



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

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



Çay çöpü kompostu ve tuz uygulamalarının biber bitkisinin gelişimine etkileri

Damla Bender Özenç^{1,*}, Demirhan Hut²

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

² İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Sürmene, Trabzon

Özet

Bu çalışma, farklı oranlarda toprağa karıştırılan çay çöpü kompostu ve farklı tuz konsantrasyonlarının biber bitkisinin gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla sera koşullarında yürütülmüştür. Deneme kumlu killi tın bünyeli toprakta, çay çöpü kompostunun dört farklı oranı (%0, %2, %4, %8), beş tuz düzeyi (0, 0.75, 1.5, 2.5 ve 3.5 dS m⁻¹) ve üç tekrarlamalı olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Biber bitkisi gelişimini tamamladığında meyveler hasat edilmiş, bitki gelişimi ve bazı besin elementi içerikleri belirlenmiştir. Çay çöpü kompostunun %4 ve %8 uygulamaları ile kök-gövde ağırlıkları ve bitki boyunda 2 kat, meyve ağırlığında %49'luk artış sağlamış, meyve sayısına etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Tuz uygulamaları bu özellikleri olumsuz etkilemiş, kök ağırlıkları ve bitki boyunda 2 kat, gövde ağırlığında %40, meyve sayısında %41, meyve ağırlığında %39 düzeyinde azalmaya neden olmuştur. Kök gelişimi ve bitki boyunda 0.75 dS m⁻¹, diğer özelliklerde 1.5 dS m⁻¹ tuz uygulaması kritik nokta olarak belirlenmiştir. Biber bitkisinin azot, fosfor ve potasyum içerikleri üzerine her iki faktörün etkileşimi önemli bulunmuştur. Yaprak fosfor içeriği üzerine yapılan uygulamalar olumsuz etki yaparken, en yüksek yaprak azot içeriği tuzsuz ve %8 kompost uygulamasında, en yüksek yaprak potasyum içeriği 0.75 dSm⁻¹ tuz seviyesinde %8 kompost koşullarında belirlenmiştir. Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde, kompost uygulamalarının tuzluluk koşullarında bitki gelişimini teşvik ettiği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: *Capsicum annum* L., Kompost, NaCl, Gelişim, Besin elementi.

Effects of tea litter compost and salt applications on the growth of pepper plant

Abstract

This study was carried out under the greenhouse conditions to determine the effect of tea litter compost mixed with soil at different ratios and different salt concentrations on the growth of the pepper plant. Experiment was established in a sandy clay loam soil according to randomized parcels design with four different ratios of tea litter compost (0, 2, 4 and 8%), five salt levels (0, 0.75, 1.5, 2.5 and 3.5 dS m⁻¹), and three replicates. Fruits were harvested when the pepper plant growth completed, and plant growth and some nutrient element contents were determined. 4% and 8% applications of tea garbage compost increased 2 times in root-shoot weights and plant height, 49% in fruit weight, and the effect of applications on the number of fruits was insignificant. Salt applications negatively affected these properties, resulting in a reduction of 2 times in root weights and plant height, 40% in shoot weight, 41% in number of fruits, and 39% in fruit weight. It was determined that the critical point in salt application was 0.75 dS m⁻¹ in root development and plant height, and 1.5 dS m⁻¹ in other properties. The effects of the interaction of these two factors on the nitrogen, phosphorus and potassium contents of the pepper plant were significant. While the applications had an adverse effect on the leaf phosphorus content, the highest leaf nitrogen content was in 8% compost doses without salt application, the highest leaf potassium content was found in 8% compost application at 0.75 dSm⁻¹ salt level. When all the results are evaluated, it can be said that compost applications encourage plant development in salinity conditions.

Keywords: *Capsicum annum* L., Compost, NaCl, Growth, Nutrient element.

© 2018 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Abiyotik stres faktörlerinden biri olan tuzluluk tarım yapılan toprakları olumsuz etkilemekte, bu topraklarda yetişen bitkilerde pek çok olumsuzluklara neden olmaktadır (Mane ve ark., 2011; Saqib ve ark., 2012). Tuz stresi, bitkilerde yavaş ve yetersiz çimlenme (Coardoba ve ark., 2001), çiçeklenmenin gecikmesi, bitki yaş ve kuru ağırlıklarında azalma (Parvaiz ve Riffat, 2005), bazı fizyolojik parametreler ile enzimler üzerine de olumsuz etkiler yaparak (Ashraf ve ark., 2012) ürün kalite ve miktarında azalmaya (Shani ve Dubble, 2001;

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 533 7457285

E-posta : damlabender@hotmail.com

Geliş Tarihi : 12 Temmuz 2018

Kabul Tarihi : 20 Eylül 2018

e-ISSN : 2146-8141

Ouda ve ark., 2008) neden olan sonuçlar doğurmaktadır. Diğer yandan, tuzluluk bitkilerde ve kök ortamında makro ve mikro besin elementleri arasında etkileşime neden olmakta (Marschner, 1995); tuz stresiyle makro elementler daha fazla etkilenmektedir (El Fouly ve Salama, 1999). Bitkiler tuzluluğa karşı farklı toleranslara sahip olup, aynı koşullar altında farklı adaptasyonlar göstermektedirler. Bir bitkinin strese karşı ilk savunma mekanizması köklerde başlar. Eğer bitkinin yetiştirildiği toprak sağlıklı ise stres koşulları altında daha yüksek yaşam şansına sahip olacaktır (Munns, 2002).

Biber, tuza dayanımı orta hassas olan bir kültür bitkisidir. Birçok araştırmacı, biber bitkisinin farklı gelişme dönemlerinde tuzlu koşullara hassas ve orta hassas toleransa sahip olduğunu belirtmişler (Fernandez ve ark., 1977; Bethke ve Drew, 1992; Güneş ve ark., 1996; Pascale ve ark., 2003), bibere ait tuz tolerans eşik değerinin 1.5 dS m⁻¹ olduğu ifade edilmiştir (Bayraklı, 1998). Yıldırım ve Güvenç (2006), 11 biber çeşidinin çimlenme ve fide döneminde tuza olan toleranslarını incelemişler, çimlenme yüzdesinin artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak azaldığını, çeşitler arasında da toleransın farklı olduğunu ifade etmişlerdir.

