

**KİREÇLİ TOPRAĞA ELEMENTEL KÜKÜRT UYGULAMASININ ÖRTÜ
ALTINDA YETİŞTİRİLEN DOMATES BİTKİSİNİN VERİMİ İLE BAZI
KALİTE ÖZELLİKLERİ VE BİTKİ BESİN MADDESİ İÇERİKLERİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

Bülent TOPCUOĞLU¹

S.Rifat YALÇIN²

Özet: Pratik koşullarda yapılan denemede çok fazla kireç içeren sera toprağına değişik miktarlarda uygulanan elementel kükürtle ilgili olarak domates bitkisinde meyve verimi, meyve kuru madde oranı, meyve sertliği ve yaprak klorofil içeriğı artmış, meyve pH'sı ve meyve titrasyon asitliğinde önemli değişiklik olmamıştır.

Toprağına elementel kükürt uygulamalarıyla domates bitkisinin yaprak ayası, yaprak sapı ve meyve dokularında toplam S, N, P, K, Ca, Mg, Na, Zn, Mn, Cu ve aktif Fe içerikleri genellikle artarken toplam Fe içeriğı azalmıştır.

Anahtar Kelimeler : Elementel kükürt, domates, kalite, besin maddeleri içeriğı, klorofil

**Effects of Elemental Sulphur
Applications to Calcereous Soil on
Yield and Quality Properties and
Some Plant Nutrient Contents of
Tomato Plant Grown Under Covered
Conditions**

Abstract : In the experiment conducted in practical conditions, fruit yield, fruit dry matter rate, fruit hardness and leaf chlorophyll content were increased while no changes were determined in fruit pH and fruit titratable acidity in tomato plant by the applications of different amounts of elemental sulphur into greenhouse soil containing very high lime.

In leaf, petiol and fruit tissues of tomato plant, total S, N, P, K, Ca, Mg, Na, Zn, Mn, Cu and active Fe contents were generally increased and

¹ : Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya

² : A.Ü.Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Ankara

total Fe content was decreased by the applications of elemental sulphur to soil.

Key Words: Elemental sulphur, tomato, quality, nutrient contents, chlorophyll

Giriş :

Kükürt, bir bitki besin maddesi olarak tarımsal kimyanın kurulduğu Liebig döneminden bu yana bilinmektedir. Ancak, toprağa kimyasal gübreler, pestisidler, sanayi emisyonları vb yollarla karışması nedeniyle bitki besin maddesi olarak kükürdün önemi uzun yıllar gizli kalmıştır.

Kükürdün bitki metabolizmasındaki rolü aşağıda verildiği şekilde özetlenebilir (12):

1. Sistin, sistein ve methionin gibi amino asitlerinin sentezi ve böylece proteinlerde yer alma,
2. Papainaz gibi belirli proteolitik enzimlerin aktivasyonu,
3. Belirli vitaminlerin (Biotin, Tiamin yada Vitamin B1, Glutathion ve Koenzim A) sentezi,
4. Soğan, Sarmısak ve Cruciferae bitkilerinde glikozit yağlarının oluşumu,
5. Protoplazmanın yapısal karakteristikleri ile yakından ilgili belirli disülfid bağlarının oluşumu,

6. Bazı türlerde bitki dokularındaki sülfidril (-SH) gruplarının konsantrasyonunun soğuk dayanıklılığı ile pozitif ilişkili olması.

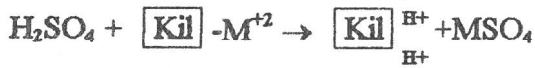
Son yarım yüzyılda dünyanın birçok bölgesinde bitkisel ürünlerde artan sıklıkta kükürt noksanlığı bildirilmiştir. Kükürt noksanlıklarının artan bir şekilde görülmesinin sebepleri aşağıdaki şekilde değerlendirilmiştir (4):

1. Kükürt içermeyen yüksek saflıkta kimyasal gübrelerin artan kullanımı,
2. Kükürtsüz yakıtların daha fazla kullanılması, hava kirliliğine artan önem ve böylece önceden önemli bir kaynak olan atmosferik kükürdün azalması,
3. Yüksek verim kapasitesindeki ürün çeşitlerinin benimsenmesi ve tarım alanlarının yoğun kullanılması.

FAO'nun kayıtlarına göre Türkiye topraklarının 1-52 mg/l kükürt içerdiği ve Türkiyenin kükürt noksanlığı bulunan ülkeler içinde yer almadığı ancak birçok akut yada potansiyel kükürt noksanlığı bulunan bölgelere sahip olduğu bildirilmiştir (6). Türkiye topraklarının yaklaşık % 10'nun 10 ppm olarak belirlenen kritik yararlı kükürt (SO_4-S) değerinin altında olduğu ve

kükürtlü gübrelemeye gereksinim gösterdiği bildirilmiştir (45).

