



## Effect of Liquid Vermicompost on Quality Properties of Different Lettuce Varieties

Cenk Ceyhun Kılıç<sup>1,a,\*</sup>, Özlem Akat Saraçoğlu<sup>1,b</sup>

<sup>1</sup>Ege University, Bayındır Vocational School, 35840 Bayındır/İzmir, Türkiye

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 27/07/2022 Accepted : 06/09/2022</p> <p><b>Keywords:</b> Liquid Vermicompost Floating hydroponic system Hoagland nutrient solution Yield Quality</p>	<p>The experiment was conducted in one of the unheated plastic polyethylene (PE) greenhouses of Ege University- Bayındır Vocational Training School -TURKİYE during the winter-early spring of 2019-2020. The goal of the trial was to evaluate the effects of liquid vermicompost (LVC) on Iceberg (Head salad) and Lolo rosso (<i>Lactuca sativa</i>) lettuce in a floating hydroponic system. Two types of growing pools were used as the growing media, one was made of galvanized steel and the other plastic polyethylene. Both pools were covered with a polyethylene at a height of 1 meter from the ground. Lettuce seedlings were transplanted into pools filled with water and a week later Liquid Vermicompost (LVC) and Hoagland Nutrient Solution (HNS) were added to the growing media according to the treatments. The trial was set up in a Randomized Block Design (RBD) with 3 treatments and 3 replications in both of the lettuce varieties. 1. Application: HNS +LVC; 2. Application (HNS); 3. Application (LVC). Lettuce leaves were harvested 84 days after the LVC and HNS applications and prepared for analysis. In this research, in order to determine the impact of liquid vermicompost on Iceberg and Lolo rosso lettuce varieties total yield, marketable yield, the number of leaves discarded, root length and root weights were determined after harvested plants. In both of the lettuce varieties, results indicated that the highest marketable yields were obtained in the first treatment (HNS+LVC). The highest root length and root weight were also determined in the first treatment. It can be concluded that adding liquid vermicompost (100 ml / 100 L water ratio) to the growing solutions of Iceberg (Head lettuce) and Lolo rosso (<i>Lactuca sativa</i>) lettuce varieties, high performances can be obtained.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 10(9): 1716-1723, 2022

## Sıvı Solucan Gübresinin Değişik Marul Çeşitlerinin Kalite Özelliklerine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 27/07/2022 Kabul : 06/09/2022</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> Sıvı solucan gübresi Durgun su kültürü Marul Verim Kalite</p>	<p>Çalışma Bayındır Meslek Yüksekokulu ısıtsız sera koşullarında, Iceberg (Baş salata) ve Lolo rosso (<i>Lactuca sativa</i>) marul çeşitlerinin bitki gelişimi üzerine sıvı solucan gübresinin etkilerini incelemek amacıyla 2019-2020 yılında Ege Üniversitesi Bayındır Meslek Yüksekokulu'na ait Topraksız Tarım serasında yürütülmüştür. Polietilen ve galvanize çelikten yapılmış iki tip bitki yetiştirme havuzu yerden 1 m yükseklikte konumlandırılarak kullanılmıştır. Fideler içi su dolu havuzlardaki straforlar üzerine şaşırtıldıktan 1 hafta sonra BÇ (Besin Çözeltilisi) ve SSG (Sıvı Solucan Gübresi) sulama suyuna ilave edilmiştir. İki marul çeşidine 3 farklı uygulamanın [1.UYGULAMA:Besin Çözeltilisi + Sıvı Solucan Gübresi; 2.UYGULAMA: Besin Çözeltilisi; 3.UYGULAMA: Sıvı Solucan Gübresi] yapıldığı çalışma, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlı düzenlenmiştir. Marul yaprakları BÇ ve SSG verildikten 84 gün sonra hasat edilerek analizleri yapılmıştır. Çalışmada, durgun su kültüründe sıvı solucan gübresi ile besin çözeltilisinin Iceberg (Baş salata) ve Lolo rosso (<i>Lactuca sativa</i>) marul çeşitleri üzerine etkisini belirlemek için hasat sonrasında toplam verim, pazarlanabilir verim, atılan yaprak sayısı, kök uzunluğu ve kök ağırlığı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, hem Iceberg hem de Lolo rosso marul çeşitlerinde en yüksek pazarlanabilir verimler, 1.uygulamada ( BÇ+SSG ) bulunmuştur. En yüksek kök uzunluğu ve kök ağırlığı, 1. uygulamada belirlenmiştir. Iceberg (Baş salata) ve Lolo rosso (<i>Lactuca sativa</i>) marul çeşitlerinden optimum verim alınabilmesi için Durgun su kültüründe 100 ml Sıvı Solucan Gübresi / 100 L su uygulamasının önemli olduğu sonucuna varılmıştır.</p>