Tuzluluk nedeniyle verimi düşen topraklar için bir amenajman tedbirleri uygulanması gerekmektedir; ancak bunlar pahalı ve zaman alıcı yöntemlerdir. Reddy ve Crohn (2012), Fekri ve ark. (2016), kompostlanmış organik madde ilavesinin tuzlu topraklar için bir çözüm yolu olduğu ve aşırı tuzun bitkilerde meydana getirdiği olumsuz etkileri azaltılabileceğini belirtmişlerdir. Çay çöpü, çay fabrikalarının yaş çay işlenerek siyah çaya dönüştürülmesi sırasında açığa çıkan atık çeşitlerinden birisidir. Devlet ve özel kuruluşlara ait fabrikalardan yılda 40-50 ton atık açığa çıkmaktadır (Anonim, 2014). Önemli bir organik madde, makro ve mikro besin içeriğine sahip olan çay atığının verim ve toprak yapısı üzerine olumlu etkiler sağladığı (Kacar, 1992), bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılabilineceği (Kütük ve ark., 1995), çay atık kompostunun çim bitkisinde kuru madde miktarını artırdığı (Aşık ve Kütük, 2012), mısır bitkisinin gelişimi üzerine etkili olduğu (Yılmaz ve Bender Özenç, 2012) ifade edilmiştir.

Bu çalışmada, toprağa karıştırılan çay çöpü kompostunun tuz uygulamaları koşullarında yetiştirilen biber bitkisinin gelişimi ve beslenmesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda hem değerlendirilmeyen çay çöpü atıklarının kompostlanarak sebze yetiştiriciliğinde kullanımının teşvik edilmesi hem de tuzluluk durumunda bu atıkların bitki gelişimine ne şekilde destek vereceği belirlenmiş olacaktır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışmada 0-20 cm derinlikten alınan kumlu killi tın bünyeye sahip toprak, organik materyal olarak ise, çay fabrikası işleme atığı olan çay çöpünden elde edilen kompost kullanılmıştır. Özel bir fabrikadan temin edilen çay çöpleri, üzeri kapalı olan açık bir alanda yığın oluşturularak kompostlanma işlemine tabi tutulmuştur. Çay çöpleri (yaklaşık 10 cm kalınlığında) serildikten sonra üzerine toprak serilerek (yaklaşık 1cm kalında), kireç ve azotlu gübre serpilmiş, materyal bitene kadar bu işleme devam edilmiştir. Her kattan sonra sıkıştırma ve nemlendirme işlemi yapıldıktan sonra yığının üzeri naylon örtü ile örtülmüştür. Kompost oluşum süresince yığının nem, sıcaklık kontrolü yapılarak, karıştırma ve sıkıştırma işlemi yapılmıştır. Doğal koşullar altında yaklaşık 4 ay sonunda materyalin kompostlaşması sağlanmıştır.

Denemenin kurulmasından önce, toprak örnekleri ve kompost materyalinin tanımlanması amacıyla temel bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır (Çizelge 1). Toprak, asit pH, tuzsuz, organik madde içerikleri bakımından çok fazla, temel besin elementi kapsamı bakımından ise yeter ve az düzeylere sahiptir. Çay çöpü kompostu, düşük hacim ağırlığı ile toprağa kolay karışabilen bir materyal olup, havalanma ve su tutma kapasitesi ideal sınırlar (Verdonck ve ark., 1984) içerisindedir. Yüksek organik madde içeriği, uygun pH, temel besin elementleri bakımından yeter düzeydedir. Bitki materyali olarak Lumbard F1 sivri tatlı biber fidesi, tuz uygulamasında NaCl tuzu kullanılmıştır.

Çizelge 1. Denemede kullanılan toprak ve çay çöpü kompostuna ait bazı özellikler

	Tekstür	HA (gcm ⁻³)	KAS (%)	HK (%)	pH	EC (dS/m)	C/N	OM (%)	N (%)	P (%)	K (%)
Toprak	SCL	1.40	16.53	11.31	4.43	2	-	8.99	0.17	1.71	1.97
ÇÇK	-	0.13	31.71	32.57	6.86	0.51	18	77	2.52	0.15	2.01

Denemenin Kurulması

Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre, kumlu killi tın, dört çay çöpü kompostu dozu (% 0, % 2, % 4, % 8, ağırlık olarak), beş farklı tuz düzeyi (0 dS m⁻¹, 0.75 dS m⁻¹, 1.5 dS m⁻¹, 2.5 dS m⁻¹ ve 3.5 dS m⁻¹) ve 3

tekrarlamalı olarak kurulmuş (toplam 60 saksı) ve meyve hasadının sonunda bitirilmiştir (yaklaşık 70 gün). Deneme için çay çöpü kompostu ve toprak hava kuru duruma getirildikten sonra 6.35 mm'lik elekten elenmiştir. Kompost çalışmanın amacına uygun olarak, 1 dekar toprağa karıştırılan materyal miktarı (ortalama 4 ton) dikkate alınarak %2, %4 ve %8 olacak şekilde toprakla karıştırılarak ortamlar hazırlanmıştır. 4 kg toprak alan saksıların içine polietilen torbalar yerleştirildikten sonra belirlenen oranlarda karışımlar ayrı ayrı hazırlanıp doldurulmuştur. Tuz uygulamalarında, sivri biber için tuza tolerans eşik düzeyi 1.5 dS m^{-1} baz alınmıştır. Uygulanacak tuz miktarları NaCl tuzundan hesaplanarak, saksılara ayrı ayrı ilave edilerek karıştırılmıştır. Tuz çözeltisi ilave edilen her saksıya 1 adet biber fidesi dikilmiş ve saksılara tarla kapasitesinin % 75'i düzeyinde su verilmiştir. Temel gübreleme amacıyla KH_2PO_4 gübresinden 100 ppm P/saksı, 125 ppm K/saksı, azot için 100 ppm N/saksı CAN gübrelemesi uygulanmıştır. Deneme süresi boyunca, başka gübreleme yapılmamıştır. Fidelerin dikiminden itibaren meyve hasadının sonuna kadar tüm saksılara ihtiyacı kadar su verilmiş, gereken kültürel işlemler yapılmıştır.