Türkiye topraklarının çoğunluğu (yaklaşık % 82) kireçli bir yapıya sahiptir ve pH sı genellikle 7 den yüksektir. Toprakların yüksek pH ve kireçli yapıya sahip olması toprak verimliliğinde birçok problem yaratmakta ve bu koşullarda P, Fe, Mn, Zn ve Cu gibi makro ve mikro elementler daha az yarayışlı ya da fikse olmaktadır (48). Mutlak gerekli bitki besin maddesi olması yanısıra kükürt ve kükürtlü bileşikler pekçok tarımsal alanlarda, tuzlu ve alkali toprakların ıslahında geniş ölçüde kullanılmaktadır. Elementel kükürt inert bir materyal olarak doğrudan bitki ve toprağa etkisi bulunmamaktadır. Elementel kükürtün etkinliği toprakta ototrofik organizmalar tarafından aşağıda gösterildiği şekilde bitkiye yarayışlı formları oluşturmak üzere oksitlenmesiyle gerçekleşir (42).



Kükürt okside eden bakterilerle sülfürik asite dönüştürülen elementel kükürt kireçli alkalın topraklarda pH'yı düşürerek P ve diğer bazı elementlerin

yarayışlılığını arttırabilmektedir (24). Ayrıca kükürt ve diğer bitki besin maddeleri ile ilgili verimlilik denemelerinde, kükürdün diğer bitki besin maddeleri ile de ilişkili olduğu pekçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (15).

Akdeniz Bölgesi topraklarının yüksek pH ve CaCO₃ kapsamına sahip olduğu, buna bağlı olarak turuncgiller başta olmak üzere birçok bitkide Fe noksanlığı sorunu ile karşılaştırıldığı bildirilmiştir (33). Bu çalışmada Antalya bölgesinde sera tarımı yapılan, üzerinde yetişen bitkilerde birçok besin maddesi eksikliği belirtileri görülen, çok fazla kireçli sera toprağına değişik miktarlarda uygulanan elementel kükürtün domates bitkisinin verim ve kalitesi ile bazı bitki besin maddesi içerikleri üzerine etkisi incelenmiştir.

Materyal ve Metod

Deneme Antalya Merkez ilçesi Topçular mevkiinde bir üreticiye ait çift ürün domates yetiştiriciliği yapılan cam serada gerçekleştirilmiştir. Her yıl değişik miktarlarda ahır gübresinin ilave edildiği kireç kökenli sera toprağının fiziksel ve kimyasal bazı özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Sera toprağının (0-20 cm) fiziksel ve kimyasal bazı özellikleri

ÖZELLİKLER	Sitili Tm	YÖNTEMLER (27)
Tekstür		Bouyoucos (1931)
Kum, %	61.68	
Kil, %	12.32	
Silt, %	26.00	
CaCO ₃ , %	56.00	Çağlar (1949)
Organik madde, %	14.18	Jackson (1962)
pH	7.65	Grewelling ve Peech (1960)
Yarayırlı S, mg/kg	7.5	Kacar (1968)
Toplam N, %	0.84	Bremner(1965)
Yarayırlı P, mg/kg	4.15	Olsen vd. (1954)
Değ.K, me/100 g	1.22	Pratt (1963)
Değ.Na, me/100 g	1.04	Pratt (1963)
Değ.Ca, me/100 g	21.00	Pratt (1963)
Değ. Mg, me/100 g	2.50	Pratt (1963)
Fe, mg/kg	11.60	Lindsay ve Norwell (1978)
Zn, mg/kg	1.14	Lindsay ve Norwell (1978)
Cu, mg/kg	1.19	Lindsay ve Norwell (1978)
Mn, mg/kg	5.16	Lindsay ve Norwell (1978)

Sera toprağı motorlu bahçe frezesi ile işlendikten sonra fumigasyonla sterilize edilmiştir. 0.5x10 m ölçülerinde hazırlanmış parsellere elementel kükürt (S) aşağıda verilen miktarlarda domates fideleri şaşırılmadan 1 ay önce uygulanmış, motorlu bahçe frezesi ile toprak ve elementel kükürt iyice karıştırılmış ve tarla kapasitesindeki nem düzeyinde inkübasyona bırakılmıştır.

İşlemler	Uygulamalar kg/da
1. S ₀	0 (Kontrol)
2. S ₁	30
3. S ₂	60
4. S ₃	120

Ayrıca toprak işlendikten sonra tüm parsellere temel gübreleme olarak 7.5 kg/da P (TSP, % 42-44 P₂O₅), 20 kg/da N (NH₄NO₃, % 33 N) ve 12.5

kg/da K (K₂SO₄, % 50 K₂O) toprağı uygulanmıştır.

Tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak planlanan denemede herbir parselde 1 sıra oluşturulmuş ve herbir uygulama yapılmış parsel arasında 2 uygulama yapılmamış sıra bırakılmıştır.

Domates tohumları (Elif 190, F₁) ince elenmiş peat + ahır gübresi + bahçe toprağı (1:1:1) ortamında çimlendirildikten sonra aynı karışımı içeren özel fide yetiştirme düzeneklerine (Viyol) şaşırılmış ve burada fideler olgunluğa erişinceye kadar yetiştirilmiştir. Olgunluğa erişmiş, sağlıklı, pişkin domates fidelerinden benzer olgunluk düzeyinde olanlardan seçilerek hazırlanmış olan parsellerdeki sıralara kuzey-güney yönünde 90-50x45 cm aralık-mesafede her bir sırada 22 bitki olacak şekilde dikim yapılmıştır. Herbir sırada 5 adet domates bitkisi örnekleme ve ürün belirlemesi için seradaki konumları dikkate alınıp tesadüfi seçilerek etiketlenmiştir. Değerlendirmede her parselde 5 bitkide yapılan ölçüm ve örneklemenin ortalaması alınmıştır.

