



The effect of calcium (Ca⁺²) applications on R/S values in tomato and pepper rhizosfer soils

Domates ve biber rizosfer topraklarında kalsiyum (Ca) uygulamalarının R/S değerlerine etkisi

Kemal DOĞAN¹, Sefer BOZKURT², Necat AGCA¹

¹Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science & Plant Nutrient, Antakya-Hatay, Turkey.

²Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystem Engineering, Antakya-Hatay, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

Geliş tarihi /Received:09.10.2019

Kabul tarihi/Accepted:16.12.2019

Keywords:

Rhizosfer, microbial activity, Ca⁺² applications, tomato, pepper.

Corresponding author: Kemal DOĞAN

✉: kdogan@mku.edu.tr

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: The aim of this study was to determine some microbial activity of the tomato and pepper plant rhizosfer soils under different doses of Calcium (Ca⁺²) applications. Pepper and tomato plants could be adversely affected by drought and water stress have an important place in Hatay agriculture especially greenhouse plant production. Rhizosphere (R) and out of the rhizosphere soil (S) were used for the research that carried out under greenhouse conditions.

Methods and Results: In order to determine the effects of Ca applications in conditions to pepper and tomato production on soil microbial activities, soil respiration (CO₂ produce), dehydrogenase enzyme activity (DHA) and microbial biomass carbon (MBC) content some biological analyzes were performed. In addition, root biomass weights (g plant⁻¹), pH (1:5) and EC (μS cm⁻¹) analyzes were performed and R/S values were calculated for both plants. Results of CO₂, DHA and MBC values in rhizosphere soils (R) for pepper and tomato were determined as 71.98-68.74 μg CO₂-C.gkt⁻¹, 12.84-12.48 μg TPF.10 gkt⁻¹, 53.00-39.24 μg.gkt⁻¹ and the average S values of the the soils were determined as 58.64-59.54 μg CO₂-C.gkt⁻¹, 1.55-1.57 μg TPF.10 gkt⁻¹, 25.43-25.94 μg.gkt⁻¹, respectively. R/S values calculated according to these results were 1.23-1.17 CO₂, 8.19-8.06 DHA and 2.09-1.52 MBC for pepper and tomato, respectively.

Conclusions: Increasing doses of Ca applications resulted in reductions in CO₂, DHA values for pepper and tomato, while increasing MBC values. Root weight values showed increases with increasing doses of Ca for both plants. While the pH values were not significantly affected by the applications, EC values differed significantly for pepper and tomato plants.

Significance and Impact of the Study: Ca applications may be the solution to solve the yield and quality problems caused by some physiological diseases seen in tomatoes and peppers which have an important place in Antakya greenhouse conditions. The main cause of rotten flower rot in the fruit is the lack of calcium in the soil or the lack of existing calcium due to many factors. As calcium (Ca) cannot be taken into the fruit, the cells and tissues in the flower nose of the fruit die, a collapsed and submerged area is formed and then this area is enlarged. In this research, the effects of Ca on tomato and pepper plant rot against rhinosphere in microsal activities in greenhouse conditions were determined.

Atf / Citation: Dogan K, Bozkurt S, Agca N (2019) The effect of calcium (Ca⁺²) applications on R/S values in tomato and pepper rhizosfer soils. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 24 (Özel Sayı) :290-300

GİRİŞ

Artan dünya nüfusunu besleme kaygılarıyla başvuru alan yoğunlaştırılmış tarımsal uygulama yöntemlerinden biri olan örtü altı yetiştiriciliği ile hem birim alandan daha fazla verim alınmakta hem de her mevsim, her ürünün elde edilmesi sağlanmıştır. Dolayısıyla sera topraklarında, tarla tarımından daha fazla girdi ve kayıplar oluşmaya başlanmıştır. Doğal dengenin çok üzerinde oluşan bu girdi ve kayıplar sera topraklarının mikrobiyal aktiviteleri gibi doğal potansiyellerinin de olumsuz yönde etkilenmesine neden olmuştur. Bununla beraber Ca gibi bazı elementlerin topraktan alımını kısıtlayıcı şartların da oluşması, sera koşullarında Ca uygulamalarının artmasına neden olmuştur. Kalsiyum bitki bünyesine toprak çözeltisi ile temas halinde olan kök tüylerinin epidermal hücre duvarlarında Ca^{2+} geçirebilen iyon kanalları vasıtasıyla Ca^{2+} formunda doğrudan alınır ve ksilem iletim demetlerine taşınır. Kalsiyum, genellikle endodermis hücreleri henüz mantarlaşmamış genç kök uçları tarafından alınmakta ve iyi bir kök gelişiminin bitkinin Ca beslenmesi üzerinde önemli etkisi olduğu belirtilmektedir. İyi gelişmiş bir kök ve kök ucundaki kök tüyleri, kökün absorpsiyon yüzey alanını oldukça genişletmekte olup, başta Ca olmak üzere besin elementlerinin alımında önemli kolaylıklar sağlamaktadır (Kacar ve Katkat, 2007; Budak ve Erdal, 2016).

Bitki dokularındaki kalsiyumun (Ca) büyük bir bölümü, hücre duvarlarında yer alır. Pektatlar şeklinde bulunan Ca hücre duvarlarının ve bitki dokularının güçlenmesinde temel görev üstlenmiştir. Kalsiyum noksanlığında bitki dokularında biriken poligalakturonaz Ca-pektatların parçalanmalarına neden olur Bunun sonucu olarak hücre duvarları parçalanır, dokular etkilenir. Bu olgunun belirtileri özellikle yaprak ayalarında ve gövdenin üst kısımlarında görülür. Hücre duvarlarında yer alan Ca pektatlar bitki dokularını ve meyveleri mantar ve bakteri enfeksiyonlarına karşı da korurlar. Belirtilen işlevleri yanında daha birçok işlevi bulunan Ca, meyve oluşumu, gelişimi ve kalitesi üzerinde de önemli işlevler üstlenmektedir (Konno ve ark., 1984; Kacar ve Katkat, 2007; Budak ve Erdal, 2016).

Hatay seracılık açısından gelişmekte olup, Türkiye’de üretilen sebze ve meyvenin %25’ini üretmektedir. Hatay’da başta Samandağ olmak üzere, Antakya, İskenderun, Arsuz, Reyhanlı, Kırıkhan, Hassa ve Yayaladağı ilçeleri ile çevre köylerinde seracılık yapılmaktadır (Anonim, 2018). Türkiye’de toplam sera alanı 649.118 da olup Hatay’da bu alan 10.487 da alanla, Türkiye toplam seracılık alanının %1.6’sına sahip ve 8. Sıradadır (İlbay ve ark., 2015). 2014 TÜİK verilerine göre,

Hatay’da en fazla üretimi yapılan sebze çeşitleri ile Türkiye genelindeki veriler benzerlik göstermektedir. Hatay sera alanlarında yetiştirilen sebze ve meyveler genel olarak, biber (sivri ve dolmalık), domates, fasulye, hıyar, kabak (sakız), karpuz, kavun, patlıcandan olup, sivri biber 1.333 da, domates ise 2.702 da alandan oluşmaktadır. Ülkemiz seralarında yetiştirilen bitkilerden sebzeler % 95 üretim payına sahiptir. Domates %51.9 üretim payı ile ilk sırada yer almaktadır (TÜİK, 2014).