<sup>a</sup> [cenk.kilic@ege.edu.tr](mailto:cenk.kilic@ege.edu.tr)

<sup>b</sup> <http://orcid.org/0000-0002-8929-2761>

<sup>a</sup> [ozlem.akat@ege.edu.tr](mailto:ozlem.akat@ege.edu.tr)

<sup>b</sup> <http://orcid.org/0000-0003-1680-783X>



## Giriş

Gübre, tarımsal üretimde en önemli girdilerden biri olup yeterli uygulanmadığında verim ve kalitede önemli azalmalara sebep olmaktadır. Buna karşın fazla uygulanması durumunda ise özellikle azot ve fosforlu gübrenin yıkanması ile taban ve yüzey sularının kirliliğine, azot oksit (NO, N<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub>) emisyonu ile hava kirliliğine (Güler 2004; Çöpür ve Uysal 2004) ağır metal birikimine (Köleli ve Kantar 2006); Asri ve ark., 2007; Sönmez ve ark., 2006) besin maddesi dengesizliğine (Topbaş ve Brohi, 1998), mikroorganizma etkinliğinin bozulmasına, sularda ötrofikasyon (Kalkan, 2007), nitrat birikimine (Roorda van Eysinga 1984), ozon tabakasının incelmeye, sera etkisi gibi çevresel problemlere neden olmaktadır.

Son yıllarda beslenmenin önemi ile ilgili farkındalığın artmasıyla birlikte organik gübreler daha fazla ilgi görmeye başlamıştır. Günümüzde alternatif bir atık yönetimi olarak da düşünülen vermikompost üretimi, çevre dostu yaklaşımı nedeniyle popülerlik kazanmıştır. Tarımsal üretim ve endüstrisine ait atıklardan yüksek bitki besin içeriğine sahip solucan gübresi üretilebilmektedir (Türkmen ve ark., 2013; Merrill and McKeon, 1998).