Fideler toprağı şaşırıldıktan sonra sulama, çapalama, ipe alma, budama, tepe alma, pestisid uygulamaları ve çiçeklenme döneminde meyve

tutumunu arttırmak için bitkisel hormonla muamelesi tüm işlemlere yapılmıştır. Domates bitkilerinin sulama işlemi sıra altlarından her parselle ayrı ayrı verilerek yapılmıştır. Domates bitkisinin 1. döl çiçeklenme aşamasında her parselle 33 kg/da KNO_3 uygulanmıştır.

1 Mart 1996 tarihinde toprağa şaşırtılan domates bitkilerinde ilk meyve hasatı 20 Mayıs 1996 da başlamış, hasat işlemi 30 Haziran 1996 ya kadar devam etmiştir. Meyve hasatı gözlenebilir renk derecelemesine göre portakal olgunluk aşamasında yapılmıştır (19). İlgili parsellerde etiketlenmiş bitkilerden hergün toplanan domates meyvelerinin ağırlıkları belirlenerek kaydedilmiştir.

Analiz amacıyla meyve örnekleme hasat dönemi süresince eşit zaman aralıkları ile 4 kez yapılarak derin dondurucuda muhafaza edilmiştir. 9 Haziran 1996 da domates bitkilerinin olgunlaşmasını tamamlamış genç yaprak dallarından, yaprak dalını gövdeden koparmak suretiyle örnek alınmıştır. Domates meyvelerinde meyve eti sertliği ve suda çözünebilir kuru madde oranı, toplandıktan hemen sonra belirlenmiştir.

Laboratuvara vakit geçirilmeden getirilen yaprak örnekleri, yaprak ayası yaprak dalından kesilmek suretiyle

ayrılmıştır. Yapraklardan klorofil analizi amacıyla bir kısım temsili örnek alınarak derin dondurucuda $-40^{\circ}C$ 'de muhafaza edilmiştir. Geri kalan örnekler usulüne uygun şekilde (26) yıkama, kurutma ve öğütme işlemleri yapılarak analizlere hazır hale getirilmiştir. Meyve örnekleri ise yıkama işleminden sonra petri kutuları içinde kurutma dolabında $65^{\circ}C$ de kurutulmuş ve diğer örneklerde olduğu gibi analizlere hazırlanmıştır.

Domates meyvesinde suda çözünebilir kuru madde oranı el refraktometresi (Carl Zeisse Abbe Model) ile % Briks olarak (3), meyve eti sertliği meyvenin ekvatorial bölgesinde 3 farklı noktadan 11.1 mm çapında delici uca sahip penetrometre ile bastırılarak lb değeri olarak belirlenmiş (11), meyve pH'sı taze meyveler mikserde iyice parçalandıktan sonra meyve suyunda doğrudan pH metre ile, titre edilebilir asitlik ise 100 g taze domatesteki bulunan sitrik asit miktarı (g) olarak hesaplanmıştır (36).

Taze domates yapraklarında toplam klorofil asetonla ekstrakte edilerek (16), kurutulmuş meyve, yaprak ayası ve yaprak dalı örneklerinde toplam azot Kjeldhal yöntemiyle (14), aktif demir, 1 N HCL'de çözünen demir olarak atomik absorpsiyon spektrofotometresinde (23)

belirlenmiştir. $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ asit karışımı ile yaş yakılan bitki örneklerinde toplam P spektrofometre, toplam K, Na fleymfotometre, toplam Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile (23), toplam S ise türbidimetrik olarak (9) belirlenmiştir.

Araştırma sonuçlarında varyans analizi MINITAB programda, LSD testi ise MSTAT programında yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Sera toprağına değişik miktarlarda uygulanan elementel kükürtün domates bitkisinde yaprak klorofil içeriğı, meyve verimi, meyve sertliğı, meyve kuru madde oranı ile yaprak ayası, yaprak sapı ve meyve dokularında toplam S, N, P, K, Ca, Mg,

Na, Fe, Aktif Fe, Zn, Mn, ve Cu içerikleri üzerine etkisi önemli ($P < 0.01$) olmuştur. Elementel kükürt uygulamalarının meyve pH'sı ile titrasyon asitliğı üzerine etkisi önemli bulunmamıştır.

Sera toprağına değişik miktarlarda uygulanan elementel kükürtün domates bitkisinde meyve verimi, meyve sertliğı, meyve kuru madde oranı, meyve pH'sı ve meyve titrasyon asitliğı ile yaprakda toplam klorofil içeriğı üzerine etkileri Çizelge 1'de, yaprak ayası, yaprak sapı ve meyve dokularında toplam S, N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Aktif Fe, Zn, Mn ve Cu içerikleri üzerine etkisi Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Sera toprağına değişik miktarlarda uygulanan elementel kükürtün domates bitkisinde meyve verimi, meyve sertliğı, meyve kuru madde oranı, meyve pH'sı, meyve titrasyon asitliğı ile yaprakda toplam klorofil içeriğı üzerine etkileri

