



## Elementel kükürt kireçli topraktaki baharlık domates yetiştiriciliğinde etkili olabilir mi?

**Ahmet Şafak MALTAŞ<sup>1\*</sup>, Zehra Nur GÜNEŞ<sup>2</sup>, Mustafa KAPLAN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Akdeniz Üniversitesi Finike MYO Bahçe Tarımı Programı, Antalya

<sup>2</sup>Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Antalya

### Öz

Bu çalışmada yüksek kireç içeriğine ve pH değerine sahip topraklarda baharlık domates yetiştiriciliğinde dikimden hemen önce uygulanan elementel kükürdün bitki gelişimine, beslenmesine ve meyve verim-kalitesine olan etkilerini incelemek amacıyla yapılmıştır. Kükürt toprak pH değerini (%3.52) ve tuzluluğunu (%35.19) düşürmüştür. Bitki boyu ve yaprakta bulunan klorofil miktarı ise artmıştır. Kükürt uygulamalarına bağlı olarak toprağın değişebilir potasyum, değişebilir magnezyum, alınabilir fosfor, alınabilir mangan ve alınabilir bakır kapsamı artmıştır. Yapraklardaki çinko kapsamı artarken, potasyum kapsamı azalmıştır. Meyvelerin kalsiyum içeriği azalırken, potasyum ve demir içeriği artmıştır. 1. kalite meyvelerdeki verim K<sub>1</sub> uygulamasında %18.18 oranında artarken, 2. kalite meyve verimi %48.72 oranında azalmıştır. Verim artışına ek olarak meyve kalitesi bakımından meyve sertliği ve C vitamini kapsamı artarmış ve diğer pek çok kalite kriteri korunmuştur. Meyvelerin meyve renginin C\* değeri azalmıştır. Özellikle verimde meydana gelen artış baharlık domates yetiştiriciliği bakımından oldukça önemlidir. Ayrıca sertliğin artması ile yola dayanım ve raf ömrü iyileşirken, daha koyu renkli domateslerin elde edilmesi ile pazar değerinin artması söz konusudur. Kireçli topraklarda serada yetiştirilen domates bitkilerinin farklı sezonlarında ve diğer bitkilerin gelişimi üzerine kükürt uygulamalarının etkileri incelenmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Toprak pH'sı, Örtüaltı, Domates verimi, Domates kalitesi.

### Can the elemental sulfur be effective in spring tomato cultivation in calcareous soil?

#### Abstract

In this study, it was carried out to examine the effects of elemental sulfur application just before planting on plant growth, nutrition, and fruit yield and quality in spring tomato cultivation in soil with calcareous and high pH value. Sulfur treatment decreased soil pH (3.52%) and salinity (35.19%). The plant height and amount of chlorophyll in the leaf increased. Depending on the sulfur applications, the exchangeable potassium, exchangeable magnesium, available phosphorus, available manganese, and available copper contents of the soil increased. While the zinc content in the leaves increased, the potassium content decreased. While the calcium content of the fruit decreased, the potassium and iron content increased. The yield of 1<sup>st</sup> quality fruit increased by 18.18% in the S<sub>1</sub> application, while the yield of 2<sup>nd</sup> quality fruit decreased by 48.72%. In addition to the increase in yield, fruit firmness and vitamin C content increased in terms of fruit quality, and many other quality criteria were preserved. The C\* value of the fruit color decreased. Especially the increase in yield is very important in terms of spring tomato cultivation. In addition, road resistance and shelf life improve with the increase in fruit firmness, while the marketing value of the darker tomatoes increases. The effects of sulfur applications on tomato plants grown in greenhouses in calcareous soil in different seasons and on the development of other plants should be examined.

**Keywords:** Soil pH, Greenhouse, Tomato yield and quality.

© 2022 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

### Giriş

Dünyada 2019 yılında yaklaşık 181 milyon ton domates (*Solanum lycopersicum* L.) üretilmiştir (FAO, 2019). Türkiye Dünya domates üretimi içerisinde yaklaşık 13 milyon ton üretim miktarı ile 4. sırada yer almaktadır (TÜİK 2020). Ülkemizde üretilen toplam sebze içerisinde domates ilk sırada yer almaktadır. Yıllara göre

\* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 535 378 8686

E-posta : ahmetsafak@akdeniz.edu.tr

Makale Türü: ARAŞTIRMA MAKALESİ

Geliş Tarihi : 6 Eylül 2022

Kabul Tarihi : 30 Kasım 2022

e-ISSN : 2146-8141

DOI : 10.33409/tbbdd.1171794

değişmekle birlikte Türkiye domates üretiminin, % 68-72'si açıkta, % 28-32'si ise örtü altında yapılmaktadır (Güvenç, 2019).