Rizosfer bölgesi (R), bitki köklerinin doğrudan temas halinde olduğu ve kökleri çepeçevre saran birkaç mm’lik kök etki alanıdır. Bu bölgede özellikle mikroorganizmalar ile bitki kökleri doğrudan temas halinde olup, mikrobiyal koloni sayısı ve biyolojik aktivite daha yüksek düzeydedir (Karaman, 2012; Vega, 2007). Bitki köklerinin etkisi altında kalan rizosfer toprakları, bitki türleri ve toprak yönetim sistemlerinden önemli derecede etkilenebilmektedir (Doğan ve ark., 2011). Rizosfer bölgesi (R) topraklarının mikroorganizma yoğunluğu, rizosfer etkisi dışındaki (S) topraklardan daha fazladır. Özellikle bakteri yoğunluğu, mantar ve aktinomisetlerden daha fazladır. R bölgesindeki mikrobiyal yoğunluk, kök salgılarının miktarına, bitki türüne, yaşına ve beslenme durumuna göre değişimler gösterebilmektedir. Örneğin şekerler ve organik asitler ile ölü hücreler, kılcal köklere ve kök kabuklarına bağlıdır. Fosfatlı bileşikler değişime uğratan rizosfer organizmaları, N^2 fikse eden bakteriler ve mykorrhizaların rizosfer aktiviteleri mutualistik olarak, zorunlu faydalanma ilişkileri ile bitki ve organizma arasında yürümektedir. Rizosfer faaliyetleri, besin maddeleri dinamiği, kök salgıları yanında pH değerinin değişmesinden önemli derecede etkilenir. R bölgesindeki pH değeri S bölgesinden 1-2 derece daha düşük olabilir. Bu değişim, Fe^{+3} , Mn^{+2} ve Zn^{+2} gibi mikrobeyin elementlerinin alınabilirliğini artırır (Özbek ve ark., 2007; Marschner, 2008; Karaman, 2012). Besin elementlerinin alınabilirliği yalnızca fiziksel ve kimyasal özelliklere değil, toprak biyolojik aktivitelerine de önemli derecelerde bağlıdır. Biyolojik aktiviteler sayesinde birçok makro ve mikro besin elementleri alınabilir formlara dönüşür (Haktanır ve Arcak 1997; Doğan ve ark. 2008). Yarıyıllık bitki besin element kaynakları, kısa bir süre için toprak çözeltisi ile göreceli olarak denge haline geçen kısım ile sınırlıdır ve besin maddesinin konsantrasyonuna bağlıdır; bu konsantrasyon, bitki çeşitlerinin rizosferdeki toprak çözeltisini tükettikleri andaki konsantrasyondur. Organik madde içinde bağlanmış olan besin maddeleri (değişebilir iyonlar hariç) ancak mikrobiyal parçalanmadan sonra bitkiler tarafından alınabilir duruma geçerler (Özbek ve ark., 2007). Toprağa karışan organik bileşikler mikrobiyal

aktivite ile önce fiziksel olarak ayrışır sonrasında biyokimyasal ayrışma ve dönüşüm olayları ile organik bileşiklerin yapısında bulunan makro ve mikro besin elementleri bitkiler için yararlı formlara döner. Mikroorganizmalar, bitkilere yalnızca besin elementi sağlamaz, aynı zamanda topraklar üzerindeki düzenleyici etkileriyle de faydalar sağlarlar. Mantarların hifleri ve bakterilerin salgıları sayesinde toprak strüktürü gelişir ve fiziksel özellikler düzelir (Korkmaz ve Saltalı, 2012). R bölgesine bitki kökleri tarafından bırakılan salgılar, yalnız biyolojik aktivite ve kök etki alanındaki reaksiyonları etkilemez aynı zamanda köklerin toprak içerisindeki hareketlerini de kolaylaştırarak daha rahat ilerlemelerini sağlar. Özellikle tohumdan henüz çıkmış kökçükler için bu durum çok önemlidir. Bu salgılar sayesinde bu kökçüklerin toprak içerisindeki gelişimi de kolaylaşır (Karaman, 2012).

Toprak ekolojisi dinamik bir sistem olup canlı ve cansızların birbirleriyle etkileşim halinde olduğu bir sistemdir. Rizosfer bölgesinde oluşan fiziksel, kimyasal ve biyolojik olaylar, zincirleme reaksiyonlar gibi birbiriyle etkileşim halindedir. Toprak, bitki ve su ilişkilerinin yoğun olarak yaşandığı yer rizosfer bölgesidir. Rizosfer topraklarında, mikroorganizmaların da etkisi ile daha iyi oluşan toprak strüktürü, toprağın su, havalanma ve ısı rejimini düzenlediği ve etkilediği için toprak mahsüdarlığı için büyük önemi vardır (Yeşilsoy, 2002). Sebze bitkilerinden domates, biber, patlıcan (Solanaceae), karpuz ve kavunun (Cucurbitaceae)

meyvelerinde fizyolojik bir hastalık olan çiçek burnu çürüklüğü sorunu yaygın olarak görünmektedir. Meyvedeki çiçek burnu çürüklüğünün ana nedeni, toprakta kalsiyum eksikliği veya mevcut kalsiyumun birçok etmenin etkisiyle topraktan alınamamasıdır. Meyveye kalsiyumun (Ca) alınamaması sonucunda meyvenin çiçek burnundaki hücre ve dokular ölmekte, çökük ve batık bir alan oluşmakta ve daha sonra bu alan genişlemektedir. Yapılan bu araştırma ile sera koşullarında, domates ve biber bitkisinde, çiçek burnu çürüklüğüne karşı uygulanan Ca'un, rizosfer bölgesi topraklarında mikrobiyal aktivitelere etkileri belirlenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu araştırma, Mart 2018 ve Şubat 2019 tarihleri arasında, M.K.Ü. Tayfur Sökmen Kampüsü Ziraat Fakültesi seralar bölgesinde kurulu olan plastik serada yürütülmüştür. Araştırma serasının konumu, denizden 134 m yükseklikte, 36° 19' kuzey ve 35° 11' doğu enlem ve boylamlarındadır.

Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü yörede, yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Araştırma alanının uzun yıllar (1950–2015) bazı iklim verileri aşağıdaki Çizelge 1'de sunulmuştur (Anonim, 2016). Araştırma süresince sera içi ve dışında benzer iklim verileri gözlenmiş ve Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırma alanı uzun yıllar (1950-2015) iklim verileri

Parametre	AYLAR											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
T _{ort} (°C)	8.2	9.9	13.2	17.2	21.2	24.8	27.2	27.8	25.6	20.7	14.2	9.6
T _{mak} (°C)	12.1	14.4	18.3	22.6	26.4	29.2	31.1	32.0	31.0	27.4	20.2	13.7
T _{min} (°C)	4.7	5.7	8.5	12.3	16.3	20.8	23.9	24.6	21.2	15.3	9.4	6.0
Yağış(mm)	184.7	170.4	146.9	111.2	81.5	22.8	7.7	4.8	39.2	74.5	103.5	181.7

Araştırma serası, 45 m x 24 m boyutlarında 7 bloklu, 1080 m² taban alanına sahiptir. Sera oluk altı yüksekliği 2.8 m ve çatı (mahya) yüksekliği 4.0 m'dir. Isıtma sistemi olarak 200,000 kCal h⁻¹ kapasiteli brülör (sıcak hava) sistemi mevcuttur. Seranın çatısı, UV+IR+Light diffusion katkılı, 180 µm kalınlığında P.E. plastik örtü ile yanları ise 8 mm kalınlığında çift katlı polikarbon örtü materyali ile kaplıdır. Deneme öncesi bazı toprak özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Serada kampüs su deposundan alınan yeraltı suyu kullanılmıştır. Su, pompa yardımıyla alınarak damla sulama sistemiyle seraya dağıtılmıştır. İlaçlamalarda 100 l kapasiteli pülverizatörden yararlanılmış ve

fertigasyonda by-pass tank sistemi kullanılmıştır. İçitimi hızının kontrolü gübre tankı çıkışındaki vana yardımıyla yapılmıştır. Deneme bitkisi olarak, denemenin kurulacağı Akdeniz bölgesi-Hatay ilinde örtüaltı yetiştiriciliği için yaygın üretilen Solanaceae familyasına ait biber (Capsicum annum)' in yerel bir acı çeşit olan "samandağ biberi" kullanılmıştır.

Deneme bitkisi olarak, denemenin kurulacağı Akdeniz bölgesi-Hatay ilinde örtüaltı yetiştiriciliği için tavsiye edilen ve yörede tercih edilen domates (Solanaceae familyası-Lycopersicon esculentum) sebzesine ait Grando F1 domates çeşidi kullanılmıştır. Grando F1 320-340 g ağırlığında, koyu kırmızı, iri (beef) meyveli ve

erkenci bir domates çeşidi olup plastik ve cam örtülü seralarda yetiştiricilik için uygun bir çeşittir.

Çizelge 2. Deneme öncesi toprak özellikleri (0-30 cm)

pH	7.48
EC ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	760.5
Bünye sınıfı	Killi-tınlı
Fosfor (kg da^{-1})	16.16
Potasyum (kg da^{-1})	65.88
Kalsiyum (ppm)	3825
Sodyum (ppm)	380.5
Magnezyum (ppm)	750
Organik madde (%)	0.76
Kireç (%)	2.12

Araştırma sera şartlarında kontrollü ortamda, bahar yetiştiricilik sezonunda tek yıllık olarak yürütülmüş ve kalsiyum (Ca) gübre dozları ise aşağıda belirtildiği şekilde hazırlanmıştır.

Kalsiyum (Ca) dozları:

Ca₀: 0 kg da^{-1} Ca uygulaması

Ca₁₀: 10 kg da^{-1} Ca uygulaması

Ca₂₀: 20 kg da^{-1} Ca uygulaması

Ca₃₀: 30 kg da^{-1} Ca uygulaması

Parseller 4.0 m x 1.5 m boyutlarında 6 m² taban alanına sahiptir. Her parselde bitkiler 50 cm x 60 cm mesafelerde bir seddeye çift sıra olarak dikilmiştir. Seddeler arasında 100 cm boşluk bırakılmış, sedde başlarında ise tesir bitkileri bırakılarak, gözlemler ortadaki bitkilerde yapılmıştır.

Yetiştiricilikte erkenciliği sağlamak için fide ile üretim yapılmıştır. Bitkiler ilk gelişim aşamasında çatı kirişlerindeki askı tellerine bağlı iplere sardırılmış, daha sonra her parsel içinde destek telleri çekilerek bitkilerin yan yatmaları engellenerek, dik yetişmeleri sağlanmıştır. Biber fidelerinin dikiminden önce bütün parsellere organik gübre ve taban gübresi eşit olarak verilmiştir. Denemede Kaygısız (2000)'in önerdiği Çizelge 3'de verilen tek bir gübreleme programı uygulanmıştır. Bu makro elementlere ilaveten ilgili parsellere farklı Ca dozları uygulanmıştır.

Çizelge 3. Araştırmada kullanılan gübreleme programı

Uygulama şekli	Gübre çeşidi		
	Azot (N)	Fosfor (P)	Potasyum (K)
Taban gübresi (kg)	4.0-4.5	7.4-7.6	8.0-8.5
Üst gübre (kg)	18.0-19.0	2.0-2.5	24.0-25.0
Toplam miktar (kg)	22.8	9.6	33.2
Üst Gübrelemenin Dağılımı			
a) Dikimden çiçeklenme periyoduna kadar (50 gün)	5.5-5.7	1.0-1.5	6.5-7.0
b) Meyve dönemi içinde (25 gün)	3.4-3.5	1.0-1.5	4.5-4.7
c) İlk hasada kadar (30 gün)	4.4-4.6	-	3.5-4.0
d) Hasad devamınca	5.2-5.7	-	9.7-10.0

Azot kaynağı olarak amonyum sülfat ve üre amonyum sülfat, fosfor kaynağı olarak mono potasyum fosfat (MKP) gübresi, potasyum kaynağı olarak potasyum sülfat gübresi ve kalsiyum kaynağı olarak kalsiyum nitrat

gübreleri kullanılmıştır. Araştırma boyunca sera dışı aylık ortalama iklim verileri Çizelge 4'te verilmiştir. Deneme süresince sera içi aylık ortalama iklim verileri ise Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı.. Araştırma süresince sera dışı aylık ortalama iklim değerleri

Aylar	T _{mak} (°C)	T _{min} (°C)	T _{ort} (°C)	RH (%)	Yağış (mm)
Şubat	15.5	2.5	8.7	54.6	0.1
Mart	20.7	8.0	13.8	70.9	15.7
Nisan	25.8	11.0	17.8	72.2	46.0
Mayıs	28.3	15.6	21.5	73.2	134.5
Haziran	30.9	20.2	25.1	76.9	2.5

T: sıcaklık, R:Yağış.