	Kükürt İşlemleri				LSD
	0	1	2	3	
Meyve Verimi, kg/da	9459 d ¹	9734 c	10401 b	10935 a	191.8
Meyve Sertliğı, lb	5.44 d	6.92 c	7.13 b	7.30 a	0.096
Kuru Madde Oranı, %	3.69 c	3.69 c	3.90 b	4.47 a	0.086
Meyve pH'sı	4.40	4.34	4.42	4.46	
M. Titrasyon Asitliğı, %	0.45	0.44	0.46	0.45	
Toplam Klorofil mg/g	5.29 d	6.63 c	8.41 b	9.01 a	0.0754

¹ : $P < 0.05$ düzeyinde LSD karşılaştırması

Çizelge 2. Sera toprağına değişik miktarlarda uygulanan elementel kükürtün, domates bitkisinin yaprak ayası, yaprak sapı ve meyve dokularında S, N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Aktif Fe, Zn, Mn ve Cu içerikleri üzerine etkisi

	YAPRAK AYASI				YAPRAK SAPI				MEYVE						
	0	1	2	3	LSD	0	1	2	3	LSD	0	1	2	3	LSD
S, %	1.07 d	1.49 c	1.56 b	1.66 a	0.0382	0.47 d	0.80 c	0.85 b	0.90 a	0.03916	0.15 d	0.34 c	0.40 b	0.43 a	0.0227
N, %	2.15 c	3.15 b	3.12 b	3.31 a	0.0860	0.85 d	1.26 b	1.19 c	1.42 a	0.0563	1.75 d	2.07 c	2.72 a	2.20 b	0.0656
P, %	0.196 c	0.238 b	0.195 c	0.364 a	0.0052	0.166 d	0.275 b	0.188 c	0.551 a	0.0130	0.326 a	0.292 b	0.218 c	0.323 a	0.0073
K, %	0.78 d	0.99 c	1.02 b	1.08 a	0.0084	0.74 d	1.03 c	1.09 b	1.27 a	0.0123	1.02 c	1.04 b	1.09 a	1.08 a	0.0163
Ca, %	1.030 c	1.307 b	1.571 a	1.596 a	0.036	0.58 d	1.262 a	1.157 b	1.072 c	0.0276	0.036 b	0.028 c	0.036 b	0.061 a	0.0003
Mg, %	0.186 d	0.255 c	0.282 b	0.332 a	0.0042	0.185 d	0.309 c	0.364 a	0.341 b	0.0042	0.047 d	0.175 c	0.181 b	0.229 a	0.00297
Na, ppm	500 c	520 c	857 a	718 b	31.2	493 c	583 a	533 b	573 a	20.15	187 c	380 b	403 a	380 b	7.687
Fe, ppm	297 b	224 c	221 c	367 a	4.777	75 b	169 a	73 b	37 c	2.535	51 a	34 c	43 b	35 c	1.761
Aktif Fe, ppm	41 d	116 a	109 b	85 c	1.902	43 a	18 d	37 b	29 c	1.697	19 c	28 a	21 b	28 a	1.561
Zn, ppm	65 d	284 a	261 c	276 b	2.927	44 d	185 b	152 c	280 a	3.459	66 d	68 c	71 b	88 a	1.883
Mn, ppm	62 d	117 b	115 c	126 a	1.843	30 b	51 a	51 a	22 c	2.157	28 a	19 c	22 b	19 c	1.245
Cu, ppm	13 d	25 a	15 b	18 c	1.133	6 d	10 a	8 c	9 b	0.7413	8 b	6 c	12 a	8 b	0.493

1 : Sışımleri

2 : P < 0.05 düzeyinde LSD değeri

Toprağa uygulanan elementel kükürt ile ilgili olarak meyve ürün miktarı, meyve sertliği kuru madde oranı ve domates yaprağının klorofil içeriği artmış, meyve pH'sı ve titrasyon asitliğinde önemli değişiklik olmamıştır.

Bu konuda yapılan çalışmalarda toprağa kükürt uygulamalarının çeşitli bitkilerde ürün miktarını arttırdığı (28, 40, 44, 49, 50), kloroz arazları gösteren süs bitkilerinde Fe ve Mn içeriğini arttırmak suretiyle klorozu azalttığı (47) ve kırmızı üçgül bitkisinde klorofil içeriğini arttırdığı (5) saptanmıştır.

Domates bitkisinin yaprak ayası, yaprak sapı ve meyve dokularında toplam S, N, P, K, Ca, Mg ve Na içerikleri toprağa elementel S uygulamaları ile artmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalarda (1, 10, 17, 25, 28, 32, 48, 49), toprağa uygulanan elementel kükürtle ilgili olarak çeşitli kültür bitkilerinde toplam kükürt içeriğinin arttığı belirlenmiştir. Kükürt gübrelenmesiyle azot içeriğindeki artış bazı araştırmacıların bulgularıyla (7, 17, 28, 35, 40) uyum içindedir. Kükürtün bitkinin azot metabolizmasındaki önemi, kükürt içeren amino asitlerinin esansiyel bir ögesi olması yanında belirli kükürt içeren enzimlerin nitratın indirgenmesini kapsayan azotlu bileşiklerin ara

dönüşümünde önemli bir rol üstlenmesi ve kükürt eksikliğinde azotun proteinlere daha az dönüşümü ile gösterilmiştir (2). Kükürt toplam azotu, protein azotunu ve toplam çözünebilir azotu arttırmakta, fakat amonyak, amid, amino ve nitrat azotunu azaltmaktadır (7).

