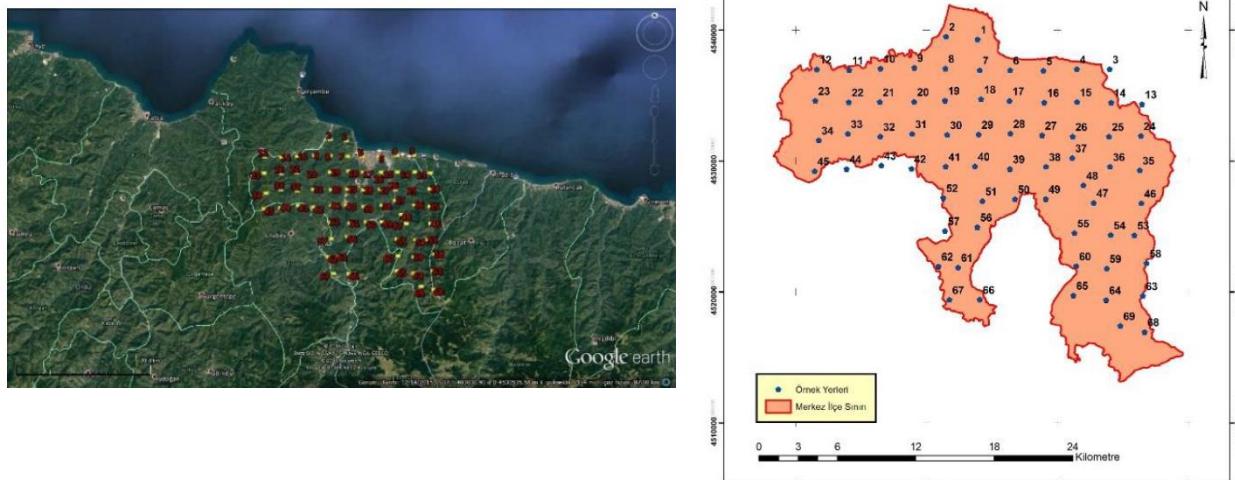
Araştırma alanının yeri, iklimi ve toprakları

Araştırma alanı, Ordu ili Altınordu ilçesinin yaklaşık 41000 ha'lık (il yüzölçümünün neredeyse %15'i) yüzölçümüyle tamamını kapsamaktadır ve daha ziyade fındık yetiştirciliği yapılan alanlardan ibarettir. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Ordu ili, konumundan dolayı Karadeniz'in etkisinde olup, iklim tipi bakımdan Akdeniz ile Okyanus iklimleri arasında bulunmaktadır. Sıcaklık mevsimler arasında büyük farklılıklar göstermemektedir. Yıl içerisinde görülen yağışların büyük bir bölümü yağmur şeklinde olup, yıllık ortalama yağış miktarı 1042,1 mm ve ortalama sıcaklık 14,3 °C'dir ([Anonim, 2014](#)).

Araştırma alanı toprakları, Toprak Taksonomisine göre, Entisol, Inceptisol, Mollisol, Alfisol ve Vertisol olmak üzere 5 farklı Ordo içeresindedir. Daha önceki bir çalışmada; mineralojik, petrografik ve jeokimyasal analiz sonuçları, ana kayaların toprakların bileşimi ve karakter kazanmasında etkili olduğu, ayrışma indekslerine göre toprakların büyük çoğunluğunu temsil ettiğini göstermiştir. Ordu ilinde, topoğrafyanın toprak içi drenajı yönlendirmesiyle, en etkili toprak oluşturan faktörlerden birisi olduğu bildirilmiştir ([Türkmen, 2011](#)).

Toprak örneklerinin alınması ve analize hazırlanması

Çalışma alanının büyülüüğü, yaklaşık 40137,75 hektardır. Arazi 2500 m aralıklarla düzenli bir şekilde (2500 x 2500 m) gridlere (izgaralara) bölünmüş ve izgaraların köşe noktalarından 67 adet yüzey (0-20 cm) toprak örneği alınmıştır. Çalışma alanının, örnekleme noktalarını da kapsayan haritası [Şekil 1](#)'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanının, örnekleme noktalarını da kapsayan haritası

Laboratuvar analiz yöntemleri

Toprakların tane büyülüklük dağılımı, "Bouyoucos Hidrometre Yöntemi" ile belirlenmiştir (Gee ve Bauder, 1986). Toprakların organik madde kapsamları saptanırken, "Walkley-Black" yaşı yakma yöntemi izlenmiş, toprağın organik karbon içeriği titrimetrik olarak belirlenmiş ve organik karbon değerlerinin 1,724 değeri ile çarpılması suretiyle organik madde miktarı % olarak ifade edilmiştir (Kacar, 1994). Doygun hidrolik iletkenlik değerleri sabit seviyeli permeametre yöntemine göre, tarla kapasitesi nem değerleri de basınçlı tabla yöntemine göre elde edilmiştir (Demiralay, 1993)

Erozyon oranı (EO) değerleri, hidrometre okumalarıyla birlikte tarla kapasitesi nem değerlerinden yararlanılarak ve aşağıdaki eşitlik kullanılarak belirlenmiştir (Akalan, 1967):

$$EO = \frac{\text{Süspansiyonda ölçülen toplam (silt + kil), \%}}{\text{Mekanik analizde ölçülen toplam (silt + kil), \%}} \times \frac{33 \text{ kPa nemi, \%}}{\text{Kil, \%}} \times 100 \quad (1)$$

Toprak Aşınım Faktörü (Universal Toprak Kayıp Denklemi'ndeki K parametresi), örneklerin mekanik analiz ve organik madde verilerinin yanı sıra strütür sınıfı ve tipi ile su geçirgenliği değerlerine ait kodlar kullanılarak ve aşağıdaki denklemden istifade edilerek hesapla elde edilmiştir (Wischmeier ve Smith, 1978):

$$K = 27,66 \times 10^{-8} \cdot (M)^{1.14} \cdot (12 - a) + 0,0043 \cdot (b - 2) + 0,0033 \cdot (c - 3) \quad (2)$$

Bu denklemde, K: toprak aşınım faktörü; M: zerre irilik parametresi; a: organik madde içeriği (%); b: strütür tipi ve sınıfı kodu; c: su geçirgenliği sınıfı kodudur. Bu eşitlikte yer alan zerre irilik parametresi ise, aşağıdaki eşitlik yardımıyla saptanmıştır;

$$M = (\text{Çok ince kum + silt}) \times (100 - \text{kil}) \quad (3)$$

Burada çok ince kum, silt ve kil fraksiyonları için birim olarak % alınmaktadır.

İstatistiksel yöntemler

Tanımlayıcı istatistikler SPSS 15.0 paket programı yardımıyla hesaplanmıştır. Aşınım parametrelerine ait semivaryansların hesaplanması ve Kriging analizinde, GS+10.0 bilgisayar programı kullanılmıştır (GS+, 2014). Aşınım parametrelerinin krige edilmiş değerlerinin haritalanmasında ise, ArcGIS bilgisayar programından istifade edilmiştir. Her bir uzaklık sınıfları için semivaryans değerleri $\gamma(h)$ eşitlik 4'e göre hesaplanmıştır:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (4)$$

Burada, N(h): her bir uzaklık sınıfı için kullanılan örnek çifti sayısı, Z(X_i) ve Z(X_i + h) : birbirlerinden h mesafesi ile ayrılan örnek noktalarından elde edilen değerler.

Semivaryogram, her bir uzaklık için hesaplanan semivaryans değerlerinin uzaklığın bir fonksiyonu olarak grafik ile gösterilmesinden elde edilir. Deneyel varyogram (C₀), sill (C₀ + C) ve etki mesafesi (range) (A) parametreleri ile tanımlanır (Cambardella ve ark., 1994).

GS+ paket programı bir kaç modeli bünyesinde barındırmakla birlikte bu çalışmada isotropic spherical (küresel) (5) ve Gaussian (üssel) model (6) en uygun modeller olarak seçilmiştir:

$$\gamma(h) = C_0 + C \left[1,5 \left(\frac{h}{A} \right) - 0,5 \left(\frac{h}{A} \right)^3 \right] \quad (5)$$

$$\gamma(h) = C_0 + C \left[1 - \exp \left(\frac{-h^2}{A^2} \right) \right] \quad (6)$$

Burada; C₀: nugget varyans; C: yapısal varyans; (C₀+C): sill (tepe) varyansı; A: uzaysal bağımlılık için etki mesafesidir.

Bulgular ve Tartışma

Araştırma konusu toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleriyle çalışma kapsamında seçilen aşının ölçütlerine ilişkin bazı tanımlayıcı istatistikler, Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleriyle aşınıma duyarlılığına ilişkin parametrelere ait tanımlayıcı istatistikler (n=67)

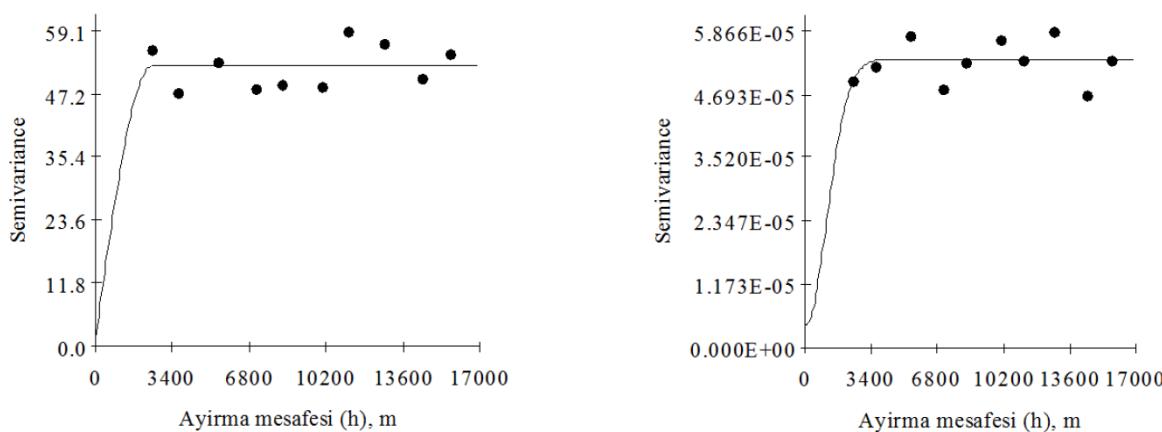
Toprak özellikleri	Tanımlayıcı istatistikler						
	En küçük	En büyük	Ort.	Sd	VK	Skw.	Kur.
C, %	11,90	69,30	34,86	12,86	36,9	0,72	0,32
Si, %	15,70	43,80	25,99	5,76	22,2	0,79	0,46
S, %	10,70	68,30	39,15	13,24	33,8	-0,06	-0,43
VfS, %	6,20	22,20	13,05	2,87	22,0	0,44	1,44
Ks, cm saat ⁻¹	1,20	59,60	13,81	12,28	88,9	1,37	1,75
OM, %	0,43	6,50	2,75	1,48	53,8	0,91	0,21
TK, %w	15,30	36,0	24,88	4,65	18,7	0,30	-0,12
K, t ha ha ⁻¹ MJ ⁻¹ h mm ⁻¹	0,002	0,043	0,021	0,007	35,4	0,56	0,94
EO, %	3,12	36,10	12,44	7,15	57,4	1,22	1,36

C: kıl; Si: silt; S: kum; VfS: çok ince kum; Ks: doygun hidrolik iletkenlik; OM: organik madde; TK: tarla kapasitesi; K: toprak aşınım faktörü; EO: erozyon oranı; Ort.: ortalama; Sd: standart sapma; VK: varyasyon katsayıları; Skw.: çarpıklık; Kur.: basıklık.

Çizelge 1'in incelenmesinden de görüleceği üzere; toprak örneklerinin organik madde içerikleri, %0,43 ile %6,50 arasında değişmiş, topraklar organik madde bakımından "az" ile "yüksek" sınıfları arasında yer almıştır. Toprakların strüktürü "orta" ya da "kaba granüler" olarak değerlendirilmiştir ([Soil Survey Manual, 1993](#)). Toprakların EO değerleri %3,12 ile %36,10 arasında elde edilmiştir. Universal Toprak Kayıp Denklemi (USLE)'nin bir parametresi olan ve toprakların erozyona duyarlılığının önemli bir göstergesi olan K değerleri ise; 0,002 ile 0,043 t ha ha⁻¹ MJ⁻¹ h mm⁻¹ arasında belirlenmiştir (Çizelge 1).

