

Kalsiyum ve Silisyum Uygulamalarının Domates Fidelerinde Bitki Besin Maddesi İçeriğine Etkisi*

Özlem ÜZAL^{1*}, Fikret YAŞAR¹, Ömer ÖZTAŞ²

¹Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van/TÜRKİYE

²Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Van/Türkiye

*Çalışma, Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından (FYL-2021-9470) desteklenmiştir.

Alınış tarihi: 2 Mayıs 2024, Kabul tarihi: 23 Aralık 2024

Sorumlu yazar: Özlem Üzal, e-posta: ozlemuzal@yyu.edu.tr

Öz

Amaç: Bu çalışma, farklı dozlarda kalsiyum (Ca) ve silisyum (Si) elementi uygulamalarının domates fidesi gelişimi ve besin elementi alımı üzerindeki etkilerini belirlemeyi amaçlamıştır.

Materyal ve Yöntem: Çalışmada Falcon çeşidine ait domates tohumları kullanılmıştır. 3:1 oranında hazırlanan torf + perlit karışımı fide yetiştirme ortamı olarak viyollere doldurulmuştur. Fideler, iklim odasında yetiştirilmiş olup; nem seviyesi %65-70 aralığında, aydınlık süresi 16 saat ve karanlık süresi 8 saat olarak belirlenmiş fotoperiyodlar altında yetiştirilmiştir. Sıcaklık ise 23±2 °C'de tutulmuştur. Çalışma, tesadüf parselleri deneme desenine göre düzenlenmiş olup, her bir uygulama için 3 tekrarlanmış ve her tekrarda 20 bitki bulunacak şekilde kurulmuştur. Domates tohumları torf + perlit karışımı (3:1) bulunan viyollere aynı derinlikte olacak şekilde her bir bölmeye birer tohum olacak şekilde ekilmiş, çimleninceye kadar saf su ile sulanmıştır. Kotiledon yaprakları tam olarak oluşan fideler, on dört farklı besin solüsyonu uygulaması ile sulama ihtiyacı olduğu zaman eşit miktarlarda sulanmıştır. Hazırlanan besin solüsyonlarında N, P, Mg, S, K, Fe, B, Cu ve Zn sabit tutulurken, Ca ve Si elementleri ise farklı dozlarda uygulanmıştır.

Araştırma Bulguları: Dikim olgunluğuna gelen fidelerin yaş ağırlıkları (g) ve fide yapraklarında makro ve mikro besin elementi içerikleri ölçülmüştür. Yapılan ölçüm ve analizler değerlendirildiğinde; 12., 13., 14. ve 11. Uygulamalar ile yetiştirilen fidelerin en kaliteli ve pişkin fideler olduğu belirlenmiştir. 13. Ve 14.Uygulamalarda bitkilere Silisyum 200 ppm. 300

ppm uygulandığı, 11. ve 12.uygulamaların ise silisyum ilave edilmemiş ve kalsiyumun en yüksek iki dozunun uygulandığı bitkiler olduğu dikkat çekmektedir.

Sonuç: Elde edilen sonuçlar uygun dozda silisyum uygulamaları ile fide gelişimi ve kalitesi üzerine olumlu yönde etkilerde bulunduğu yöndedir. Tarımsal üretimde önemli olan bu konunun farklı sebze türlerinde de yapılması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Domates fide gelişimi, Fide kalitesi, Kalsiyum, Silisyum

Effect of Calcium and Silicium Applications on Nutrient Content of Tomato Seedlings

Abstract

Objective: This study aimed to determine the effects of different doses of calcium (Ca) and silicon (Si) element applications on tomato seedling development and nutrient element uptake

Materials and Methods: Tomato seeds of Falcon variety were used in the study. Peat + perlite mixture prepared in 3:1 ratio was filled into vials as seedling growing medium. The seedlings were grown in a climate chamber with a humidity level of 65-70% and photoperiods of 16 hours of light and 8 hours of darkness. The temperature was controlled at 23±2 °C. The study was organized according to the randomized plots experimental design with 3 replications for each treatment and 20 plants in each replicate. Tomato seeds were sown in the same depth in the same compartments with peat + perlite mixture (3:1), one seed in each compartment, and watered

with pure water until germination. The seedlings that started to show true leaves were watered with fourteen different nutrient solutions in equal amounts. While N, P, Mg, S, K, Fe, B, Cu and Zn were kept constant in the prepared nutrient solutions, Ca and Si elements were applied at different doses.