Kükürtün bitkide fosfor içeriği ve alımı üzerine olumlu etkisi fosfor yayayışlılığı düşük olan kireçli alkalın topraklarda pH'yı düşürerek fosforun yararlılığını arttırmasından kaynaklanmaktadır (24). Bu görüşü destekleyici bir diğer çalışmada kaya fosfatlarının yararlılığının toprağa kaya fosfat ile birlikte uygulanan elementel S'ün sağladığı asitleşme ile daha da arttığı (8) belirlenmiştir. Öte yandan diğer çalışmalarda toprağa verilen kükürtün bitkide P içeriğini azalttığı belirlenmiştir (17, 22). Denemede meyvede P içeriği 2. ve 3. S uygulamalarında kontrolden düşük olmuştur. Bu durum S'ün gelişmede sağladığı artıştan kaynaklanan seyreltme etkisiyle (30) ve S noksanlığının bitkilerde fosfor alımını arttırmasıyla (18) izah edilmiştir. Kükürt noksanlığı görülen bitkilerde fosfor ile fosforlu bileşiklerin biriktiği belirlenmiştir (20).

Çizelge 2'de domates bitkisinin yaprak ayası, yaprak sapı ve meyve

dokularında toplam potasyum içeriğinin % 0.78 ile 1.08 arasında değiştiği görülmektedir. Bu durum literatürde (13) domates bitkisinin potasyum içeriği için optimum sınır olarak bildirilen değerden düşük olup bitkide potasyum noksanlığının olduğunu göstermektedir. Toprağa elementel S uygulamaları ile ilgili olarak bitkinin K içeriğindeki artışa ilişkin benzer bulgular saptanmıştır (10, 28, 37, 51). K içeriğindeki artış kükürdün dengesiz beslenme koşullarında klorozlu ve düşük K içerikli yapraklarda beslenmede düzenleyici bir etki sağlamasıyla açıklanmaktadır (40).

Domates bitkisinin Ca, Mg ve Na içeriklerinde S uygulamaları ile ilgili olarak genelde görülen artış bir kısım literatürle uyum göstermektedir. Kalkerli toprağa elementel kükürt uygulamalarının birçok makro besin maddesinin toprakta yarayışlılığını ve bitkide içeriğini arttırdığı bildirilmiştir (21, 39). Bir kısım çalışmalarda (10, 51) elementel kükürdün bitkide Ca, Mg ve Na içeriklerini azalttığı, bir kısım çalışmalarda ise elementel S uygulamalarının Mg içeriğini arttırdığını fakat Ca ve Na üzerinde etkisinin olmadığı (40), kükürt uygulamalarının Ca, Mg içeriği üzerinde etkisinin olmadığı ancak Na içeriğini arttırdığı

saptanmıştır (17). Ca içeriğinde belirli S işlemlerinde meydana gelen azalış literatürde (34) izah edildiği şekilde elementel S uygulamasına bağlı olarak K içeriğinde meydana gelen fazla artıştan doğan interaksiyon etkisinden kaynaklanmaktadır.

Toprağa elementel S uygulamaları ile ilgili olarak domates bitkisinin yaprak ayasında toplam demir içeriği 2. ve 3. S işlemlerinde azalmış ve 4. S işleminde artmış, aktif demir içeriği ise tüm uygulamalarda kontrolden yüksek olmuştur. Toplam demir içeriği yaprak sapında (2. S işlemi hariç) ve meyvede kontrolden düşük olmuştur. Aktif demir yaprak sapında S uygulamalarıyla azalırken meyvede artmıştır.

Toprağa uygulanan elementel kükürtle ilgili olarak domates bitkisinin yaprak ayası, yaprak dahi ve meyve dokularında toplam çinko ile toplam mangan ve toplam bakır içerikleri genel olarak artmış, yaprak sapı ve meyve dokularında Mn ve Cu içerikleri bazı S işlemlerinde kontrolden düşük olmuştur.

Kireçli toprağa uygulanan elementel kükürdün Fe, Zn, Mn ve Cu'nun toprakta yarayışlılığını ve bitkide içeriğini arttırdığı belirlenmiştir (1, 21, 29, 32, 34, 41, 46). Bir kısım

araştırmalarda ise (51) toprağa elementel S uygulamalarının bitkide Fe, Zn ve Mn içeriğini artırırken Cu içeriğini azalttığı, (10), yüksek S uygulama düzeylerinde Zn içeriğinin azaldığı (34), S uygulamalarının Fe içeriğini azalttığı (40) belirlenmiştir. Denemede elde edilen bulgularda S uygulamalarına bağlı olarak Fe, Zn, Mn ve Cu içeriklerinde görülen düzenli olmayan değişimin bu iz elementlerinin elementel kükürt uygulamalarına bağlı olarak konsantrasyon artışında diğer elementle interaksiyonununundan kaynaklanabileceği sanılmaktadır.