Toprak özelliklerinin çalışma alanındaki değişimlerinin değerlendirilmesinde, her bir özelliğe ait varyasyon katsayıları değerlerinden yararlanılmıştır. [Wilding ve Dress \(1983\)](#), toprak özelliklerindeki değişimlere ait varyasyon katsayılarının; $VK < 15\%$, $15\% \leq VK \leq 35\%$ ve $VK > 35\%$ olmak üzere üç grup içerisinde değerlendirilebileceğini bildirmiştir. Varyasyon katsayısının artmasıyla, değişkenliğin arttığı bilinmektedir. Bu değerlendirmeye göre; araştırma topraklarına ait doygun hidrolik iletkenlik değerlerinin çalışma sahası içerisinde en fazla değişkenlik gösteren ($VK = 88,9$) ve TK değerlerinin ise en az değişim gösteren ($VK = 18,7$) toprak özellikleri olduğu söylenebilir. Çalışma alanında EO ve K ise "yüksek" düzeyde bir değişkenlik göstermişlerdir.

EO ve K değerleri için en uygun semivaryogram modelleri, incelenen izotropik modeller arasından en küçük kareler ortalaması (RSS) ve en yüksek r^2 değeri veren model prensibine göre kullanılan GS⁺ bilgisayar programı tarafından saptanmıştır. EO ve K değişimi için seçilen en uygun semivaryogram modelleri Şekil 2'de gösterilmiştir ve varyogram modellerine ait parametreler ise Çizelge 2'de verilmiştir.



Şekil 2. İzotropik varyogramlar; a) Erozyon oranı (EO) ve b) Toprak aşınım faktörü (K)

Çizelge 2. Erozyon oranı (EO) ve toprak aşınım faktörü (K) değişimi için seçilen en uygun semivaryogram model ve model parametreleri.

	Nugget, Co	Sill, Co+C	A, m	C/Co+C	r ²	Model
EO	1,60	52,26	2470,0	0,97	0,13	Spherical
K	0,0000041	0,000053	2684,7	0,93	0,29	Gaussian

EO için elde edilen spherical (küresel) varyogram modelinde etki mesafesi 2470,0 m ve K için ise Gaussian (üssel) varyogram modelinde ise 2684,7 m olarak elde edilmiştir. Elde edilen varyogram modelleri ancak etki mesafeleri içerisinde kalmak koşuluyla geçerlidir ([Webster ve Oliver, 1992](#)). Bu durumda EO için örneklemme mesafesi olarak 2470,0 m ve K için 2684,7 m olarak alınabilir.

EO için spherical izotropik model ve K için Gaussian izotropik modelleri esas alınarak, çalışma alanında 3x3 m mesafelerde oluşturulan 8881 hücrede EO ve K değerlerini tahmin etmek için Blok Kriging analizi uygulanmıştır. EO ve K için ölçüm ve tahmin değerlerine ait bazı tanımlayıcı istatistikler Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Erozyon oranı (EO) ve toprak aşınım faktörü (K) için ölçülen ve tahmin edilen değerlere ait bazı tanımlayıcı istatistikler.

Tanımlayıcı istatistik	EO, %		K, t ha ha ⁻¹ MJ ⁻¹ h mm ⁻¹	
	Ölçülen	Tahmin edilen	Ölçülen	Tahmin edilen
Örnek sayısı (n)	67	8881	67	8881
En küçük	3,12	3,80	0,002	0,004
En büyük	36,10	33,40	0,043	0,039
Ortalama	12,44	12,86	0,021	0,020
Standart sapma	7,15	3,08	0,0073	0,0020
Tahmin hataları				
ME		-0,201		-0,0001
RMSs		0,982		0,972

ME, ortalama hata; RMSs, standardize edilmiş hata kareler ortalamasının karekökü

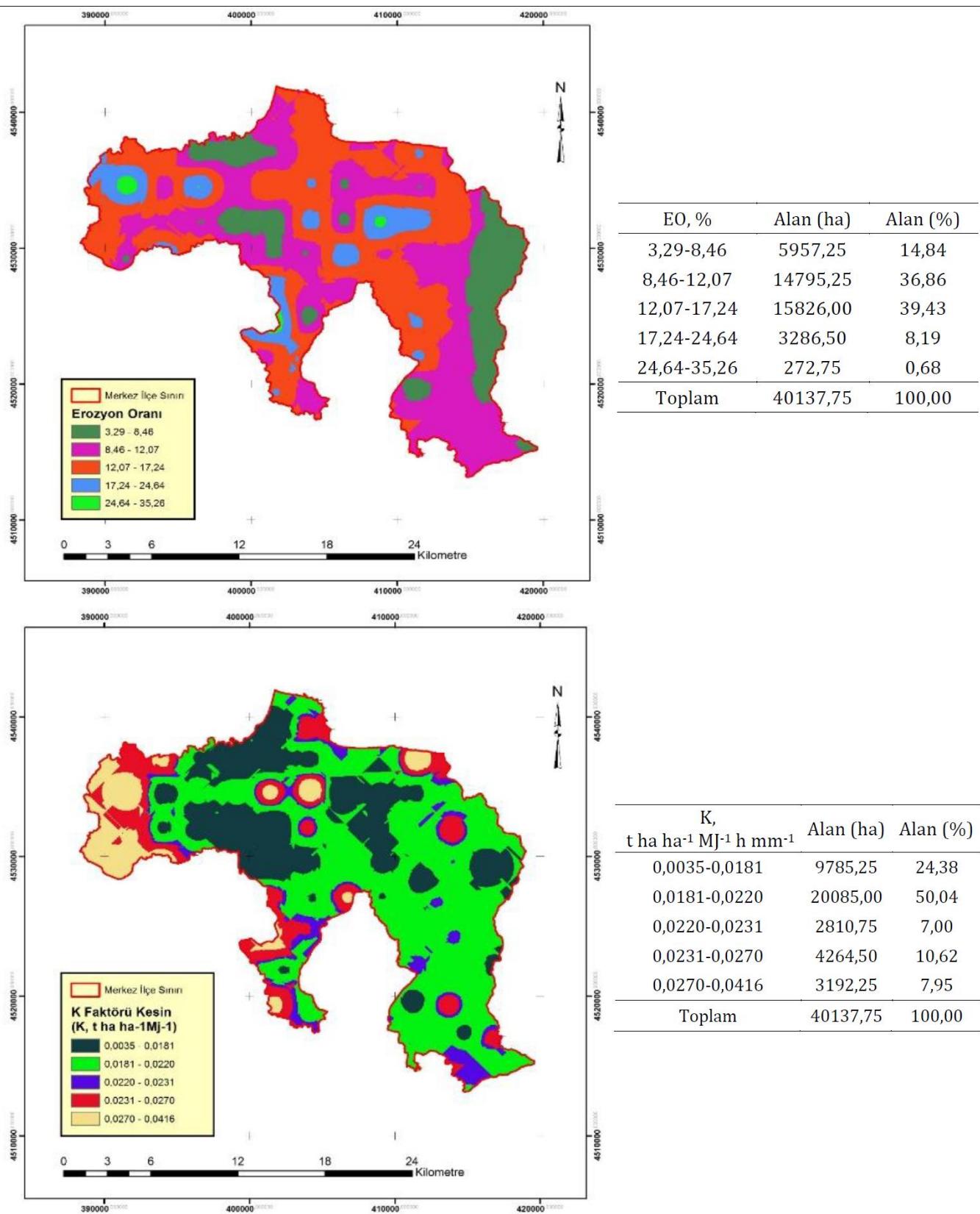
Hem EO için hem de K için analizle bulunan değerlerle, kriging analiziyle tahmin edilen değerler birbirlerine oldukça benzemektedir. Ayrıca tahmin edilen değerlere ait standart sapma değerinin de daha küçük elde edilmesi, EO ve K ölçütünün çalışma alanındaki değişimini ifade etmek üzere seçilen varyogram modellerinin uygun olduğunu göstermektedir ([Trangmar ve ark., 1985; Öztaş, 1996](#)). Yine her iki ölçüt için ME değerlerinin sıfır ve RMSs değerlerinin de bire yakın elde edilmesi (Çizelge 3), kriging ile yapılan tahminlerin güvenilirliğini artırmıştır ([Webster ve Oliver, 2001](#)).

Blok Kriging ile elde edilen EO ve K değerleri, bu aşınabilirlik ölçütlerinin çalışma alanındaki uzaysal değişimlerini göstermek amacıyla haritaya aktarılmıştır (Şekil 3).

Şekil 3'den de görüleceği üzere; çalışma arazisindeki topraklardan en düşük EO değerlerine sahip olanları ilçe topraklarının %14,84'ü kadardır. [Lal \(1988\)](#), EO değerleri %10'dan büyük toprakları "aşınabilir" küçük olanları ise "daha az aşınabilir" olarak nitelendirmiştir. Bu sınıflandırma dikkate alındığında; ilçe topraklarının yaklaşık %85'inde aşınabilir nitelikteki topraklar yer almaktadır. Yine çalışma arazisindeki topraklardan en düşük K değerlerine sahip olanları ilçe topraklarının %24,38'i kadardır. Toprak aşınım faktörü (K) değerleri, 0,020 t ha ha⁻¹ MJ⁻¹ h mm⁻¹ ve daha düşük topraklardaki aşınabilirlik ihmali edilebilir seviyedendir ([Wischmeier and Smith, 1978](#)). Bu değerlendirmeye göre; ilçe topraklarının %74,38'inde aşınabilirlik düşük seviyede olarak saptanmıştır.

Sonuç

Çalışma alanı toprakları seçilen aşınabilirlik indekslerine göre erozyona karşı nispeten dayanıklı durumdadır. Toprak aşınım faktörüne ait ortalama değer dikkate alındığında; ilçe toprakları "düşük derecede aşınabilir" olarak nitelendirilebilir. Araştırmada kullanılan ölçütlerle ilişkin değişim haritaları, birbirleriyle paralellik göstermektedir. Bu durum, erozyona duyarlılığı ortaya koymak üzere geliştirilen ve çalışmada kullanılan ölçütlerin birbirlerini desteklediklerini göstermektedir. Jeoistatistiksel teknikler özellikle de Kriging analizi kullanılarak toprakların strüktürel dayanıklılıkları ve erozyona karşı duyarlılıklarını hassas ve açık bir şekilde ortaya konulabilir.



Şekil 3. Çalışma alanında EO ve K değişimi.