Results: Wet weights (g) and macro and micronutrient contents of the leaves of the seedlings at planting maturity were determined. As a result of the measurements and analyzes, it was concluded that the seedlings of the 12th, 13th, 14th and 11th treatments were the best quality and most tender seedlings. It is noteworthy that the 13th and 14th treatments were plants to which 200 ppm and 300 ppm of silicon was applied, while the 11th and 12th treatments were plants to which silicon was not added and the two highest doses of calcium were applied.

Conclusion: The results obtained indicate that silicon applications at appropriate doses have positive effects on both seedling growth and quality. It is suggested that this important and unique subject in agricultural production should be carried out in other vegetable species.

Keywords: Tomato seedling development, Seedling quality, Calcium, Silicon

Giriş

Son yıllarda, dünyada bitkilerin büyüme ve fonksiyonları üzerinde silisyumun olumlu etkilerine artan bir ilginin olduğu görülmektedir. Bitki bünyesinde makro elementler kadar yüksek konsantrasyonlarda biriken Silisyum (Ma, Goto, ve ark., 2001) bitki gelişimi için mutlak gerekli besin elementleri arasında yer almamakta ve fonksiyonel bir element olarak kabul edilmektedir (Kacar ve Katkat, 2009) ve bitkilerin morfolojileri ve fizyolojileri üzerindeki rolü henüz anlaşılmış durumda değildir. Araştırmalar, silisyumun özellikle olumsuz iklim koşullarında, aşırı sıcaklık ve kuraklık stresi gibi çevresel etkilere karşı bitkileri koruduğunu, mineral toksisitesi ve yıpranmaya karşı direnç sağladığını, ayrıca bitki hastalıkları ve zararlı böceklerle mücadelede de koruyucu etkilerinin olduğunu ve bitki gelişimini teşvik ettiğini göstermektedir (Sistani ve ark.,1997; Ma, 2004). Bitkiler için esansiyel bir mikro element olan silisyum kökler aracılığıyla alınır. Silisyumun bitkilerdeki immobil olmasından dolayı, transpirasyon süreci aracılığıyla bitkinin üst yapraklarına taşınır.

Transpirasyon yoluyla taşınarak yaprakların altında birikir. Bu birikim, stomaların fonksiyonunu düzenleyerek fotosentez verimliliğini artırır ve bitkinin yapısal bütünlüğünü güçlendirir. Yaprak altında birikmiş silisyum, bitkinin suyunun daha etkili kullanılmasını sağlar, bu da bitkinin genel büyüme ve sağlığına katkıda bulunur. Ayrıca, bitki sapının sağlamlığını artırır ve bitkinin devrilmesine karşı direncini artırır. Fide dikimi sonrası kök çoğalmasını artırmak da dahil olmak üzere silisyumun çeşitli olumlu etkileri rapor edilmiştir (Liang ve ark., 2007). Toprakta 100 ppm silisik asit şeklinde silisyumun uygulaması, 100-400 ppm yaprağa uygulanması ve m²'ye 0.5-2.0 kg çeltik kavuzu külü uygulamaları gibi yöntemler, bitki büyümesi ve fizyolojisini etkilemektedir. Singh ve ark., (2005), silisyumun bu uygulamalarının bitkide karbon taşınımını artırdığı ve dolayısıyla fotosentezi artırdığını gözlemlemiştir. Ayrıca, bu uygulamaların bitki üzerindeki tohum oluşumu, su kullanım verimliliği, kök çoğalması, yaprak alanı genişlemesi gibi fizyolojik ve morfolojik özellikleri olumlu yönde etkilediği rapor edilmiştir. Bu nedenle, silisyum uygulamalarının bitkisel yetiştiricilikte önemli bir potansiyele sahip olduğu belirtilmektedir (Singh ve ark., 2005). Bitkilerin çiçekli kısımları ile kökleri arasındaki silisyum içeriği farkları üzerine yapılan araştırmalar literatürde geniş bir yelpaze sunmaktadır. Bu bağlamda, çiçekli kısımların yeşil dokuları, özellikle yapraklar, gövde ve çiçekler, köklere kıyasla belirgin bir şekilde daha yüksek silisyum içeriğine sahip olduğu kaydedilmiştir. Bu bulgu, bitkisel doku türleri arasındaki silisyum dağılımında farklılıkların varlığını vurgulamaktadır. Öte yandan, bilimsel literatürde öne sürülen görüşlere göre, köklerin yer üstü kısımlara oranla belirgin şekilde daha yüksek silisyum konsantrasyonlarına sahip olduğu belirtilmektedir. Bu durumun bir örneği olarak, Loue'un (1986) yürüttüğü araştırmada, köklerin silisyum absorpsiyonunu etkileyen metabolik inhibitörlerin, özellikle DNP gibi bileşiklerin, belirgin bir şekilde köklerin silisyum alımını engellediği vurgulanmıştır.