Literatürlerde toprağa elementel kükürt uygulamaları ile ilgili olarak bitkide makro ve mikro besin maddelerinin içeriklerinde görülen tutarlı olmayan değişimler literatürlerde açıklandığı şekilde (25) denemelerin farklı topraklar ve farklı bitkilerle yapılmasından kaynaklanmaktadır. Benzer şekilde bir kısım araştırmacılar (21, 32) kireçli ve kireçli olmayan topraklara uyguladıkları elementel S'ün deneme bitkisinin bitki besin içeriklerinde farklı etkiler yaptığını belirlemişlerdir. Kireçli toprakta kükürt uygulamaları ile Mn yarayışlılığındaki artış, literatürde (43) toprak pH'sının düşmesi ve Manganın

daha yüksek oksitlerinin yarayışlı formlara indirgenmesiyle açıklanmıştır.

Kireçli topraklarda kükürt uygulamaları ile kireç kökenli klorozun başarıyla giderilebileceği saptanmıştır (33, 38, 47). Kireç kökenli klorozun sebeplerinin demirin kimyasal ve/veya biyolojik inaktivasyonundan kaynaklanabileceği, kükürt uygulamalarının bitki dokularında pH'yı düşürebileceği, ya da demir, fosfoproteinlerin ya da diğer çözünmeyen bileşiklerin oluşumunu engelleyebileceği, bu şekilde dengeli bir beslenme ortamı sağlayarak demirin kimyasal ve/veya biyolojik inaktivasyonunu önleyebileceği bildirilmiştir (40). Elde olunan bulgulara göre S uygulamaları aktif Fe içeriğini artırarak demiri bitkiye daha yarayışlı kılmış aynı zamanda Mg içeriğini de arttırmıştır. Klorofil içeriği ile aktif demir arasında pozitif yönde bir ilişkinin bulunması (31) ve Mg'mun klorofilin yapısında yer alması kireçli toprakta elementel S uygulamalarının klorofil oluşumunda (Çizelge 1) önemli bir etkisini göstermektedir.

Domates bitkisi dokularında bitki besin maddelerinin dağılımında genel olarak S, Ca, Na, Fe, aktif Fe, Zn ve Mn içerikleri yaprak ayası > yaprak sapı > meyve, N içeriği yaprak ayası > meyve >

yaprak sapı, P içeriği meyve > yaprak ayası > yaprak sapı, Mg içeriği yaprak sapı > yaprak ayası > meyve sırasını izlemiştir. K içeriği incelenen tüm dokularda birbirine yakın düzeyde, Cu içeriği ise yaprak sapı ve meyve dokularında yaklaşık eşit düzeyde, yaprak ayasında ise bu iki dokudan daha fazla bulunmuştur.

Sonuç

Bulgular domates yetiştiriciliği yapılan kireçli sera toprağında elementel kükürdün bir bitki besin maddesi olarak ve bitki ve topraktaki etkileşimleri ile bitki besin maddeleri dinamiği üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Kireçli sera toprağına uygulanan elementel kükürdün, yetiştirilen domates bitkisinin meyve verimi ile bazı meyve kalite özellikleri (kuru madde, sertlik) üzerine olumlu etkileri olmuştur. Diğer yandan elementel kükürt uygulamaları domates bitkisinin bitki besin içerikleri üzerine önemli etkiler yapmış, mineral madde yönünden zengin bir meyve oluşumunu sağlamıştır. Destekleyici literatürlerde de açıklandığı şekilde kireçli topraklarda yetişen bitkilerde önemli bir fizyolojik bozukluk olan kireç kökenli klorozun önlenmesinde aktif demir ve

magnezyum içeriklerini arttırarak önemli bir etki sağlamış ve sağlıklı bir gelişimin göstergesi olan klorofil içeriği artmıştır.

Pratik koşullarda yürütülen deneme sonuçlarına göre kireçli sera topraklarına elementel S uygulamalarının verim ve kalitede iyi bir etki sağladığı söylenebilir. Bununla birlikte seralarda yılın her döneminde üretimin yapıldığı ve buna bağlı olarak gübre, ilaç vb. kimyasalların yoğun bir şekilde kullanıldığı göz önüne alınırsa bir dönemde toprağı elementel S uygulamalarının kahçı etkilerinin ve uygulanacak en yüksek doz ile uygulama sıklığının tespitinin yapılmasının toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin korunması yönünden önem taşıyacağı dikkate alınmalıdır.

KAYNAKLAR

1- ABO-RARDY, M.D.K., DUHEASH, O., KHALIL, M., TURJOMAN, A.M. Effect of elementel sulphur on some properties of calcareous soils and growth of date palm seedlings. Arid Soil Research and Rehabilitation, 2:2, 121-130, 1988.

2- ANDERSEN, A.J., SPENCER, D., Sulphur in nitrogen metabolism of legumes and nan legumes. Australian J. Sci. Research, 133,431-439, 1950.

3- ANONİM, Domates Salçası (TS 1598). Türk Standartları Enstitüsü yayını, Ankara 3s., 1974

4- ANONYMOUS, The Sulphur Institute, Adding plant nutrient sulphur to fertilizers. Technical Bulletin, No: 10, 1964.

5- ANONYMOUS, The Sulphur Institute, Sulphur in forage quality and ruminant nutrition, Technical Bulletin, No:22, 1977.

6- ANONYMOUS, FAO. Status of sulphur in soils and plants of thirty countries. World Soil Resources Reports, 79, 1995.