Domates bitkisi hafif asidik pH (5.5-6.8) koşullarında daha iyi geliştiği bilinmektedir (Freeman ve ark., 2019). Türkiye toprakları büyük ölçüde yüksek kireç içeriğine ve yüksek pH değerine sahiptir (Gözükara ve Kaplan 2018; Maltaş ve Kaplan, 2018). Yüksek toprak pH'lı yetiştirme ortamlarında bazı bitki besin elementlerinin (fosfor, demir, mangan, çinko ve bakır) alınabilirliğinin azaldığı pek çok çalışmacı tarafından bildirilmiştir (Kacar ve Katkat, 2007; Khavazive ark., 2018; Akay ve ark., 2019; Sirisuntornlak ve ark., 2021; He ve ark., 2021).

Yüksek olan toprak pH değerinin düşürülmesi için pek çok alternatif bulunmaktadır. Toprağa kükürt uygulaması bu alternatiflerden içerisinde bir tanesi olup özellikle kireçli topraklarda pH'yı düşürmek için kullanılacak alternatifler içerisinde en ucuzudur (Besharati, 2017). Ancak kükürt uygulamalarına bağlı olarak toprak pH değeri düşer iken toprak tuzluluğunun arttığı da pek çok araştırmacı tarafından bildirilmektedir (Sierra ve ark., 2007; Al-Balawna ve Abu-Abdoun, 2019). Toprak tuzluluk değerinin artması domates bitkisinin gelişimini, meyve verimini ve kalitesini çoğunlukla olumsuz etkilemektedir (Özer ve ark., 2019; Syed ve ark., 2021). Toprak tuzluluğunun bitki gelişimi üzerine etkisi düşünüldüğünde soğuk dönemde olumsuz etki bir miktar azalabilirken hatta bazen olumlu etki bile gösterebilir. Sıcak dönemlerde bu etki katlanarak olumsuz olabilmektedir (Ata ve Kaplan, 2020). Ayrıca, kükürt uygulamasının toprak tuzluluğu üzerine etkisinin olmadığını ve hatta tuzluluğun düştüğünü bildiren çalışmalar da mevcuttur (Güneri ve ark., 2010; De Andrade ve ark., 2018). Bu amaçla kükürt gibi pH düşüşü ile bitki besin elementlerinin alınımını artırarak, olumlu etki gösteren ucuz bir materyalin, kireçli bir toprakta, cam serada domates bitkisinin gelişimine, beslenmesine, meyve verimine ve kalitesi üzerine etkisinin soğuk dönemden sıcaklık döneme geçiş de dikkate alınarak incelenmesi gerektiği düşünülmüştür.

Bu çalışma domates yetiştiriciliği bakımından yüksek pH değerine sahip kireçli bir toprakta soğuk dönemdeki kükürt uygulamalarının baharlık domates yetiştiriciliği üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne ait "1 nolu cam serada" yürütülmüştür. Çalışma yapılan sera toprağının özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme toprağının bazı özellikleri

Toprak özelliği	Toprak analizi sonucu
Organik madde (%)	2.38
Kireç (%)	16.5
pH	7.49
EC (dS/m)	0.44
Tekstür	Killi tın
Toplam azot (%)	0.14
Alınabilir Fosfor (ppm)	209.0
Değişebilir potasyum (me/100 g)	1.47
Değişebilir kalsiyum (me/100 g)	20.62
Değişebilir Magnezyum (me/100 g)	3.91
Alınabilir demir (ppm)	4.43
Alınabilir mangan (ppm)	10.41
Alınabilir çinko (ppm)	8.02
Alınabilir bakır (ppm)	8.39

Araştırma konuları K<sub>0</sub>: Kimyasal gübre (kontrol), K<sub>1</sub>: 50 kg/da elementel kükürt+kimyasal gübre ve K<sub>2</sub>:100 kg/da elementel kükürt+kimyasal gübre olarak belirlenmiştir. Kimyasal gübreleme olarak 20 kg N/da, 15 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da, 30 kg K<sub>2</sub>O/da, 5 kg CaO/da, 2.5 kg MgO/da olacak şekilde fertigasyon gübrelemesi yapılmıştır. Kükürt uygulamaları fide dikiminden 3 gün önce yapılmış ve toprak ile karıştırılmıştır. Deneme sırasında çekilmiş olan bazı görseller Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışmanın farklı dönemlerinden bazı görseller

Çalışmada bitki materyali olarak Newton F1 domates çeşidi kullanılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak planlanmıştır. Fideler sıra arası 90 cm, sıra üzeri 40 cm olacak şekilde deneme parsellerine dikilmiş, dikimden sonraki bütün kültürel işlemler (budama, sulama, ilaçlama vb.) tüm uygulama parsellerine aynı şekilde yapılmıştır.