Bu çalışma; araştırma konusu alan veya benzer nitelikteki alanlarda, seçilebilecek örneklem stratejilerinin tespit edilmesinde baz olarak alınabilir. Büylesi bir çalışmaya, toprakların değişik amaçlı kullanımlarına karar verme olanakları artırılmış olmaktadır. Ülkemizin önemli fındık yetiştirciliği yapılan alanlarının yer aldığı Ordu ilinde, fındık örtüsü kesinlikle bozulmamalı ve toprak koruma önlemleri alınmadan toprak işlemeli tarım yapılmamalıdır. Maliyet unsurlarının giderek arttığı Ülkemizde, kısa sürelerde sonuca ulaşılabilen nitelikteki araştırmalar tercih edilir bir hale gelmiştir. Bu bağlamda jeoistatistiksel metodlar

yardımıyla, örnekleme yapılmayan nokta veya alanlarda daha doğru bir şekilde tahmin yapabilme avantajı, maliyeti azaltması açısından ayrıca dikkate alınmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışmanın tamamını, AR-1221 numaralı araştırma projesi ile destekleyen Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Akalan İ, 1967. Toprak fiziksel özelliklerini ve erozyon. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı, 3-4, 490-503.
- Anonim, 2014. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ORDU>
- Aşkin T, 1997. Ordu İli Topraklarının Strüktürel Dayanıklılığının ve Aşınma Duyarlılığının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Aşkin T, 2002. Toprak Aşınabilirliğinin Topografik Pozisyonla İlişkili Olarak Jeostatistiksel Tekniklerle Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Aşkin T, Kızılkaya R, Yılmaz R, Olekhov V, Mudrykh N, Samofalova I, 2012. Soil exchangeable cations: A geostatistical study from Russia. *Eurasian Journal of Soil Science* 1(1): 34 - 39.
- Bryan RB, 1968. The development, use and efficiency of indices of soil erodibility. *Geoderma*, 2, 5-25.
- Demiralay İ, 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:143, Erzurum.
- Gee GW, Bauder JW, 1979. Particle size analysis by hydrometer: a simplified method for routine textural analysis and a sensitivity test of measured parameters. *Soil Science Society of American Journal* 43, 1004-1007.
- Kacar B, 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III. Toprak Analizleri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı yayınları No.3, 89-98.
- Gülser C, Candemir F, Kanel Y, Demirkaya S, 2015. Effect of manure on organic carbon content and fractal dimensions of aggregates. *Eurasian Journal of Soil Science* 4(1): 1 - 5.
- Gülser C, Ekberli İ, Candemir F, Demir Z, 2016. Spatial variability of soil physical properties in a cultivated field. *Eurasian Journal of Soil Science* 5(3): 192 - 200.
- Lal R, 1988. Soil erosion research methods. *Soil and Water Conservation Society*, p.141-149.
- Leo WM, 1963. A rapid method for estimating structural stability of soils. *Soil Science*, 96, 342-346.
- Mazlom U, Emami H, Haghnia GH, 2016. Prediction the soil erodibility and sediments load using soil attributes. *Eurasian Journal of Soil Science* 5(3): 201 - 208.
- Ortaş İ, Berkman A, 1997. Bir jeostatistiksel teknin topraz hacim ağırlığı ve nem içeriği araştırmalarında kullanım olanaklarının irdelenmesi. *Tr. J. Of Agriculture and Forestry* 21, 523-529.
- Özdemir N, 1987. İğdır ovası yüzey topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile strüktürel dayanıklılık ve erozyona duyarlılık ölçütleri arasındaki ilişkiler. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum
- Öztaş T, 1996. Eğimli bir arazide erozyonla kaybolan toprak derinliğindeki değişimin Kriging analizi ile belirlenmesi. Tarım-Çevre İlişkileri Sempozyumu "Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Kullanımı", s:327-335, 13-15 Mayıs, Mersin.
- Sönmez K, 1994. Toprak Koruma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları, No:169, 1-192.
- Soil Survey Staff, 1993. Soil Survey Manual. USDA Handbook No:18, Washington, USA.
- Trangmar, B.B., Yost, R.S., Uehara, G., 1985. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. *Adv. Agron.* 38, 45-93.
- Türkmen F, 2011. Ordu İli Topraklarının Jeokimyasal Özellikleri, Genesi ve Sınıflandırması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ankara.
- Webster R, Oliver MA, 1992. Sample adequately to estimate variograms of soil properties. *Journal of Soil Science*, 43:177-192.
- Webster R, Oliver M, 2001. Geostatistics for Environmental Scientists. John Wiley&Sons, Ltd., Chichester, 271 pp.
- Wilding LP, Dress LR, 1983. Spatial variability and pedology. In L.P Wilding, N.E. Smeck and G.F. Hall (eds.) Pedogenesis and soil taxonomy. I. Concepts and interactions, p:83-116, Elsevier Science Publishing, New York.
- Wischmeier WH, Smith DD, 1978. Predicting rainfall erosion losses a guide to conservation planning. U.S.D.A. Agriculture Handbook No:557.



TOPRAK BİLİMİ VE BITKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



Kombu çayı (Kombucha) ve kombu çayı üretim artığı karışık mikroorganizma kültürünün buğday bitkisinin verimi ile toprakların dehidrogenaz ve katalaz aktivitesi üzerine etkisi

Murat Durmuş *, Rıdvan Kızılıkaya

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

Özet

Bu çalışmada, kumlu tın (% 63.03 kum, % 21.14 silt, % 15.83 kil, 5.80 pH, % 1.84 organik madde) ve tın (% 42.15 kum, % 42.35 silt, % 15.00 kil, 8.01 pH, % 1.14 organik madde) bünyeli iki farklı toprağa artan seviyelerde ilave edilen kombu çayı ile kombu çayı üretim artığı liyofilize karışık mikroorganizma kültürünün buğday bitkisinin verimi ile toprakların dehidrogenaz ve katalaz aktivitesinde meydana getirdiği değişimin sera koşullarında belirlenmesi amaçlanmıştır. Deneme, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü araştırma serrasında tamamen kontrollü koşullarda ve 25°C'de, tesadüf parsersi deneme desenine göre kurulmuş ve yürütülmüştür. Bu amaçla, her bir saksiya fırın kuru ağırlık üzerinden 3.5 kg toprak konulmuş, topraklara Kombu çayının 0, 10, 20, 30 ml/saksi düzeyindeki dozları ile liyofilize atık Kombu çayı kültürünün ise 0.25, 0.50 ve 0.75 gr/saksi dozları uygulanmıştır. Daha sonra saksılara pandas buğday çeşidi tohumları ekilmiş, saksılardaki toprakların nem içeriği her gün tartılarak tarla kapasitesi seviyesinde tutulmuş ve toplam 138 gün sonunda hasat gerçekleştirilmiştir. Hasattan hemen sonra her bir saksıdan alınan bitki örneklerinde dane ve sap verimi, toprak örneklerinde ise dehidrogenaz ve katalaz aktiviteleri belirlenmiştir. Sera denemesi sonunda, topraktan artan seviyelerde uygulanan *Kombu çayı*'nın hem kumlu tın hem de tın bünyeli toprakta artan dozlara bağlı olarak buğday verimini artırdığı, topraktan liyofilize edilerek uygulanan atık mikroorganizma kültürünün de buğday bitkisinin tane ve sap verimini artırdığı, artışın ise dozlar arasında çok önemli farklar içermediği, artışların kumlu tın bünyeli toprakta daha belirgin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, topraklara uygulanan mamül Kombu çayı ve atık liyofilize Kombu çayı kültürünün toprak tekstürüne bağlı olarak değişimle beraber toprakların dehidrogenaz ve katalaz aktivitelerinde artışlar meydana getirdiği belirlenmiştir. Kumlu tın bünyeli toprağa yapılan uygulamalarda tın bünyeli toprağa göre toprakların dehidrogenaz ve katalaz aktivitelerinde meydana gelen değişimlerin daha belirgin olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Toprak, kombu çayı, enzim aktivitesi, katalaz, dehidrogenaz, buğday.

Effect of Kombu tea (Kombucha) and mix microorganisms culture of Kombu tea production waste on wheat plant yield, dehydrogenase and catalase enzyme activity of soils

Abstract

The aim of this study was to investigate effects of the kombucha and lyophilized waste of kombucha culture on wheat plant yield, dehydrogenase and catalase enzyme activity of soils. This study was carried out under controlled conditions (25°C) with randomized plot design on sandy loam (63.03% sand, 21.14% silt, 15.83% clay, 5.80 pH, 1.84% organic matter) and loam (42.15% sand, 42.35% silt, 15.00% clay, 8.01 pH, 1.14% organic matter) soil in the greenhouse of Soil Science and Plant Nutrition Department in Agricultural Faculty of Ondokuz Mayis University. For this purpose, pots were filled by the weight of 3.5 kg soil, and the amount of 0, 10, 20, 30 ml/pot of kombucha and 0.25, 0.50, and 0.75 ml/pot of lyophilized waste of kombucha culture. Then, pandas type of wheat seeds were planted to the pots, the moisture content of the soils was weighed every day and kept at field capacity. After 138 days, plants were harvested. The effects of kombucha and lyophilized waste of kombucha culture on the wheat crop were analyzed by evaluating yield performance of wheat crop. Furthermore, the changes of dehydrogenase and catalase enzyme activity were determined in the soil samples taken from each pot. At the end of the greenhouse experiment, it was observed that increases in the amount of kombucha and lyophilized waste of kombucha culture increased wheat yield and also caused an improvement of dehydrogenase and catalase enzyme activity of soils depending on the soil texture. Moreover, it is concluded that the improvements of the soil biological characteristics was more significant for sandy loamy soil than the loamy soil.

Keywords: Soil, kombucha, enzyme activities, catalase, dehydrogenase, wheat.

© 2016 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

* Sorumlu yazar:

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

Tel.: 0(362) 312 19 19

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: murat.durmus@omu.edu.tr

Giriş

Toprak çevresi, doğal kaynaklardan besin elementlerinin sağlanmasından sorumlu mikrobiyal populasyonun canlılığı için uygun olmalıdır ([Aşkin ve ark., 2004; Kızılkaya ve Aşkin, 2007](#)). Sürdürülebilir tarım uygulamaları açısından giderek önem kazanan alternatiflerden biri de bazı mikroorganizmaların kullanılmıştır ([Malek, 1971; Kızılkaya ve ark., 2003; Çakmakçı ve ark., 2007](#)). Mikroorganizmalar mümkün olduğu kadar kimyasal gübreleme gereksinimini azaltıp, bitki besin elementleri sirkülasyonunu sağlayarak tarımda büyük önem taşır. Bu amaçla kullanılan mikroorganizmalardan olan, bitki gelişimini teşvik eden mikroorganizmalar gelişime faydalı etkileri nedeniyle tarımda mikrobiyal gübre olarak kullanılmaktadır ([İsmailçelebioğlu, 1969; Emtiazi ve ark., 2004](#)). Mikrobiyal gübreler sürdürülebilir tarım için büyük öneme sahiptir. Bitki gelişimini teşvik eden mikroorganizmalar azot fiksasyonu ve fosfat çözeltiye yeteneğine ilave olarak, bitkisel hormon ve vitamin sentezi, etilen sentezinin engellenmesi, besin alımının ve stres koşullarına dayanıklılığın artırılması ve organik maddenin mineralizasyonu yoluyla bitki gelişimini teşvik etmektedir ([Naruala ve ark., 2000; Kumar ve ark., 2001; Saravanan ve ark., 2008](#)). Dolaylı olarak antibiyotik ve fungisidal bileşiklerin senteziyle patojenlerin zararlı etkilerini azaltmak ve önleyebilmekte ayrıca diğer faydalı mikroorganizmalarla etkileşimle bitki gelişimini etkilemektedir. Bu yüzden mikrobiyal gübrelerin kullanımı sürdürülebilir tarım için büyük öneme sahiptir. Organik tarımın önemli bileşeni olan mikrobiyal gübreler, bitkiler tarafından kolayca asimile edilebilen, besinlerin yarıyılaklılığını artıran bu mikrobiyal işlemleri hızlandırma ve birçok mikroorganizmaları artırmayı amaçlayarak kompost bölgесine, toprağa veya tohumaya uygulama için kullanılan sellülotik mikroorganizmalardır. Bunlar, bitkisel ürün üzerine olumlu etkileri bulunan mikrobiyal ırkların gelişmemiş veya canlı hücrelerini içeren preparatlar olup aynı zamanda toprak verimliliğinin artırılmasında önemli bir rol oynar ve toprakta bitki gelişimini teşvik ederler.

Bu çalışmada, kumlu tırmık ve tırmık bünyeli iki farklı toprağa artan seviyelerde ilave edilen kombu çayı ile kombu çayı üretim artışı liyofilize karışık mikroorganizma kültürünün buğday bitkisinin verimi ile toprakların dehidrogenaz ve katalaz aktivitesinde meydana getirdiği değişimlerin sera koşullarında belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada kullanılan topraklardan birincisi (A toprağı) Tekirdağ'ın çorlu ilçesinden alınmış, ikincisi (B Toprağı) ise Samsun'un Bafra ilçesinden alınmıştır. Alınan toprak örnekler havada kurutulmuş ve dövülerek 2 mm'lik elekten geçirilerek deneme ve analizlerde kullanmak için hazır hale getirilmiştir. Denemede materyal olarak kombu çayı olarak bilinen, insanlar tarafından üretilen ticari mamül ve bu ürünün üretim artışı olan bazı mikroorganizmalar kullanılmıştır. Kombu çayı, piyasada satıldığı hali ile, artık ve karışık mikroorganizma kültürleri ile sıvı azot içerisinde dondurulduktan sonra 3 gün süre ile -80°C'de liyofilize edilerek hücre suyu uzaklaştırılmış ve su ile birleştiğinde aktivite gösteren kültürleri kullanılmıştır.