7- ARORA, S.K., LUTHRA, Y.P. Nitrogen metabolism of leaves during growth of phaseolus aureus L. as effected by S, P and N application. Plant and Soil. 34, 283-291, 1971.

8- ASHBY, D.L., FENSTER, W.E., ATTOE, O.J. Effect of partial acidulation and elemental sulfur on availability of phosphorus in rock phosphate, Agronomy Journal, 58, 621-625, 1966.

9- AYDENİZ, A. Toprak verimliliği için bitki besin maddelerinde ışmsal analiz. Yardımcı ders kitabı, 130, A.Ü. Ziraat Fak. yayımları, 370, Ankara, 1969.

10- AYDENİZ, A., BROHL, A.R. Calcium carbonate and sulphur relationship III. Effect on cow-pea (Vigna Sinensis L.) A.Ü.Z.F. Yılıhğı, Cilt: 30, Fasikül 1-2'den ayrıbasım, Ankara, 1980.

11- BAYRAKTAR, K., Sebze Yetiştirme. E.Ü. Ziraat Fak. Yayınları, No:169,1,435 s, İzmir, 1970.

12- BEATON, J.D., The importance of sulphur in plant nutrition. Agrochemical West, 12 (1) 4-6, 1967.

13- BERGMANN, W., Nutritional disorders of plants. Wisual and analytical diagnosis. Gustow, Fighur, Verlag, Jena, Statgart, New York, 1992.

14- BREMNER, J.M., Methods of soil analysis, Part 2, Chemical and microbiological properties. In Ed. C.A. Black, American Society of Agronomy, Inc. Pub. Agron Series, No. 9., Madison, Wisconsin, U.S.A., 1965

15- BROHL, A.R., AYDENİZ, A., Tarsus Bölge Toprak Su Araştırma Enstitüsü toprağının verimliliğine kükürdün etkisi. A.Ü.Zir.Fak.Diploma Sonrası Yüksek Okulu, Doktora Tez Özetleri, Ayrıbasım, Ankara, 1980.

16- BRUINSMA, J., The quantitative analysis of chlorophylls a and b in plant extracts. Photochem and photobial, 2: 241-249, 1963.

17- CADWELL, A.C., SEİM, E.C., REHM, G.W., Sulfur effects on the elemental composition of alfalfa (*Medicago sativa* L.) and corn (*Zea mays* L.) *Agronomy Journal*, Vol:61, 632-634, 1969.

18- COIC, Y., FAUCONNEAU, G., PION, R., The influence of sulfur deficiency on the absorption of minerals and the metabolism of nitrogen and organic acid in barley. *Ann. Physiol. Veg. Paris* 4, 295-306, 1962.

19- DAVIES, J.N., Changes in the non-volatile organic acids of tomato fruit during ripening. *J. Sci. Fd. Agric.*, 17, 396-400, 1966.

20- FUJIWARA, A., TORII, K., Physiology of sulfate on higher plants. I. Effect of sulfur deficiency on metabolism of higher plants. *Tohoku Journal of Agricultural Research* 12 (3): 277-290 1961.

21- HASSAN, N., OLSON, R.A., Influence of applied sulphur on the availability of soil nutrients for corn nutrition. *Soil Sci.Soc.Amer.Proc.* 30: 284-286 1966.

22- KACAR, B., Değişik zaman ve miktarlarda toprağa verilen çeşitli formlardaki kükürdün; II. Mısır bitkisinin azot ve fosfordan faydalanmaları üzerine tesirleri. A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları, 762,

Çalışmalar 164, A.Ü. Basımevi, Ankara 1966.

23- KACAR, B., Bitki ve toprağın kimyasal analizleri, II. Bitki analizleri. A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları: 453, Uygulama Klavuzu: 155, A.Ü. Basımevi, Ankara, 1972.

24- KACAR, B., AKGÜL, M.E., Influence of heavy dressing of sulfur on the availability of soil phosphorus in an alkaline calcareous soil. *Uni. of Ankara, Yearbook of the Fac. of Agriculture*, 1966 pp, 3-14, 1967.

25- KACAR, B., AMİN, S.M.R., Yonca bitkisinin fosfor alımı üzerine toprağa artan miktarlarda verilen kükürdün etkisi A.Ü.Z.F. Yıllığı, Yıl: 22 Fasikül 3-4'den ayırbasım, Ankara 1973.

26- KACAR, B., Plant and Soil analysis. *Uni. of Nebraska, Department of Agronomy, Lincoln, Nebraska*, 1962.

27- KACAR, B., Bitki ve toprağın kimyasal analizleri, III. Toprak analizleri, A.Ü.Z.F. Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No.3, s. 1-705, Bizim Büro Basımevi, Ankara, 1994.

28- MARTEL, Y.A., ZIZKA, J., Yield and quality of alfalfa as influenced by additions of S to P and K fertilizations under greenhouse

conditions. *Agronomy Journal*, Vol: 69, 531-535, 1977.

29- MODAIHSH, A.S., AL-MUSTAFA, W.A., METWALLY, A.I., Effect of elemental sulphur on chemical changes and nutrient availability in calcareous soils. *Plant and Soil*, 116: 1, 95-101, 1989.