Denemede yaprak ve meyve örnekleri alınarak gerekli fiziksel ölçümler yapıldıktan sonra laboratuara getirilmiş, yıkandıktan sonra 65°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulduktan sonra öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

Domates meyvelerinde ortalama meyve çapı, bitki başına meyve sayısı, ortalama meyve ağırlığı, bitki başına verim değerleri tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca meyvelerin renk, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı, titre edilebilir asit (TEA) değeri ve meyve suyu pH'sı içeriği belirlenmiştir.

Domateslerde SÇKM miktarı belirlemek üzere meyve örnekleri katı meyve sıkacağından geçirilmiş ve meyve usaresi elde edilmiştir. Bu süzüntüden alınan örnek dijital refraktometre ile (Hanna HI96801, Hanna Instruments, USA) belirlenmiş ve sonuçlar % olarak ifade edilmiştir. Örneklerde TEA miktarının belirlenmesi amacıyla 2 ml meyve suyu, 0.1 N NaOH çözeltisi ile pH metrede (Inolab pH 720, WTW, Germany) pH= 8.1'e kadar titre edilmiştir. Sonuçlar % sitrik asit cinsinden hesaplanmıştır. Meyvelerin renk ölçümleri meyvelerin kabuk renginde meydana gelen değişimler meyvenin ekvator bölgesinden üç farklı noktadan Minolta CR-400 (MINOLTA Camera Co, LTD Ramsey, NJ) marka renk ölçer ile CIE L\*a\*b\* renk düzleminde belirlenmiştir (McGuire, 1992). Çalışmada meyve eti sertliği 3 mm'lik bir çapa sahip el penetrometresi yardımıyla meyve ekvator bölgesinden üç farklı noktadan ölçülmüştür.

Bitki analizleri için ise domates yaprak örneklerinde toplam N modifiye Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008). Ayrıca, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu analizleri için bitki örnekleri yaş yakılıp ICP-OES cihazında okunmuştur (Kacar ve İnal, 2008). Toprak örneklerinde pH (Jackson, 1967), elektriksel iletkenlik (Bower and Wilcox, 1965), toplam kireç (CaCO<sub>3</sub>) (Evlıya, 1964), organik madde (Black, 1965), bünye (Bouyoucos, 1955), toplam N (Black, 1957), alınabilir P (Olsen ve Sommer, 1982), ekstrakte edilebilir K, Ca ve Mg (Kacar, 1972) ve alınabilir Fe, Zn, Mn ve Cu analizleri (Lindsay ve Norwell, 1978) yapılmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

Uygulamaların domates bitkisinin gelişimi üzerine etkileri incelendiğinde, kükürt uygulamalarına bağlı olarak domates bitkilerinin bitki boyu ve klorofil içeriği K<sub>1</sub> uygulamasında kontrole oranla kısmen azalırken, K<sub>2</sub> uygulamasında diğer iki uygulamaya göre artış elde edilmiştir (Çizelge 2). K<sub>2</sub> uygulamasında bitki boyunun artması, domates bitkisinin yapraklarında bulunan azot miktarının artmasına bağlanabilir. Ayrıca yapraklarda bulunan azot miktarının artması, yapraklardaki klorofil miktarının artmasını sağlayabilir (Odabaşı, 1981). Yaprak klorofil miktarı ile domates verimi arasında ilişkinin bulunduğu düşünüldüğünde (Özdemir ve Özer, 2015), yapraklardaki klorofil miktarındaki artışa bağlı olarak domates bitkisinin diğer yetiştirme koşullarının optimum hale getirilmesi ile meyve verimi ve kalitesinin artırılabilirliği düşünülmektedir.

Çizelge 2. Uygulamaların bitki gelişimi üzerine etkileri

Uygulamalar	K <sub>0</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>
Bitki boyu (cm)	114.9 b	113.0 b	119.7 a
Gövde çapı (mm)	11.61	11.88	11.25
Yaprak sayısı (adet)	14	15	14
Yaprak uzunluğu (cm)	38.40	35.00	38.00
Boğum arası mesafe (cm)	19.93	18.60	20.93
Klorofil miktarı	54.56 b	53.37 b	56.67 a

Kükürt uygulamalarının toprak özellikleri üzerine etkileri değerlendirildiğinde, toprakta bulunan değişebilir potasyum ve magnezyum miktarları ile alınabilir mangan ve bakır miktarları kükürt uygulamalarına bağlı olarak genellikle artmıştır. Toprak pH değeri ve EC değeri ise uygulamaların etkilerine bağlı olarak azalmıştır (Çizelge 3). Kükürt uygulamalarının toprak pH değerini düşürdüğüne yönelik pek çok çalışma bulunmaktadır (McCray ve ark., 2018; Rahmani ve ark., 2018) Toprak pH değerindeki bu düşüşe bağlı olarak alınabilir mangan ve bakır kapsamı artmıştır. Ayrıca alınabilir fosfor miktarlarının da kontrol uygulamasına kıyasla K<sub>1</sub> uygulamasında %12.81 ve K<sub>2</sub> uygulamasında %7.18 arttığı belirlenmiştir. Nitekim kükürt uygulamalarına bağlı olarak toprakta alınabilir fosfor kapsamının arttığı bildirilmiştir (Skwierawska ve ark., 2008). Ancak kireçli toprağın yüksek tamponlama kapasitesine bağlı olarak; pH değerinin uzun süreli ve kalıcı olarak düşürülmesinin zorluklarının olduğu da bilinmelidir (Maltaş ve Kaplan, 2018; Akay ve ark., 2019). Toprak tuzluluk değeri kükürt uygulamalarına bağlı olarak azalmıştır. Kükürt uygulamalarına bağlı olarak meyve veriminin artması toprak tuzluluğunun azaltılmasında etkili olabilir. Kükürt uygulamalarına bağlı olarak toprak tuzluluğunun düştüğünü bildiren çalışmalar mevcuttur (De Andrade ve ark., 2018).