Çizelge 5. Deneme süresince sera iç ortamında belirlenen aylık ortalama iklim değerleri

Aylar	T _{mak} (°C)	T _{min} (°C)	T _{ort} (°C)	RH (%)
Şubat	-	-	-	-
Mart	30.0	10.6	23.1	55.0
Nisan	28.0	12.9	23.9	60.0
Mayıs	28.5	15.7	25.2	63.0
Haziran	32.5	19.4	29.9	60.6

CO₂ üretimi ($\mu\text{g CO}_2\text{-C kt. gün}^{-1}$), dehidrogenaz enzim aktivitesi (DHA; $\mu\text{g TPF g.kt.}$) ve mikrobiyal biyomas karbon içeriği ($\mu\text{g MBC gkt}$) analizleri sırasıyla Isermayer (1952), Thalman (1967) ve Öhlinger (1993)'e göre yapılmıştır. Araştırmada elde edilen veriler MSTAT-C paket programı yardımıyla (Crop and Soil Sciences Department, Michigan State University, Version 1.2) varyans analizine tabii tutulmuştur. Bek (1983)'e göre Duncan testi uygulanarak gruplandırılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırma bitkilerinin rizosfer bölgesinden alınan toprak örneklerinin, CO₂ üretimi, DHA ve MBC gibi mikrobiyal sonuçları ile pH, EC ve bitki kök ağırlığı değerleri, aşağıda ilgili başlıklar halinde verilmiştir.

Toprak Solunumu (CO₂ Üretimi) Sonuçları

Biber ve domates bitkisinin rizosfer faaliyetleri ile Ca uygulamalarının, CO₂ üretimine ve R/S değerlerine etkileri Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Biber ve domates bitkisinde Ca uygulamalarının CO₂ üretimi ve R/S değerlerine etkileri

	$\mu\text{g CO}_2\text{-C g kt}^{-1}$	R	S	R/S		
Biber	Ca ₀	84.4	A	61.6	1.38	A
	Ca ₁₀	67.8	AB	57.7	1.19	A
	Ca ₂₀	57.3	B	55.3	1.03	A
	Ca ₃₀	78.5	A	60.0	1.31	A
	Biber ortalama	72.0	A	58.6	1.23	A
Domates	Ca ₀	67.3	AB	59.4	1.14	A
	Ca ₁₀	74.2	AB	59.3	1.26	A
	Ca ₂₀	66.8	AB	57.4	1.19	A
	Ca ₃₀	66.7	AB	62.1	1.08	A
	Domates ortalama	68.7	A	59.5	1.17	A
Ca uygulamalarının etkisi	Ca ₀	75.8	A	60.5	1.25	A
	Ca ₁₀	71.0	AB	58.5	1.21	A
	Ca ₂₀	62.0	B	56.3	1.10	A
	Ca ₃₀	72.6	AB	61.0	1.19	A

Genel ortalama sonuçlarına göre, R topraklarında belirlenen CO₂ değeri biber ve domates için sırasıyla, 72.0 ve 68.7 $\mu\text{g CO}_2\text{-C g kt}^{-1}$ iken aynı değerler S toprakları için 58.6 ve 59.5 $\mu\text{g CO}_2\text{-C g kt}^{-1}$ ve R/S değerleri ise 1.23 ile 1.17'dir. Biber bitkisi R topraklarına ait en düşük ve en yüksek CO₂ değerleri sırasıyla, 57.3 olarak Ca₂₀'de ve 84.4 olarak Ca₀ uygulamasında tespit edilmiştir. Aynı sonuçlar domates bitkisi için, 66.7 olarak Ca₃₀'da ve 74.2 olarak Ca₁₀ uygulamasında belirlenmiştir.

Bu sonuçlara göre, biber bitkisi R topraklarına ait CO₂ değerleri, domates bitkisinden daha yüksek bulunmuş fakat bu farklılık istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli

bulunmamıştır. Benzer sonuçlar R/S değerleri için de geçerli olup, R topraklarında Ca uygulamalarının CO₂ değerleri üzerindeki etkiler negatif yönde önemli bulunmuştur. R/S değerleri uygulamalarla farklılıklar göstermiş olup bu farklılıklar istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli bulunmamıştır. Yapılan birçok araştırma sonuçlarına göre, bitki kök bölgesi topraklarının mikrobiyal aktivitesinin, kök bölgesi dışında kalan S bölgesinden daha yoğun olduğu bildirilmiştir (Doğan ve ark., 2013; Samancıoğlu ve yıldırım, 2015; Haktanır ve Arcak, 1997). Bu araştırma sonuçlarına göre, toprak mikrobiyal aktivitesinin R ve S bölgesinde birbirine yakın

çıkmasının en önemli nedeni sera koşullarında kullanılan fazla mineral gübre ve kimyasal madde olabilir. Bununla beraber, sera bitkilerinin zararlılara karşı dayanıklılığını arttırmak amacıyla uygulanan Ca'da toprak CO₂ değerlerinin düşmesine neden olmuştur. Birim alandan daha fazla ve kaliteli ürün artışı sağlamak amacıyla uygulanan materyaller ve yoğun işleme yöntemleri toprak mikrobiyal aktivitelerine zarar vermektedir (Doğan ve ark., 2011; Kılıç ve ark., 2013). Toprakta CO₂ oluşumu, genel olarak, organik maddenin (OM),

mikrobiyal olarak ayrışması sonucu gerçekleşmektedir. Araştırma topraklarının deneme öncesi OM içeriği % 0.76 olup, yetersiz bir düzeyde olması da CO₂ aktivitesinin düşük çıkmasına neden olmuştur.

Dehidrogenaz Enzim Aktivitesi (DHA) Sonuçları

Biber ve domates bitkisinin rizosfer aktiviteleri ve Ca uygulamalarının toprakta DHA sonuçlarına etkileri Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Biber ve domates bitkisinde Ca uygulamalarının DHA'e ve R/S değerlerine etkileri

DHA $\mu\text{g TPF g kt}^{-1}$		R	S	R/S		
Biber	Ca ₀	14.67	C	1.44	10.16	A
	Ca ₁₀	19.87	A	1.84	10.80	A
	Ca ₂₀	7.07	D	1.56	4.53	D
	Ca ₃₀	9.77	D	1.35	7.25	CD
Biber ortalama		12.84	A	1.55	8.19	A
Domates	Ca ₀	8.84	D	1.39	6.35	CD
	Ca ₁₀	15.01	BC	1.89	7.94	BC
	Ca ₂₀	7.44	D	1.62	4.59	D
	Ca ₃₀	8.63	D	1.39	6.20	CD
Domates ortalama		9.98	B	1.57	6.27	B
Ca uygulamalarının etkisi	Ca ₀	11.76	B	1.42	8.29	A
	Ca ₁₀	17.44	A	1.87	9.35	A
	Ca ₂₀	7.25	C	1.59	4.56	C
	Ca ₃₀	9.20	B	1.37	6.72	B

Genel ortalama sonuçlarına göre, biber ve domates bitkisinin R topraklarındaki DHA değerleri sırasıyla 12.84 ve 9.98 $\mu\text{g TPF g kt}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. S topraklarındaki aynı değerler ise 1.55 ve 1.57 $\mu\text{g TPF g kt}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Biber ve domates R/S değerleri genel ortalama sonuçları sırasıyla 8.19 ve 6.27 olarak belirlenmiştir. Biber ve domates bitkisi R topraklarına uygulanan Ca dozları DHA değerlerini istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) derecede değiştirmiştir. Ca uygulamaları ile değişen en düşük ve en yüksek DHA değerleri sırasıyla 7.25 $\mu\text{g TPF g kt}^{-1}$ olarak Ca₂₀'de ve 17.44 $\mu\text{g TPF g kt}^{-1}$ olarak Ca₁₀ uygulamasında belirlenmiştir.

