

## Farklı Sulama Suyu Düzeyi ve Vermikompost Dozlarının Marul Bitkisinin Mikro Element Alımına Etkileri

Ali COŞKAN<sup>1</sup> Ulaş ŞENYİĞİT<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Isparta/TÜRKİYE

<sup>2</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Isparta/TÜRKİYE

\*Sorumlu yazar: ulassenyigit@sdu.edu.tr

Geliş tarihi: 10/09/2018 Yayına kabul tarihi: 30/11/2018

**Özet:** Bu çalışma, vermicompost (VM) ve farklı sulama suyu düzeylerinin, marul bitkisinin seçilmiş mikro besin alımına etkisini belirlemek amacıyla polikarbonat serada gerçekleştirilmiştir. Yetiştirme ortamı olarak torf kullanılmıştır. Her bir saksının hacmi 4.5 litredir ve 25 (VM25) ve 50 (VM50) g vermicompost miktarları torf ortamına iyice karıştırılmıştır. Bitkilerin gereksinim duyduğu su miktarı tam sulama (% 100) konusu olarak kabul edilmiş, eksilen suyun %75, %50, %25 ve %0 oranında ilave edildiği uygulamalar kısıtlı sulama konuları olarak denemeye eklenmiştir. Her 7 günde bir, saksıların su içeriği gravimetrik olarak belirlenmiş ve tam sulama için gereken suyun yüzde 75, 50, 25 ve 0'ı kadar su saksılara verilmiştir. Denemede hem VM dozları hem de su seviyesinin mikro besin alımı üzerinde etkili olduğu bulunmuştur (p<0,05). VM dozları arasında VM25, besin alımını artırırken, VM50 bitkilerin besin elementi içeriğini azaltmıştır. Tam sulama (%100) konusunun mikro besin elementi alımı için en iyi seçenek olmadığı, %75 düzeyinin daha fazla mikro besin element alımını sağladığı görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Kısıtlı sulama, vermicompost, marul, mikro besin elementi

### Effects of Different Irrigation Water Levels and Vermicompost Doses on Micro Nutrient Uptake of Lettuce Plant

**Abstract:** This study was carried out in the polycarbonate greenhouse in order to determine the effect of vermicompost (VM) and different irrigation water levels on selected micronutrient uptake of lettuce plant. Peat was used as a growing medium. The volume of each pot was 4.5 liter which 25 (VM25) and 50 (VM50) g of VM incorporated to medium thoroughly. Required irrigation level is presumed full irrigation (100%) and the 75%, 50%, 25% and 0% of the required water was added as the deficit irrigation treatments. Every 7th day, soil water depletion was determined gravimetrically and the pots irrigated by the 75, 50 and 25 percent of required water. Both VM doses and water level found to be effective on micronutrient uptake (p<0,05). Among the VM doses, VM25 improved nutrient uptake; however, VM50 reduced the nutrient constituent of the plants. Full irrigation (100%) was not found to be the best option for micronutrient uptake, 75% provide higher element concentration.

**Keywords:** Deficit irrigation, vermicompost, lettuce, micronutrient

### Giriş

Türkiye, iklim değişikliğinden en fazla etkileneceği beklenen Akdeniz havzasında yer almakta olup, tarım sektörünün ekonomik ve sosyal açıdan ülke içindeki önemi nedeniyle, iklim değişikliğinin tarım

ve gıda üretimi üzerinde etkileri açısından hassas ülkelerden biridir. Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)'nin 4. değerlendirme raporuna göre gelecek yüzyılda Türkiye'nin içinde bulunduğu Akdeniz Havzası'nda yağışlarda %20'ye varan azalmalar olacağı, buna bağlı olarak

toprak neminin azalacağı tahmin edilmektedir (IPCC, 2007). Düzensiz bir yağış rejimine sahip olan Türkiye’de yağışlarda gözlenen değişkenlikler anlamlı bir seyir takip etmemekte, bu nedenle zaman zaman kuraklık riskiyle karşı karşıya kalmabilmektedir (Kapluhan, 2013).

Yağışların yıllara göre dağılımında belirgin artış ve azalışlar görülmekte ise de genel eğilim azalma yönündedir (Anonim, 2016). 1981 ile 2010 yılları arasındaki yağış normalleri haritası ile 2013 yılı yağış dağılım haritası karşılaştırıldığında, kuraklık görülen alanların genişlediği, İç Anadolu’da görülen su kısıtının Akdeniz sahiline kadar ulaştığı görülmektedir (Anonim, 2018).