Silisyum eksikliği belirtileri genellikle gözle açıkça görülmez, ancak dolaylı etkiler daha yaygın olarak görülür. Bu belirtiler arasında tahıl bitkilerinde yatma ve hastalıklara karşı direncin azalması bulunmaktadır. Bilhassa hastalıklar ve zararlılardan kaynaklı zararlanmalarda bitkilerde bazı belirtiler görülebilir (Horuz, 2017).

Ca⁺⁺, bünyeyi düzenleyici, koagülasyonu artırıcı, işlemeyi kolaylaştırıcı, ortamı nötrleştirme ve kolloidleri doyurma gibi önemli işlevlere sahiptir (Aydeniz,1985). Meyve ve sebzeler üzerindeki kalsiyum klorürün olgunlaşma veya yıpranmanın geciktirilmesi, hasat sonrasında bozulmaların azaltılması, çoğu fizyolojik hastalığın kontrol altına alınması ve kalsiyum takviyelerinin ürünün besin değerini artırma yönünde etkileri bulunmaktadır. Kalsiyum, tohum çimlenmesi, büyüme ve gelişme süreçleri, su dengesi, fotosentez gibi bir dizi temel fizyolojik işlevde düzenleyici bir rol oynar. Kalsiyumun yumuşamada direnç sağlamada veya sertliğin arttırmasındaki asıl rolü, membran sistemlerinin stabilize etmesini sağlaması ve kalsiyumun pektat oluşumunu sağlamasıyla hücre duvarındaki sertliği ve dayanıklılığını arttırmaktır (Gültaş ve Dayıoğlu, 2008; Parvin ve ark.,2015).

Uygun, nitelikli çeşit seçimi ve kaliteli fide kullanımı başarılı şekilde sebze yetiştiriciliği için elzemdir. Üretici koşullarında fide üretiminin zorluğu nedeniyle hazır fide kullanımı günümüzde giderek artmaya devam etmektedir. Yeni tekniklerle fide üretiminin önemi günden güne artmaktadır. Konvansiyonel gübrelerin tarımsal üretimde yıllarca yoğun olarak uygulanmasının yeraltı sularının kirlenmesine, toprakların kalitesinin bozulmasına ve hava kirliliğinin artması gibi ciddi çevresel problemlere yol açmaktadır (Congreves ve Van Eerd, 2015). Bunlara ek olarak kimyasal gübre kullanımının gereğinden fazla olmasından kaynaklı maliyetlerin artışı da yetiştiricilerin kar marjlarını düşürmektedir. Tüm bu nedenlerden dolayı yeni gübrelerin kaynaklarına ilgi günden güne artarak devam etmektedir (Van Eerd, 2018). Bütün bu bilgilerden yola çıkarak, farklı dozlarda kalsiyum (Ca) ve silisyum (Si) elementi uygulamalarının domates fidesi gelişimi ve besin elementi alımı üzerindeki etkilerini belirleme amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada, Bursa Tohum firmasına ait Falcon standart domates çeşidi tohumlar kullanılmıştır. Çeşit, açıkta tarla yetiştiriciliğinde kullanılan, yuvarlak, sert kabuğa sahip ve kırmızı renkte meyvelere sahiptir. Dalından saplı kopan meyveler, ortalama olarak 200-250 gram ağırlığındadır. Orta erkenci bir çeşittir ve yaklaşık 80-85 gün içinde olgunlaşır. Sofralık olarak tercih edilir.

Çalışma %65-70 nem, 16/8 saat aydınlık/karanlık periyotlarında, 23±2 °C sıcaklığa sahip iklim odasında yapılmıştır. Fidelerin yetiştirilmesinde plastik