Analiz Yöntemleri

Bitkiler hasat edilmeden önce toprağın hemen üzerinden bitkinin uç kısmına kadar olan bölüm ölçülerek bitki boyu, her saksıdaki meyve sayısı adet ve ağırlık olarak belirlenmiştir. Daha sonra, toprak üstü kısmından bitkiler hasat edilmiştir. Her bitkinin kök kısımlarını topraktan ayırmak için, saksılar bir kap içerisine konan elek üzerinde ayrı ayrı yıkanarak, kök kayıplarının oluşması engellenmeye çalışılmıştır. Yıkanan kökler elek üzerinden toplanarak, saf suyla yıkandıktan sonra kaba kurutma kağıdıyla fazla suyu emdirilmiş ve tartılarak yaş ağırlıkları alındıktan sonra, gövde ve kökler etüvde $65 \text{ }^\circ\text{C}$ ' de 48 saat süre ile kurutularak gövde ve kök kuru ağırlıkları alınmıştır. Etüvde kurutulmuş ve yaprak değirmeninde öğütülmüş olan yapraklardan 200 mg tartılarak $550 \text{ }^\circ\text{C}$ kül fırında yakılmasıyla elde edilmiş ve kül rengini almış yaprak örnekleriyle yapılmıştır. Bu örneklerin üzerine 2 ml $1/3'$ lük HCl eklenerek saf su ile 20 ml' ye tamamlanmıştır. Örnekler daha sonra mavi bant filtre kâğıdından süzülerek okuma yapmaya hazır hale getirilmiştir. Çözelti halindeki örneklerin atomik absorpsiyon spektrofotometre ile okumaları yapılmıştır (Chapman ve ark., 1961).

Deneme topraklarına ait özelliklerin belirlenmesinde, 0-20 cm derinlikten alınan toprak örnekleri hava kuru duruma getirildikten sonra 2 mm'lik elekten elenmiştir. Toprak bünyesi hidrometre yöntemi (Bouyoucos, 1951), hacim ağırlığı Blake ve Hartge (1986)'a göre, toprak pH ve EC' si 1:2.5 toprak:su karışımında (U.S.Salinity Lab.Staff, 1954), organik madde Walkley-Black yaş yakma yöntemi ile Nelson ve Sommers (1982)' e göre, toplam azot (Bremner, 1965), yarıyıllı fosfor (Bray ve Kurtz, 1945), yarıyıllı potasyum (Knudsen ve ark., 1982) tarafından belirtildiği şekilde analiz edilmiştir. Çay çöpü kompostunun tanımlanması amacıyla hacim ağırlığı, kolay alınabilir su yüzdesi ve havalanma kapasitesi De Boodt ve ark. (1973)' e göre, organik madde DIN 11542 (1978)'e göre, pH ve EC Gabriels ve Verdonck (1992)' a göre belirlenmiş, materyalde P ve K Chapman ve ark. (1961)'na göre yapılmıştır.

Deneme sonunda elde edilen veriler "JUMP" paket programında tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizi ile analiz edilmiş ve önemli bulunan sonuçlarda, uygulamalar arasındaki farklılığı belirlemek için % 5 önem düzeyinde LSD (Least Significant Difference-en küçük önem farkı) çoklu karşılaştırma testi uygulanmış, sonuçlar ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde ifade edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Kök ve Gövde Yaş - Kuru Ağırlıkları

Toprağa karıştırılan çay çöpü kompostu ve tuz uygulamaları biber bitkisinin gelişimi üzerine önemli farklılıklar meydana getirmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2' de görüleceği üzere, toprağa çay çöpü kompostu karıştırılması bitkinin toprak altı ve topraküstü aksamının gelişimini artırmıştır. Toprak ortamında yetişen bitkilerde kök yaş ve kuru ağırlıkları 1.56 g ve 0.71 g olurken, en yüksek değer % 8 'lik uygulamada elde edilmiş olup (4.45 g ve 2.04 g), % 4' lük kompost uygulamasının (4.06 g, 1.99 g) istatistiksel olarak yeterli olacağı belirlenmiştir. Benzer bulgular gövde gelişiminde de elde edilmiş olup, toprakta yetişen bitkilerde gövde yaş ve kuru ağırlıklar 18.80 g ve 3.33 g olurken, % 8 'lik kompost uygulamasında en yüksek değerlere (37.07 g ve 8.37 g) ulaşılmıştır. Görüleceği üzere, kök ve gövde gelişiminde kompost uygulamaları yaklaşık 2 kat artış sağlamıştır. Bitkilerin iyi bir gelişim göstermesi için öncelikle iyi bir kök gelişimi ile başlar; çünkü bitkiler su ve besin ihtiyaçlarını kökleri vasıtasıyla karşılamaktadırlar. İyi bir kök gelişimi için de, ortamın hava-su dengesinin uygun olması gerekir. Çay çöpü kompostu yüksek havalanma ve su tutma kapasitesine sahip bir materyal olup (Çizelge 1), toprağa ilave edilmesi ile kök gelişimi için gereken bu özellikleri iyileştirmiştir. Çay atık kompostunun toprağın

fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine olumlu etki yaptığı, bunun yanı sıra bitkilerin tepe/kök oranı üzerine de etkili olduğu (Allievi ve ark., 1992), toprağa % 8 ve % 4 uygulamaları mısır bitkisinin erkenci çeşidinde toplam kök uzunluğu ve kök kuru ağırlığını daha fazla artırdığı (Yılmaz ve Bender Özenç, 2012), soğan bitkisinin yeşil aksam uzunluğu, aks uzunluğu, verim, kuru madde miktarı, kök uzunluğu, bitki yaprak sayısı üzerine etkilerinin önemli düzeyde olduğu (Ekbiç ve Keskin, 2018) bildirilmiştir. Toprakla organik kökenli materyaller kullanılarak hazırlanan yetiştirme ortamlarının gövde ve kök yaş ve kuru ağırlıkları gibi morfolojik özellikleri etkilediği (Akin, 2009), bu tür uygulamaların biber bitkisinde kök boyu, bitki kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı üzerine etkilerinin önemli olduğu ifade edilmiştir (Koç, 2008).