Bu sonuçlara göre, en yüksek R/S sonuçları biber bitkisi için Ca₀ ve Ca₁₀ uygulamalarında, 10.16 ve 10.80 olarak belirlenirken en düşük değerler Ca₂₀ ve Ca₃₀ uygulamalarında 4.53 ve 7.25 olarak belirlenmiştir. Aynı sonuçlar domates bitkisi için dalgalı sonuçlar vermiş olup en düşük değer 4.59 olarak Ca₂₀ uygulamasında, en yüksek sonuç ise 7.94 olarak Ca₁₀ uygulamasında belirlenmiştir. DHA değerleri, artan Ca dozları ile azalırken, R/S değerlerinde önemli bir farklılık

oluşmamıştır. Biber bitkisine ait R topraklarında tespit edilen DHA değerleri ve R/S oranları, domatesten daha yüksek bulunmuştur. Rizosfer bölgesi topraklarının DHA sonuçları, CO₂'e göre daha yüksek sonuçlar vermiştir. Bunun en önemli nedeni deneme topraklarının OM içeriklerinin yetersiz olmasıdır. Besin ve enerji kaynağını OM'den sağlayan mikroorganizmalar, deneme topraklarının yetersiz OM içeriği ve fazla mineral ve kimyasal kullanma nedenleriyle aktivitelerini düşürmüştür. Samancıoğlu ve Yıldırım (2015) tarafından yapılan bir derleme araştırma sonuçlarına göre, bitki gelişimini teşvik eden bakteriler (PGPB) genelde bitkinin kök bölgesi yakınlarında ya da kök bölgesiyle doğrudan bağlantılı olarak kolonize olmuşlardır. Daha çok Acetobacter, Acinetobacter, Achromobacter, Aereobacter, Agrobacterium, Alcaligenes, Artrobacter, Azospirillum, Azotobacter, Bacillus, Burkholderia, Clostridium, Enterobacter, Erwinia, Flavobacterium, Klebsiella, Micrococcus, Pseudomonas, Rhizobium, Serratia ve Xanthomonas cinslerine ait bakteri gurupları strese tolaransta etkin rol oynamaktadırlar (Çakmakçı, 2005). Bu gibi bakteri

gruplarının bitkilere farklı uygulama metotları kullanılarak uygulanması ile bitki ve bakteri arasında karşılıklı bir etkileşim oluşturmaktadır. Özellikle bitki kök bölgesinin % 7-15 gibi bir kısmını teşkil eden rizosfer bölgesinde yaşayan bakteriler (Pinton ve ark., 2001) bu bölgede salgılanan çeşitli aminoasit ve şekerleri zengin enerji ve besin kaynağı olarak kullanmakta ve bu bölgeden sızan Karbon (C) ve Azot (N) kaynaklarından faydalanmaktadır. Bitkide göstermiş oldukları bu gibi etkileşimler, bitki rizosfer bölgesinde rekabetçi bir ortam oluşturarak bitki gelişimini uyarmakta, ayrıca biyokontrol sağlayarak faydalı bir etki göstermektedir (Bhattacharyya ve Jha, 2012). Samancıoğlu ve Yıldırım (2015) tarafından bildirilen bu derleme sonuçların pozitif etkilerinin görülmesi, başta organik madde içeriği olmak üzere büyük oranda toprak özelliklerine bağlıdır. Doğal ortamlarda iyi sonuçlar veren mikrobiyal aktiviteler tarla, bahçe ve sera koşullarında azalmaktadır.

Mikrobiyal Biyomas Karbon (MBC) Sonuçları

Kalsiyum uygulama dozlarının biber ve domates bitkisi rizosfer topraklarında MBC'e etkisi Çizelge 8'de verilmiştir. Çizelge genel ortalama değerlerine göre, bibere ait R topraklarının MBC içerikleri daha yüksek sonuçlar vermiştir. En düşük ve en yüksek MBC içeriği sırasıyla, 37.66 $\mu\text{g g kt}^{-1}$ olarak biber rizosfer toprakları Ca_{30} uygulamasında ve 70.50 $\mu\text{g g kt}^{-1}$ olarak aynı bitki kök bölgesinde Ca_{20} uygulamasında belirlenmiştir. Ca uygulama dozları genel olarak MBC içerikleri arasında farklılıklara neden olmuş ve bu farklılıklar istatistiksel

olarak ($p < 0.05$) önemli bulunmuştur. Genel ortalama sonuçlarına göre R bölgesi topraklarındaki en düşük ve en yüksek MBC içerikleri sırasıyla, 40.06 $\mu\text{g g kt}^{-1}$ olarak Ca_{30} dozunda ve 59.99 $\mu\text{g g kt}^{-1}$ olarak Ca_{20} dozunda belirlenmiştir. Her iki bitki için R/S değerleri genel ortalama sonuçlarına göre, 1.48 (biber Ca_{30}) ve 2.81 (Biber Ca_{20}) değerleri arasında değişimler göstermiştir. Ca uygulamalarının R/S değerlerine etkisine göre, en düşük sonuçlar Ca_{30} uygulamasında 1.59, Ca_0 ve Ca_{10} dozlarında sırasıyla 1.80 ve 1.82 olarak bulunurken, Ca_{20} dozunda 2.35 olarak belirlenmiştir.

Bu sonuçlara göre, her iki bitki rizosfer aktivitesi MBC içeriklerini artırmıştır. Biber bitkisi kök bölgesi MBC içeriği değerleri, domates bitkisinden daha yüksek sonuçlar vermiştir. Ca uygulamalarından Ca_{20} , MBC içeriğini arttırmış ve Ca_{30} dozu ise düşürmüştür. MBC sonuçları CO_2 sonuçları ile benzer bulunmuş ve DHA sonuçlarından daha düşük R/S değerleri vermiştir. Sera koşullarında yapılan birçok araştırma sonucuna göre, sera yetiştiriciliği tarla ve bahçe tarımına göre daha yoğun bir tarımsal uygulamadır. Mineral gübre, kimyasal ilaç, tohumluk gibi girdiler sera yetiştiriciliğinde çok daha büyük boyutlarda kullanılmaktadır. Gübre kullanımının yoğun olduğu sera yetiştiriciliğinde gerek elde edilen ürünün kalitesi, gerekse aşırı gübre tüketimine bağlı olarak yetiştirme ortamının olumsuz etkilenmesi yanında çevreye olan zararlı etkileşim ileriye dönük olarak ciddi sorunlara yol açabilecektir (Alpaslan ve ark., 2001; Doğan ve ark., 2008)

Çizelge 8. Biber ve domates bitkisinde Ca uygulamalarının MBC içeriklerine ve R/S değerlerine etkileri