Kuraklığın önemli bir etkisi, yaprak genişlemesinde azalma, fotosentetik mekanizmalarda bozulma, prematüre yaprak yaşlanması ve verimde görülen azalma ile ortaya çıkan fotosentezde azalmadır (Wahid ve Rasul, 2005). Ayrıca, kuraklık stresi toprak besin maddelerinin yararışlılığını ve taşınmasını da etkilemektedir (Selvakumar vd., 2012; Kacar ve Katkat, 2009).

Kuraklığın etkisi dışında günümüzde toprakların bozulması sonucu gıda üretiminin miktarında ve kalitesinde olumsuz etkiler gözlenmeye başlanmış olup, düşük protein ve mikro element içeriği (örn., Zn, Fe, Se, B, I), çocuklar başta olmak üzere 3,7 milyar insanı etkilemekte, yetersiz beslenmeye ve gizli açlığa neden olmaktadır (Lal, 2009).

Hızla artan Dünya nüfusunun 2050 yılına kadar 10 milyara ulaşacağı beklenmektedir. İşlenebilir arazi ve su kaynaklarının sınırlı olması, ürün verimindeki düşüş eğilimi 21. yüzyılda küresel olarak gıda güvenliğini tehdit etmektedir (Çakmak, 2002).

Mikro element yönünden yetersiz beslenme, dünyada 2 milyardan fazla insanı etkilemektedir. Demir (Fe) eksikliği tek başına tüm okul öncesi çağıdaki çocukların %47’sini etkilemekte, çoğu zaman fiziksel ve zihinsel gelişim ve öğrenme kapasitesinin azalmasına neden olmaktadır (Çakmak vd., 2010). Diğer yandan dünya nüfusunun üçte biri Zn noksanlığının olumsuz etkisi altındadır (Soomro ve Jian, 2015). Çinko noksanlığının büyüme ve gelişmeyi engellediği, bağışıklık sistemini tahrip ettiği düşünülmektedir (Çakmak, 2010).

Yetiştirme stratejisinin tahılların çinko ile zenginleştirilmesinde etkili olup olmayacağını bir dereceye kadar belirsiz olması nedeniyle Zn gübrelere uygulanması gibi kısa vadeli tarım araçları önerilse de (Çakmak, 2008), kurak koşullarda bu uygulamanın sulu koşullar kadar iyi sonuç veremeyebileceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

Bitkilerin besin elementi içeriklerini artırmanın bir yolu da ahır gübresi ve vermikompost gibi organik gübrelere uygulanmasıdır (Çıtak vd., 2011). Vermikompost uygulamasının birçok bitkinin verimini artırdığı bildirilmiştir (Nagavallema vd., 2004; Çıtak vd., 2011; Tavalı vd., 2014). Diğer yandan vermikompostun bol miktarda içerdiği bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin (Nagavallema vd., 2004) kuraklık toleransını artırması beklenmektedir. Hosseinzadeh vd. (2016) nohut bitkisi yetiştiriciliğinde vermikompost uygulamasının kuraklık stresi koşullarının olumsuz etkilerini tamamen ortadan kaldırmadığını ancak kısmi de olsa belirlenen parametrelerde iyileşme sağladığını gösteren sonuçlarını sunmuşlardır. Benzer biçimde Saberi vd. (2015) süs bitkisine uygulanan vermikompostun kuraklığa dayanımı artırdığını bildirmişlerdir. Rashtbari vd. (2012) bu olumlu etkinin vermikompostun bitkilere besin elementi sağlamasının yanı sıra, solucanlar tarafından etkilenen toprak mikrobiyolojik yapısı ve aktivitesi, mineralizasyon, toprak enzimatik faktörleri ve bazı fitoanmonların varlığı ile ilişkili olabileceğine işaret etmişlerdir. Sonuç itibarıyla vermikompost çok boyutlu olarak ele alınması gereken bir organik gübredir.

Kuraklığın bir yandan verim ve verim parametrelerine olumsuz etkilemesi, diğer yandan kurak koşullarda yetiştirilen bitkilerin yeterince beslenememesi ve bu bitkileri tüketen kişilerin mikro besin elementini yeterince alamaması nedenleriyle, yürütülen bu çalışmada, vermikompost uygulamasının hem kuraklığın olumsuz etkilerini azaltma hem de suyun kısıtlı olduğu koşullarda mikro besin elementi alımını destekleme potansiyeli araştırılmıştır.

## Materyal ve Metot

Araştırma 2016 yılında, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesinde, ısıtmalı serada, saksı denemesi şeklinde yürütülmüştür. Deneme serasının örtü malzemesi polikarbon olup, alanı 4,72 m<sup>2</sup>, yüksekliği ise 2 m'dir. Çalışmada 45 adet 8 numaralı saksı, yetiştirme ortamı olarak kullanılan torf ile doldurulmuştur. Sera sıcaklığı 12 °C olarak ayarlanmıştır.