Bununla birlikte Dünya genelinde özellikle son yıllarda, bitkisel ve hayvansal atıkların geri dönüşümünde solucanların yardımı sonucu ortaya çıkan “vermikompost” olarak adlandırılan solucan gübresi kullanımı ve üretimi giderek yaygınlaşmaktadır (Yüksek, Atamov ve Türüt, 2019). Vermikompost, bitkinin büyümesi ve sağlığı, toprak ıslahı gibi çevreye birden fazla olumlu etkisi olan toprak solucanları tarafından çeşitli bitkisel, hayvansal organik materyallerin kompostlaştırılması ile elde edilen humus benzeri maddelerden oluşan normal kompostlardan daha etkili olduğu rapor edilmiş materyaldir (Bellitürk ve ark., 2017; Bellitürk ve ark., 2018). Vermikompostlama, solucanın bağırsağından geçen organik atıkların termofilik evresi olmayan, biyokimyasal olarak parçalanıp mezofilik işleme üretilmesi nedeniyle komposttan farklı bir mikrobiyal kompostlama işlemidir. Bu işlem sonunda çıkan son ürün vermikomposttur (Gandhi ve ark., 1997; Tavalı 2011). Hayvansal ve bitkisel birçok organik atıklar solucanlara yem edilerek vermikompost üretilir. Sayılan bu çeşitli atıkların, normal kompostlama işleminden geçirilerek sonrasında özel üretilen hasat sistemlerinde beslenen solucanların sindirim sistemlerindeki mikroorganizmaların yardımı ile organik madde açısından zengin, nötr pH değerine yakın, kokusuz olan vermikompost gübresinin oluşumu gerçekleşir (Bellitürk ve ark., 2018). Toprak solucanları, üzerlerinde ve sindirim sistemlerindeki onları koruyan sölom yani vücut sıvılarını yaşadıkları ortamda beslenirken oluşturmuş oldukları gübreye aktarırlar. Gübrede oluşan bu sıvı uygulanan bitkide patojenlere karşı koruyucu görev yapmaktadır. Solucanlar sindirim sistemlerinde bakteriler, mikorizal mantarlar birçok yararlı mikroorganizma, büyüme hormonları, enzimler bulundurmaktadırlar. Bu enzimler bitkinin büyümesine yardımcı olarak verimi arttırmaktadır. Bünyesinde bulunan simbiyotik ve asimbiyotik azot bağlayan bakterileri de içermeleri ile toprakların azot kazancını arttırmaları. Oluşan gübrenin organik madde, N, P, K ve mikro element içeriği yüksektir (Karaçal ve Tüfenkçi, 2010; Anaç ve Esetlili, 2015). Vermikompost içeriğinde ağır metal ve zararlı

mikroorganizma barındırmadan, hijyenik koşullarda üretilen ve sağlık açısından risk oluşturmadan içeriğinde sırası ile ortalama %1,5-2 N, %2,5-4,1 P ve %1,4-9,2 K, organik-C 9,15 ile 17,98 aralığında değişmektedir. Ayrıca birçok makro ve mikro bitki besin elementlerini de içerirler (Bellitürk, 2016).

Vermikompost (Solucan gübresi), katı ve sıvı olmak üzere 2 şekilde tarımda kullanılmaktadır. Sıvı formu (çayı=sulu özütü) bitki büyüme düzenleyicileri (örneğin, oksinler, gibberellinler, ve sitokininler) ile hümmik-fülvik, asit, mikoriza mantarları, parazit kovucu, mantar öldürücü olan birçok aerobik mikroorganizmaları ve nematod öldürücü özellikleri içermektedir (Edwards ve ark., 2011).

Topraksız tarım, bitki için gerekli su ve besin elementlerinin uygun dozlarda kök ortamına verilmesi esasına dayanır. Su kültürü ve substrat kültürü olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Sevgican, 2002; Tüzel ve ark., 2004; Gül, 2019).

Ortam kültürü ticari olarak tüm dünyada en yaygın olarak kullanılan topraksız tarım yöntemi olmakla beraber, günümüzde üretim döneminin kısa olması nedeni ile yapıları yenen sebzelerin yetiştiriciliğinde su kültürüne artan bir ilgi vardır (Gonnella ve ark., 2002; Rodr'iguez-Hidalgo ve ark., 2010). Su kültüründe, besin çözeltilisi bitki köklerine sis şeklinde (aeroponik) uygulanabildiği gibi veya besin çözeltilisi bitki kökleri içinde akıtılır (akan su kültürü) ya da bitki kökleri besin çözeltilisinin içinde gelişir (durgun su kültürü) (Gül, 2019). Ticari anlamda durgun su kültürü yetiştirme dönemi kısa olan salata marul ve yaprakları yenen sebzelerin üretiminde kullanılmaktadır. Bu sistem tohum ekiminden hasada kadar yüksek yoğunluklu bitki gelişimi için yaygın kullanılmaktadır (Gül, 2019; Fontano, 2010; Carrasco, 2012). Bu amaçla bitkiler su ve besin çözeltilisi ile dolu olan havuzların üzerine bırakılan strafor=köpük levhalar ile desteklenerek yetiştirilmekte ve bu yöntem “yüzen su kültürü” olarak adlandırılmaktadır (Gül, 2019).