Çizelge 3. Uygulamaların toprak özellikleri üzerine etkisi

Uygulamalar	K <sub>0</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>
EC	702 a	498 b	455 b
pH	7.39 a	7.32 ab	7.13 b
N (%)	0.14	0.15	0.15
P (kg/da)	57.69	65.08	61.83
K (me/100 g)	1.44 b	1.43 b	1.53 a
Ca (me/100 g)	22.14	23.78	21.86
Mg (me/100 g)	3.54 b	3.79 a	3.40 b
Fe (ppm)	4.84	4.68	4.54
Mn (ppm)	12.66 b	14.11 a	14.13 a
Zn (ppm)	9.94	10.31	9.88
Cu (ppm)	7.09 b	7.68 a	7.41 ab

Kükürt uygulamalarının domates yapraklarının besin elementi kapsamı üzerine etkileri Çizelge 4'de gösterilmektedir. Kükürt uygulamalarının etkileri incelendiğinde domates bitkisinin yapraklarında bulunan çinko kapsamının uygulamaların etkisi ile arttığı, potasyum kapsamının ise azaldığı belirlenmiştir. Kükürt uygulamalarına bağlı olarak toprak pH değerinde meydana gelen düşüşe bağlı olarak yapraklarda bulunan çinko içeriğinin arttığı düşünülmektedir (Cui ve ark., 2004; Khavazi ve ark., 2018). Jones ve ark. (1991) tarafından bildirilen sınır değerlere göre domates bitkisinin çinko elementi bakımından yeterli beslenebilmesi için yapraklarında bulunan çinko kapsamının 20-250 mg/kg aralığında olması gerekmektedir. Bu durumda kontrol uygulamasında domates bitkisi için noksanlık söz konusu iken kükürt uygulamaları bu noksanlığın giderilmesini sağladığı görülmektedir. Türkiye gibi yüksek kireçli ve yüksek pH değerine sahip toprakları olan bir ülkede özellikle de topraklardaki alınabilir çinko kapsamının azlığı

düşünüldüğünde bilhassa domates yetiştiriciliğinde ve yapraklarında çinko noksanlığı olan pek çok sebze ve meyvede kükürt kullanımı ile bu elementin noksanlığının giderilmesi ya da azaltılması mümkün olabilir (Beshatati, 2017; Rahmani ve ark., 2018). Ancak özellikle kireçli topraklarda çeşitli uygulamaların etkisi ile toprak pH değerinde meydana gelen bu düşüşün kalıcı olmadığı bilinmelidir (Maltaş ve Kaplan, 2016)

Çizelge 4. Uygulamaların domates bitkisinin yaprak besin içeriği üzerine etkileri

Uygulamalar	K <sub>0</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>
N (%)	2.86	2.79	2.99
P (%)	0.22	0.24	0.22
K (%)	2.02 a	1.81 b	1.82 b
Ca (%)	6.29	6.53	6.58
Mg (%)	0.69	0.63	0.64
Fe (ppm)	72.52	73.22	68.23
Mn (ppm)	106.97	99.46	102.69
Zn (ppm)	19.48 c	25.81 b	27.55 a
Cu (ppm)	8.66	8.03	7.78