Çalışmada kullanılan torf saksılara yerleştirilmeden önce saksı başına 25 ve 50 g vermikompost (solucan gübresi) homojen biçimde karıştırılmıştır. Kontrol olarak solucan gübresi uygulanmayan saksılar da denemeye eklenmiştir. Su kısıtı uygulamasına başlamadan önce tüm saksılar tarla kapasitesi nem içeriğine getirilmiş, bundan sonra saksılar 7 günde bir tartılmış, tarla kapasitesine çıkarmak için gereken suyun %0 (susuz konu), %25, %50, %75 (kısıtlı sulama konuları) ve %100'ü ilave edilmiştir. Hasat döneminde bitkiler toprağın hemen üzerinden kesilerek hasat edilmiş, çeşme suyu ile yıkanmış, ardından saf sudan geçirilmiş ve 80 °C sıcaklıkta sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Örnekler öğütüldükten sonra 0,4 g tartılmış, CEM

Mars X-press mikrodalga fırında 180 °C'de yakılmış ve elde edilen süzüklerde Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi ile (Kacar ve İnal, 2008) Fe, Zn, Mn ve Cu belirlemesi yapılmıştır. Bitki başına topraktan kaldırılan element miktarının belirlenmesinde belirlenen mikro element içerikleri ile belirlenen bitki kuru ağırlıkları birlikte hesaplanmıştır (Eşitlik 1).

$$\text{mg/bitki} = \frac{\text{BKA} \times \text{ppm element}}{1000} \quad (1)$$

BKA: Bitki Kuru Ağırlığı (g)

Elde edilen veriler MSTAT-C paket programı yardımıyla (Crop and Soil Sciences Department, Michigan State University, Version 1.2) varyans analizine tabii tutulmuştur.

## Araştırma Bulguları ve Tartışma

Uygulamaların marul bitkisinin demir içeriğine ve topraktan kaldırılan demir miktarına etkileri sırasıyla Tablo 1 ve Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Marul bitkisinin demir içeriği

Table 1. The iron concentration of lettuce plant

VM	Sulama düzeyi (%)					Ortalama
	0	25	50	75	100	
0	60 a-c	55 a-d	62 a-c	70 ab	72 ab	64 A
25	66 a-c	55 a-d	76 ab	78 a	69 ab	69 A
50	50 b-d	41 cd	52 a-d	72 ab	30 d	49 B
Ortalama	59 B	50 B	63 AB	73 A	57 B	

Vermikompost (VM) dozlarından elde edilen ortalama değerler yönünden uygulamalar karşılaştırıldığında, bitki başına 25 g VM uygulamasının istatistiki olarak önemli olmamak üzere demir içeriğini artırdığı ancak 50 g dozun demir içeriğini önemli derecede ( $p<0,05$ ) azalttığı belirlenmiştir. Sulama düzeylerinde en yüksek ortalama demir içeriği %75 düzeyinde belirlenmiş, bunu %50 sulama düzeyi takip etmiştir. Diğer uygulamalar arasında ise fark bulunmamıştır ( $p<0,05$ ). Sulama düzeyi ve VM uygulamaları bir arada değerlendirildiğinde, en yüksek

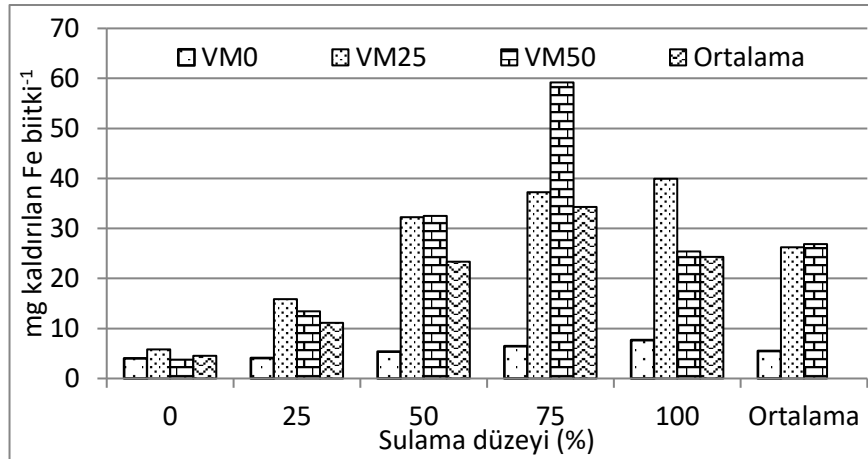
değerin 25 g VM ile %75 sulama düzeyinin bir arada uygulandığı konuda olduğu görülmüştür. En düşük değer ise 50 g VM ile %100 sulama düzeyinden elde edilmiştir. Denemeden elde edilen tüm değerler arasında 50 g VM uygulamasının %25 ve %100 su düzeylerinden elde edilen değerler hariç tümü Jones vd. (1999) tarafından yeterli olarak tanımlanan aralıkta bulunmuştur.