MBC-C $\mu\text{g g kt}^{-1}$		R	S	R/S		
Biber	Ca_0	43.36	BC	24.41	1.80	BC
	Ca_{10}	60.49	A	26.62	2.28	B
	Ca_{20}	70.50	A	25.08	2.81	A
	Ca_{30}	37.66	C	25.61	1.48	CD
Biber ortalama		53.00	A	25.43	2.09	A
Domates	Ca_0	45.32	BC	24.95	1.03	D
	Ca_{10}	39.25	BC	28.13	1.41	CD
	Ca_{20}	49.49	B	26.05	1.91	BC
	Ca_{30}	42.46	BC	24.63	1.73	C
Domates ortalama		44.13	B	25.94	1.52	B
Ca uygulamalarının etkisi	Ca_0	44.34	C	24.68	1.80	B
	Ca_{10}	49.87	B	27.38	1.82	B
	Ca_{20}	59.99	A	25.56	2.35	A
	Ca_{30}	40.06	C	25.12	1.59	C

pH ve EC (1:5) Sonuçları

Denemede kullanılan biber ve domates bitkisinin rizosfer aktiviteleri ile Ca uygulamalarının pH ve EC değerine etkileri Çizelge 9'da verilmiştir. Genele ortalama sonuçlarına göre, pH değerleri arasında önemli farklılıklar oluşmamıştır. Bununla beraber EC değerleri, her iki bitki rizosfer aktivitelerinden ve Ca uygulamalarından önemli derecede ($p<0.05$) etkilenmiştir. R topraklarının pH değerleri biber için, 8.49-8.66, domates için 8.15-8.66 arasında değişimler göstermiştir. S topraklarının pH değerleri ise her iki bitki için, 8.16-8.60 arasında değişimler göstermiştir. pH değerlerine ait R/S değerleri genel ortalama sonuçları, biber ve domates için sırasıyla, 1.01 ve 1.00 olarak belirlenmiştir. Rizosfer topraklarının pH'ı, rizosfer dışı S topraklarına göre 1-2 birim daha düşük olabilir. Bununla beraber bazı rizosfer topraklarında pH sonuçları S toprakları ile aynı olabilir. Bu durum rizosfer faaliyetlerinin nötr olduğu anlamına gelir. (Haktanır ve arca., 1997). Ender görülen bu durumun olası nedeni sera topraklarının farklı özelliklerinden ve amenajman tekniklerinden kaynaklanabilir. Bununla beraber, rizosferdeki iyonların tükenmesi sonucunda, toprağın katı fazındaki iyonların serbest hale geçişi hızlanmış ve bir denge durumu da gerçekleşmiş olabilir. Bir diğer

olasılık sera topraklarına uygulanan fazla mineral gübre ve kimyasal materyallerin dolaylı etkileridir. EC sonuçları, pH sonuçları ile benzerlik göstermiş olup genel ortalama sonuçlarına göre R topraklarında biber ve domates EC değerleri sırasıyla, 101 ve 131 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak bulunmuştur. R/S değerleri için biber için 0.92, domates için 1.16 olarak belirlenmiştir. Bazı toprak ve mineral gübre uygulamalarının etkileri ile birlikte, biber bitkisinin rizosfer aktiviteleri toprakta EC değerlerini azaltmıştır. Domates rizosfer aktiviteleri ise EC değerini arttırmıştır. Bununla sera toprakların heterojen bir yapıda olması da sonuçları etkilemiş olabilir.

Çizelge 9 sonuçlarına göre, Ca uygulamaları pH değerlerini önemli derecede etkilemezken, EC değerleri arasında önemli ($p<0.05$) farklılıklara neden olmuştur. Ca_0 , Ca_{10} , Ca_{20} ve Ca_{30} uygulamaları ile R topraklarında belirlenen EC değerleri sırasıyla, 100, 170, 75 ve 120 $\mu\text{S cm}^{-1}$, R/S değerleri ise 0.90.1.54, 0.66 ve 1.05 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre Ca uygulamalarının her iki bitki rizosfer aktivitelerini etkilediği ve EC değerlerinin farklılaşmasına neden olduğu belirlenmiştir. Her iki bitki ortalamasına göre en yüksek EC değeri 170 $\mu\text{S cm}^{-1}$ olarak Ca_{10} uygulamasında tespit edilmiştir.

Çizelge 9. Biber ve domates bitkisinde Ca uygulamalarının pH, EC sonuçları ve R/S değerlerine etkileri

		pH (1:5)			EC (1:5) $\mu\text{S cm}^{-1}$						
		R	S	R/S	R	S	R/S				
Biber	Ca_0	8.64	B	8.55	1.01	A	87	D	108	0.81	D
	Ca_{10}	8.63	C	8.60	1.00	A	164	AB	109	1.52	AB
	Ca_{20}	8.49	D	8.33	1.02	A	73	E	115	0.63	D
	Ca_{30}	8.66	A	8.45	1.02	A	81	DE	113	0.72	D
	Biber ortalama	8.61	A	8.48	1.01	A	101	B	111	0.92	B
Domates	Ca_0	8.35	E	8.23	1.01	A	112	C	112	1.00	C
	Ca_{10}	8.15	G	8.16	1.00	A	175	A	112	1.56	AB
	Ca_{20}	8.66	A	8.45	1.02	A	77	DE	112	0.69	D
	Ca_{30}	8.17	F	8.33	0.98	A	158	B	115	1.38	B
	Domates ortalama	8.33	B	8.30	1.00	A	131	A	113	1.16	A
Ca uyg. etkisi	Ca_0	8.50	B	8.39	1.01	A	100	C	110	0.90	C
	Ca_{10}	8.39	D	8.38	1.00	A	170	A	111	1.54	A
	Ca_{20}	8.58	A	8.39	1.02	A	75	D	114	0.66	D
	Ca_{30}	8.42	C	8.39	1.00	A	120	B	114	1.05	B

Kök Biyomas Sonuçları

Araştırma uygulamalarının kök biyomas ağırlığı sonuçlarına etkileri Çizelge 10'da verilmiştir. Çizelge genel ortalama değerlerine göre, biber biyomas ağırlığı 40.5 g bitki⁻¹, domates 16.5 g bitki⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Ca uygulamaları biber ve domates kök ağırlığı değerlerinde farklılıklar oluşturmuş ve bu farklılıklar istatistiksel olarak da önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. En düşük ve en yüksek kök ağırlığı değerleri sırasıyla, biber için, 28.3 (Ca_0) ve 62.4 (Ca_{30}), domates için, 9.3 (Ca_0) ve

17.2 (Ca₁₀), 16.4 (Ca₃₀) olarak belirlenmiştir. Her iki bitki için Ca uygulamalarının ortalama kök ağırlığı değerleri 18.8 (Ca₀) ve 39.4 (Ca₃₀) olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, biki kök ağırlığı değerlerinin, Ca dozlarının artışı ile arttığı belirlenmiştir. Biber bitkisinde belirlenen Ca ve kök biyomas ağırlığı etkisi, domates bitkisi için farklı bulunmuştur. Biber bitkisi kök ağırlığı, artan Ca dozları ile artış göstermiş fakat domateste Ca₃₀ uygulamasında beklenen artış görülmemiştir. Bunun olası nedeni bitki türünün genel özelliği ve/veya sera içi toprak yapısının heterojen olmasıdır.