Toprakta oluşturulan tuz stresinin şiddeti arttıkça incelenen özellikler olumsuz etkilenmiştir ki bu da beklenen bir sonuçtur. Kontrol uygulamada sırasıyla 4.35 g ve 2.20 g olan bitki kök ağırlıkları, tuz konsantrasyonu arttıkça yaklaşık 2 kat düzeyinde azalmıştır. Gövde ağırlıkları ise tuzsuz koşullarda 31.08 g ve 6.92 g olurken, tuz stresi koşullarında yaş ağırlıkta % 21, kuru ağırlıkta % 40 lık bir azalma meydana gelmiştir (Çizelge 2). Burada biber bitkisinin köklerinin tuza karşı daha hassas olduğu söylenebilir. Bitki kökleri 0.75 dS m⁻¹ tuz konsantrasyonunda tepki verirken, gövde de 1.5 dS m⁻¹ NaCl dozunun kritik seviye olduğu bulunmuştur. Tuzluluk, bitkilerin su alınımı, ozmotik potansiyel, iyon eşitliği ve besin alımındaki dengeyi bozması nedeniyle çimlenme, büyüme, fizyoloji ve verimini olumsuz etkilemektedir (Niu ve ark., 1995). Yapılan çalışmalarda, kuraklık ve tuzluluğun biber bitkisinin kök ve vejetatif büyümesini azalttığı (Albaho ve ark., 2009); biberin tuz toleransına hassas bir bitki olduğu için tuzlu koşulların gelişimini olumsuz etkilediği (IbnMaaouia-Houimli ve ark., 2011), artan tuz stresinin chili biber çeşitlerinde köklerde uzunluk, yaş ve kuru ağırlıkları üzerine olumsuz etkide bulunduğu (Zhani ve ark., 2012); 3000 ve 6000 ppm tuzlu su ile sulama yapıldığında soğanda taze biyomas ağırlıklarında kontrole göre sırasıyla %29.1 ve %31.9 bir azalmanın olduğu (Hussein ve ark., 2014) bildirilmiştir.

Çizelge 2. Çay çöpü kompostu ve tuz uygulamalarının biber bitkisinde kök ve gövde yaş-kuru ağırlıkları (g) üzerine etkileri

	Tuz Uygulaması (dS/m)					Kompost Uygulamaları (%)			
	0	0.75	1.5	2.5	3.5	0	2	4	8
KYA (g)	4.35a	3.51b	2.83c	2.65c	2.32c	1.56 c	2.46 b	4.06 a	4.45a
LSD (p<0.01)= 0.2843						LSD (p<0.01)= 0.2542			
KKA (g)	2.20a	1.74b	1.33c	1.23c	0.97c	0.71 c	1.23 b	1.99 a	2.04 a
LSD (p<0.01)= 0.18582						LSD (p<0.01)= 0.1662			
GYA (g)	31.1a	29ab	27.9bc	27.3c	25.5c	18.80c	28.47b	28.67b	37.07 a
LSD (p<0.05)= 1.6816						LSD (p<0.01)= 1.1040			
GKA (g)	6.92a	6.3ab	5.46bc	5.8bc	4.92c	3.33 c	6.07 b	5.73 b	8.37 a
LSD (p<0.01)= 0.4794						LSD (p<0.01)= 0.4288			

Özellikler için yapılan varyans analizi sonucunda en az iki grup ortalaması arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark, kendi grubu içerisinde önemli değildir. KYA: Kök yaş ağırlık, KKA: Kök kuru ağırlık, GYA: Gövde yaş ağırlık, GKA: Gövde kuru ağırlık

Bitki Boyu, Meyve Sayısı, Meyve Ağırlığı

Toprağa karıştırılan çay çöpü kompostu biber bitkisinin meyve sayısı hariç, bitki boyu ve meyve ağırlığı üzerine istatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemli farklılıklar meydana getirmiş, tuz uygulamaları incelenen özelliklerin tümünü etkilemiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3'de görüleceği üzere, bitki boyu ve meyve ağırlığı kontrol grubunda 19.87 cm ve 57.97 g olup, % 8 çay çöpü kompostu uygulaması bu değerler 39.00 cm ve 86.47 g 'a yükselmiştir. Biber bitkisine artan düzeyde uygulanan çay çöpü kompostu uygulamaları bitki boyunda yaklaşık 2 kat, meyve ağırlığında % 49 'luk bir artış sağlamıştır. Bitki gelişimi, köklerden başlayıp, diğer organların gelişimi ile devam eder. Diğer özelliklerde de belirtildiği gibi, çay çöpü kompostu kök, gövde gelişimini artırmış, gelişen köklerin ortamdan besin alımının artması, dolayısıyla bitki boyunda da artışı sağlamıştır. Kır ve Mordoğan (2006), organik ve mineral gübre uygulamalarıyla yetiştirilen kırmızı biberde organik gübre uygulamalarının mineral gübre uygulamalarından daha uzun meyve boyu ortalamasına sahip olduğunu bildirmişlerdir. Çay atık kompostunun yetiştirme ortamı olarak kullanılabilirliği (Kütük ve ark., 1995), mısır bitkisinin gelişiminde uygulama miktarına bağlı olarak değişik düzeylerde etkili olduğu (Erdal ve Tarakçoğlu, 2000) ifade edilmiştir. Ayrıca, yapılan diğer çalışmalarda bitki atıkları kompostu ve N uygulamasının biber veriminde artış sağladığı (Hartz ve ark., 1996), kırmızı biberde kompostlaştırılmış organik gübrenin kimyasal gübre uygulamalarına göre % 77 daha yüksek verim sağladığı (Hsieh ve Hsu, 1994) ifade edilmiştir. Biber

bitkisinin gelişimi ile ilgili bazı organik materyallerin ve inorganik gübrelemenin etkilerini inceleyen çalışmalar yapılmakta ve yapılmaya devam edilmektedir (Majdi ve ark., 2012; Güngör ve Yıldırım, 2013).