viyoller kullanılmıştır. Torf ve perlit karışımı (3:1 oranında), fide yetiştirme ortamı olarak kullanılmıştır. Deneme, her bir uygulamadan üçer tekrar olmak üzere, tesadüf parselleri deneme desenine göre her tekrarda 20 bitki bulunacak şekilde kurulmuştur. Viyollere torf ve perlit karışımı eklendikten sonra tohumların aynı derinliğe ve her bölmeye 1'er tohum gelecek şekilde ekimi yapılmıştır. Tohumlar çimleninceye kadar saf su ile sulanmıştır. Kotiledon yaprakları tam oluşan bitkilere Çizelge 1' ve Çizelge 2'de belirtilen konsantrasyonlarda besin solüsyonu uygulamalarıyla eşit miktarlarda sulamalara başlanmış ve dikim olgunluğuna ulaşmaya kadar su ihtiyacına göre bu sürdürülmüştür. Besin elementi konsantrasyonları Sevgican, (1999)'ın besin reçeteleri modifiye edilerek belirlenmiştir. Besin elementi uygulamaları Kalsiyumun artan dozları ile Silisyumun artan dozları, Kalsiyumun artan dozları ile Silisyumun azalan dozları ve Kalsiyumun artan dozları ile Silisyumun sıfır dozu uygulanmıştır. Çalışmada Kalsiyumun besin reçetelerimizde sürekli kullandığımız doz olan 180 ppm lik dozu kontrol uygulaması olarak kullanılmıştır. Çalışma sonunda, dikim olgunluğuna ulaşan domates fidelerinde, fide gelişimini değerlendirmek için toplam fide yaş ağırlığı ve yapraklardaki besin elementi içeriği belirlenmiştir.

Mineral Element Analizi

Mineral element analizleri için alınan her bir yaş yaprak örneği, 500 mg miktarında ölçülmüş ve sonrasında 30 ml 0,1 N HNO₃ (Nitrik Asit) eklenerek kapaklı plastik kaplarda bekletilmiştir. Bu kaplar, kontrol edilmiş bir ortamda, özellikle de karanlık bir ortamda, oda sıcaklığında bir hafta boyunca örneklerin muhafaza edilmesi için tercih edilmiştir. Daha sonra, örnekler çalkalayıcıya alınmış ve 24 saat boyunca çalkalanmıştır. Daha sonra kaba filtre kağıdıyla süzümüştür. Analiz yapıncaya kadar süzükler karanlık ve kontrollü bir ortamda bekletilmiştir. K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn içerikleri Atomik Absorbsiyon cihazı kullanılarak belirlenmiştir (Kacar,1994). Azot analizi için alınan yaprak örnekleri, 70°C'ye kadar ısıtılan dijital etüvde sabit ağırlığa kadar kurutulmuş ve ardından öğütümüştür. Nemlenmeyi engellemek amacıyla tekrar etüve alınan örnekler, daha sonra desikatöre bırakılmıştır. Örneklerin nem almamasını sağlamak için burada bekletilmiş, analiz öncesi hızlıca tartımı yapılmıştır (Kacar ve İnal, 2008). Azot içeriği (%), Gerhardt Dumatherm cihazı kullanılarak belirlenmiştir.

Fosfor elementi ise Vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemiyle spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

İstatiksel Analizler

Çalışma verileri Statgraphics istatistik analiz paket programı kullanılarak varyans analizi yapılarak değerlendirilmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı bulunan deneme konuları, %5 önem seviyesindeki bir Duncan testi ile gruplandırılmıştır.

Çizelge 1. Besin çözültisi konsantrasyonu (Ca ve Si hariç)

Besin Elementleri	Konsantrasyon (ppm)
Azot (N)	186
Fosfor (P)	39.02
Potasyum (K)	166
Magnezyum (Mg)	24
Kükürt (S)	34
Demir (Fe)	8.35
Mangan (Mn)	0.5
Bor (B)	0.457
Bakır (Cu)	0.015
Çinko (Zn)	0.055

Çizelge 1. Besin çözültisine eklenen Ca ve Si miktarları (ppm)

Uygulamalar	Ca	Si
1.	180	100
2.	200	200
3.	220	300
4.	240	400
5.	180	400
6.	200	300
7.	220	200
8.	240	100
9.	180	-
10.	200	-
11.	220	-
12.	240	-
13.	180	200
14.	180	300

Bulgular

Domates tohumları ekildikten 12 gün sonra Çizelge 1 ve Çizelge 2'de belirtilen konsantrasyonlarda hazırlanan besin solüsyonları ile sulanmaya başlanmıştır. Fideler dikim olgunluğuna geldiklerinde hasat edilmiştir. Çalışma sonunda her bir uygulama için fide yaş ağırlıklarının ölçümleri hassas terazi ile yapılmıştır.

Fide yaş ağırlığı değerlerinde istatistiksel açıdan önemli ($p < 0.05$) farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 3.). Fide yaş ağırlıkları bakımından en yüksek olan 12. Uygulamada (4.95 g), bu uygulama ile aynı istatistiksel grupta yer alan uygulamalar ise 11., 13. Uygulamalar olmuştur. Fide yaş ağırlığı en düşük olan

değerler ise 5. ve 8. Uygulamalar olup (sırasıyla 3.63 g, 3.64g) ortalamanın çok altında kalmıştır.