Demir yönünden sonuçlar incelendiğinde artan solucan gübresi dozlarının genel olarak demir içeriğini artırdığı ancak daha yüksek dozda uygulamanın demir içeriğini azalttığı

görülmüştür. Mevcut bulgularla demir içeriği yönünden optimum doz önerisinde bulunmak güçtür. Marul ile yapılacak takip eden denemelerde ara dozların da denemeye dahil edilmesinde yarar vardır. Sulama düzeyleri yönünden %75 düzeyinde en yüksek içerik belirlenmiştir. Bu durum büyük olasılıkla demirin kökteki büyüme konisinden alınıyor olması (Kacar ve Katkat, 2010) ile ilgilidir. Zira %75 su düzeyinde kökler bir yandan yeterli suya sahipken diğer yandan daha fazla havalanmaya sahip olduğundan daha sağlıklı büyüme konisine sahiptirler.

Toprakta kaldırılan demir miktarları incelendiğinde (Şekil 1) VM uygulanmayan (VM0) konularda sulama düzeylerindeki değişimin çok etkili olmadığı, ancak VM uygulanan saksılardan çok daha yüksek düzeyde demir kaldırıldığı görülmüştür. En yüksek değer 59 mg Fe bitki<sup>-1</sup> ile VM50 ve %75 su düzeyi uygulanan saksılardan elde

edilmiştir. Sulama düzeyi %75 olan ancak VM uygulanmayan saksıda belirlenen değer ise, VM50’de belirlenen değer neredeyse onda biri kadar, 6 mg Fe bitki<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Marul yetiştiriciliğinde sıra arası ve sıra üzeri mesafelerin 30 cm olması varsayımıyla dekardan kaldırılan en yüksek demir miktarının 66 g olduğu, topraktan eksilen yarayışlı demirin yerine konması için dekara 325 g FeSO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O uygulanması gerektiği belirlenmiştir. Diğer yandan topraktaki demir yarayışlılığı birçok faktör tarafından etkilenmektedir ve toprak çözeltisinden demir alındıkça değişim yüzeylerinden çözeltilmeye geçiş olmaktadır (Kacar ve Katkat, 2009). Ancak eksilenin tamamının değişim yüzeyleri ile desteklenemediği Türkiye topraklarının büyük bölümünde demir noksanlığı olmasından (Eyüboğlu vd., 1998) anlaşılmaktadır.



Şekil 1. Bitki başına kaldırılan demir miktarları  
Figure 1. Amount of iron taken by each plant

Hasat döneminde marul bitkisinde belirlenen Zn içerikleri ve topraktan kaldırılan demir miktarları sırasıyla Tablo 2 ve Şekil 2’de verilmiştir. Ortalama değerler itibariyle denemede kullanılan en yüksek VM dozu olan 50 g VM bitki<sup>-1</sup> dozu bitkinin Zn içeriğini düşürmüştür. Sadece seyrelme etkisiyle bu durumu açıklamak mümkün değildir. Burada solucan gübresinin yüksek dozunun Fe ve Zn alımında sınırlayıcı olabileceğine dair ön bulguya ulaşılmıştır.

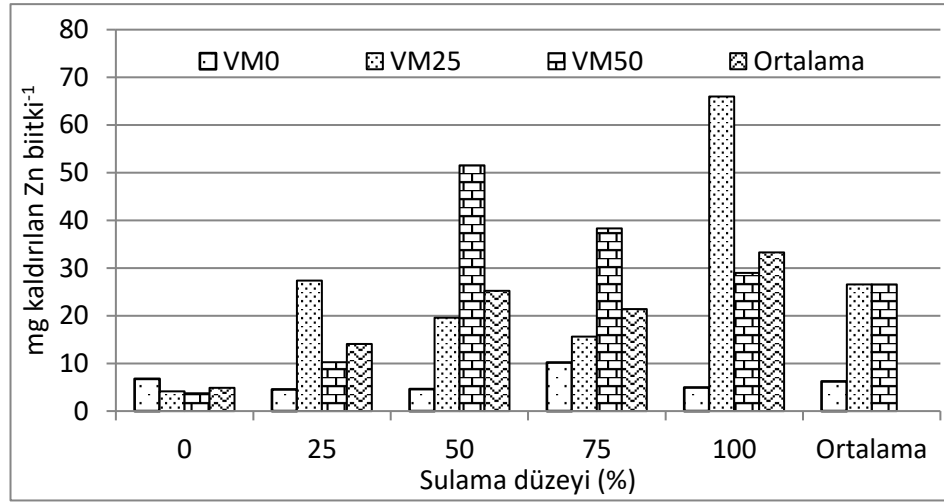
Sulama düzeyleri arasında Zn içeriği yönünden istatistiki önemli farklara ulaşılmamıştır ( $p>0.05$ ). VM ve sulama düzeyleri bir arada değerlendirildiğinde en yüksek değer 114 mg kg<sup>-1</sup> Zn ile %100 sulama düzeyinin 25 g VM uygulanan konusu ile %75 sulama düzeyinin VM uygulanmayan konusunda olduğu görülmüştür. Belirlenen Zn değerleri yeterli düzeydedir (Jones vd., 1999).