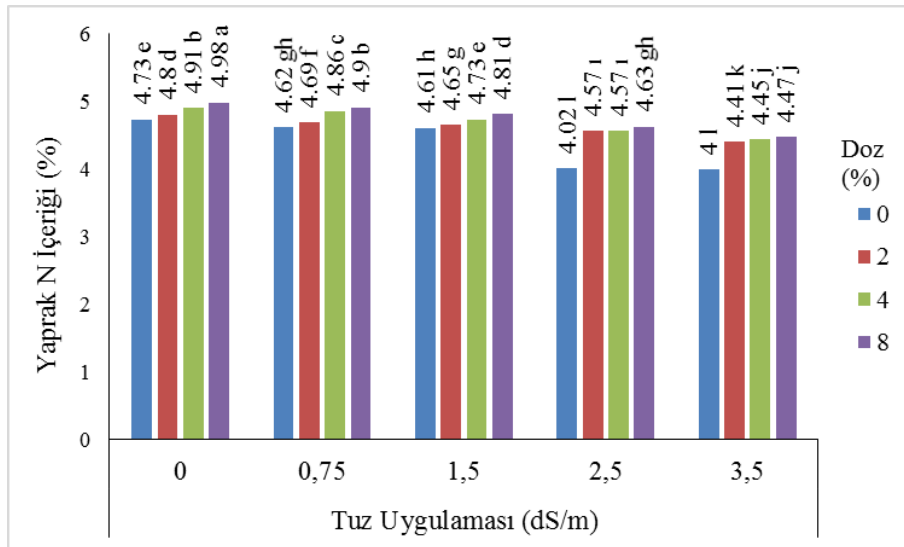
Toprağa uygulanan tuz konsantrasyonu arttıkça, bitki boyu, meyve sayısı ve ağırlığı olumsuz etkilenmiş, tuzsuz koşullarda bu özellikler sırasıyla 34.42 cm, 4.58 adet ve 90.13 g olurken, en yüksek tuz konsantrasyonuna (3.5 dS m^{-1}) göre bitki boyunda % 35, meyve sayısında % 41, meyve ağırlığında % 39 'luk azalma meydana gelmiştir. Bitki boy gelişimi için 0.75 dS m^{-1} kritik seviye olurken, diğer özelliklerde 1.5 dS m^{-1} NaCl kritik seviye olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Bitki boyundaki azalma Robinson ve ark. (1983) tarafından tuz stresine bağlı olarak fotosentezin azaldığı, hormonal dengede yıkım meydana geldiği, nitrat alımının düşmesiyle protein sentezindeki azalmadan kaynaklandığı şeklinde açıklanmıştır. Yurtseven ve Baran (2000), tuzluluğun artması ile belli bir noktadan sonra verimde sürekli bir azalmanın söz konusu olduğunu, sebzelerin $1.0\text{-}3.8 \text{ dS m}^{-1}$ dolaylarındaki toprak tuzluluğunda verimde azalma başladığını; tuzluluğunun artışı ile biber bitkisinde boy ve verimde belirgin bir şekilde azalma olduğunu (Tezcan, 2009) ifade edilmiştir. Özellikler için yapılan varyans analizi sonucunda en az iki grup ortalaması arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark, kendi grubu içerisinde önemli değildir.

Çizelge 3. Çay çöpü kompostu ve tuz uygulamalarının biber bitkisinde bitki boyu (cm), meyve sayısı (adet) ve meyve ağırlığı (g) üzerine etkileri

	Tuz Uygulaması (dS/m)					Kompost Uygulamaları (%)			
	0	0.75	1.5	2.5	3.5	0	2	4	8
Bitki Boyu (cm)	34.4a	30.8b	28.3b	28bc	25.5c	19.8d	27.3c	31.6b	39.0a
LSD ($p<0.01$)= 1.3782						LSD ($p<0.01$)= 1.2327			
Meyve Sayısı (adet)	4.58a	3.9ab	3.67b	3.58b	3.25b	3.13	4.00	4.06	4.00
LSD ($p<0.05$)= 0.4249						öd			
Meyve Ağırlığı (g)	90.1a	83.3ab	75.7bc	70.1 c	64.8 c	57.9b	81.0a	81.7a	86.5 a
LSD ($p<0.01$)= 6.1862						LSD ($p<0.01$)= 5.5331			

Yaprak Azot, Fosfor ve Potasyum İçerikleri

Biber bitkisinin yaprak azot, fosfor ve potasyum içerikleri üzerine çay çöpü kompostu uygulaması ve tuz uygulamasının etkisi etkili olmuş ve yaprak temel besin içerikleri üzerine bu etkileşim istatistiksel olarak $p<0.01$ düzeyinde önemli farklılıklar meydana getirmiştir. Biber bitkisinin yaprak azot içeriği, toprağa % 8 oranında kompost karıştırılmış tuzsuz koşullarda en yüksek çıkmış (% 4.98), en düşük azot içeriği 3.5 dS m^{-1} NaCl konsantrasyonunda kompost uygulanmayan koşullarda % 4 olarak bulunmuştur (Şekil 1).

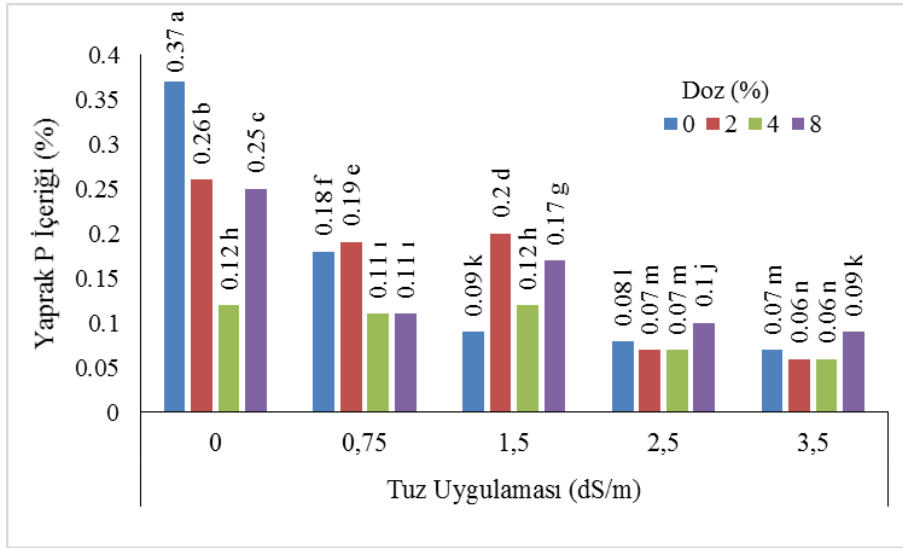


Şekil 1. Tuz stresi koşullarında çay çöpü kompost uygulamalarının biberde azot içeriğine etkisi

Bu sayede organik maddenin bitki yetiştiriciliği açısından ne kadar önemli olduğu ortaya konulmuş, çay çöpü kompostunun tuz stresine karşı biberde dayanıklılığı artırdığı söylenebilir. Bacilio ve ark. (2016) 75 mM tuz uygulaması koşullarında bitki gelişimini destekleyici uygulamalarının biberde yaprak kuru ağırlığı