Kombu çayı ile kombu çayı üretim artışı liyofilize karışık mikroorganizma kültürünün buğday bitkisinin verimi ile toprakların dehidrogenaz ve katalaz aktivitesinde meydana getirdiği değişimler sera koşullarında araştırılmıştır. Deneme Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme bölümünden araştırma sırasında kontrollü koşullarda yürütülmüştür. Deneme kurulması amacıyla saksılara elenmiş topraktan kuru ağırlık esasına göre 3,5 kg toprak tartılmış ve her bir sakuya Pandas çesidi buğday tohumlarından 20'ser adet ekilmiştir. Tohum ekimini takiben, kombu çayı, iki farklı toprağa 4 farklı doz (0, 10 ml, 20 ml, 30 ml) ve 3 paralel olacak şekilde (2 toprak x 4 doz x 3 paralel = 24 saksi) uygulanmış, aynı şekilde toprak liyofilize edilmiş atık karışık mikroorganizma kültürü de iki farklı toprağa 4 farklı doz (0, 0.25 gr, 0.50 gr ve 0.75 gr) ve 3 paralelli olacak şekilde (2 toprak x 4 doz x 3 paralel = 24 saksi) uygulanmıştır. Daha sonra toprakların tarla kapasitesinin % 60'ı olacak şekilde topraklara steril saf su ilave edilip saksi ağırlıkları kaydedilmiştir. Deneme süresince saksıların ağırlıkları tariqlerek hergün kaybedilen su miktarı yine steril saf su ile tamamlanmıştır. Deneme 138 gün sürmüştür. Denemede kullanılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler Çizelge 1'de verilmiştir.

Sera denemesi sonunda hasat edilen bitkilerin verimi [Jones \(2001\)](#) tarafından bildirildiği şekilde belirlenmiş, hasat sonunda saksılardan alınan toprak örneklerinde ise dehidrogenaz enzim aktivitesi ve katalaz enzim aktivitesi belirlenmiştir. Saksılardan alınan toprak örneklerinin dehidrogenaz enzim aktivitesi [Pepper ve ark. \(1995\)](#) tarafından bildirildiği şekli ile belirlenmiştir. Bu amaçla, toprak örneği üzerine glikoz ve %3'lük TTC (2,3,5-triphenyltetrazolium chlorid) çözeltisinden ilave edilmiş ve 25°C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda oluşan TPF (triphenylformazan) methanol ile ekstrakte edilmiş ve oluşan kırmızı rengin intensitesi standart TPF serisine karşılık 485 nm de spektrofotometrede belirlenmiştir. Elde

edilen sonuçlar $\mu\text{g TPF g}^{-1}$ kuru toprak cinsinden ifade edilmiştir. Toprak örneklerinin katalaz aktivitesi Beck (1971) tarafından bildirildiği şekilde volumetrik olarak belirlenmiştir. Bu amaçla, 5 gr toprak örneği üzerine 10 ml fosfat tampon (pH 7) ve 5 ml %3'lük 10 substrat (H_2O_2) çözeltisi ilave edilmiştir. 3 dakika sonunda laboratuvar sıcaklığında (20°C) açığa çıkan O_2 miktarı volumetrik olarak belirlenmiştir. Her analiz 3 paralelli yapılmış ve elde edilen bulgular $\text{ml O}_2 \text{ g}^{-1}$ kuru toprak olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 1. Denemede kullanılan toprak örneklerinin bazı özelliklerinin belirlenmesinde uygulanan analizler (Rowell, 1996)

Analiz	Yöntem
Tekstür (% kum, silt, kil)	Hidrometre yöntemi ile
Toprak reaksiyonu (pH)	1:1 (w/v) toprak:saf su karışımında
Elektriksel İletkenlik (EC)	1:1 (w/v) toprak:saf su karışımında
Kireç kapsamı (CaCO_3)	Scheibler kalsimetresi ile
Organik madde	Walkey-Black yöntemi ile
Toplam Azot	Kjeldahl yöntemi ile
Alınabilir Fosfor	0.5 N NaHCO_3 ekstraksiyonu ile
Değişebilir Potasyum	1 N NH_4OAc ekstraksiyonu ile

Bulgular ve Tartışma

Sera denemesinde kullanılan toprakların genel özellikleri Çizelge 2' de verilmiştir. Denemelerde kullanılan *Kombu çayı*'nın mineral içerikleri Acmelabs (Acme Analytical Laboratories (Vancouver) Ltd. 1020 Cordova St. East Vancouver BC V6A 4A3 Canada) tarafından ICP-MS'de belirlenmiş ve elde edilen analiz sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 2. Sera denemesinde kullanılan toprakların özellikleri

Toprak Özellikleri		A toprağı	B toprağı
Tekstür	Kum, %	63.03	42.15
Tekstür	Silt, %	21.14	42.35
	Kil, %	15.83	15.00
	Sınıf	Kumlu tıń	Tıń
Toprak Reaksiyonu (pH)		5.80	8.01
Elektriksel iletkenlik (EC), dS/m		0.13	0.10
Kireç kapsamı (CaCO_3), %		<%1	7.5
Organik madde, %		1.84	1.10
Toplam Azot, %		0.11	0.10
Alınabilir P, mg kg^{-1}		17.00	3.22
Değişebilir K, cmol. kg^{-1}		0.30	0.20

Çizelge 3. Denemede kullanılan *Kombu çayı*'nın mineral madde içeriği

Ag	< 0.5 ppb	Er	< 0.1 ppb	Nb	< 0.1 ppb	Sn	2.4 ppb
Al	5041 ppb	Eu	< 0.1 ppb	Nd	< 0.1 ppb	Sr	282.1 ppb
As	< 5 ppb	Fe	192 ppb	Ni	55 ppb	Ta	< 0.2 ppb
Au	< 0.5 ppb	Ga	< 0.5 ppb	P	3470 ppm	Tb	< 0.1 ppb
B	1421 ppb	Gd	< 0.1 ppb	Pb	4 ppb	Te	< 0.5 ppb
Ba	70.8 ppb	Ge	< 0.5 ppb	Pd	< 2 ppb	Th	< 0.5 ppb
Be	< 0.5 ppb	Hf	0.2 ppb	Pr	< 0.1 ppb	Ti	< 100 ppb
Bi	< 0.5 ppb	Hg	< 1 ppb	Pt	< 0.1 ppb	Tl	0.3 ppb
Br	68 ppb	Ho	< 0.1 ppb	Rb	352.9 ppb	Tm	< 0.1 ppb
Ca	46.6 ppb	In	< 0.1 ppb	Re	< 0.1 ppb	U	< 0.2 ppb
Cd	< 0.5 ppb	K	128 ppm	Rh	< 0.1 ppb	V	2 ppb
Ce	0.3 ppb	La	0.1 ppb	Ru	< 0.5 ppb	W	< 0.2 ppb
Cl	11 ppm	Li	9 ppb	S	12 ppm	Y	0.2 ppb
Co	0.9 ppb	Lu	0.1 ppb	Sb	0.6 ppb	Yb	< 0.1 ppb
Cr	275 ppb	Mg	18.7 ppm	Sc	18 ppb	Zn	11 ppb
Cs	1.0 ppb	Mn	4828 ppb	Se	< 5 ppb	Zr	15.2 ppb
Cu	29 ppb	Mo	2 ppb	Si	19584 ppb		
Dy	< 0.1 ppb	Na	17.6 ppm	Sm	< 0.2 ppb		

Kombu çayı uygulamasının buğday bitkisinin verimi üzerine etkileri belirlenmesi amacıyla yürütülen sera denemesi sonunda elde edilen bulgular Çizelge 4'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, topraktan artan seviyelerde uygulanan Kombu çayı'nın hem kumlu tınlı hem de tınlı bünyeli toprakta artan dozlara bağlı olarak buğday verimini artırdığı saptanmıştır.

Çizelge 4. Topraktan Kombu çayı uygulanmasının buğday bitkisinin verimi üzerine etkisi

Dozlar (ml/saksı)	Kumlu Tınlı Bünyeli Toprak (A Toprağı)				Tınlı Bünyeli Toprak (B Toprağı)			
	Kontrol	10	20	30	Kontrol	10	20	30
Sap verimi (gr/saksı)	14,08	15,10	16,52	1,76	15,08	16,73	18,71	20,11
Tane verimi (gr/saksı)	3,12	3,35	3,68	3,83	3,18	3,75	4,18	4,43
Sap verimi (kg/da)	1006,00	1078,83	1180,20	1260,04	1036,10	1195,16	1336,38	1436,58
Tane verimi (kg/da)	223,56	239,47	262,99	273,67	233,56	267,67	298,30	316,20

Liyofilize edilen atık karışık mikroorganizma kültürlerinin topraktan uygulanması sonucu buğday bitkisinin (*Triticum aestivum*) verim unsurları üzerindeki etkisi ise Çizelge 5'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, topraktan liyofilize edilerek uygulanan atık mikroorganizma kültürünün buğday bitkisinin tane ve sap verimini artırdığı, artışın ise dozlar arasında çok önemli farklar içermemiği, artışların kumlu tınlı bünyeli toprakta daha belirgin olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5. Liyofilize edilen atık mikroorganizma kültürünün topraktan uygulanmasının buğday bitkisinin verimi üzerine etkisi

Dozlar (g/saksı)	Kumlu Tınlı Bünyeli Toprak (A Toprağı)				Tınlı Bünyeli Toprak (B Toprağı)			
	Kontrol	0.25	0.50	0.75	Kontrol	0.25	0.50	0.75
Sap verimi (g/saksı)	14,08	18,02	18,62	18,63	15,08	16,43	17,52	14,32
Tane verimi (g/saksı)	3,12	4,00	4,14	4,17	3,18	3,61	3,86	3,82
Sap verimi (kg/da)	1006,00	1287,44	1330,30	1330,58	1036,10	1173,53	1251,40	1022,86
Tane verimi (kg/da)	223,56	285,78	295,37	297,67	233,56	258,06	275,48	273,04

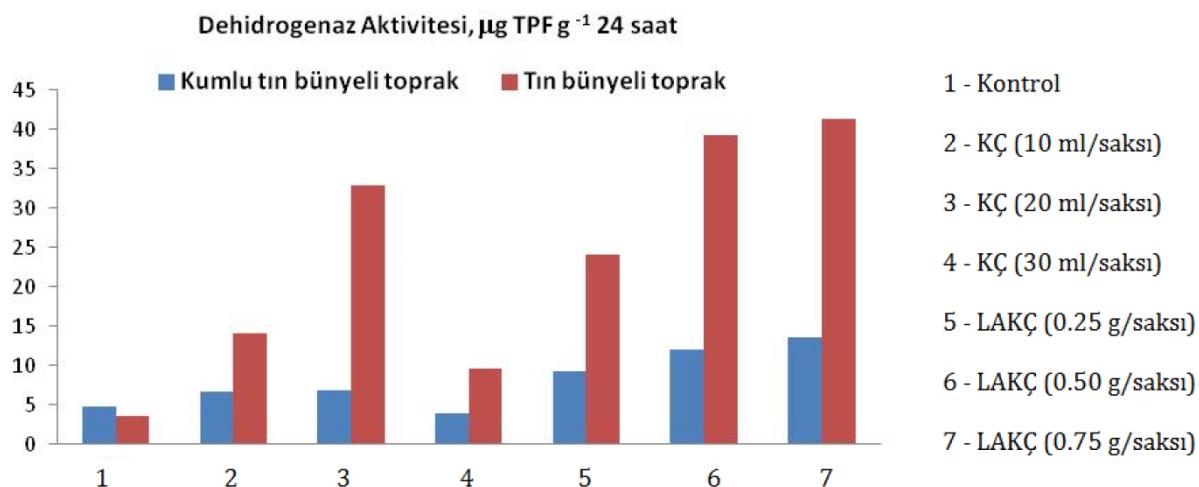
Gerek liyofilize edilerek uygulanan atık karışık mikroorganizma kültürleri ve gerekse topraktan sıvı formda uygulanan Kombu çayı'nın buğday bitkisinin verimini artırıcı yönde etkilediği belirlenmiştir. Kombu çayı'nın üretiminde kullanılan mikroorganizmalar (maya ve bakteriler), çeşitli organik asitleri, aminoasitleri ve vitaminleri sentezlemektedirler. Bunlar aynı zamanda son ürün olan Kombu çayında da bulunmaktadır. Kombu çayı'nın patojen mikroorganizmaları engelleyici etkisi (antimikrobiyal etki) Kombu çayı'nın ortam pH'sında meydana getirdiği düşüş, Kombu çayı'nın içerdiği çeşitli fermenter ürünlerinin patojen mikroorganizmaların aktivitesini engellemesinden kaynaklanmaktadır ([Sreeramulu ve ark., 2000](#); [Sreeramulu ve ark., 2000, Mo ve ark., 2008](#)). Bu durum ise, çevre ve bitki sağlığını olumsuz yönde etkileyerek bitkisel ürün verimini azaltan olası patojen bakterilerin aktivitesini sınırlamaktadır.