Yüzen su kültürünün başlıca avantajları kolay tesis edilmesi, ucuz olması (Fernandez ve ark., 2008; Incrocci ve ark., 2009; Franco ve ark., 2011), hasat kolaylığı, su kullanımının etkinliği, hızlı bitki gelişimi, kaliteli-yüksek verim, temiz ürün, küçük üretim alanları için adaptasyon kolaylığı ve teknolojik olarak geliştirilmeye uygunluğudur. Sistemin yüksek kalitede su ve suda çözünebilir gübre gereksinimi ve su ve besin çözeltilisinin havalandırılma ihtiyacı ise dezavantajları olarak sıralanabilir (Rakocy ve ark., 1993; Roupael ve Colla, 2005; Nicola ve ark., 2005; Rodr'iguez-Hidalgo ve ark., 2010; Lee ve Lee, 2015).

Chiancone ve ark. (2010), yapraklı sebzeler ile otların polietilen sığ havuzlar üzerinde besin çözeltilisi uygulanarak yetiştirilmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, yüzen sistem ile minimum bakım ile kaliteli yapraklı sebze ve ot yetiştirilebileceğini göstermişlerdir.

Hidroponik olarak yetiştirilen mahsuller, hala pahalı, fosil yakıt bazlı inorganik besinler içeren besin çözümlerine bağımlıdır. Organik bazlı solucan gübresi gibi alternatif besin kaynaklarının kullanılması, geleneksel fosil yakıt bazlı hidroponik çözümlerin büyük bir bölümünü tamamlayabilir (Arancon ve ark., 2019).

Genellikle “çay” olarak adlandırılan solucan gübresinden elde edilen sulu özler, solucan gübresini

kullanmanın yenilikçi yollarıdır. Katı solucan gübresinin tüm mükemmel biyokimyasal özelliklerini çıkarırken, daha geniş bir üretim alanını kaplamak için nispeten daha küçük miktarlarda solucan gübresi gereklidir. Hidroponik seradaki ilk deneyler, 1:1 oranda (besin çözeltisi: solucan gübresi çayı) yetiştirilen Çin Lahanası (*Brassica rapa cv. Bonsai, Chinensis group*), %100 besin çözeltisinde yetiştirilen bitkilerle karşılaştırılabilir olduğunu göstermiştir (Pant ve ark.,2009).

Arancon ve ark. (2019), topraksız tarım durgun su kültürü sisteminde solucan gübresi çayının marul ve domates bitkilerinin büyüme ve verimine etkileri konulu çalışmasında, 6 hafta yetiştirme dönemi sonrasında % 50 besin solüsyonunda yetiştirilen marul, %1,6 ve %3,2 solucan gübresi çayı uygulamaları arasında istatistiksel bir fark göstermediğini, ancak solucan gübresi eklenmediğinde verimde önemli ölçüde azalma belirlendiği saptamıştır. Araştırmacı aynı şekilde, %25 besin çözeltisi ile %0 ile %1,6 solucan gübresi uygulama oranları arasında istatistiksel bir fark olmadığını ancak, %3,2 solucan gübresi eklendiğinde verimin önemli ölçüde daha yüksek olduğunu bildirmektedir.

Abul-Soud ve ark.(2016), en yüksek değerlerin solucan gübresi + vermi-sıvı ile birleştirilmiş kum ve vermi-çay ile birlikte perlit + solucan gübresi (3: 1 v/v) uygulamalarında aldığını bildirmiştir.