Kükürt uygulamalarının domates meyvelerinin besin elementi kapsamı üzerine etkileri Çizelge 5'de gösterilmektedir. Kükürt uygulamalarının domates meyvesinde bulunan besin elementleri üzerine etkileri değerlendirildiğinde potasyum ve demir kapsamının uygulamaların etkisi ile arttığı belirlenmiştir. Meyvelerde bulunan magnezyum ve mangan kapsamları K<sub>1</sub>, bakır kapsamları ise K<sub>2</sub> uygulamasında en yüksek düzeyde belirlenmiştir. Meyvede bulunan kalsiyum içeriği ise uygulamaların etkileri ile azalmıştır. Meyvelerdeki kalsiyum içeriği kükürt uygulamalarına bağlı olarak kontrole oranla azalmıştır. Kontrol uygulamasına oranla meyvelerin magnezyum-mangan içeriği sırası ile K<sub>1</sub> uygulamasında %7.69-4.32 artarken K<sub>2</sub> uygulamasında %15.38-8.90 azalmıştır. Bakır kapsamları incelendiğinde ise kontrol uygulamasına göre K<sub>1</sub> uygulamasında düşüş (%30.34) K<sub>2</sub> uygulamasında ise artış (%77.18) meydana gelmiştir. Meyvedeki kalsiyum içeriğinin düşmesine, sera içi sıcaklıkların artması ile bu elementin meyveye taşınmasının azalması ve meyve veriminin artması ile seyrelme etkisinin sebep olabileceği söylenebilir. Kükürt uygulamalarına bağlı olarak kanola bitkisinin kalsiyum kapsamının kontrole oranla azaldığı belirlenmiştir (Yılmaz 2017). Kükürt ve organik gübre uygulamalarının kireçli bir toprakta yetiştirilen fasulye bitkisinin meyvesinde bulunan potasyum ve demir elementlerinin kapsamını kontrol uygulamasına oranla artırdığı bildirilmiştir (Yağmur ve Okur, 2017). Kükürt uygulamalarına bağlı olarak ıspanak yapraklarında bulunan mangan kapsamının azaldığı rapor edilmiştir (Gülser ve Ayaş, 2016).

Çizelge 5. Uygulamaların domates meyvesinin besin kapsamı üzerine etkileri

Uygulamalar	K <sub>0</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>
N (%)	1.35	1.44	1.14
P (%)	0.35	0.38	0.37
K (%)	2.31 b	3.12 a	3.11 a
Ca (%)	0.18 a	0.16 a	0.13 b
Mg (%)	0.13 a	0.14 a	0.11 b
Fe (ppm)	22.55 b	28.20 a	28.58 a
Mn (ppm)	9.44 ab	9.85 a	8.60 b
Zn (ppm)	4.19	5.11	7.77
Cu (ppm)	19.02 b	13.25 c	33.70 a

Uygulamaların domates meyvesinin meyve kalitesi üzerine etkileri incelendiğinde, kükürt uygulamalarına bağlı olarak domates bitkilerinin meyve eti sertliği ve C vitamini kapsamı kükürt uygulamalarına bağlı olarak artmıştır (Çizelge 6). Meyvelerin asitlik ve SÇKM değerleri K<sub>2</sub> uygulamasında en yüksek düzeyde belirlenmiştir. Meyve renginin C\* değeri ise uygulamaların etkileri ile azalmıştır. Meyvenin C vitamini içeriği kükürt uygulamalarına bağlı olarak artmıştır. Domates gibi çok tüketilen bir sebzenin vitamin kapsamının artırılması oldukça önemlidir. Domatesin 12 ay üretimi ve tüketiminin olduğu düşünüldüğünde özellikle kış döneminde C vitamini yüksek domates meyvelerinin üretiminin sağlanması ile bu meyveleri tüketen kişilerin bağışıklık sisteminin daha güçlü olması sağlanabilir (Çetin, 2020; Önal ve Demirci, 2020; Arslan, 2021; Eyice Başev, 2022). Aynı zamanda uygulamaların etkileri ile domates meyvelerinin renk doygunluğu da (daha koyu kırmızı renkli meyve) artırmıştır. Daha kırmızı renkli meyvelerin oluşması bu meyvelerin likopen içeriklerinin de daha yüksek olabileceğini düşündürmektedir (Toor ve ark., 2006). Likopen ise C vitamini gibi insan sağlığı açısından önemli bir karotenoidtir (Aksu ve Özçelikçi, 2022). Kükürt uygulamalarına bağlı olarak; kireçli toprakta yetişmiş domates meyvelerinin meyve eti sertliğinin artması,

meyvelerini yola dayanımını ve gideceği yere ulaştığında raf ömrünün uzun olmasını sağlar. Bu durum hem sert hem de daha koyu renkli meyvelerin üretimi ile bu sebzenin ihracat potansiyeline katkı sunabilir.

**Çizelge 6.** Uygulamaların 1. kalite domates meyvelerinin kalite parametreleri üzerine etkileri

Uygulamalar	K <sub>0</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>
pH	4.49	4.54	4.50
Asitlik (%)	1.03 a	0.94 b	1.32 a
SÇKM (%)	6.10 ab	6.03 b	6.80 a
L*	39.35	39.26	38.99
C*	36.06 a	34.70 b	35.18 ab
H°	42.42	41.35	41.92
Sertlik (N/cm <sup>2</sup> )	1.16 b	1.33 a	1.32 a
C vitamini (mg/100g)	27.90 b	29.27 a	28.03 b

Kükürt uygulamalarının 1. ve 2. kalite domates meyvesinin ortalama meyve ağırlığı, ortalama meyve çapı, bitki başına ortalama meyve sayısı ve dekara verim değerleri üzerine etkileri Çizelge 7'de verilmiştir. Kükürt uygulamalarının 1. kalite domates meyvelerinde bitki başına ortalama meyve sayısı ve dekara verim değerlerini artırmıştır. 2. kalite meyvelere olan etkiler incelendiğinde ise bitki başına ortalama meyve sayısı ve dekara verim kükürt uygulamalarına bağlı olarak azalmıştır.