Gerek topraktan uygulanan Kombu çayı ve gerekse topraktan uygulanan liyofilize kültürleri sonunda, bitkisel ürün miktarında meydana gelen artışların diğer nedeni, Kombu çayı'nın içerdiği bitki besin maddelerinden (Çizelge 3) kaynaklanmaktadır. Kombu çayı, yapısındaki organik asitler, vitaminlerin yanı sıra, P ve K gibi besin maddelerini de içermektedir. Fermentasyon süreci sonunda elde edilen ve Kombu çayı olarak firma tarafından adlandırılan ürün asidik bir ortama (pH 5,0) sahiptir. Bu materyalin topraktan uygulanması sonucu ise, toprağın doğal yapısında bulunan bazı elementlerin (Fe, Cu, Zn, Mn gibi) çözünürlüğünün ve alınabilirliği artacak ve bikriler tarafından daha fazla alınarak bitkisel ürün miktarında artışlar sağlayabilecektir. Kombu çayı ve atık kültürde bulunan *Acetobacter* sp. (sinonim: *Gluconacetobacter* sp.) sadece selüloz üreten asetik asit bakterisi olmayıp aynı zamanda serbest olarak da azot fiksasyonunu gerçekleştirmektedir ([Dutta ve Gachhui, 2007](#)). Bu durumda topraktan uygulanan Kombu çayı ve atık kültürlerin bitkinin azot beslenmesini ve azot bilançosunu olumlu yönde etkilemesi ve verim artışı sağlaması ile sonuçlanmaktadır ([Saravanan ve ark. 2008](#)).

Kombu çayı uygulamasının Dehidrogenaz (DHA) enzim aktivitesi üzerine etkileri

Sera denemesi sonucunda Kombu çayı uygulamasının Dehidrogenaz (DHA) enzim aktivitesi üzerine olan etkileri Şekil 1 ve Çizelge 6'da verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, topraklara uygulanan Kombu çayı ve liyofilize edilmiş kombu çayı üretim artışı karışık mikroorganizma kültürünün hem kumlu tınlı bünyeli toprakta artan dozlara bağlı olarak toprakların dehidrogenaz enzim aktivitesini artırdığı saptanmıştır. Ancak, kumlu tınlı bünyeli toprakta Kombu çayının 30 ml/ saksi uygulama dozunda kontrole göre toprakların dehidrogenaz aktivitesinin azaldığı belirlenmiştir. Buna karşın, tınlı bünyeli toprakta Kombu

çayının artan dozlarına bağlı olarak dehidrogenaz aktivitesinin de arttığı saptanmıştır. Topraklarda belirlenen dehidrogenaz aktivitesi (DHA), o toprağın mikrobiyolojik aktivitesinin değerlendirilmesinde sıkılıkla kullanılan bir intraselüler bir enzim olup, toprak mikroflorasının oksidatif aktivitesinin toplam miktarını göstermektedir (Skujins 1973; Trevors 1984; Kızılkaya ve Aşkin, 2006; Aşkin ve Kızılkaya, 2009). Dolayısıyla, liyofilize edilerek verilen atık kombu çayı üretim artığı karışık mikroorganizma kültürünün hem kumlu tınlı bünyeli hemde tınlı bünyeli toprakta dehidrogenaz aktivitesi üzerinde meydana getirdiği olumlu etkinin toprakların mikrobiyolojik aktivitesini artırdığı, buna karşın mamül olan Kombu çayının 30 ml/saksi dozunun ise kumlu tınlı bünyeli toprakta mikrobiyolojik aktivitenin azalmasına sebep olduğu belirlenmiştir.



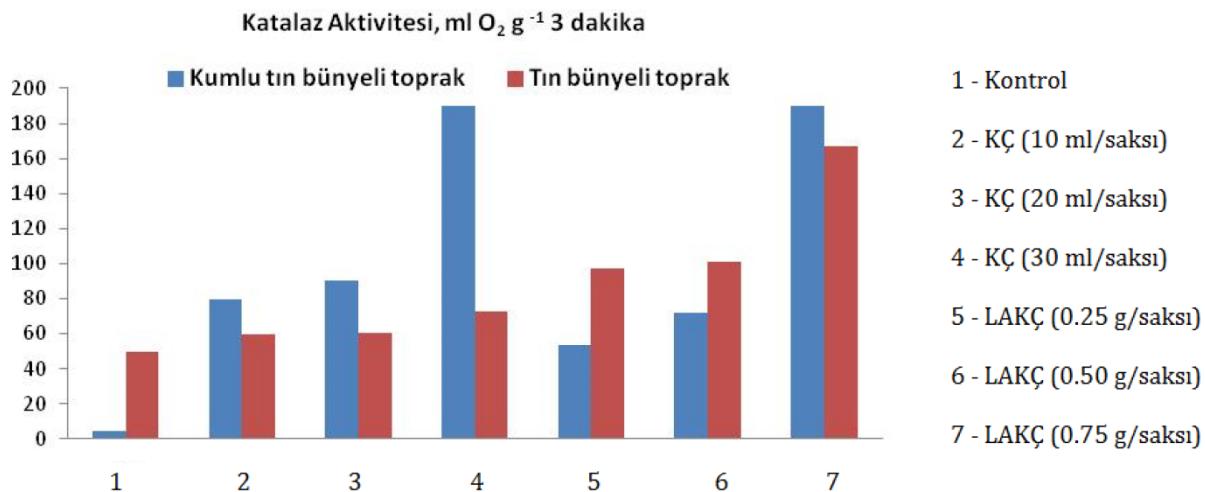
Şekil 1. Topraktan Kombu çayı (KÇ) ve liyofilize edilmiş atık Kombu çayı kültürü (LAKÇ) uygulanmasının toprakların dehidrogenaz aktivitesi üzerine etkisi

Çizelge 6. Topraktan Kombu çayı ve liyofilize edilmiş atık Kombu çayı kültürü uygulanmasının toprakların dehidrogenaz aktivitesi üzerine etkisi

Uygulamalar ve Dozlar	Kumlu tınlı bünyeli toprak	Tınlı bünyeli toprak
Kombu çayı uygulaması	0	4,85 ± 0,52
	10 ml/saksi	6,71 ± 0,36
	20 ml/saksi	6,82 ± 1,21
	30 ml/saksi	4,00 ± 1,16
Liyofilize atık Kombu çayı kültürü uygulaması	0	4,85 ± 0,52
	0,25 gr/saksi	9,28 ± 0,40
	0,50 gr/saksi	12,09 ± 1,54
	0,75 gr/saksi	13,53 ± 1,76

Kombu çayı uygulamasının Katalaz (KA) enzim aktivitesi üzerine etkileri

Sera denemesi sonunda Kombu çayı uygulamasının Katalaz (KA) enzim aktivitesi üzerine olan etkileri Şekil 2 ve Çizelge 7'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, topraklara uygulanan Kombu çayı ve liyofilize edilmiş kombu çayı üretim artığı karışık mikroorganizma kültürünün hem kumlu tınlı bünyeli toprakta artan dozlara bağlı olarak toprakların katalaz enzim aktivitesini artırdığı belirlenmiştir. Katalaz enzimi, hidrojen peroksitin (H_2O_2), su ve moleküller oksijene parçalanma reaksiyonunu katalizlemektedir. H_2O_2 , canlı organizmaların solunum süreçlerinde ve organik maddenin oksidasyona uğradığı çeşitli biyokimyasal süreçler sonunda oluşmaktadır. Canlı organizmalarda ve toprakta katalaz enziminin rolünün organizmaların hücre zehiri olan hidrojen peroksiti parçaladığı düşünülmektedir. Katalaz enzimi, canlı organizma hücrelerinde (mikroorganizmalarda ve bitkilerde) ve aynı zamanda yüksek miktarlarda toprakta bulunmakta olup, toprakta aerob mikrobiyal populasyonun değerlendirilmesinde kullanılan intraselüler bir enzimdir (Kızılkaya ve ark., 2004). Kumlu tınlı bünyeli toprak ile tınlı bünyeli toprağa yapılan uygulamalar toprak solunumu üzerinde benzer sonuçlar verse dahi, kumlu tınlı bünyeli toprağa Kombu çayı ve liyofilize edilerek verilen atık Kombu çayı kültürlerinin katalaz aktivitesi üzerinde meydana getirdiği etkinin daha belirgin olduğu belirlenmiş, topraklarda meydana gelen mikrobiyolojik artışın büyük kısmının ise aerobik nitelikteki organizmalardan oluşanu saptanmıştır.



Şekil 2. Topraktan Kombu çayı (KÇ) ve liyofilize edilmiş atık Kombu çayı kültürü (LAKÇ) uygulanmasının toprakların katalaz aktivitesi üzerine etkisi

Çizelge 7. Topraktan uygulanan Kombu çayı ve liyofilize atık Kombu çayı kültürünün toprakların katalaz aktivitesi üzerindeki etkisi

Uygulamalar ve Dozlar	Kumlu tın bünyeli toprak	Tın bünyeli toprak
Kombu çayı uygulaması	0	4,45 ± 0,03
	10 ml/saksi	79,44 ± 14,02
	20 ml/saksi	90,24 ± 9,02
	30 ml/saksi	190,33 ± 11,36
Liyofilize atık Kombu çayı kültürü uygulaması	0	4,45 ± 0,03
	0,25 gr/saksi	53,87 ± 12,03
	0,50 gr/saksi	71,82 ± 5,28
	0,75 gr/saksi	190,20 ± 18,19

Sonuç

Gerek kombu çayının topraktan uygulanması gerekse liyofilize edilmiş kombu çayı üretim artığı karışık mikroorganizma kültürünün topraklara uygulanması sonucunda buğday bitkisinin veriminde önemli artışların olduğu belirlenmiştir. Ancak bitkisel ürün veriminde meydana gelen artış, piyasada bulunan diğer mikrobiyal preparatlar ve kimyasal gübrelerle karşılaşıldığı zaman düşük seviyelerde olduğu anlaşılmıştır. Fakat bu durum bahsedilen bu materyalin mikrobiyolojik gübre materyali ya da organik gübre materyali olarak kullanılamayacağı anlamına gelmemelidir. Bu sebeple, gerek atık mikroorganizma kültürlerinin ve gerekse mamül Kombu çayı'nın amaca yönelik olarak organik veya inorganik besin maddeleri ile zenginleştirilmesi, mikroorganizmalar için C kaynakları ile desteklenmesi gerekmektedir. Ancak bu durum ilave yoğun laboratuar çalışmaları ve elde edilecek mamülü bitkisel üretimdeki etkisinin ortaya konması için bitkili koşullarda denenmesi ile mümkün olacaktır. Dolayısı ile mamülü ve atığın tarımda mikrobiyal kökenli gübre veya organo-mineral gübre olarak kullanılma potansiyeli bulunmaktadır.