Jaikishun ve ark., (2018), Tıbbi bitkilerden üretilen (ihlamur, neem) ve bunların kombinasyonlarından ürettiği solucan sıvı gübresinin hidroponik olarak yetiştirilen marulunun (*Lactuca sativa*) büyümesini desteklediğini ve böylece vermikompost ve solucan suyu alternatif bir bitki yetiştirme yöntemi olarak uygulanabileceğinin bildirmiştir.

Canellas ve ark. (2000), sığır gübresinden üretilen solucan gübrelerinde doğal oksinlerin olduğu ve bu kimyasalların mısır köklerinin yan kök çıkışını, kök uzamasını arttırdığını bildirmiştir. Ayrıca solucan gübresindeki az miktarda bulunan büyüme hormonları ve hümkik asitin marul ve domateslerin büyümesini ve verimini arttırmaya yardımcı olduğunu saptamıştır.

Bu çalışmamızda, ısıtmasız sera koşullarında ve yüzen su kültüründeki iki marul çeşidinde[Iceberg (Başsalata) ve Lolo rosso] sıvı solucan gübresinin verim ve bazı kalite parametreleri üzerine etkilerini belirlemek amaçlanmaktadır.

## Materyal ve Yöntem

Araştırma 2019–2020 yılları arasında, Ege Üniversitesi Bayındır Meslek Yüksekokulu yerleşkesinde (N 27° 40', E 38° 11') yer alan yay çatılı 108 m<sup>2</sup> ( 6m × 18 m) taban alanına sahip PE örtülü ısıtmasız topraksız sera koşullarında Aralık-Mart ayları arasında yürütülmüştür (Şekil 1).

Araştırmada bitkisel materyal olarak Ege Fide A.Ş. tarafından temin edilen Iceberg (Baş salata) ve Lolo rosso (*Lactuca sativa*) marul fideleri durgun su kültüründe yetiştirilmiştir.

### Deneme Konuları

#### Bitki yetiştiriciliği

- Iceberg (Baş salata) yetiştiriciliği
- Lolo rosso (*Lactuca sativa*) yetiştiriciliği

#### Besin çözeltisi (BÇ) ve Sıvı Solucan Gübre (SSG) Uygulamaları

- 1.UYGULAMA: BÇ+SSG
- 2.UYGULAMA: BÇ
- 3.UYGULAMA :SSG

Kullanılan çeşitlerin özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Fideler 25 cm × 25 cm (16 bitki m<sup>-2</sup>) dikim mesafesine göre 17.12.2019 tarihinde havuz içerisindeki yerlerine (straforların-köpük levha- üzerine açılan deliklere) şaşırtılmıştır (Şekil 2). Su dolu (300 L.) havuzlardaki bitkilere besin çözeltisi ile 24.12.2019 tarihinde SSG (Sıvı Solucan Gübresi) uygulanması gerçekleştirilmiştir. Besin çözeltisi olarak Hoagland çözeltisi her iki marul çeşidine modifiye edilerek uygulanmıştır. Marullar 17.03.2020 tarihinde (Besin çözeltisi ve Sıvı solucan gübresi uygulamasından 84 gün sonra) hasat edilerek analizleri yapılmıştır. Bu çalışma 2 marul çeşidinde 2 farklı uygulamayı kapsayacak şekilde 3 tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme desenine göre düzenlenmiştir.

Sıvı solucan gübresinin uygulama dozunu belirlerken ön deneme kurulmuş ve uygun doz belirlenmiştir. Yapılan literatür çalışmasından elde edilen sonuçlara göre Sıvı Solucan Gübresinin bitkilerin yetiştirme ortamı içindeki su içerisine ilave edilmesine karar verilmiştir. Uygulama dozu 100 ml /100 L su oranında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Topraksız seradaki denemenin yürütüldüğü durgun su kültürü sisteminin genel görünümü. (21.01.2020 tarihli görsel)

Figure 1. The general view of the hydroponic floating system in the soilless greenhouse (the image taken on 21.01.2020).