**Çizelge 7.** Uygulamaların 1. ve 2. kalite meyve verimi üzerine etkileri

Uyg.	1. kalite				2. kalite			
	Ortalama meyve ağırlığı (g)	Ortalama meyve çapı (mm)	Bitki başına meyve sayısı (adet)	Verim (ton/da)	Ortalama meyve ağırlığı (g)	Ortalama meyve çapı (mm)	Bitki başına meyve sayısı (adet)	Verim (ton/da)
K <sub>0</sub>	130.33	64.45	27.67 b	10.23 b	66.67 a	49,43	4,15 a	0.78 a
K <sub>1</sub>	135.33	64.56	31.69 a	12.09 a	68.33 a	49,99	2,08 b	0.40 c
K <sub>2</sub>	127.67	62.47	28.67 b	10.25 b	61.67 b	48,81	3,25 ab	0.56 b

1. kalite meyve veriminde, kontrol uygulamasına oranla K<sub>2</sub> uygulamasında sınırlı bir artış meydana gelirken, K<sub>1</sub> uygulamasında %18.18 oranında önemli bir artış meydana getirmiştir. Uygulamaların etkilerine bağlı olarak 2. kalite meyve sayısı (%49.88) ve verimi (%48.72) kontrole oranla azalmıştır. Özellikle K<sub>1</sub> uygulamasının kontrole oranla 1. kalite verimini artırırken 2. kalite verimini düşürmesi dikkat çekicidir. 1. kalite verimde meydana gelen 1.86 tonluk verim artışının üretici açısından oldukça önemli olduğu kesindir. Ayrıca verim artışı meydana gelirken bu meyvelerin kalite parametrelerinin de kontrol uygulamasına oranla genellikle daha iyi olması dikkat çekicidir. Kireçli bir toprakta tanelik domates yetiştiren üreticiler verim artışına ek olarak, kaliteden dolayı daha yüksek fiyata ürün satarak da kazancını artırabilir. Çalışmada genellikle örtüaltı baharlık tanelik domateslerde meydana gelen BER'li meyve hasadı yapılmamıştır.

## Sonuç

Kireçli toprakta kükürt kullanımına bağlı olarak domateste bitki boyu ve klorofil miktarı artmıştır. Toprak pH değeri ve EC değeri düşmüştür. Kireçli ve yüksek pH değerine sahip bir toprakta kükürt genellikle pH düşürücü olarak nitelendirilirken, bu çalışmada aynı zamanda tuzluluk düşürücü bir etkisinin de olabileceği tespit edilmiştir. Bu etkinin farklı kireç kapsamına sahip topraklardaki daha uzun süreli etkileri de araştırılmalıdır. pH'da meydana gelen düşüşe bağlı olarak, toprağın yarıyışlı besin elementi içeriği (fosfor, potasyum, magnezyum, mangan ve bakır) artmıştır. Domates bitkisinin yapraklarında bulunan potasyum kapsamının azaldığı çinko kapsamının ise uygulamaların etkisi ile arttığı belirlenmiştir. Uygulamaların etkileri ile meyvelerde bulunan potasyum ve demir kapsamı artarken kalsiyum kapsamı azalmıştır. Kükürt domates meyvelerinin C vitamini ve meyve eti sertliğini artırırken, meyvelerin asitlik ve SÇKM değerleri sadece 100 kg/da dozunda artmıştır. Meyve renginin C\* değeri ise kükürde bağlı olarak azalmıştır. 1. kalite meyvelerdeki bitki başına ortalama meyve sayısı ve dekara verim değerleri artarken, 2. kalite meyvelerde, bitki başına ortalama meyve sayısı ve dekara verim kükürt uygulamalarına bağlı olarak azalmıştır.

Kireçli bir toprakta baharlık dönemde yetiştirilen domates bitkisinin gelişimi üzerine dikimden hemen önce uygulanan 50 kg/da elementel kükürdün bitki gelişimi, beslenmesi ve meyve verim ve kalitesini olumlu etkilediği belirlenmiştir. Elementel kükürt pek çok kimyasal gübreyle oranla daha ucuz bir materyaldir. Bu sebeple daha yüksek pH değeri ve kireç içeriğine sahip topraklarda, diğer bitkilerde ve özellikle de farklı yetiştirme sezonlarında kükürt kullanımının etkileri araştırılmalıdır.