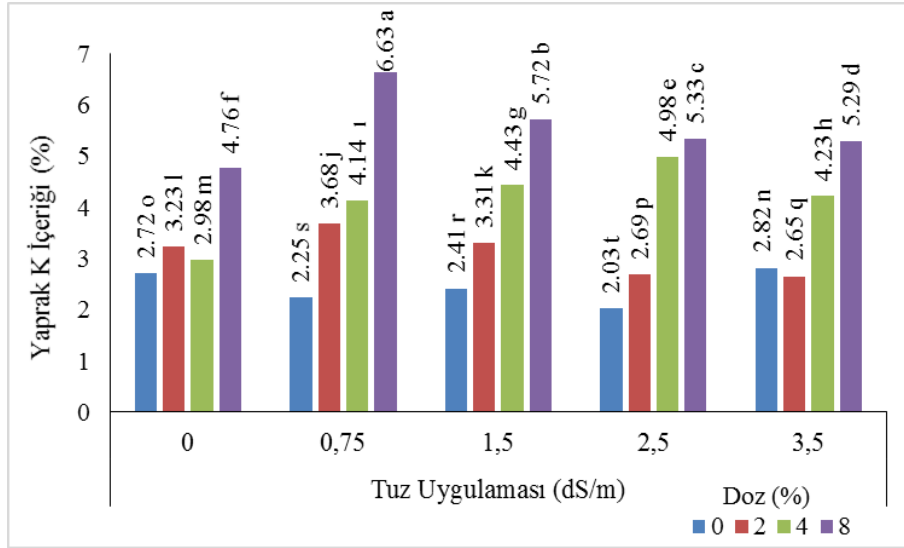
değerleri üzerine olumlu etki yaptığını rapor etmişlerdir. Tuzluluk, bitkide oluşturduğu stres sonucunda su alımını azaltmakta ve dolayısıyla bitki besin maddelerinin alımını da olumsuz etkilemektedir. Tuz içeriği yüksek ortamların genellikle düşük azot miktarına sahip olduğu bildirilmektedir (Amonkar ve Karnakar, 1995). Tuz stresinin, besin maddelerinin (N, P, K, Mg, Fe, Cu, Zn vs.) alımına, yararlılığına ve iletimine olumsuz etkisinden dolayı bitkide beslenme dengesizliğine neden olduğu ifade edilmiştir (Grattan ve Grieve, 1998).

Biber bitkisinin yaprak fosfor içeriği, çay çöpü kompostu uygulamalarıyla azalmış, bu azalma düzenli olmamıştır. Fosfor, toprak pH'sına bağlı olarak alınabilirliği en çok engellenen ve immobil bir elementtir. Çok düşük pH'ya sahip olan toprağa nötre yakın pH'ya sahip kompost uygulanmasına rağmen, fosfor alımında etkisi olmadığını düşündürmektedir. En yüksek fosfor içeriği tuz ve kompost uygulaması yapılmayan kontrol dozunda (% 0.37), en düşük ise 3.5 dS m⁻¹ tuz uygulaması yapılan % 2 ve % 4 dozlarında (% 0.06) elde edilmiştir (Şekil 2). Yaprak fosfor içeriğindeki azalma yapılan birçok çalışma ile benzer bir bulgudur. Besin elementlerindeki azalış, bitkinin kuru madde miktarındaki azalma ile de ilişkili olup, biberin gelişim özelliklerinde özellikle kuru madde miktarındaki azalmanın bir sonucu olduğu düşünülmektedir. Faiz ve ark. (1994), tuzluluğun artması ile N ve P konsantrasyonunun ayrıca meyve verimi ve bitki kuru ağırlığının da azaldığını, Kaya ve ark. (2001) tuzun, büyüme, gelişme ve üretiminde hasar oluşturarak yapraklardaki P ve K konsantrasyonunu bariz miktarda düşürdüğünü ifade etmişlerdir. Malkoç (2003), farklı tuz uygulamalarıyla toprağın pH ve tuzluluk seviyesinin arttığını, kuru madde miktarının azaldığını ve bu sayede N, P, K, Mg, Ca, Fe, Mn, Zn ve Cu içeriklerinin azaldığını, Evelin ve ark. (2009), tuz stresinin öncelikli fosfor olmak üzere birçok besin elementinin alımını azalttığını bildirmişlerdir.



Şekil 2. Tuz stresi koşullarında çay çöpü kompost uygulamalarının biberde fosfor içeriğine etkisi

Biber bitkisinin yaprak potasyum içeriği, çay çöpü kompostu uygulaması ile bitkinin tuz stresine olan toleransını etkilediği görülmüştür (Şekil 3). En düşük yaprak potasyum içeriği tuz ve kompost uygulamasının yapılmadığı kontrol dozunda görülürken, en fazla potasyum içeriği toprağa %8 kompost karışımının yapıldığı 0.75 dSm⁻¹ NaCl uygulamasında elde edilmiştir. Çay çöpü kompostu yüksek potasyum içeriğine sahip olması (Çizelge 1), tuzluluğun bitki üzerinde meydana gelecek olan negatif etkiyi engellediği söylenebilir. Bu artışın, potasyum ile sodyum iyonu arasındaki antagonistik etkileşimden meydana geldiği düşünülmektedir. Tuzlu koşullar altında tolerant genotiplerin duyarlı genotiplere göre köklerden yeşil aksamda daha fazla miktarda potasyum transferi yaptığı ve bu sayede Na iyonu alımını engelledikleri ifade edilmektedir (Catalan ve ark., 1994; Botella ve ark., 1997; Al-Karaki, 2000). Aktaş (2002), tuz stresinde farklı biber genotiplerinde dayanıklı genotiplerin Na yerine K' u tercih ettiklerini ve bu sayede bünyelerine daha az Na alarak kendilerini bu stres faktörüne karşı koruduklarını bildirmektedir. Hasegawa ve ark., (2000), tuz stresi altında Na, köke giriş için K ile rekabet etmektedir. Bitki türüne göre K ve Na ayrımı yeşil aksamda ozmotik düzenlemede rol oynamakta ve bu özellik değişmektedir (Marschner, 1995). Yüksek tuz stresine maruz kalan bitkilerde Na ve Cl vakuollerde biriktirilirken, fotosentezin sürdürülebilmesi için kloroplastlardaki K miktarının yüksek tutulduğu ifade edilmiştir (Blumwald, 2000).



Şekil 3. Tuz stresi koşullarında çöy çöpü kompost uygulamalarının biberde potasyum içeriğine etkisi

Sonuç

Tuz stresi koşulları biber bitkisi gelişiminin olumsuz etkilenmesine neden olurken, toprağa karıştırılan çay çöpü kompostu uygulamaları bitki gelişiminde oldukça büyük artışlar sağlamıştır. Biber bitkisinin temel besin elementi konsantrasyonları üzerine tuz stresine karşı kompost uygulaması teşvik edici olmuş, fosfor içeriği hariç özellikle potasyum da artış meydana gelmesini sağlamıştır.