Tablo 2. Marul bitkisinin çinko içeriği  
Table 2. The zinc concentration of lettuce plant

VM	Sulama düzeyi (%)					Ortalama
	0	25	50	75	100	
0	102 ab	62 cd	54 de	109 a	46 de	75 A
25	47 de	94 ab	46 de	33 e	114 a	67 A
50	50 de	32 e	82 bc	46 de	34 e	49 B
Ortalama	66 A	62 A	61 A	63 A	65 A	

Topraktan kaldırılan Zn miktarları incelendiğinde (Şekil 2) VM uygulamalarının oldukça etkili olduğu, VM uygulanmayan saksıların sulama düzeylerinden etkilenmediği sonucuna ulaşılmıştır. En yüksek kaldırılan Zn değeri tam sulama konusunun VM25

uygulamasından elde edilmiştir (66 mg Zn bitki<sup>-1</sup>). Bu varyantta, yine 30 x 30 ekim aralığı varsayımına göre dekardan kaldırılan Zn miktarı 73 mg bitki<sup>-1</sup> olup, eksilen miktarı yerine koymak için verilmesi gereken ZnSO<sub>4</sub>.4H<sub>2</sub>O gübresi miktarı 325 g da<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır.



Şekil 2. Bitki başına kaldırılan çinko miktarları  
Figure 2. Amount of zinc taken by each plant

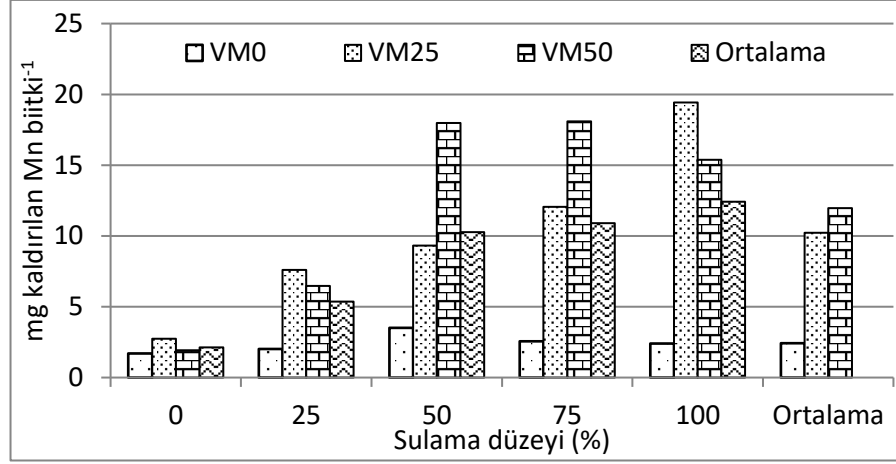
Marul bitkisinin Mn içeriği Tablo 3'te, bitki başına topraktan kaldırılan Mn miktarları ise Şekil 3'te verilmiştir. VM uygulamalarından VM0 ile VM25 arasında anlamlı fark görülmemiş, ancak VM 50 dozu Mn alımını sınırlamıştır. Sulama düzeylerinde ise %50'ye kadar Mn içeriği artmış, bundan sonra yeniden azalma göstermiştir ( $p < 0.05$ ). VM ve sulama düzeyleri bir arada değerlendirildiğinde değerleri arasında yüksek varyasyon olduğu görülmüştür. En yüksek değer VM uygulanmayan %50 sulama düzeyinden elde edilmiştir. En düşük değer ise VM50 dozunun tam sulama düzeyinden elde

edilmiştir. Elde edilen değerler Jones vd. (1999) tarafından belirlenen yeterlilik sınırları olan 15-250 mg kg<sup>-1</sup> arasında ise de alt sınıra daha yakın konumdadır. Diğer yandan ülkemiz topraklarında Mn noksanlığı çok sık rapor edilen bir durum değildir. Bu yönüyle gelecekte tarım topraklarında Mn noksanlığının görülebileceği beklenebilir.

Topraktan kaldırılan Mn miktarlarında (Şekil 3) en yüksek değer VM25 dozunun %100 sulama düzeyinden elde edilmiş, bu değere çok yakın olmak üzere VM50 dozunun %50 ve %75 sulama düzeyleri bunu takip etmiştir.