**Kaynaklar**

- Akay A, Şeker, C, Negiş H, 2019. Effect of enhanced elemental sulphur doses on pH value of a calcareous soil. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29: 34-40.
- Aksu BM, Özçelikçi B, 2022. Karaciğer Hastalıkları ve Nutrasötikler. *Beslenme ve Diyetetikte Biyopsikososyal Konulara Multidisipliner Yaklaşım*, 115.
- Al-Balawna A, Abu-Abdoun I, 2019. The effect of sulfur powder addition on the chemical and physical properties of soil in Jordan valley. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*, 8(2): 42-48.
- Arslan E, 2021. Bazı Vitaminlerin Bağışıklık Sistemi ve Covid-19 Tedavisindeki Etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (25): 185-191.
- Ata N, Kaplan M, 2020. Tavuk gübresi ve fertigasyon EC'lerinin örtüaltı baharlık domates (*Solanum lycopersicum*) yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 33(3): 425-431.
- Besharati H, 2017. Effects of sulfur application and Thiobacillus inoculation on soil nutrient availability, wheat yield and plant nutrient concentration in calcareous soils with different calcium carbonate content. *Journal of Plant Nutrition*, 40(3): 447-456.
- Black CA, 1957. *Soil-plant relationships*. John Wiley and Sons, Inc., Newyork.
- Black CA, 1965. *Methods of soil analysis Part 2*. Amer. Society of Agronomy Inc., Publisher Madisson, Wilconsin.
- Bouyoucos GJ, 1955. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soils. *Agronomy Journal*, 4(9): 434.
- Bower CA, Wilcox LL, 1965. Soluble salt methods of soil analysis, *Methods of soil analysis Part 2*, Am. Soc. Agron., No: 9, Madison, pp: 933-940, Wilconsin.
- Cui Y, Dong Y, Li H, Wang Q, 2004. Effect of elemental sulphur on solubility of soil heavy metals and their uptake by maize. *Environment International*, 30 (3): 323.
- Çetin F, 2020. Bağışıklık sistemi desteklerinin besin-ilaç etkileşimi. *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(1), 14-19.
- De Andrade, JJ, De Oliveira FJM, Pessoa LGM, Dos Santos Nascimento SA, De Souza ES, Barros G, Miranda AFM, De Ovileria CA, Dos Santos Freire MBG 2018. Effects of elemental sulfur associated with gypsum on soil salinity attenuation and sweet sorghum growth under saline water irrigation. *Australian Journal of Crop Science*, 12(2): 221-226.
- Evlıya H, 1964. Kültür Bitkilerinin Beslenmesi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 36: 292-294.
- Eyice Başev S, 2022. Covid-19 Sürecinin Tüketici Davranışlarına Etkisi ve Tüketici Eğilimlerindeki Yenilikler: Bağışıklık Güçlendirici Gıda Takviyeleri Örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24(1): 69-91.
- FAO, 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). FAOSTAT, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Erişim Tarihi: 11.05.2018.
- Freeman JH, McAvoy EJ, Boyd NS, Kanissery R, Smith HA, Desaegeer J, Noling JW, Vallad GE, 2019. Tomato Production. In: Dittmar, P., Freeman, J., Paret, M., Smith, H. (Eds.), *Vegetable Production Handbook of Florida*, Gainesville: University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences, pp. 349-392.
- Gözükara G, Kaplan M, 2018. Domates (*Solanum lycopersicum* L.) yetiştiriciliğinde üretici ve çeşit faktörlerinin yaprak ve meyvedeki bitki besin maddesi konsantrasyonu üzerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(4): 484-495.
- Gülser F, Ayaş HÇ, 2016. Kükürt ve humik asit uygulamalarının ıspanak (*Spinacea oleracea* var. spinoza) bitkisinin mikro besin elementi içeriklerine etkisi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 4(1): 27-31.
- Güneri M, Mısırlı A, Yokaş İ, 2010. İnterdonat limon çeşidinde kükürt, jips ve amonyum sülfat uygulamalarının toprak reaksiyonu, vejetatif gelişme ve meyve özellikleri üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47(1): 1-9.
- Güvenç İ, 2019. Türkiye'de domates üretimi, dış ticareti ve rekabet gücü. *Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(1): 57.
- He H, Wu M, Su R, Zhang Z, Chang C, Peng Q, Dong Z, Pang J, Lambers H, 2021. Strong phosphorus (P)-zinc (Zn) interactions in a calcareous soil-alfalfa system suggest that rational P fertilization should be considered for Zn biofortification on Zn-deficient soils and phytoremediation of Zn-contaminated soils. *Plant and Soil*, 461(1): 119-134.
- Jackson, M.C. 1967. *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.
- Jones Jr, JB, Wolf B, Mills HA, 1991. *Plant analysis handbook. A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. Micro-Macro Publishing, Inc., Athens, GA: USA, 213 pp.