Fide yapraklarında belirlenen makro ve mikro besin elementleri miktarları Çizelge 4 ve Çizelge 5' de verilmiştir.

Yapraklarda bulunan makro element miktarları bakımından uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmaktadır. Yapraklarda belirlenen en düşük azot miktarı 4. Uygulamada (% 4.36), en yüksek azot miktarı ise sırasıyla 8. ve 12. Uygulama (% 5.9 ve % 5.86) da ölçülmüştür. Yaprak fosfor miktarı bakımından en yüksek değeri 8. Uygulama almışken (% 0.208), en düşük değeri 7. Uygulama (% 0.051)'da ölçülmüştür.

Çizelge 3. Uygulamaların fide yaş ağırlığına etkileri

Uygulamalar	Fide Yaş Ağırlığı (g)
1.	3.75±0.57 d-f
2.	3.88±0.50 d-f
3.	4.02±0.48 cd
4.	3.99±0.60 c-e
5.	3.63±0.51 f
6.	3.76±0.50 d-f
7.	3.72±0.79 ef
8.	3.64±0.55 f
9.	3.97±0,67 c-e
10.	4.18±0.51 bc
11.	4.89±0.66 a
12.	4.95±0.59 a
13.	4.71±0.66 a
14.	4.29±0.59 b
Ortalama	4.10±0.73
P Değeri	0.0000

Aynı sütunda farklı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (p≤0.05)

Yaprak potasyum miktarı 1. Uygulamada en düşük (% 0.718), en yüksek değer ise 12. Uygulama (% 2.052) da belirlenmiştir. Yapraklarda bulunan en yüksek kalsiyum miktarı 12.Uygulamada (%1.753), en düşük değeri ise genel ortalamanın da altında olan

1.Uygulamada (%0.633) belirlenmiştir. Yapraktaki Magnezyum miktarı bakımından en düşük olan 1. Uygulama (%0.55), en yüksek ölçülen uygulamalar ise sırasıyla ise 13. Ve 11.Uygulama (%1.325 ve %1.321)'dir.

Çizelge 4. Yapraklarda ölçülen makro element miktarları

UYGULAMALAR	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
1.	4.48±0.43 de	0.088±0.01 b	0.718±0.04 f	0.633±0.08 f	0.54±0.06 d
2.	5.38±0.13 a-c	0.077±0.01 b	1.317±0.28 e	1.373±0.17 b-d	1.130±0.05 a-c
3.	5.27±0.62 bc	0.072±0.01 b	1.388±0.29 de	1.476±0.18 bc	0.999±0.11 c
4.	4.36±0.62 e	0.077±0.01 b	1.508±0.11 c-e	1.18±0.18 de	1.122±0.04 a-c
5.	5.01±0.29 cd	0.051±0.01 b	1.800±0.16 a-c	1.57±0.22 ab	1.226±0.08 a-c
6.	5.58±0.15 a-c	0.093±0.01 b	1.785±0.11 a-c	1.264±0.15 c-e	1.085±0.14 bc
7.	5.42±0.02 a-c	0.053±0.01 b	1.612±0.26 b-d	1.492±0.36 bc	1.225±0.20 a-c
8.	5.90±0.46 a	0.063±0.3 b	1.776±0.36 a-c	1.753±0.15 a	1.097±0.16 a-c
9.	4.63±0.47 de	0.208±0.02 a	1.645±0.21 b-d	1.363±0.19 b-d	1.100±0.32 a-c
10.	5.75±0.10 ab	0.062±0.01 b	1.613±0.23 b-d	1.384±0.06 b-d	1.323±0.15 a
11.	5.74±0.05 ab	0.097±0.02 ab	1.77±0.12 a-c	1.495±0.11 bc	1.262±0.33 ab
12.	5.86±0.01 a	0.107±0.01 ab	1.652±0.11 b-d	1.753±0.1 a	1.163±0.13 a-c
13.	5.72±0.31 ab	0.100±0.01 ab	1.878±0.11 ab	1.114±0.14 e	1.325±0.08 a
14.	5.69±0.17 ab	0.097±0.08 ab	2.051±0.33 a	1.103±0.11 e	1.260±0.15 ab
Ortalama	5.34±0.58	0.089±0.08	1.608±0.35	1.354±0.3	1.133±0.22
P değeri	0.0006	0.32	0.0000	0.0000	0.0000

*Aynı sütunda farklı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (p≤0.05)

Yapılan uygulamalar yapraklarda belirlenen demir miktarı bakımından istatistiksel anlamda önemli bir farklılıklar oluşturmuştur. Yapraktaki demir miktarında en yüksek değer 12.Uygulamada (249.35 ppm) elde edilirken bunu sırasıyla aynı istatistiki grupta yer alan 13, 11,14.10. uygulamalar takip etmiştir. En düşük Fe değeri ise 7.Uygulama (171.30 ppm)'da ölçülmüştür. Bunu sırasıyla aynı istatistiksel grupta yer alan 5., 4., 3., uygulamalar takip etmiştir.