Tablo 3. Marul bitkisinin mangan içeriği  
 Table 3. The manganese concentration of lettuce plant

VM	Sulama düzeyi (%)					Ortalama
	0	25	50	75	100	
0	25 c-f	27 c-e	41 a	28 c-e	23 d-g	29 A
25	31 bc	26 c-e	22 e-g	25 d-f	34 b	28 A
50	25 c-e	20 fg	29 b-d	22 e-g	18 g	23 B
Ortalama	27 AB	24 B	30 A	25 B	25 B	



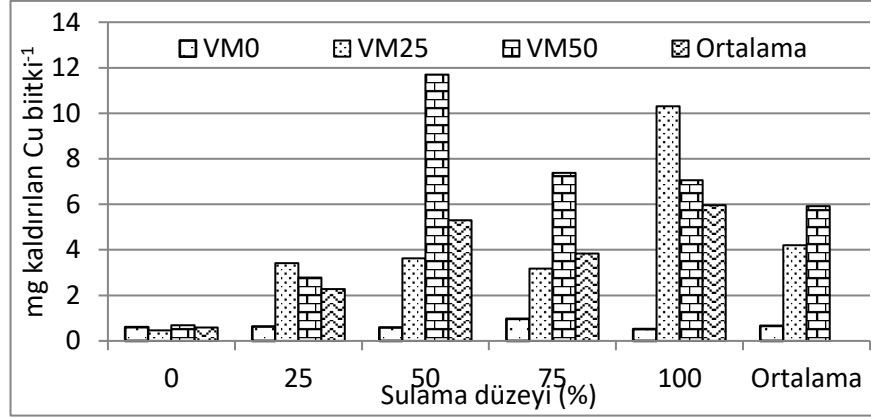
Şekil 3. Bitki başına kaldırılan mangan miktarları  
 Figure 3. Amount of manganese taken by each plant

Marul bitkisinin hasat döneminde belirlenen bakır içerikleri Tablo 4'te, topraktan kaldırılan bakır miktarları ise Şekil 4'te verilmiştir. Ortalama değerler itibariyle VM dozları incelendiğinde artan VM dozlarının Cu alımını artırdığı belirlenmiştir. Yine ortalama değerler itibariyle sulama dozları incelendiğinde %50 dozuna kadar bakır içeriğinin arttığı, bundan sonra yeniden azaldığı görülmüştür. Ortalama

değerler arasında belirlenen farklar istatistiksel olarak anlamlı ( $p < 0.05$ ) ise de yeterlik sınırlarının genişliği (8-25 mg kg<sup>-1</sup>; Jones vd., 1999) göz önüne alındığında pratikte bu farklar anlamlı değildir. VM ve sulama düzeyleri bir arada incelendiğinde en yüksek değerler 25 g VM uygulanan ve tam sulanan saksılar ile 50 g VM uygulanan ve %50 düzeyinde sulanan bitkilerde olduğu görülmüştür.

Tablo 4. Marul bitkisinin bakır içeriği  
 Table 4. The copper concentration of lettuce plant

VM	Sulama düzeyi (%)					Ortalama
	0	25	50	75	100	
0	9 b-d	8 b-d	7 b-d	10 bc	5 d	8 B
25	5 d	12 b	9 b-d	7 b-d	18 a	10 A
50	9 b-d	9 b-d	19 a	9 b-d	8 b-d	11 A
Ortalama	8 B	10 AB	11 A	9 AB	10 AB	



Şekil 4. Bitki başına kaldırılan bakır miktarları

Figure 4. Amount of copper taken by each plant

Bakır elementi bir bitki besin elementi olmasının yanında tarımda fungusit olarak da kullanılmaktadır. Organik tarımda da müsaade edilmesi ve diğer kimyasal tarım ilaçlarına kıyasla daha güvenli olduğu düşüncesi ile kullanımı oldukça yaygındır. Örneğin, Isparta ili elma tarımında dekara yaklaşık 4 kg bakırlı preparat uygulanmaktadır (Yılmaz vd., 2015).