30- NIELSON, K.F., CARSON, C.V., WATANABLE, F.S. and DEAN, H.C. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Dept. of Agr. Cir., 939, Washington D.C., 1963.

31- OKTAY, M., Satsuma mandarinlerinde (Citrus unshiu Marcovitch) görülen kloroza etkili etmenler üzerinde bir araştırma. Doktora Tezi. E.Ü. Fen Bil. Enst. İzmir, 1983.

32- ÖZBEK, N., ANTEP, S., Magnezyum ve kükürtle yapılan gübrelemenin pamuk bitkisinin makro ve mikro besin maddeleri kapsamına etkisi. A.E.K. Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi Bilimsel Araştırma ve İncelemeler 6, Ankara, 1981.

33- ÖZBEK, N., DANIŞMAN, S., Elementel kükürt ve sülfirik asit uygulamalarının kireçli topraklarda demir alınma etkileri. A.Ü.Z.F. Yılığ, Cilt 29, Fasikül 2-3-4'den ayrışım, Ankara, 1979.

34- PROCOPIU, J., WALLACE, A., ALEXANDER, G.V., Microelement composition of plants grown with low to high levels of sulphur applied to calcareous soil in a glasshouse. *Plant and Soil*, 44, 359-365, 1976.

35- RENDING, V.V., Sulphur and nitrogen composition of fertilized and unfertilized alfalfa growing on a sulphur deficient soil. *Soil Science Soc. of Amer. Proc.* 20: 237-240, 1956.

36- SAPERS, G.M., PHILLIPS, J.G., Tomato acidity and safety of home canned tomatoes. *Hortscience*, Vol. 12 (3) June, 204-208, 1977.

37- SHARPEE, K.W., LUDWICK, A.E., ATTOE, O.J., Availability of zinc, copper and iron in fusion with sulphur. *Agronomy Journal*, Vol. 61, 746-749, 1969.

38- SING, H.G., GUPTA, P.C., Nature and control of chlorosis in paddy seedlings on calcareous soils. *Indian J. Agr. Sci.* 38 (4): 714-719, 1968.

39- SINGH, A.L., JOSHI, Y.C., CHAUDHARI, V., Effect of different sources of iron and sulphur on nutrient concentration and uptake by groundnut. *Fertilizer Research*, 24:2 97-103, 1990.

40- SINGH, H.G., Effect of sulphur in preventing the occurrence of

chlorosis in peas. *Agronomy Journal*, Vol: 62, 708-711, 1970.

41- SUTHAR, D.M., KANZARIA, M.V., PATEL, M.S., Effect of lime, sulphur iron and moisture on iron availability under varying incubation periods. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 40: 1, 193-194, 1992.

42- TEUSCHER, H., ADLER, R., SEALONS, J.P., The soil and its fertility. Reinhold Pub. Corp. New York, 1960.

43- TISDALE, S.L., BERTRAMSON, B.R., Elemental Sulphur and its relationship to manganese availability. *Soil Sci.Soc.Amer.Proc.*, 14, 131-137, 1959.

44- TIVARI, K.N., DWIVEDI, B.S., PATHAK, A.N., Evaluation of iron pyrites as sulphur fertilizer. *Fertilizer Research*, 5:3 235-243, 1984.

45- ÜLGEN, N., EYÜPOĞLU, F., KURUCU, N., Türkiye topraklarının kükürt kapsamı. *Toprak İlimi Derneği, II. Bilimsel Toplantısı Tebliğ Bülteni*, 31 Ekim - 4 Kasım, Antalya, 1989.

45- WANKHADE, S.G., PATIL, B.D., RATNAKAR, P., NAPHADE, P.S., DTPA extractable Zn, Cu, Fe and Mn and their uptake by wheat as influenced by varying level of

elemental sulphur. *PKV Research Journal*, 13: 2, 96-99, 1989.

47- WHITCOMB, C.E., Solving the iron chlorosis problem. *Journal of Arboriculture*, 12: 2, 44-48, 1986.

48- ZABUNOĞLU, S., BROHI, A.R., Residual effect of sulphur and nitrogen on dry matter yield, sulphur content and uptake of alfalfa grown in green house. *A.Ü.Z.F. Yılıhğı, Cilt: 30, Fasikül:1-2'den ayrınbasım, Ankara, 1980.*

49- ZABUNOĞLU, S., BROHI, A.R., Sulphur and nitrogen fertilization of corn plant. I.Effect of elemental sulphur on dry matter yield and on the content and uptake of sulphur. *A.Ü.Z.F. Yılıhğı, Cilt:30, Fasikül 1-2'den ayrınbasım, Ankara, 1982.*

50- ZABUNOĞLU, S., BROHI, A.R., Sulphur and nitrogen fertilization of corn plant. II.Effect of karaboya (Sulphur Complex) on dry matter yield, and on the content and uptake of sulphur. *A.Ü.Z.F. Yılıhğı, Cilt:30, Fasikül 1-2'den ayrınbasım, Ankara, 1982.*

51- ZABUNOĞLU, S., BROHI, A.R., Effect of sulphur and nitrogen on concentration of some nutrients in corn and alfalfa. I. Effect of elemental sulphur. *A.Ü.Z.F. Yılıhğı, Cilt: 31, Fasikül: 1-2-3-4'den ayrınbasım, Ankara, 1983.*