Budak ve Erdal (2016) tarafından yapılan bir derleme çalışma sonuçlarına göre, kalsiyum eksikliğinin yeşil aksamda da ortaya çıkan çeşitli belirtileri olmasına rağmen, öncelikle meyve kalitesine olan etkisi dikkat çekicidir. Bunlardan domates başta olmak üzere çeşitli meyvelerde de görülen, çiçek burnu çürüklüğü, öz çürümesi, çatlama, şekil bozuklukları, raf ömrünün kısılması, depolama kalitelerinin düşmesi gibi durumlar, Ca eksikliğinde karşılaştığımız beslenme sorunlarından bazılarıdır (Marschner, 2011). Kalsiyum bitki bünyesine toprak çözeltilisi ile temas halinde olan kök tüylerinin epidermal hücre duvarlarında Ca²⁺ geçirebilen iyon kanalları vasıtasıyla Ca²⁺ formunda doğrudan alınır ve ksilem iletim demetlerine taşınır (White ve Broadley, 2003). Kalsiyum, genellikle endodermis hücreleri henüz mantarlaşmamış genç kök uçları tarafından alınmakta ve iyi bir kök gelişiminin bitkinin Ca beslenmesi üzerinde önemli etkisi olduğu belirtilmektedir. İyi gelişmiş bir kök ve kök ucundaki kök tüyleri, kökün absorpsiyon yüzey alanını oldukça genişletmekte olup, başta Ca olmak üzere besin elementlerinin alımında önemli kolaylıklar sağlamaktadır (Kacar ve Katkat, 2007).

Çizelge 10. Biber ve domates bitkisinde Ca uygulamalarının kök biyomas ve R/S değerlerine etkileri

	Kök ağırlığı	g bitki ⁻¹	
Biber	Ca ₀	28.3	D
	Ca ₁₀	33.1	C
	Ca ₂₀	38.2	B
	Ca ₃₀	62.4	A
	Biber ortalama	40.5	A
Domates	Ca ₀	9.3	G
	Ca ₁₀	17.2	F
	Ca ₂₀	23.1	E
	Ca ₃₀	16.4	F
	Domates ortalama	16.5	B
Ca uygulamalarının etkisi	Ca ₀	18.8	D
	Ca ₁₀	25.1	C
	Ca ₂₀	30.7	B
	Ca ₃₀	39.4	A

Sonuç olarak, biber ve domates bitkisi kök bölgesi toprakları CO₂, DHA ve MBC gibi mikrobiyal aktiviteleri olumlu yönde etkilemiş ve R/S değerlerinin artmasına neden olmuştur. CO₂ ve MBC'e ait R/S değerleri 1.5-2 arası değişimler göstermiş olup DHA R/S değerleri 4-10 arası değişimler göstermiştir. Bu durumda, her iki bitki için rizosfer aktivitelerinden en iyi etkilenen toprak mikrobiyal aktivitesi DHA olarak belirlenmiştir. CO₂ ve MBC değerleri benzer şekilde etkilenmiş ve rizosfer bölgesi aktiviteleri DHA'a göre daha düşük bulunmuştur. Bununla beraber, biber bitkisi rizosfer aktiviteleri, domatese göre, CO₂, DHA ve MBC değerlerinin daha fazla artmasına neden olmuştur. Ca uygulamalarının artan dozları genel olarak, toprak mikrobiyal aktivitelerini olumsuz yönde etkilemiştir. Bununla beraber rizosfer bölgesi topraklarında belirlenen en iyi mikrobiyal aktivite sonuçları Ca₁₀ ve Ca₂₀ dozlarında bulunmuştur. Artan Ca uygulamaları kök ağırlık değerlerinin artmasını sağlamış fakat toprak mikrobiyal aktivitelerinin de düşmesine neden olmuştur. pH değerleri, Ca uygulamalarından ve rizosfer aktivitelerinden önemli derecede etkilenmemiş ve benzer sonuçlar vermiştir. EC sonuçları ise genel olarak, rizosfer aktiviteleri ve Ca uygulamaları ile azalmalar göstermiştir. Araştırma uygulamaları ile elde edilmiş olan bu farklılıklar istatistiksel olarak (p<0.05) önemli bulunmuştur.

ÖZET

Amaç: Bu araştırma, farklı kalsiyum (Ca²⁺) dozu uygulamaları altında yetiştirilen domates ve biber bitkilerinin kök bölgesi topraklarının bazı mikrobiyal aktivitelerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Biber ve Domates bitkileri, Hatay tarımında özellikle örtüaltı yetiştiriciliğinde önemli bir yere sahip olup, kuraklık ve susuzluk streslerinden olumsuz yönde etkilenebilmektedir.

Yöntemler ve Bulgular: Sera koşullarında yürütülen bu araştırma için rizosfer (R) ve rizosfer dışından alınan topraklarda (S), Ca uygulamalarının mikrobiyal aktivitelere etkilerini belirlemek için, toprak solunumu (CO₂), dehidrogenaz enzim aktivitesi (DHA) ve mikrobiyal biyomas karbon (MBC) içeriği analizleri ile birlikte kök biyomas ağırlıkları (g/bitki), pH (1:5) ve EC (µS/cm) analizleri de yapılmış ve her iki bitki için Rizosfer etkisi (R/S) değerleri hesaplanmıştır. CO₂, DHA ve MBC analizleri yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, biber ve domates için rizosfer topraklarında (R) tespit edilen CO₂, DHA ve MBC ortalama sonuçları sırasıyla, 71.98-68.74 µg CO₂-C.gkt⁻¹, 12.84-12.48 µg TPF.10 gkt⁻¹, 53.00-39.24 µg.gkt⁻¹ olarak belirlenirken aynı toprakların

ortalama S değerleri sırasıyla 58.64-59.54 $\mu\text{g CO}_2\text{-C.gkt}^{-1}$, 1.55-1.57 $\mu\text{g TPF.10 gkt}^{-1}$, 25.43-25.94 $\mu\text{g.gkt}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre oluşturulan R/S değerleri ise biber ve domates için sırasıyla, 1.23-1.17 CO_2 , 8.19-8.06 DHA ve 2.09-1.52 MBC olarak belirlenmiştir.