Topraktan kaldırılan en yüksek bakır miktarı (Şekil 4) VM50 dozunun %50 sulama düzeyinden yaklaşık 12 mg bitki<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. Bu değeri karşılamak için dekara yaklaşık 35 g CuSO<sub>4</sub> uygulanması gerekir ki bu miktar Yılmaz vd. (2015) tarafından bildirilen bakırlı preparat kullanım dozları yanında önemsizdir. Diğer yandan Avrupa ülkelerinde, bakır kullanımı nedeniyle topraklarda bakır biriktiği bildirilmektedir (Fründ vd., 2007; Ruyters vd., 2013). Denemenin yürütüldüğü topraklarda yetiştirilen marul bitkisinde ise bu birikimin yansıması görülmemiş, bazı uygulamalarda bakır miktarı yeter sınırın altında bulunmuştur. Buna rağmen, Tablo 4'te yer alan ve en düşük değer olan 5 mg kg<sup>-1</sup> bakır içeriğinin, sadece uygulamanın değiştirilmesi ile 19 mg kg<sup>-1</sup> gibi yaklaşık 4 kata çıkabilmesi, bakır içeren gübre kullanımında dikkatli olunması gerektiğini işaret etmektedir.

### Sonuç ve Öneriler

Yürütülen bu çalışmadan genel olarak, besin elementi alımı bakımından %25'e kadar sudan tasarruf edilebileceği sonucuna

ulaşmıştır. Ancak, deneme deseninde seçilen sulama düzeyleri arasındaki farkların büyük olması nedeniyle en uygun değer %75 düzeyinin ne kadar altında veya üzerinde olduğunu söylemek güçtür. Denemede %0 sulama düzeyinde bitkiler bir süre sonra kurumuştur. Bu saksılardan elde edilen değerlerin pratiğe aktarılması da mümkün olamamış, diğer sulama düzeyleri ile karşılaştırma sonucunda bir çıkarımda bulunulamamıştır. Bu nedenle su kısıtı çalışmalarında, doğal yağışın yetmediği açık tarla tarımında veya yağmurların ulaşmadığı örtü altı üretiminde gerçekçi olmayan %0 ve %25 gibi sulama düzeyleri yerine %50 ile tam sulama düzeyleri arasındaki değerlerin detaylandırılmasının daha yararlı olduğu düşünülmektedir. Örneğin bu çalışmada %75 sulama düzeyi ile bitkilerin mikro elementlerle yeterince beslenebildiği, bunu altındaki değerlerde ise topraktan kaldırılan element miktarının dolayısıyla verimin azaldığı bulunmuştur. Ancak, optimum değer %50 ile %75 veya %75 ile %100 sulama düzeyleri arasında olup olmadığı açıktır.

Günümüzde tarım yapılan toprakların en az %60'ının küresel olarak Al, Mn ve Na'un toksisiteleri ve N, P, K, S, Fe ve Zn gibi bazı mineral noksanlık problemi taşıması nedeniyle bitki beslenme temelli araştırmalar oldukça önemlidir (Çakmak, 2002). Zira yeterince besin elementi alamayan bitkilerde gelişme yavaşlamakta, bu bitkilerle beslenen toplumlarda gizli açlık olarak da ifade edilen beslenme problemleri ortaya çıkmaktadır (Valença vd., 2017).

Besin Demir formlarından kaynaklanan değişimler göz ardı edilirse, yetişkin bir erkeğin günlük demir ihtiyacı 8 mg kadardır (NIH, 2018). Bu denemede elde edilen demir sonuçları incelendiğinde, bir bireyin VM50 dozunda ve tam sulama düzeyinde yetiştirilen marul ile bu ihtiyacını karşılaması için kuru madde bazında 267 g (yaklaşık 2,7 kg taze marul) tüketmesi gerekirken, VM25 dozu ve %75 sulama düzeyinde yetiştirilen bitkiden 103 g (yaklaşık 1 kg taze marul) tüketmesi yeterli olmaktadır. Bu yönüyle solucan gübresini gizli açlık olarak tanımlanan problemin çözümünde değerlendirilebilecek bir organik gübre olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmadan sonuç olarak solucan gübresinin (VM) hem su kısıtı koşullarından bitkinin daha az etkilenmesinde hem de bitkilerin mikro element ile daha iyi beslenmesinde ajan olarak kullanılabileceği görülmüştür. Ancak yüksek dozlardaki solucan gübresinin etkisinin genelde olumsuz olduğu belirlenmiş, bu hususun gübre dozu önerisinde göz önünde bulundurulması gerektiği, marul üretiminde bitki kök bölgesine 25 g VM uygulamasının önerilebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

### Teşekkür

Bu çalışmanın yürütülmesinde emekleri olan Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü öğrencilerinden Nuh Okan BAKIR, Enes Gökhan ÖZEN ve İsmail ERDİNÇ'e teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

- Anonim, 2016. Türkiye İklim Değişikliği 5. Bildirimi. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Md. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/iklim/banner/banner595.pdf>
- Anonim, 2018. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr> Erişim: 25/03/2018 15:30
- Çakmak, İ., Pfeiffer, W. H., McClafferty, B., 2010. Biofortification of Durum Wheat with Zinc and Iron Cereal Chem. 87(1):10–20