Yapraklardaki bakır miktarı bakımından uygulamalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılıkların olduğu dikkati çekmektedir. En düşük yaprak bakır miktarı ortalama değerinin çok altında bir değer alan 4. Uygulamada (15.54 ppm), en yüksek değer ise 11. Uygulama (29.96 ppm)'da tespit edilmiştir. Bu

uygulamayı aynı istatistiksel grupta yer alan 13.,12.,14. Uygulama takip etmiştir.

Yapraklarda belirlenen mangan miktarı bakımından uygulamalar arasında farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. Yapraktaki Mangan miktarı 12. Uygulamada en yüksek değeri almış (74.12 ppm), en düşük değer ortalama değerinin çok altında bir değer alan 3. Uygulamada (56.08 ppm) belirlenmiştir.

Yapılan uygulamalar yapraktaki çinko miktarında istatistiksel anlamda önemli derecede farklılık oluşturmuştur. 8. Uygulama en yüksek çinko değerini alırken (81.75 ppm) en düşük değer ise 9. Uygulamada (57.27 ppm) belirlenmiştir.

Çizelge 5. Yapraklarda ölçülen mikro element miktarları

UYGULAMALAR	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
1.	201.52±12 bc	15.82±1.28 d	62.72±4.89 b-d	73.48±5.94 bc
2.	183.0±23.6 cd	21.18±1.44 bc	61.26±6.98 de	66.27±6.81 de
3.	177.0±17.9 d	21.51±3.67 bc	56.08±2.77 e	61.04±0.77 ef
4.	176.61±4.8 d	15.54±1.90 d	60.73±4.40 de	64.90±3.22 de
5.	173.68±15.3 d	19.14±1.58 c	60.28±7.38 de	74.75±11.38 bc
6.	249.85±39.0 a	20.67±3.35 bc	59.83±6.79 de	66.51±8.71 de
7.	171.30±12.3 d	15.75±1.24 d	68.01±4.72 a-c	78.80±3.31 ab
8.	188.4±15 b-d	21.83±5.42 bc	68.97±4.11 ab	74.37±4.11 bc
9.	209.42±9.8 b	22.54±2.77 b	62.08±5.06 c-e	57.27±4.01 f
10.	223.64±12.9 a	19.79±2.49 bc	62.04±3.32 c-e	70.19±4.05 cd
11.	240.65±5.8 a	29.96±3.15 a	68.80±2.91 ab	81.75±2.56 a
12.	185.96±11.9 cd	28.76±2.54 a	68.97±4.35 ab	70.61±1.84 cd
13.	242.54±20.7 a	29.89±3.46 a	74.12±5.11 a	75.93±5.02 a-c
14.	230.94±20.1 a	26.69±2.67 a	63.28±3.53 bd	71.53±3.76 cd
Ortalama	204.61±32.8	22.08±5.53	64.08±6.57	70.53±8.23
P değeri	0.0000	0.0000	0.0000	0.000

*Aynı sütunda farklı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($p \leq 0.05$)

Tartışma

Başarılı sebze üretimi için ismine doğru, sağlıklı ve pişkin fide eldesi en önemli unsurlardan birisidir ve yetiştiriciliğin temelini oluşturur. Bitki besin elementlerinin yararlılıklarını birçok faktör yönlendirir. Bitkilerin bünyesinde besin element miktarları minimum kuralına uygun, bitkiler için gerekli besin elementlerince yeterli miktarda bulunması gerekmektedir. Tüm bu bilgilerin ışığında çalışmamızın sonuçlarını değerlendirirsek;