Genel Yorum: Biber rizosfer mikrobiel aktivitesinin domatese göre azda olsa daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ca uygulamalarının artan dozları biber ve domates rizosfer CO_2 ve DHA değerlerinin düşmesine neden olurken MBC değerlerinde artışlara neden olmuştur. Kök ağırlığı değerleri her iki bitki için, artan Ca dozları ile artışlar göstermiştir. pH değerleri Ca uygulamalarından önemli derecede etkilenmezken, EC değerleri biber ve domates bitkisi için önemli düzeyde farklılıklar göstermiştir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Antakya sera koşullarında önemli bir yeri olan domates ve biberde görülen bazı fizyolojik hastalıkların neden olduğu verim ve kalite sorunlarını çözmek için Ca uygulamaları çözüm olabilir. Meyvedeki çiçek burnu çürüklüğünün ana nedeni, toprakta kalsiyum eksikliği veya mevcut kalsiyumun birçok etmenin etkisiyle topraktan alınamamasıdır. Meyveye kalsiyumun (Ca) alınamaması sonucunda meyvenin çiçek burnundaki hücre ve dokular ölmekte, çökük ve batık bir alan oluşmakta ve daha sonra bu alan genişlemektedir. Yapılan bu araştırma ile sera koşullarında, domates ve biber bitkisinde, çiçek burnu çürüklüğüne karşı uygulanan Ca'un, rizosfer bölgesi topraklarında mikrobiyal aktivitelere etkileri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Rizosfer, mikrobiyal aktivite, Ca^{+2} uygulamaları, domates, biber

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazar(lar) çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Alpaslan M, Güneş A, İnal A, Aktaş M (2001) Akdeniz Bölgesi Seralarında Yetiştirilen Bitkilerin Beslenme Durumları. Tarım Bilimleri Dergisi. 7 (1), 47-55.
- Anonim (2018) Hatay Seracılık durumu. Hatay Tarım İl Müdürlüğü.
- Anonim (2016) Meteoroloji İl Müdürlüğü, Hatay.
- Bek Y (1983) Araştırma ve Deneme Metodları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Notu Yay. No: 92. Adana.

- Bhattacharyya PN, Jha DK (2012) Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 28: 1327–1350.
- Budak Z, Erdal İ (2016) Yapraftan kalsiyum uygulamasının farklı sera domates çeşitlerinde verim, meyve kalitesi ve mineral beslenmesine etkisi. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi 4 (1) 1 – 10.
- Budak Z, Erdal İ (2016) Yapraftan kalsiyum uygulamasının farklı sera domates çeşitlerinde verim, meyve kalitesi ve mineral beslenmesine etkisi. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi 4 (1) 1 – 10.
- Çakmakçı R (2005) Bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin tarımda kullanımı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 36:1, 97-107.
- Doğan K, Celik İ, Gok M, Coskan A (2011) Effect of different soil tillage methods on rhizobial nodulation, biyomas and nitrogen content of second crop soybean. African Journal of Microbiology Research 5(20):3186-3194.
- Doğan K, Coskan A, Pamiralan H, Gok M (2013) The Determination of Nitrification Potentials of The Amik Plain Common Soil Series. Fresenius Environmental Bulletin. Volume 22(7):1881-1886.
- Doğan K, Gök M, Arnoğlu H (2008) Bakteriyel Aşılama ve Demir Uygulamalarının 2. Ürün Yerfistığı Bitkisinde Biyomas, Dane Verimi ve Azot içeriklerine Etkisi. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. Cilt:13, sayı: 1-2. S. 53-64.
- Doğan K, Ağca N, Yalçın M, Dağhan H (2008) Mineral Gübreleme ve Kimyasal Uygulamaların Çevresel Etkisi. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi. 8-10 Ekim 2008, Konya. s. 723-730.
- Haktanır K, Arcak S (1997) Toprak Biyolojisi. Toprak ekosistemine giriş. Ankara Üni. Zir. Fak. Yayın no:1489. Ders kitabı: 447. S. 25-56.
- İlbay E, F Mavi, EZ Budak, F Gökşen, SZ Ülger (2015) TR63 Bölgesi Seracılık. Örtü altı bitki yetiştiriciliği. DOĞAKA, TC. Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı. Sektör Raporu. Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye.
- Isermayer H (1952) Eine Einfache Methode zur Bestimmung der Bodenatmung und der Karbonate im Boden. Z. Pflanzenernehr. Bodenk. S 56.
- Kacar B, Katkat AV (2007) Bitki besleme. Nobel Yayın No: 849, Ankara
- Karaman MR (2012) Bitki Besleme. Bitki besin elementleri ve bitkilerde beslenme fizyolojisi. S. 32-35.
- Kaygısız H (2000) Sebzeçilik (Genel Teknikler, Özel Uygulamalar). Hasad Yayıncılık, İstanbul, 204 S.

- Kılıç Ş, Doğan K, Keskin SG (2013) Yanlış Arazi Kullanımı ve Anız Yakma Sorununa Çözüm Önerileri. *Tralleis Elektronik Dergisi*. 1 36-44.
- Konno H, Yamaya T, Yamasaki Y, Matsumoto H (1984) Pectic polysaccharide break-down of cell walls in cucumber roots grown in calcium starvation. *Plant Physiology* 76(3): 633-637.
- Korkmaz A, Saltalı K (2012) Bitki Besleme. Bitki besin elementi yarayışlığını etkileyen faktörler. S. 112-114.
- Marschner H (2011) Marschner's mineral nutrition of higher plants. Academic Press.
- Marschner H (2008) Mineral Nutrition of Higher Plants. Digital Print. Academic Press., pp. 889.
- Pinton R, Varanini Z, Nannipieri P (2001) The Rhizosphere as a site of biochemical interactions among soil components, plants, and microorganisms, In: Pinton, R., Varanini, Z., Nannipieri, P. (Eds.), *The Rhizosphere*. Marcel Dekker, Inc, New York, USA, pp. 1-18.
- Samancıoğlu A, Yıldırım E (2015) Bitki Gelişimini Teşvik Eden Bakteri uygulamalarının Bitkilerde Kuraklığa Toleransı Arttırmadaki Etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 20(1):72-79 (2015)
- Thalman A (1967) Über die mikrobielle Aktivitaet und ihre Beziehungen zur Fruchtbarkeitsmerkmalen einiger Ackerböden unter besonderer Berücksichtigung der Dehydrogenase aktivitaet (TTC-Reduktion) Diss. Giessen (FRG).
- Tüik (2014) Hatay seraları ve sebze ekim alanları.
- Vega N W O (2007) A review on beneficial effects of rhizosphere bacteria on soil nutrient availability and plant nutrient uptake. *Rev. Agr. Medellin*. 60 (1):3621-3643.
- White P J, Broadley M R (2003) Calcium in plants. *Annals of Botany* 92(4): 487-511.
- Ohlinger R (1993) Bestimmung des Biomasse-Kohlenstoffs mittels Fumigation-Extraktion. In: Schinner, F., Öhlinger, R., Kandler, E., Margesin, R. (eds.). *Bodenbiologische Arbeitsmethoden*. 2.Auflage. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg.
- Özbek H, Z Kaya, M Gök, H Kaptan (2007) Toprak Bilimi. ÇÜ. Ziraat Fak. Genel Yayın no: 73. Ders kitapları yayın no: A-16. 12. Baskı. S. 372-375.
- Yeşilsoy MŞ (2002) Toprak Bitki Su ilişkileri., ÇÜ. Zir. Fak. Genel yayın no: 94. Ders kitapları yayın no: A-23. S. 1-5.