Topraklara uygulanan Kombu çayı ve liyofilize atık Kombu çayı kültürlerinin toprakların biyolojik özelliklerinde meydana getirdiği etkiler genellikle olumlu yöndedir. Gerek kombu çayının ve gerekse atık liyofilize kültürün topraklara uygulanmasında mikrobiyolojik özelliklerde meydana gelen artışın temel kaynağı, doğrudan yollar ile topraklara mikroorganizma verilmesi ve mamül içerisinde bulunan bazı organik bileşikler ile besin maddelerinin topraklara girişi ile ilgilidir. Gerek kombu çayı olarak adlandırılan mamülü ve gerekse liyofilize edilen atık kültürün tarımsal değerinin arazi koşullarda etkisinin belirlenmesi için tarla denemeleri ile ortaya konulması ve detaylı mikrobiyolojik parametlerin de beraberce çalışıp ortaya konulması gerekmektedir. Özette, Kombu çayı ve atık mikroorganizma kültürleri tarımda bitkisel üretimi artırıcı yönde önemli bir girdi olarak kullanılabileceği bu ön çalışma ile belirlenmiş, fakat uygulama dozu, uygulama şekli, verimi artırıcı yönde sağlayacağı katkının artırılması gibi ilave bilgiler ancak daha detaylı çalışmalar ile ortaya konulması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Aşkin T, Kızılıkaya R, Özdemir N, 2004. The spatial variability of soil dehydrogenase activity: A study in pasture soils. *International Soil Congress (ISC) on Natural Resource Management for Sustainable Development*, June 7-10, 2004. Erzurum. Turkey. CD of Proceedings, pp.7-14.
- Aşkin T, Kızılıkaya R, 2009. Soil basal respiration and dehydrogenase activity of aggregates: a study in a toposequence of pasture soils. *Zemdirbyste-Agriculture* 96(1), 98-112.
- Beck T, 1971. Die Messung der Katalasenaktivität von Böden. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde* 130: 68-81.
- Çakmakçı R, Dönmez MF, Erdoğan Ü, 2007. The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Barley Seedling Growth, Nutrient Uptake, Some Soil Properties, and Bacterial Counts. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 31: 189-199.
- Dutta D, Gachhui R, 2007. Nitrogen-fixing and cellulose-producing *Gluconacetobacter kombuchae* sp. nov., isolated from Kombucha tea, *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 57: 353-357.
- Emtiazı G, Naderi A, Etemadifar Z, 2004. Effect of Nitrogen Fixing Bacteria on Growth of Potato Tubers. *Advances in Food Sciences* 26: 56-58
- İsmailçelebioğlu N, 1969. Muhtelif bölgelerden izole edilen *Azotobacter chroococcum* ile aşılamanın, Erzurum Kan siltli kili ve Palandöken çaklısı timinda yetişirilen buğday ve patates bitkilerinin verimi üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Yayımları* No: 274 Erzurum.
- Jones JB Jr, 2001. *Laboratory Guide for Conducting Soil Tests and Plant Analysis*. CRC Press. 363p.
- Kızılıkaya R, Aşkin T, 2006. The spatial variability of soil dehydrogenase activity: a survey in urban soils. X. *Congress of Croatian Society of Soil Science on Soil Functions in the Environment*. June 14-17, 2006. Sibenik, Croatia. Abstract Book (ISBN 953-6135-54-X). p.68.
- Kızılıkaya R, Aşkin T, 2007. The spatial variability of soil dehydrogenase activity: a survey in urban soils. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 72(1), 89-94.
- Kızılıkaya R, Aşkin T, Bayraklı B, Sağlam M, 2004. Microbiological characteristics of soils contaminated with heavy metals. *European Journal of Soil Biology* 40: 95-102.
- Kızılıkaya R, Aşkin T, Özdemir N, 2003. Use of enzyme activities as a soil erodability indicator. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 73(8), 446-450.
- Kumar V, Behl RK, Narula N, 2001. Establishment of phosphate-solubilizing strains of *Azotobacter chroococcum* in the rhizosphere and their effect on wheat cultivars under greenhouse conditions. *Microbiological Research* 156: 87-93.
- Malek Abd-El, 1971. Free-Living nitrogen-fixing bacteria in Egyptian soils and their possible contribution to soil fertility. *Plant and Soil*, special volume: 423-442.
- Mo H, Zhu Y, Chen Z, 2008. Microbial fermented tea e a potential source of natural food preservatives, *Trends in Food Science and Technology* 19: 124 – 130.
- Naruala N, Kumar V, Behl RK, Deubel A, Gransee A, Merbach W, 2000. Effect of P-solubilizing *Azotobacter chroococcum* on N, P, K uptake in P-responsive wheat genotypes grown under greenhouse conditions. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 163: 393-398.
- Pepper IL, Gerba CP, Brendecke JW, 1995. Environmental microbiology: a laboratory manual. Academic Press Inc. New York, USA.
- Rowell DL, 1996. *Soil Science: Methods and Applications*, Longman, UK.
- Saravanan VS, Madhaiyan M, Osborne J, Thangaraju M, Sa TM, 2008. Ecological Occurrence of *Gluconacetobacter diazotrophicus* and Nitrogen-fixing Acetobacteraceae Members: Their Possible Role in Plant Growth Promotion, *Microbial Ecology* 55: 130–140.
- Skujins J, 1973. Dehydrogenase: An indicator of biological activities in arid soil. *Bulletin Ecological Communication (Stockholm)* 17: 97-110.
- Sreeramulu G, Zhu Y, Knol W, 2000. Kombucha fermentation and its antimicrobial activity, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48(6): 2589-2594.
- Trevors JT, 1984. Dehydrogenase activity in soil. A comparison between the INT and TTC assay. *Soil Biology and Biochemistry* 16: 673-674.



TOPRAK BİLİMİ VE BITKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



Organik düzenleyici uygulamalarının farklı pH düzeylerine sahip topraklarda yarıyıklı çinko içeriğine etkisi

Nutullah Özdemir *, Ö. Tebessüm Kop Durmuş, Murat Durmuş, İmanverdi Ekberli

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

Özet

Bu çalışma, farklı pH değerine sahip yüzey toprak örneklerine sera koşullarında çöp kompostu (ÇK), tütün işleme atığı (TİA) ve çeltik kavuzu kompostu (ÇKK) uygulamasının elverişli çinko (Zn) miktarına etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Deneme toprakları kili tin ve tin tekstürlü, asit, nötr ve alkalin reaksiyonlu, tuz içeriği düşük, organik madde miktarı orta-az, kireç içeriği az-fazla arasında olan topraklardır. Bölünmüş bölgelik解析 parseller deneme desenine göre yürütülen çalışmada, çöp kompostu, tütün işleme atığı, çeltik kavuzu kompostu topraklara 4 farklı dozda (% 0, % 2.5, % 5.0, % 7.5) iki tekrarlamalı olarak uygulanmıştır. Hazırlanan karışıntımlarda bir aylık inkübasyon periyodundan sonra marul bitkisi yetiştirmiştir. Denemenin sonrasında yapılan analiz ve değerlendirme verilerine göre, asit, nötr ve alkalin reaksiyonuna sahip topraklara ilave edilen çöp kompostu, tütün atığı ve çeltik kavuzu kompostunun, toprakların bitkilere elverişli çinko elementi içeriklerini artırdığı belirlenmiştir. Düzenleyici etkinliğinin toprağın asit, nötr ve alkalin olma durumu ile kullanılan materyalin niteliğine ve uygulama dozuna göre değiştiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: pH, çinko organik düzenleyici, besin elementi elverişliliği.

Effects of organic conditioner applications on available zinc contents in soils having different pH levels

Abstract

This study was carried out to determine the effects of rice husk compost (ÇKK), town waste compost (ÇK) and tobacco waste (TİA) applications on available zinc contents (Zn) in soils having different pH levels under greenhouse conditions. Soil samples used in this study were taken from (0-20 cm) depth of soil surface of the lands around Samsun. Conditioners were supplied from the different corporations. Soil samples are moderately fine, fine and moderate in texture, acidic, neutral and alkaline in pH, low in salt content, low and moderate in organic matter level and low and high in lime content. In the study carried out in split split plot experimental design, rice husk compost, town waste compost and tobacco waste were applied into soils at four doses (0%, 2.5%, 5.0% and 7.5%) with two replicates. After a month of incubation period, plants were grown in prepared media. According to analyses and evaluation of the results, it was determined that applications of rice husk compost, town waste compost and tobacco waste into acidic (Tepecik), neutral (Kampüs) and alkaline (Çetinkaya) soils increased available Zn contents of soils. It was observed that effectiveness of soil conditioner changed depend on acid, neutral or alkaline soil reaction status with application dose and material property of conditioner.

Keywords: pH, zinc, organic conditioner, nutrient availability.

© 2016 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Toprakta bulunan bitki besin elementlerinin miktar, çözünürlük ve bitkiye elverişliliği üzerine birçok faktör etki etmektedir. Toprak pH'sı ve topraktaki organik maddenin özellikleri besin elementi elverişliliğini etkileyen önemli toprak özellikleridir (De Temmerman ve ark., 2003; Gülser ve ark., 2015). Söz konusu faktörlerin etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen birçok araştırmada, düşük pH değerlerinde Mn, Fe, Cu, ve Zn' nun değişim能力和 organik bağlı fraksiyonlarının yüksek pH değerlerindeki oranla daha fazla olduğu belirlenmiştir (Shuman, 1986; Yakupoğlu ve ark., 2010; Korkmaz ve Saltalı, 2012). Organik madde aynı zamanda metalik iyonların değişim能力和 formda tutulmasında

* Sorumlu yazar:

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

Tel.: 0(362) 312 19 19

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: nutullah@omu.edu.tr

öneMLİ katkılar sağlamaktadır. Organik madde toprak solüsyonundaki kimyasalların kaynağı olup şelatlar ile metallerin bitkilere elverişliliklerini artırmaktadır ([McCauley ve ark., 2009](#)). Toprak bileşenleri üzerindeki metal adsorbsyonun organik madde miktarının azalmasına bağlı olarak azaldığı rapor edilmektedir ([Hettiarachchi ve ark., 2003; Antoniadis ve ark., 2008](#)). Ayrıca topraktaki çözünmüş organik madde ağır metallerin hareketliliğini, bitki kökleri tarafından alımını ve biyolojik aktiviteyi artırmaktadır ([Impellitteri ve ark., 2002; Kızılıkaya ve Aşkin, 2002; Du Laing ve ark., 2009](#)). [Almas ve Singh \(2001\)](#) organik madde ilavesinin çavdar ve çim bitkilerinin Cd alımını artırdığını rapor etmişlerdir. [Mantovi ve ark. \(2003\)](#) mikro element yönünden toprakların zenginleşmesinde tarımsal uygulamaların önemli bir etkisinin bulunduğu vurgulamışlardır. [Dai et.al. \(2004\)](#) ağır metallerle kirlenmiş topraklarda yaptıkları çalışmada DTPA ile ekstrakte edilen Cd, Pb ve Zn içerikleri ile organik madde içeriği arasında pozitif ilişkililer belirlemiştir.

Topraktaki mikroelement miktarları tarımsal düzenleyici uygulamalarından önemli ölçüde etkilenmektedir. Biyokatı, çöp kompostu, çeltik kavuzu kompostu gibi düzenleyiciler kabul gören uygulamalar arasındadır ([Özdemir ve ark., 2007; Çerçioğlu, 2011; Gülsler ve Candemir, 2012](#)). Biyokatılar, bileşimlerine bağlı olarak toprak koşullarını islah etmekte ve bitkiler için besin elementi kaynağını meydana getirmektedirler. Genellikle, biyokatıların uygun miktarlarda uygulanması toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirmekte, karbon havuzunu genişletmekte ve sera gazlarının emisyonunu azaltabilmektedir ([Binder ve ark., 2002; Martinez ve ark., 2003; Ros ve ark., 2003](#)). Yüksek katyon değişim kapasitesine sahip olan zeolitin toprağa ilave edilmesinin su rejimini düzelttiği ve bitki besin maddelerinin yıkanmasını engellediği birçok araştırcı tarafından bildirilmiştir ([Gote ve Nimaki, 1980; Mumpton, 1983; Aşkin, 2009](#)). Toprakların fiziko-kimyasal özelliklerini iyileştirmek ve ürün kalitesini artırmak amacıyla organik polimer ve atıklardan da geniş ölçüde yararlanılmaktadır. Birçok araştırcı toprağa uygun dozlarda uygulandığında polyacrylamide'in ([Mamedov ve ark., 2006](#)), organik kökenli kentsel ve endüstriyel atığın ([Korkmaz ve Horuz, 2005; Özdemir ve ark., 2007; Demir ve Gülsler, 2015](#)) toprak özelliklerini olumlu yönde değiştirdiğini, besin elementi elverişliliğini artırarak verimi olumlu yönde etkilediğini saptamışlardır.