Çizelge 1. Denemede bitki materyali olarak kullanılan marul çeşitlerinin genel özellikleri  
Table 1. General characteristics of lettuce varieties tried as plant material in the experiment

Iceberg ( <i>Başsalata</i> )	Lolo rosso ( <i>Lactuca sativa</i> )
Kıvrıkcık baş salatalar (Iceberg tipi) Baş oluşumu vardır. Başlar sıkı, yapraklar büyük, açık veya parlak yeşil, sulu, gevrek ve uçları hafif dalgalıdır. Bu marul çeşidi yuvarlaktır ve görünüşü lahanaya benzer. Ünitiformitesi ve lezzeti çok iyidir.	Kıvrımcık kıvrıkcık maruludur. Yüksek verimi, derin kıvrıkcık yaprakları ve göz alıcı rengiyle piyasada en çok aranan marul varyetesisidir. Kıvrımcık yaprakları, salatalar için hazırlanan sosları kıvrımlarına hapseder ve Lolo rossa sadece rengiyle değil lezzeti ile fark yaratan çeşittir.

Çizelge 2. Denemede kullanılan Sıvı Solucan Gübresinin kimyasal içerikleri  
Table 2. Some chemical contents of liquid vermicompost used in the experiment

	W/W
Organik Madde	%7
Toplam Azot (N)	%0,4
Organik Azot (N)	%0,4
Toplam Fosfor Pentaoksit (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%0,11
Suda Çözünür Potasyum Oksit(K <sub>2</sub> O)	%0,12
Toplam Hümik+Fulvik Asit	%1
pH	5-7
EC	0,72 dS/m

Çizelge 3. Sıvı Solucan Gübresinin *Iceberg* (Başsalata) ve *Lolo rosso* marul çeşitlerinde bazı kalite parametreleri üzerine etkisi  
Table 3. The effect of liquid vermicompost on some quality parameters in *Iceberg* (Headsalad) and *Lolo rosso* lettuce cultivars.

	SSG	Toplam Verim(Baş Ağırl.) (g)	Pazarlanabilir Verim (g)	Atılan Yaprak Sayısı(adet)	Kök Uzunluğu (cm)	Kök Ağırlığı (g)
Uygulama	+SSG	480 <sup>a</sup>	324,23 <sup>a</sup>	9,0 <sup>a</sup>	48,83	48,46
	-SSG	354 <sup>b</sup>	250,89 <sup>b</sup>	6,0 <sup>b</sup>	46,83	39,75
	LSD <sub>(0,05)</sub>	68,75**	45,08**	1,58**	öd	öd
<i>Iceberg</i>	+SSG	668,33 <sup>a</sup>	356,79 <sup>a</sup>	17,0 <sup>a</sup>	42,00 <sup>a</sup>	57,56
	-SSG	550,00 <sup>b</sup>	343,45 <sup>a</sup>	12,0 <sup>b</sup>	51,00 <sup>a</sup>	53,19
<i>Lolo rosso</i>	+SSG	291,66 <sup>a</sup>	291,66 <sup>a</sup>	0	55,67 <sup>a</sup>	39,37
	-SSG	158,33 <sup>b</sup>	158,33 <sup>b</sup>	0	42,67 <sup>b</sup>	26,31
	LSD <sub>(0,05)</sub>	97,23*	63,75*	2,234**	11,17*	öd