- Kacar B, 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II. Bitki Analizleri Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları: 453, Ders Kitabı, Ankara.
- Kacar B, İnal A, 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayınları, Yayın no:1241, Ankara.
- Kacar B, Katkat V, 2007. Gübreler ve Gübreleme Tekniği. Nobel Yayınları, Ankara.
- Khavazi K, Jahandideh Mahjan Abadi VA, Taghipoor F, 2018. Effect of sulfur, Thiobacillus bacteria and phosphorus on the yield and nutrient elements uptake of wheat in calcareous soil. Journal of Soil Management and Sustainable Production, 8(2): 23-41.
- Lindsay WL, Norvell WA, 1978. Development of a DTPA soil test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. Soil Science Society of America Journal, 42 (3): 421-428.
- Maltas AS, Kaplan M, 2018. Effect of different amounts of acid application in fertigation on calcareous soil pH. Journal of Plant Nutrition, 41(4): 520-525.
- Maltaş AŞ, Kaplan M, 2016. Evaluation of asid usage routines in greenhouse tomato (*Solanum lycopersicum*) cultivation in the central district of Antalya. Mediterranean Agricultural Sciences, 29(3): 139-142.
- Mcguire RG, 1992. Reporting of objective color measurements. HortScience, 27: 1254-1255.
- McCray JM, Ji S, Crusciol C, 2018. Influence of elemental sulfur on sugarcane yield on Histosols with near-neutral pH. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 49(1): 109-123.
- Odabaş F, 1981. Bacchus çeşidinde (*Vitis vinifera* L.) yaprakların klorofil miktarı üzerine azot gübrelemesinin etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 12: (2-3).
- Olsen SR, Sommers EL, 1982. Phosphorus. In: Page, A.L, Ed., Methods of soil analysis Part 2: Chemical and microbiological properties. American Society of Agronomy, Madison, pp. 404-430.
- Önal HY, Demirci Z, 2020. İmmün Sistemin Gelişmesinde ve Desteklenmesinde Besin Desteklerinin Rolü. Sağlık Profesyonelleri Araştırma Dergisi, 2(3): 137-147.
- Özdemir A, Özer H, 2015. Organik olarak yetiştirilen salkım domatesin (*Solanum lycopersicum* L.) verim ve kalitesi üzerine yaprak budamasının etkisi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 30(1): 1-6.
- Özer S, Öztürk O, Çebi U, Altıntaş S, Yurtseven E, 2019. Sera koşullarında farklı tuzluluk düzeyindeki sulama sularının domates bitkisinin kök gelişimi üzerine etkisi. Toprak Su Dergisi, 146-152.
- Rahmani HA, Khavazi K, Abadi VJM, Ramezanpour MR, Mirzapour MH, Mirzashahi K, 2018. Effect of thiobacillus, sulfur, and phosphorus on the yield and nutrient uptake of canola and the chemical properties of calcareous soils in Iran. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 49(14): 1671-1683.
- Sierra CB, Lancellotti AM, Vidal IP, 2007. Elemental sulphur as pH and soil fertility amendment for some Chileans soils of Regions III and IV. [https://www.researchgate.net/publication/27789507\\_Investigation\\_-\\_Elemental\\_sulphur\\_as\\_pH\\_and\\_soil\\_fertility\\_amendment\\_for\\_some\\_Chileans\\_soils\\_of\\_Regions\\_III\\_and\\_IV](https://www.researchgate.net/publication/27789507_Investigation_-_Elemental_sulphur_as_pH_and_soil_fertility_amendment_for_some_Chileans_soils_of_Regions_III_and_IV)
- Sirisuntornlak N, Ullah H, Sonjaroon W, Anusontpornperm S, Arirob W, Datta A, 2021. Interactive effects of silicon and soil pH on growth, yield and nutrient uptake of maize. Silicon, 13(2): 289-299.
- Skwierawska M, Zawartka L, Zawadzki B, 2008. The effect of different rates and forms of sulphur applied on changes of soil agrochemical properties. Plant Soil Environ, 54(4): 171-177.
- Syed A, Sarwar G, Shah SH, Muhammad S, 2021. Soil salinity research in 21st century in Pakistan: its impact on availability of plant nutrients, growth and yield of crops. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 52(3): 183-200.
- Toor RK, Savage GP, Heeb A, 2006. Influence of different types of fertilisers on the major antioxidant components of tomatoes. Journal of Food Composition and Analysis, 19: 20- 27.
- TÜİK, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>
- Yağmur B, Okur B, 2017. Kompost ahır gübresi ve kükürt uygulamalarının kireçli alkalın toprakta yetiştirilen fasulye bitkisinin gelişimi üzerine etkisi. Toprak Su Dergisi, Özel Sayı: 13-25.
- Yılmaz R, 2017. Kükürtlü gübrelemenin kanola bitkisinin (*brassica napus* l.) verim ve bazı kalite parametreleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.