Bu çalışma, Samsun yöresinden alınan farklı reaksiyona sahip topraklarda çöp kompostu, tütün işleme atığı ve çeltik kavuzu kompostu uygulamasının bitkiye yarayışlı çinko (Zn) kapsamına etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Materiyal ve Yöntem

Çalışmada kullanılan toprak örnekleri Samsun ili ve çevresinde yer alan tarım arazilerinden ve yüzeyden (0-20 cm) alınmıştır. Kullanılan organik düzenleyiciler farklı kurumlardan temin edilmiş olup patojen ve ağır metal içermemektedirler. Çalışma bölünen bölünmüş parçalar deneme desenine göre sera koşullarında yürütülmüştür. Düzenleyiciler topraklara karıştırılmadan önce tahta tokmakla dövülerek 0.5 mm'lik elekten geçirilmiştir. Organik materyaller içerisinde 4 kg toprak bulunan (20 cm çap ve 20 cm derinlik) saksılara organik madde içeriğini % 0.0, 2.5, 5.0 ve 7.5 oranında artıracak şekilde ilave edilmiştir. İlave sonrasında topraklara tarla kapasitesine ulaşıcaya kadar sulama suyu ilave edilmiş ve 4 haftalık inkübasyon periyodu ([Özdemir ve ark., 2007](#)) boyunca saksılardaki bitkilere yarayışlı nemin % 50'si tükenince tekrar sulama işlemi yapılmıştır. İnkübasyon sürecinden sonra saksılara marul fidesi dikilmiştir. Deneme 130 gün sonunda bitirilmiştir.

Çizelge 1. Denemede kullanılan organik düzenleyicilerin bazı kimyasal özellikleri

	Çöp Kompostu	Tütün İşleme Atığı	Çeltik Kavuzu Kompostu
pH (1:2.5)	8.07	5.64	7.81
EC,dS m ⁻¹ (1:2.5)	3.10	10.40	0.51
OM, %	35.71	66.21	19.82
OC, %	17.86	38.40	9.91
N, %	1.55	1.97	0.88
C / N	11.52	19.49	11.26
P, %	0.202	0.17	0.357
K, %	0.638	0.20	0.401
Fe, ppm	4670	240	1060
Cu, ppm	120	30	10
Zn, ppm	250	121	80
Mn, ppm	340	70	850

Toprak tekstürünün belirlenmesinde Bouyoucos hidrometre ([Demiralay, 1993](#)); toprak reaksiyonun tespitinde (1:2.5) cam elektroldü pH-metre aleti ([Rowell, 1996](#)); organik madde miktarının belirlenmesinde Walkley-Black yöntemi [Kacar \(1994\)](#); tarla kapasitesi (0.33 atm) ve solma noktasındaki (15.0 atm) nem içerikleri basınçlı tabla ([Klute, 1986](#)), kireç Scheibler Kalsimetre ([Kacar, 1994](#)) aleti kullanılarak tespit edilmiştir. Organik düzenleyici olarak kullanılan çeltik kavuzu, tütün işleme atığı ve çöp kompostunun besin elementi ve ağır metal içerikleri [Kakat ve Çil \(1996\)](#)'a göre toplam olarak; DTPA ile ekstrakte edilebilir elverişli Zn analizleri [Katkat ve Çil \(1996\)](#)'e göre belirlenmiştir.

Elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS bilgisayar paket programından yararlanılmıştır.

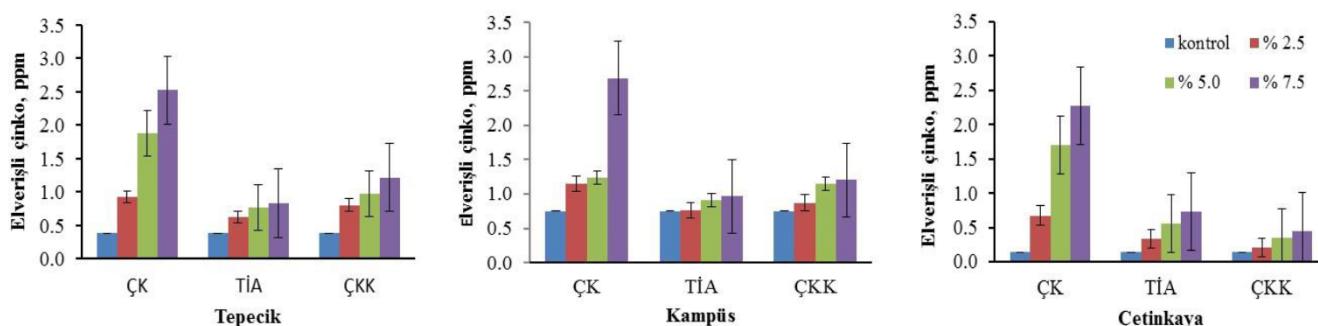
Bulgular ve Tartışma

Çalışmada kullanılan toprakların deneme öncesi ve sonrasında belirlenen bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Bu çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacığı üzere, araştırmaya konu olan topraklar tıı ve killı tıı bünyeli olup kil içerikleri 149.5 ile 402.2 g kg⁻¹, silt içerikleri 256.3 ile 394.1 g kg⁻¹, kum içerikleri 265.4 ile 456.4 g kg⁻¹ arasında, organik madde içerikleri ise deneme öncesinde % 1.1 ile 2.4, deneme sonrasında ise % 2.0 ile % 4.1 arasında değişmektedir. Toprakların deneme öncesi pH değerleri 5.6 ile 8.3 arasında değişmekte olup düzenleyici uygulamalarına bağlı olarak 5.6 olan değerin 6.9'a yükseldiği ve 8.3 olan değerin ise 8.1'e düşüğü görülmüştür.

Çizelge 2. Denemedede kullanılan toprakların deneme öncesinde ve sonrasında belirlenen bazı özellikler

Parametreler	Topraklar		
	Tepecik (asit)	Kampüs (nötr)	Cetinkaya (alkalin)
<u>Deneme öncesi</u>			
pH (1:2.5 toprak-su)	5.6	7.0	8.3
EC, (mS/cm) (1:2.5 toprak-su)	0.38	0.75	0.14
Kil, g kg ⁻¹	394.0	402.2	149.5
Silt, g kg ⁻¹	340.6	256.3	394.1
Kum, g kg ⁻¹	265.4	341.5	456.4
Tekstür sınıfı	CL	CL	L
Kireç, %	1.1	0.4	12.1
Tarla kapasitesindeki nem içeriği, %	37.7	46.3	33.4
Solma noktasındaki nem içeriği, %	24.3	32.4	20.4
Organik madde, %	2.4	1.1	1.3
<u>Deneme sonrası (ortalama değerler)</u>			
pH (1:2.5 toprak-su)	6.9	7.6	8.1
EC, (mS/cm) (1:2.5 toprak-su)	1.71	1.99	1.70
Organik madde, %	2.7	4.1	2.0

Samsun yöresindeki tarım arazilerinden alınan yüzey toprak örneklerine (asit, nötr ve alkalin) değişik düzeylerde çöp kompostu, çeltik kavuzu kompostu ve tütün işleme atığı karıştırıldıktan sonra sera koşullarında marul bitkisi yetiştirmiştir. Bu bitkinin hasadından sonra topraklarda belirlenen bitkilere yarayılı çinko içeriklerindeki değişim [Şekil 1](#)'de ve bu değerlere ilişkin varyans analiz sonuçları ise Çizelge 3'de verilmiştir.



Şekil 1. Çöp kompostu (ÇK), tütün işleme atığı (TİA) ve çeltik kavuzu kompostunun (ÇKK) farklı uygulama dozlarında toprakların bitkiye yarayılı Zn miktarına etkileri

Bu verilerin incelenmesinden anlaşılabileceği üzere topraklara ilave edilen düzenleyiciler çeşit, uygulama düzeyleri ve toprakların pH seviyelerine bağlı olarak bitkilere elverişli Zn miktarlarında belirgin artışlar sağlanmıştır. Şekil 1'in incelenmesinden de görüleceği üzere uygulanan materyallerin yarayışlı çinko değerinde ortaya çıkarmış olduğu artışlar alkalin reaksiyona sahip Çetinkaya yöresine ait toprak örneğinde daha düşük seviyede gerçekleşmiştir. Belirlenen Zn değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 3'de sunulmuştur. Bu analiz sonuçlarının incelenmesinden görüleceği gibi, farklı pH düzeylerindeki topraklarda belirlenen elverişli Zn değerleri kareler ortalaması ($p<0.01$) önemli çıkmıştır.

Çizelge 3. Farklı düzeylerde düzenleyici karıştırılan toprakların yarayışlı Zn değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F değeri
Topraklar (T)	2	2.657	1.328	394.486**
Düzenleyiciler (D)	2	7.546	3.773	1120.388**
Dozlar (Doz)	3	10.329	3.443	1022.335**
T x D	4	0.522	0.130	38.747**
T x Doz	6	0.410	0.068	20.281**
D x Doz	6	5.831	0.972	288.595**
T x D x Doz	12	0.751	0.063	18.579**
Hata	36	0.121	0.003	
Toplam	72	86.756		

** : % 0.1 seviyesinde önemli

Yine aynı çizelgeden çöp kompostu, tütün işleme atığı ve çeltik kavuzu kompostu düzenleyicilerinin ($p<0.01$) ve uygulama düzeylerinin kareler ortalamasının da ($p<0.01$) önemli olduğu görülmektedir. Bu sonuç, denemede kullanılan çöp kompostu, tütün işleme atığı ve çeltik kavuzu kompostu düzenleyicilerinin yarayışlı Zn üzerindeki etkilerinin farklı olduğunu ortaya koymaktadır. Varyans analizi sonuçlarından toprak (pH düzeyi) x düzenleyici, toprak (pH düzeyi) x doz, düzenleyici x doz ve toprak (pH düzeyi) x düzenleyici x doz interaksiyonlarının da önemli olduğu anlaşılmaktadır.

Elverişli çinko miktarında denet'e göre saptanan ortalama artışlar (%) aşağıda Çizelge 4'te verilmiştir. Bu değerlerin incelenmesinden de görüleceği üzere uygulamaların Zn değeri üzerindeki etkinlikleri toprakların pH düzeylerine göre farklı olup tütün işleme atığı ile elde edilen artışlar diğerlerine oranla daha düşük düzeylerde kalmıştır. Ama yine de bu artışların fiziksel bakımdan anlamlı olduğu ifade edilebilir. Topraklara uygulanan düzenleyici düzeylerinin elverişli çinko değerlerinde sağladığı ortalama artışlar (%) yine topraklar arasında farklılık göstermektedir (Çizelge 5).

Çizelge 4. Organik atık uygulamaları ile toprakların yarayışlı Zn değerlerinde kontrole göre artışlar (%).

Topraklar	Tepecik	Kampüs	Çetinkaya
Çöp kompostu	370.2	126.2	1039.7
Tütün işleme atığı	94.7	16.9	297.1
Çeltik kavuzu kompostu	163.6	43.7	146.6

Çizelge 5. Organik atık uygulama dozları ile toprakların yarayışlı Zn değerlerinde kontrole göre artışlar (%).

Uygulama dozları (%)	2.5	5.0	7.5
Topraklar			
Tepecik	107.1	218.3	303.2
Kampüs	92.0	109.7	161.9
Çetinkaya	66.6	84.3	88.1

Çöp kömpostu, tütün işleme atığı ve çeltik kavuzu kompostu uygulamasının yarayışlı Zn değerinde sağladığı artışlar (%) adı geçen düzenleyiciler arasında önemli farklılıklar göstermiştir (Çizelge 6). Bu üç düzenleyiciye ilişkin uygulama düzeylerinin her bir pH düzeyindeki denetlerin ortalamasına göre ortaya çıkan ortalama artışlar (%) aşağıda verilmiştir. Aşağıdaki verilerden tütün işleme atığının yarayışlı Zn üzerinde etkinliğinin daha düşük düzeyde kaldığı anlaşılmaktadır.

Çizelge 6. Farklı organik atık dozlarında toprakların yarayışlı Zn değerlerinde kontrole göre artışlar (%).

Uygulama dozları (%)	2.5	5.0	7.5
Çöp kompostu	117.2	282.3	493.5
Tütün işleme atığı	56.5	74.4	99.9
Çeltik kavuzu kompostu	49.5	95.2	127.3

Topraklarda belirlenen bitkilere elverişli Zn değerleri üzerine, pH düzeyleri, uygulanan çöp kompostu, tütin işleme atığı ve çeltik kavuzu kompostu uygulama dozlarının etkilerini karşılaştırılmak için verilere, LSD çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Çizelge 7).