+ SSG: Sıvı Solucan Gübresi uygulanan; - SSG: Sıvı Solucan Gübresi Uygulanmayan

Deneme de kullanılan ve ticari bir firmadan (VERMIS Tarım A.Ş) temin edilen sıvı solucan gübresinin içerikleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Araştırma süresince, 300 L. su dolu havuzların içine, hazırlanan A ve B stok çözeltileri (makro element çözeltisi) ve MES (Mikro element çözeltisi) ‘den marul bitkisi için uygun miktarlar ilave edilmiştir (Jensen 1997; Maloupa 2002; Sevgican 2002). Bu amaçla kullanılan modifiye Hoagland besin çözeltisinin (mM) içeriği 12 N-NO<sub>3</sub>, 3,8 N-NH<sub>4</sub>, 2,8 P, 8,4 K 3,5 Ca, 1,4 Mg, 9,5 Na, 8,0 Cl, 2,7 S, 0,04 Fe kimyasal kaynaklarının birleşiminden oluşturulmuştur (Alberici ve ark., 2007). Yetiştirme dönemleri süresince havuzların (1.UYGULAMA ve 2.UYGULAMA) ortalama 7,00 pH’ya ve 1,88 dS m<sup>-1</sup> EC (elektriksel iletkenliği) ‘ne sahiptir.

Havuzlara uygulanan bitki yetiştirme ortamı olarak 2,40 × 1,40 × 0,30 m ebatlarındaki, polietilen (Şekil 2 Resim B) ve galvanize çelikten oluşturulmuş (A) ve yerden 1 m yükseklikte bulunan içerisi polietilen malzeme ile kaplanmış havuz şeklindeki masalardan faydalanılmıştır (Şekil 2).

Yürütülen çalışma süresince sadece Sıvı Solucan Gübresi uygulanan havuzlarda, hem Iceberg (Baş salata) hem de Lolo rosso (*Lactuca sativa*) marul çeşitlerinde kalite parametreleri bitkilerde gelişim sağlanmadığı için ölçülemediği (Şekil 3). Dolayısıyla, organik sıvı solucan

gübresinin kalite parametreleri üzerine etkisi veren Çizelge 3’te değerlendirilmemiştir.

Sera içi sıcaklık ve nem takipleri iklim sensörü ile (Onset HOB0 Data Logger) yapılmıştır. Hasat sonrası marul bitkilerinin toplam ve pazarlanabilir verim (adet bitki<sup>-1</sup>) ile toplam ve atılan yaprak adedine ilişkin değerler (g bitki<sup>-1</sup>) de tespit edilmiştir. Örnek bitkiler üzerinden bitki kök uzunluğu cetvel yardımı ile ölçülmüştür.

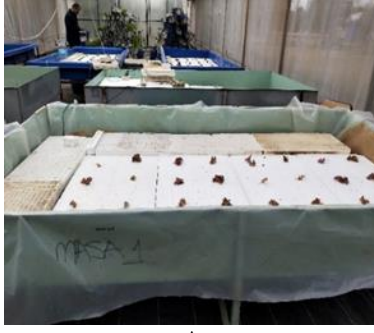
Elde edilen veriler TARİST istatistik paket programında değerlendirilmiş ve LSD testi ile varyans analizi uygulanmıştır (P<0,05) (Açıkgöz ve ark., 2004).

## Bulgular ve Tartışma

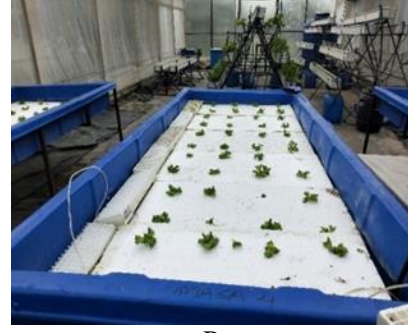
### Verim ve Bazı Kalite Kriterlerine İlişkin Sonuçlar

Iceberg (Baş salata) ve Lolo rosso (*Lactuca sativa*) marul çeşitlerinin toplam verimi üzerine Sıvı Solucan Gübresinin (SSG) etkisi %95 düzeyinde önemli bulunmuştur. Marul çeşidi fark etmeksizin Sıvı Solucan Gübresi (SSG) uygulanan marulların ortalama baş ağırlığı 480 g bulunmuştur. SSG uygulaması x marul çeşitleri interaksyonu değerlendirildiğinde, toplam verim üzerindeki etkisinin de her iki çeşit içinde istatistiki anlamda önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Sıvı Solucan Gübresi uygulandığında toplam verim, Iceberg marul çeşidinde %121, Lolo rosso marul çeşidinde ise %184 oranında artış göstermiştir (Çizelge 3).