Bitki gelişiminin en iyi sağlandığı uygulama dozunun tespiti bitkideki etkilerinin denenmesiyle yapılabilmektedir. Çalışmada en iyi gelişim gösteren bitkilerin 12. (Silisyum ilavesiz, 240 ppm Ca), 13. (200 ppm Si, 180 ppm Ca), 14. (300 ppm Si, 180 ppm Ca), 11. (Silisyum ilavesiz, 200 ppm Ca) uygulamalarda olduğu yapılan ölçümler sonucunda tespit edilmiştir. Hıyarda Torun, (2003)'un yaptığı çalışmada Ca/K oranının 1'e yakın olan uygulamaların en iyi gelişim gösteren bitkiler olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızın sonuçlarıyla bu bilgi değerlendirildiğinde elde edilen sonuçlar bu yönde olduğu görülmektedir. Ayrıca Ca alımının en yüksek olduğu uygulamalar (12. ve 8. Uygulama) kalsiyum uygulamalarının en yüksek uygulandığı bitkilerin yapraklarından elde edildiği görülmektedir. Diğer katyonlar ile magnezyumun rekabeti $K > NH_4 > Ca > Na$ bu sırayla olur ve magnezyumun en önemli rakibi potasyumdur (Barker ve Pilbeam, 2015). Magnezyumun sınırı 4, 8. ve 12. uygulamalarda azalma göstermesi yüksek kalsiyum uygulamasıyla yararlılık sınırının bu uygulamalarda düşmeye başladığının işaretidir. Buradaki sonuç kalsiyumun magnezyumu

baskılamasının en etkileyici faktör olabileceğini düşündürmektedir. Silisyum ilk iki dozunun yüksek iki kalsiyum dozunda bitkilerin Mg alımını baskılamadığı dikkati çekmektedir. Ölçülen tüm değerler göz önüne alındığında 10. ve 13. Uygulamaların Mg alımı en yüksek olan uygulamalar olduğu bu uygulamaların orta düzeyde Silisyum uygulanan veya silisyum eklenmemiş fakat kalsiyumu en düşük dozda uyguladığımız bitkilerde ölçüldüğü dikkati çekmektedir. Potasyum ve kalsiyum uygulamalarının azotun etkinliğini artırdığının bilgisi Kacar (2005) tarafından verilmiştir. En yüksek dozda kalsiyum uygulanan 8. Ve 12. Uygulamaların yapıldığı bitkilerin yaprak azot miktarının yüksek çıktığı görülmektedir. Kalsiyumun düşük silisyumun en yüksek dozda olduğu 5. Uygulamada azot konsantrasyonu düşük bulunmuştur. Buda silisyumun azot birikimine etkisinin olmadığını göstermektedir.

Yaprakta bakılan dört mikro element miktarına 13.ve 11. Uygulamaların olumlu etkisi olmuştur. 11.uygulamanın silisyum uygulaması yapılmamış uygulamalar olduğu fakat 13. uygulamada silisyum 200 ppm ve kalsiyumun en düşük dozda uygulanmıştır. Buda kalsiyumun düşük dozunda silisyumun bu açığı kapattığını göstermektedir. Toprak ortamındaki kalsiyum fazlalığı, bitki gelişimi için hayati öneme sahip olan potasyum, demir, fosfor ve diğer eser elementlerin bitkilerin alınmayacağı formasyonlara dönüşümüne yol açar (Aktaş ve Ateş, 1998; Boşgelmez ve ark., 2001). Bu durum, toprak çözeltisindeki yüksek düzeyde hidrojen, potasyum, amonyum, kalsiyum gibi iyonların varlığıyla ilişkilendirilerek, magnezyumun emiliminin

azalmasına ve bu elementin eksikliğe sebep olmaktadır. Bunlara ek olarak, pH seviyesinin 5 ve düşük olduğu topraklarda bulunan yüksek alüminyum iyon konsantrasyonları da magnezyumun emilimini engelleyerek eksikliğe neden olabilmektedir (Aktaş ve Ateş, 1998). Elde ettiğimiz bulguların bu bilgileri destekler nitelikte olduğu görülmektedir.

Sonuç

Elde edilen veriler ve gözlemler ışığında; iyi kalitede ve pişkin domates fidesi yetiştiriciliğinde en uygun besin reçeteleri sırasıyla 12., 13., 14. ve 11. Uygulamalar olduğu sonucuna varılmıştır. 13. ve 14.Uygulamanın Silisyumun 200 ppm. 300 ppm uygulanan bitkiler olduğu, 11. Ve 12.uygulamaların ise silisyum ilave edilmemiş ve kalsiyumun en yüksek iki dozunun uygulandığı bitkiler olduğu dikkat çekmektedir. Silisyum elementinin biyotik ve abiyotik stres üzerine etkileri ile ilgili yapılan araştırmalar günümüzde araştırmacıların ilgi odağı olmuştur. Ancak, dünya literatüründe silisyum ve silisyum+ kalsiyumun farklı dozlarının fide gelişimi-kalitesi üzerine etkilerine yönelik araştırma sonuçlarını içeren bir çalışmaya yapılan kapsamlı literatür taramalarında rastlanılmamıştır ve bu konu bilimsel kaynaklar bakımından önemli bir eksiklik. Elde edilen sonuçlar uygun dozda silisyum uygulamalarının gerek fide gelişmesi ve gerekse kalitesine olumlu etkilerinin olduğu yöndedir. Tarımsal üretim açısından önemli olan bu konuda diğer sebze türlerinde de çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Teşekkür