Çizelge 7. Farklı düzeylerde düzenleyici karıştırılan toprakların çinko değerlerine ilişkin LSD testi analizi sonuçları

Topraklar	Tepecik	Kampüs	Çetinkaya
Yarayışlı çinko, ppm	0.970 a	1.096 b	0.640 b
Atıklar	ÇK	TİA	ÇKK
Yarayışlı çinko, ppm	1.358 a	0.642 b	0.706 c
Dozlar (%)	0	2.5	5.0 7.5
Yarayışlı çinko, ppm	0.420 a	0.703 b	1.056 c 1.429 d

Aynı harflerle gösterilen değerler adı geçen teste göre % 1 düzeyinde önemlidir

Çizelgedeki verilerin incelenmesinden anlaşılacağı üzere topraklar deneme sonundaki elverişli çinko ortalamaları bakımından önemli derecede farklılık göstermişlerdir. LSD çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre kullanılan düzenleyici çeşitlerinin ve düzenleyici dozlarının deneme sonundaki yarayışlı Zn değerlerinin ortalamaları üzerindeki etkileri bakımından da farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4).

Sonuç

Bu çalışmadan elde edilen bulgular göstermektedirki, ÇK, TİA ve ÇKK'nun uygun dozları değişik pH seviyelerindeki topraklarda düzenleyici olarak uygulandıklarında elverişli çinko kapsamlarını artırmaktadır. Düzenleyicilerin elverişli çinko içeriğinde meydana getirdikleri artış nötre yakın reaksiyonlarda ve çöp kompostu uygulamalarında daha yüksek düzeylerde gerçekleşmiştir. Bu bulgu muhtemelen çöp kompostonun kimyasal bileşimi ve pH'nın çözünürlük üzerindeki etkisi ile ilişkilidir. Düşük pH koşullarında atık uygulamaları yapılırken yetiştirecek bitkinin özellikleri ve kullanılacak düzenleyicinin birikimine dikkat edilmelidir.

Kaynaklar

- Almas AR, Singh BR, 2001. Plant uptake of Cadmium-109 and Zinc-65 at different temperatures and organic matter levels. *Journal of Environmental Quality* 30: 869- 877.
- Antoniadis V, Robinson JS, Alloway BJ, 2008. Effects of short-term pH fluctuations on cadmium, nickel, lead, and zinc availability to ryegrass in a sewage sludge amended field. *Chemosphere*. 71: 759-764.
- Aşkin T, 2009. Soil cation exchange capacity: A study from pasture with spatial distribution patterns. *Tenth Baku International Congress on "Energy, Ecology, Economy"*, 267-271, September 23-29, Baku, Azerbaijan.
- Binder DL, Dobermann A, Sander DH, Cabsman, KG, 2002. Biosolids as N source for irrigated maize and rainfed sorghum. *Soil Science Society of American Journal* 66: 531-543.
- Çerçioğlu M, 2011. Sürdürülebilir tarımda tütin atığı kullanım olanakları. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 25(2): 101-107.
- Dai AG, Lamb PJ, Trenberth KE, Hulme M, Jones PD, Xie P, 2004. The recent Sahel drought is real. *International Journal of Climatology* 24(11): 1323-1331.
- Demir Z, Gülser C, 2015. Effects of rice husk compost application on soil quality parameters in greenhouse conditions. *Eurasian Journal of Soil Science* 3: 185-190.
- Demiralay I, 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları* No : 143, Erzurum.
- De Temmerman L, Vanongeval L, Boon W, Hoenig M, 2003. Heavy metal content of arable soils in northern Belgium. *Water, Air and Soil Pollution* 148: 61-76.
- Du Laing G, Rinklebe J, Vandecasteele B, Meers E, Tack FMG, 2009. Trace metal behaviour in estuarine and riverine floodplain soils and sediments: a review. *Science of the Total Environment* 407:3972-3985.
- Gote H, Nimaki M, 1980. Agricultural utilization of natural zeolite as soil conditioners. II. *Tokyo Nokyo Daigaku Nogaku Shoho* 24: 305-315.
- Gülser C, Candemir F, 2012. Changes in penetration resistance of a clay field with organic waste applications. *Eurasian Journal of Soil Science* 1(1): 16 - 21
- Gülser C, Kızılıkaya R, Aşkin T, Ekberli İ, 2015. Changes in soil quality by compost and hazelnut husk applications in a Hazelnut Orchard. *Compost Science & Utilization* 23(3), 135-141.
- Hettiarachchi GM, Ryan JA, Chaney RL, LaFleur CM, 2003. Sorption and desorption of cadmium by different fractions of biosolids-amended soils. *Journal of Environmental Quality* 32: 1684-1693.
- Impellitteri CA, Lu YF, Saxe JK, Allen HE, Peijnenburg WJGM, 2002. Correlation of the partitioning of dissolved organic matter fractions with the desorption of Cd, Cu, Ni, Pb and Zn from 18 Dutch soils. *Environment International*

28(5): 401-410.

- Kacar B, 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III, *Toprak Analizleri*. Ankara Üniv. Zir. Fak. Eğitim Araş. ve Geliş. Vakfı Yayınları, No: 3, Ankara.
- Katkat AV, Çil N, 1996. Bitki Besleme Uygulama Kılavuzu. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Uygulama Kılavuzu* No: 8, Bursa.
- Kızılıkaya R, Aşkin T, 2002. Influence of cadmium fractions on microbiological properties in Bafra plain soils. *Archives of Agronomy and Soil Science* 48(3), 263-272.
- Klute A, 1986. Water retention: Laboratory methods. In a Klute (Ed.) *Method of Soil Analysis Part I, Second edition*, Argon. Monog. No 9 ASA Madison WI 635-662.
- Korkmaz A, Horuz A, 2005. Pirit Külü Uygulanmış Torf Ortamında EDTA'nın Pirit Külünden Serbestlenen Fe-Mn-Zn Kapsamına ve Bu Ortamda Yetişirilen Mısır Bitkisinin Gelişimine Etkileri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 20(2): 11-14.
- Korkmaz A, Saltalı K, 2012. Bitki Besin Elementi yarayışlığını Etkileyen faktörler. Bölüm 2. Bitki Beslemenin Temel İlkeleri. Ed: Karaman, M.R. *Gübretaş Rehber Kitaplar Dizisi*, Pelin Matbaacılık, Çorum, 93-123.
- McCauley A, Jones C, Jacobsen J, 2009. Soil pH and organic matter. Nutrient Management Module 8. Montana State University, USA. Available from <http://landresources.montana.edu/NM/Modules/Module8.pdf>.
- Mamedov AI, Beckmann S, Huang C, Levy GJ, 2006. Aggregate stability as affected by polyacrylamide molecular weight, soil texture, and water quality. *Soil Science Society of American Journal* 71:1909-1918.
- Mantovani P, Bonazzi G, Maestri E, Marmiroli N, 2003. Accumulation of copper and zinc from liquid manure in agricultural soils and crop plants. *Plant and Soil* 250: 249-257
- Martinez FG, Cuevas Calvo R, Walter I, 2003. Application of urban organic waste to a degraded semiarid ecosystem: effects on soil and native plant community development. *Journal of Environmental Quality* 32: 772-479.
- Mumpton FA, 1983. The Role of Natural Zeolites in Agriculture Zeo-Agriculture use of Natural Zeolites in Agriculture (ed. Wilson. 6 Paundand F.A. Mumpton): 3-27.
- Özdemir N, Uzun S, Yakupoğlu T, 2007. TheEffect of the Rates at DifferentOrganicFertilizers on Restoring Aggregate Stabilityand Productivity of Eroded Solis. *Biological Agriculture and Horticulture*, 25: 175-183.
- Ros M, Hernandez MT, Garcia C, 2003. Bioremediation of degraded soils with sewage sludge: effects on soil properties and erosion losses. *Environmental Management* 31: 741-747.
- Özdemir N, Uzun S, Yakupoğlu T, 2007. TheEffect of the Rates at DifferentOrganicFertilizers on Restoring Aggregate Stabilityand Productivity of Eroded Solis. *Biological Agriculture and Horticulture* 25: 175-183.
- Rowell DL, 1996. Soil Science Methods & Applications. Wesley Longman Limited, Harlow.
- Shuman LM, 1986. Effect of liming on the distribution of manganese, copper, iron and zinc among soil fractions. *Soil Science Society of American Journal* 50: 1236-1240.
- Yakupoğlu T, Ozturk E, Ozdemir N, Ozkaptan S, 2010. Asit Topraklarda Duzenleyici Uygulamalarının Mısır Bitkisinde Mikroelement İçeriğine Etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 25(2): 100-105.

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 gereklidir. Buna ilişkin yazılı belge (sorumlu yazar tarafından onaylı) makale ile gönderilmelidir. Makale iyi anlaşılabılır bir Türkçe ile yazılmış olmalıdır. Etik Kurul Raporu gerektiren araştırma sonuçları makale olarak gönderilirken, Etik Kurul Raporu'nun bir kopyası eklenmelidir. Dergiye sunulan tüm çalışmalar, yayın kurulu ve bu kurul tarafından seçilen en az iki veya daha fazla danışman tarafından değerlendirilir. Dolayısıyla, çalışmanın dergide yayınlanabilmesi için yayın kurulu ve danışmanlar tarafından bilimsel içerik ve şekil bakımından uygun bulunması gereklidir. Yayınlanması uygun bulunmayan eser yazar(lar)ja iade edilir. Danışman veya yayın kurulu tarafından düzeltme istenen çalışmalar ise yazar(lar)ja eleştiri ve önerileri dikkate alarak düzeltmeleri için geri gönderilir. Düzeltme istenen makaleler, düzeltme için verilen sürede (30 gün) yayın kuruluna dönmez ise, yeni sunulan bir makale gibi değerlendirilir.

Makale gönderilmesi

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

“Telif Hakkı Devir Sözleşmesi” formu

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

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ YAYIN YAZIM KURALLARI

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

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

Başlık sayfası

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

Ana metin

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

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

Giriş

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

Materyal ve Yöntem (Alt başlıklar da yapılabilir)

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

Bulgular ve Tartışma

Bulgular kısa ve açıklayıcı şekilde, çizelgeler ve şekiller ile desteklenerek bu bölümde sunulmalıdır. Özellikle çizelgede sunulan veriler metin içerisinde ve şekillerde tekrarlanmamalıdır. Ancak şekillerdeki önemli veriler metin içerisinde de verilmelidir. Tartışmada elde edilen sonucun önemi, bilime ve uygulamaya katkısı kaynak bilgileri ile 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-yl esasına ve tarih sırasına göre (Acar, 1995; Gülser ve ark., 2011; Kızılkaya ve Hepşen 2014) verilmelidir. Aynı tarihli farklı yazarların kaynaklarının bildiriminde alfabetik sıra kullanılmalıdır (Aydın, 2001; Ekberli ve ark., 2001; Özdemir ve ark., 2001). Aynı yazar tarafından aynı yıl içinde yayınlanmış birden fazla kaynak kullanılması durumunda basım yılından sonra kaynak a, b, c gibi harfler ile gösterilmelidir. Metin içerisinde atıf yapılan kaynakların tümü kaynaklar listesinde bulunmalıdır. Kaynak bölümünde değişik yerlerden alınan kaynakların yazımında aşağıdaki örneklerde uyulmalıdır.

Dergiden,

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

Kongre veya sempozyumdan,

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

Tezden,

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

Kitapta,

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

Elektronik materyalde

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

Şekil ve Çizelgeler

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

Kabul Sonrası

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

Basım Ücreti

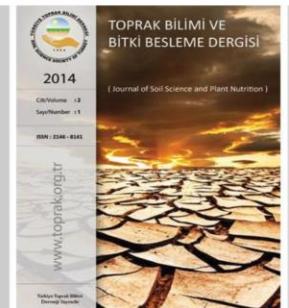
Yayınlanan makaleler için basım ücreti talep edilmemektedir.

1964



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



TELİF HAKKI DEVİR SÖZLEŞMESİ *

Makale Başlığı :

Yazarlar ve tam isimleri :

Yayından sorumlu yazarın

Adı – Soyadı :

Adresi :

Telefon :

Cep Telefonu :

Faks :

E-posta:

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

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

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

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

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

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

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

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

Sorumlu yazarın

Adı – Soyadı :

Tarih :

İmza:

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