- Çakmak, İ., 2002. Plant nutrition research: Priorities to meet human needs for food in sustainable ways. *Plant and Soil* 247: 3–24,
- Çakmak, İ., 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification?, *Plant and Soil*, Volume 302, Issue 1–2, pp 1–17
- Çıtak, S., Sönmez, S., Koçak, F., Yaşın, S., 2011. Vermikompost ve Ahır Gübresi Uygulamalarının Ispanak (*Spinacia oleracea* var. L.) Bitkisinin Gelişimi ve Toprak Verimliliği Üzerine Etkileri, *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 28(1):56-69
- Eyüpoğlu, F., Kurucu, N., Talaz, S., 1998. Türkiye topraklarının bitkiye yarayışlı mikro element bakımından genel durumu. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara.
- Fründ, H.C., Emmerling, C., Bossung, V., Vohland, M., Tülp, H., Hinsinger, P., 2007. Gibt es einen Zusammenhang zwischen Kupfergehalt und Humusgehalt im Boden? - *Mitt. DBG* 110(1): 307-308.
- Grover, M., Ali, S. Z., Sandhya, V., Rasul, A., Venkateswarlu, B., 2011. Role of microorganisms in adaptation of agriculture crops to abiotic stresses. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 27(5), pp.1231-1240.
- Hosseinzadeh, S.R., Amiri, H., Ismaili, A., 2016. Effect of vermicompost fertilizer on photosynthetic characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress, *Photosynthetica* 54 (1): 87-92.
- IPCC, 2007. Intergovernmental Panel on Climate Change Staff, 2007. 4. Değerlendirme Raporu – Climate Change 2007: Mitigation, Vulnerability and Adaptation. Contribution of Working Group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge.



- Kacar, B. ve Katkat, V., 2009. Bitki Besleme, Nobel Yayın No: 849. 4. Basım, ISBN 978-975-591-834-4
- Kapluhan, E., 2013. Türkiye’de Kuraklık ve Kuraklığın Tarıma Etkisi. Marmara Coğrafya Dergisi Sayı: 27, Ocak - 2013, S. 487-510.
- Lal, R., 2009. Soil degradation as a reason for inadequate human nutrition. Food Sec. 1:45–57
- Nagavallema, K.P., Wani. S.P., Lacroix, S., Padmaja, V.V., Vineela, C., Rao, B. M., Sahrawat, J.C.L., 2004. Vermicompost sting: Recycling wastes into valuable organic fertilizer. Global Theme on Agrecosystems Report no. 8. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 20 pp.
- NIH, 2018. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Iron-HealthProfessional/>
- Rashtbari, M., Alikhani, H.,A., Ghorchiani, M., 2012. Effect of Vermicompost and Municipal Solid Waste Compost on Growth and Yield of Canola under Drought Stress Conditions. International Journal of Agriculture: Research and Review. Vol., 2 (4), 395-402.
- Ruyters, S., Salaets, P., Oorts, K., Smolders, E., 2013. Copper toxicity in soils under established vineyards in Europe: A survey. Science of The Total Environment Vol. 443, pp. 470-477
- Saberi, M., Nezhad, F., M., Etemadi, N-A., 2015. Interactive Effects of Vermicompost and Salicylic Acid on Chlorophyll and Carotenoid Contents of *Petunia Hybrid* Under Drought Stress. J Earth Environ Health Sci; 1:52-7.
- Selvakumar, G., Panneerselvam, P., Ganeshamurthy, A. N., 2012. Bacterial mediated alleviation of abiotic stress in crops. In Bacteria in Agrobiolology: Stress Management (pp. 205-224). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Soomro, A.A., Jian, Z., 2015. A golden gateway towards the development of zinc bio-fortified Rice (*Oryza sativa* L.) International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 6, Issue 7
- Tavalı, İ. E., Uz, İ, Orman, Ş., 2014. Vermikompost ve tavuk gübresinin yazlık kabağın (*Cucurbita pepo* L. cv. Sakız) verim ve kalitesi ile toprağın bazı kimyasal özellikleri üzerine etkileri Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 27(2): 119-124
- Valença, A.W., Bake, A., Brouwer, I.D., Gillera, K.E., 2017. Agronomic biofortification of crops to fight hidden hunger in sub-Saharan Africa. Global Food Security, Vol. 12, pp. 8-14
- Wahid, A. ve Rasul, E., 2005. Photosynthesis in leaf, stem, flower and fruit. In:Pessarakli M. (Ed.), Handbook of Photosynthesis, 2nd ed. CRC Press, Florida, Pp.479–497
- Yılmaz, H., Demircan, V., Gul, M., Kart, M. C. O., 2015. Economic Analysis of Pesticides Applications in Apple Orchards in West Mediterranean Region of Turkey. Erwerbs-Obstbau 57:141–148