Teşekkür

Bu çalışma, Demirhan Hut'un Yüksek Lisans Tez çalışmasından üretilmiştir. Çalışmanın yürütülmesinde destek olan Ordu Üniversitesi'ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Akın E, 2009. Farklı yetiştirme ortamlarının kapari (*Capparis ovata* Desf.) fidanlarının kalitesi üzerine etkisinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Aktaş H, 2002. Biberde tuza dayanıklılığın fizyolojik karakterizasyonu ve kalıtımı. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Albaho M, Bhat N, Abo-Rezq H, Thomas B, 2009. Effect of three different substrates on growth and yield of two cultivars of capsicum annum. *European Journal of Scientific Research* 28(2): 227-233.
- Al-Karaki GN, 2000. Growth, water use efficiency and sodium and potassium acquisition by tomato cultivars grown under salt stress. *Journal of Plant Nutrition* 23 (1): 1-8.
- Allievi L, Marchesini A, Saalrdi C, Piano V, Ferrari A, 1992. Plant quality and soil residual fertility 6 years after a compost treatment. *Bioresource Technology* 43:85-89.
- Amonkar DV, Karnakar SM, 1995. Nitrogen uptake and assimilation in halophytes. In: Nitrogen Nutrition in Higher Plants (eds. Srivastada HS, Singh RB), Associated Publishing Co., New Delhi, 431-445.
- Anonim, 2014. Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Enerji Tarımı Araştırma Merkezi, Samsun.
- Ashraf MY, Awan AR, Mahmood K, 2012. Rehabilitation of saline ecosystems through cultivation of salt tolerant plants. *Pakistan Journal of Botany* 44 (Special Issue): 69-75.
- Aşık BB, Kütük, C, 2012. Çay atığı kompostunun çim alanların oluşturulmasında kullanım olanağı. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 26(2): 47-57.
- Bacilioa M, Morenoa M, Bashana Y, 2016. Mitigation of negative effects of progressive soil salinity gradients by application of humic asits and inoculation with *Pseudomonas stutzeri* in a salt-tolerant and a salt-susceptible pepper. *Applied Soil Ecology* 107: 394-404.
- Bayraklı F, 1998. Toprak Kimyası. O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 26, 1. Baskı, Samsun, 214s.
- Bethke PC, Drew MC, 1992. Stomatal and non-stomatal components to inhibition of photosynthesis in leaves of capsicum annum during progressive exposure to NaCl salinity. *Plant Physiology* 99: 219-226.
- Blake GR, Hartge KH, 1986. Bulk density, Particle density. In: Methods of Soil Analysis. Part I, ASA-SSSA, Madison, WI, 363-382.
- Blumwald E, 2000. Sodium transport and salt tolerance in plants. *Current opinion in Cell Biology* 12(4): 431-434.
- Botella MA, Martinez J, Cerda A, 1997. Salinity induces potassium deficiency in maize plants. *Journal of Plant Physiology* 50(1-2): 200-205.

- Bouyoucos GD, 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soil. *Agronomy Journal* 43 :434-438.
- Bray RH, Kurtz LT, 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Science* 45: 39-45.
- Bremner JM, 1965. Methods of soil analysis part II. Chemical and Microbiological Properties. In.(eds. Balack CA), American Soc.of Agronomy.Inc.Pub.Agron Series. No:9 Madison USA.
- Catalan L, Bazlarını Z, Talesnik E, Serono R, Karlin U, 1994. Effect of salinity on germination and seedling growth of *Prosopis flexuosa*. *Forest Ecology and Management* 63(2-3): 347-357.
- Chapman HD, Pratt PF, Parker F, 1961. Methods of Analysis for Soils, Plant and Waters. Univ. of California. Div. of Agric. Sci.
- Coardoba A, Seffino LG, Moreno H, Arias C, Grunberg K, Zenoff A, Taleisnik E, 2001. Characterization of the effect of high salinity on roots of *Chloris gayana* Kunth: carbohydrate and lipid accumulation and growth. *Grass and Forage Science* 56(2): 162-168.
- De Boodt M, Verdonck O, Cappaert I, 1973. Method for measuring the water release curve of organic substrates. Proc. Sym. Artificial Media in Horticulture, 2054-2062.
- DIN 11542, 1978. Torf für Gartenbau und Landwirtschaft, Germany.
- Ekbiç İ.E, Keskin A, 2018. Tuz stresi koşullarında yetiştirilen soğanda çay atığı kompostu uygulamalarının etkileri. *Akademik Ziraat Dergisi* 8(1):1-8.
- El-Fouly MM, Salama ZH, 1999. Can foliar fertilization increase plant tolerance to salinity; Dahlia Greidinger International Symposium: Nutrient Management Under Salinity and Water Stress. 1-4 March, Technion-ITT Haifa.
- Erdal İ, Tarakçıoğlu C, 2000. Değişik organik materyallerin mısır bitkisinin gelişimi ve mineral madde içeriği üzerine etkisi. *Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 15:80-85.
- Evelin H, Kapoor R, Giri B, 2009. Arbuscular mycorrhizal fungi in alleviation of salt stress: a review. *Annals of Botany* 104(7): 1263-1280.
- Faiz SMA, Ullah SM, Hussain AKMA, Kamal, ATMM, Arduş S, 1994. Yield, mineral contents and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) under salt stress in a saline soil. *Current Agriculture* 18 (1/2): 9-12.
- Fekri M, Gharanjig L, Soliemanzadeh A, 2016. Effects of salinity and pistachio waste application on growth and physiological responses of pistachio seedlings. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 47(1):112-120.
- Fernandez FG, Caro M, Cerda A, 1977. Influence of NaCl in the irrigation water on yield and quality of sweet pepper (*Capsicum annuum*). *Plant and Soil* 46: 405-411.
- Gabriels R, Verdonck O, 1992. Reference methods for analysis of compost. In: Composting and compost quality assurance criteria. 173-183.
- Grattan SR, Grieve CM, 1998. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. *Scientia Horticulturae* 78(1-4): 127-157.
- Güneş A, İnal A, Alpaslan M, 1996. Effect of salinity on stomatal resistance, proline and mineral composition of pepper. *Journal of Plant Nutrition* 19(2): 359-396.
- Güngör F, Yıldırım E, 2013. Effect of different growing media on quality, growth and yield of pepper (*Capsicum annuum* L.) under greenhouse conditions. *Pakistan Journal of Botany* 45(5): 1605-1608.
- Hartz TK, Costa FJ, Schrader WL, 1996. Suitability of composted green waste for horticultural uses. *HortScience* 31 (6):961-964.
- Hasegawa PM, Bressan RA, Zhu JK, Bohnert HJ, 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 51:463-499.
- Hsieh CF, Hsu KN, 1994. Effect of organic manures on the growth and yield of sweet pepper. *Bulletin of Taichung District Agricultural Improvement Station* No: 42, 1-10.
- Hussein MM, Faham SY, Alva AK, 2014. Role of foliar application of nicotinic acid and tryptofan on onion plants response to salinity stress. *Journal of Agricultural Science* 6(8): 41-51.
- Ibn Maaouia-Houimli S, Denden M, Dridi-Mouhanded B, Ben Mansour-Gueddes S, 2011. Caractéristiques de la croissance et de la production en fruits chez trois variétés de piment (*Capsicum annuum* L.) sous stress salin. *Tropicultura* 29(2): 75-81.
- Kacar B, 1992. Yapraktan Bardağa Çay. T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları. No:23, T.C. Ziraat Bankası Matbaası, Ankara.
- Kaya C, Kirnak H, Higgs D, 2001. Effects of supplementary potassium and phosphorus on physiological development and mineral nutrition of cucumber and pepper cultivars grown at high salinity (NaCl). *Journal of Plant Nutrition* 24 (9): 1457-1471.
- Kır A, Mordoğan N, 2006. Değişik kompostların organik kırmızı biber (*Capsicum annuum* L.) yetiştiriciliğinde verim, bazı morfolojik karakterler ve potasyum içeriği üzerine etkileri. *Anadolu Dergisi* 16(1):1-25.
- Knudsen D, Peterson GA, Pratt PF, 1982. Lithium, Sodium and Potassium. Methods of Soil Analysis, Part II, ASA-SSSA, WI, pp. 225-245.
- Koç F, 2008. Farklı organik gübrelerin domates ve biber bitkisinin gelişimi ile beslenmesine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kütük CA, Çaycı G, Baran A, 1995. Çay atıklarının bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılabilme olanakları. *Tarım Bilimleri Dergisi* 1(1):35-40.