Çalışma Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından (FYL-2021-9470) desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

Çıkar çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazarların katkı beyanı

ÖÜ: Araştırmanın planlanması, projelendirilmesi, yürütülmesi ve yazım aşamalarına katkıda bulunmuştur. FY: Araştırma verilerinin istatistiklerinin yapılması ve değerlendirilmesi aşamalarına katkıda bulunmuştur. ÖÖ: Araştırma denemesinin kurulması, yürütülmesi, element analizlerinin yapılması aşamalarına katkıda bulunmuştur.

Kaynaklar

- Aktaş, M., Ateş, A. (1998). Bitkilerde Beslenme Bozuklukları Nedenleri Tanınmaları Nuroloj Matbaacılık A.Ş. Ostim-Ankara.
- Aydeniz, A., (1985). Toprak Amenajmanı. Ankara Üniv., Zir., Fak., Yayın No:928. Ders kitabı 263.Ankara.554 s.
- Barker, A. V, & Pilbeam, D. J. (2015). Handbook of plant nutrition. CRC press.
- Boşgelmez, A., Boşgelmez, İ. İ., Savaşçı, S., & Paslı, N. (2001). Ekoloji - II (Toprak), Başkent Klise Matbaacılık, Kızılay-Ankara.
- Congreves, K. A., & Van Eerd, L. L. (2015). Nitrogen cycling and management in intensive horticultural systems. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 102, 299–318.
- Güldaş, M., & Dağlıoğlu, F. (2008). Kalsiyum klorürün meyve ve sebze işlemede kullanılması. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, 319-322.
- Kacar, B., & İnal, A. (2008). Bitki Analizleri. Nobel Yayın No: 1241. Fen Bilimleri, 63(1).
- Kacar, B. (1994). Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları:3, Ankara, 703s.
- Kacar, B. (2005). Functions and effects of potassium on plant quality. Workshop on the importance and place of potassium in agriculture. Eskişehir. Turkey: October, 3-4 October 2005, 20–30.
- Kacar, B., & Katkat, V. (2009). Bitki Besleme. Nobel yayınları, Ankara, 659 s.
- Liang, Y., Sun, W., Zhu, Y-G., & Christie, P. (2007). Mechanisms of silicon-mediated alleviation of abiotic stresses in higher plants: a review. *Environment Pollution*, 147(2), 422–428.
- Loué, A. (1986). Les Oligo-Éléments en Agriculture. Agri-Nathan International, 43 Rue du Chemin- Vert, 75011 Paris.
- Ma, J. F., Goto, S., Tamai, K., & Ichi, M. (2001). "Role of root hairs and lateral roots in silicon uptake by rice". *Plant Physiology*, 127, 1773-1780.
- Ma, J. F., (2004). Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. *Soil Science and Plant Nutrition*, 50(1), 11-18.
- Parvin, K., Ahamed, K. U., Islam, M. M., Haque, M. N., Hore, P. K., Siddik, M. A., & Roy, I. (2015). Reproductive behavior of tomato plant under saline condition

- with exogenous application of calcium. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 23(12), 2920–2926.
- Singh, K. K., Singh, K., Singhl, R. S., Singh, R., & Chandel, R. S. (2005). Silicon Nutrition In Rice- A Review. *Agricultural Reviews*, 26 (3), 223-228.
- Sistani, K. R., Savant, N. K., & Reddy, K. C. (1997). Effect of rice hull ash silicon on rice seedling growth. *Journal of Plant Nutrition*, 20(1), 195-201.
- Torun, Y. (2003). *Salatalık (Cucumis sativus L.) Fide Gelişiminde İdeal İyon Konsantrasyonlarının ve Alım Mekanizmalarının Belirlenmesi*. (Basılmamış, yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Van Eerd, L. L. (2018). Comparing soluble to controlled-release nitrogen fertilizers: storage cabbage yield, profit margins, and N use efficiency. *Canadian Journal of Plant Science*, 98, 815–829.