- Majdi Y, Ahmadizadeh M, Ebrahimi R, 2012. Effect of different substrates on growth indices and yield of green peppers at hydroponic cultivate. *Current Research Journal of Biological Sciences* 4(4): 496-499.
- Malkoç M, 2003. Mısır (*Zea mays* L.) ve fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)'nin gelişimi ve bitki besin maddeleri içeriğine farklı tuz uygulamalarının etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 34(3): 211-216.
- Mane AV, Deshpande TV, Wagh VB, Karadge BA, Samant JS, 2011. A critical review on physiological changes associated with reference to salinity. *International Journal of Environmental Sciences* 1(6):1192-1216.
- Marschner H, 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2 nd Edn., Academic Press, 657-680.London.
- Munns R, 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment* 25(2):239-250.
- Nelson DW, Sommers LE, 1982. Total carbon, organic carbon and soil organic matter. In: Methods of Soil Analysis, Part II, ASA-SSSA, Madison, WI, pp. 539-579.
- Niu X, Bressan RA, Hasegawa PM, Pardo JM, 1995. Ion homeostasis in NaCl stress environments. *Plant Physiology* 109(3):735-742.
- Ouda SAE, Mohamed SG, Khalil FA, 2008. Modeling the effect of different stress conditions on maize productivity using yield-stress model. *International Journal of Natural and Engineering Sciences* 2(1): 57-62.
- Parvaiz A, Riffat J, 2005. Effect of salt stress on growth and biochemical parameters of *Pisum sativum* L. *Archives of Agronomy and Soil Science* 51(6):665-672.
- Pascale SD, Ruggiero C, Barbieri G, Maggio A, 2003. Physiological responses of pepper to salinity and drought. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 128(1): 48-54.
- Reddy N, Crohn DM, 2012. Compost Induced Soil Salinity: A New Prediction Method and Its Effect on Plant Growth. *Compost Science & Utilization* 20(3):133-140.
- Robinson SP, Downton WJS, Millhouse JA, 1983. Photosynthesis and ion content of leaves and isolated chloroplasts in relation to ionic compartmentation in leaves. *Agricultural Biochemistry and Biology* 228:197-206.
- a ZA, Akhtar J, Ul-Haq MA, Ahmed I, 2012. Salt induced changes in leaf phenology of wheat plants are regulated by accumulation and distribution pattern of Na⁺ ion. *Pakistan Journal of Agricultural Science* 49(2):141-148.
- Shani U, Dubble D, 2001. Field studies of crop response to water and salt stress. *Soil Science Society of American Journal* 65(5):1522-1528.
- Tezcan A, 2009. Tuzlu sulama suyu oksijen içeriğinin biber bitkisi verimi ve gelişmesine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnosis and improvement of Saline and Alkali Soils. Agriculture Handbook No.60, U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C., U.S.A.
- Verdonck OR, Pennick R, De Boodt M, 1984. The physical properties of different horticultural substrates. *Acta Horticulture* 150:155-160.
- Yıldırım E, Güven İ, 2006. Salt tolerance of pepper cultivars during germination and seedling growth. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 30(5):347-353.
- Yılmaz S, Bender Özenç D, 2012. Effects of hazelnut husk compost and tea waste compost on growth of corn plant (*zea mays* L.). 8th International Soil Science Congress on "Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management" Volume V, pp.620-626. May 15- 17, Çeşme-İzmir, Turkey.
- Yurtseven E, Baran HY, 2000.Sulama suyu tuzluluğu ve su miktarlarının brokkolide (*Brassica oleracea botrytis*) verim ve mineral madde içeriğine etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 24(2-7):185-190.
- Zhani K, Mariem BF, Mani F, Cherif HI, 2012. Impact of salt stress (NaCl) on growth, chlorophyll content and fluorescence of Tunisian cultivars of chili pepper (*Capsicum frutescens* L.) University of sousse, Department of Horticulture and Landscape, Higher Institute of Agronomy. 4042 Chott Mariem, Tunisia.