A



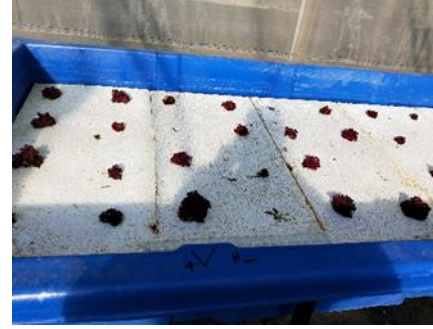
B

Şekil 2. Çalışmanın farklı tarihlerinde yetiştirme havuzlarındaki fidelere besin çözeltisi ve SSG uygulama sonrası görüntüler (A-24.12.2019 tarihli görsel, B-30.12.2019 tarihli görsel).

Figure 2. Images after nutrient solution and liquid vermicompost application to the seedlings in the ponds at different dates of the study (image dated A-24.12.2019, image dated B-30.12.2019).



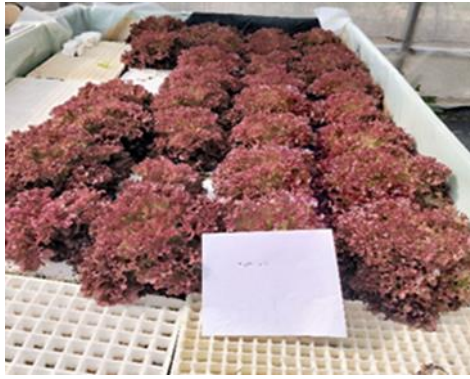
A.(30.12.2020)



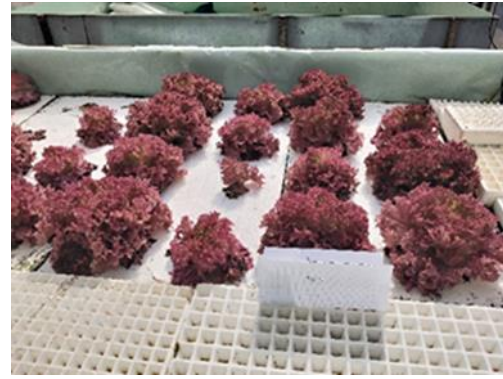
B. (17.03.2020)

Şekil 3. Besin çözeltisi olmadan sadece sıvı solucan gübresi uygulanan bitkilerde gelişimin durmasını gösteren görüntüler.

Figure 3. Images showing the cessation of development in plants applied only liquid vermicompost without Hoagland nutrient solution.



A



B

Şekil 4. Yetiştirme havuzlarındaki Lolo rosso marul çeşidinde bitki gelişimi üzerine SSG 'in etkisini gösteren görseller. Her iki havuza besin çözeltisi uygulanmış, soldaki havuza SSG (A) uygulanmış ve sağdaki havuza SSG uygulanmamış (B) (16.03.2020 tarihli görseller).

Figure 4. Images showing the effect of liquid vermicompost on plant growth in the Lolo rosso lettuce variety in the growing ponds. Nutrient solution was applied to both pools, SSG (A) was applied to the left pool and no SSG was applied to the right pool (B) (Images dated 16.03.2020).

Sıvı Solucan Gübresinin, pazarlanabilir verim üzerindeki etkisi, toplam verime benzer sonuçlar göstermektedir. SSG uygulaması x marul çeşitleri (Iceberg ve Lolo rosso marul çeşitleri) interaksiyonunun pazarlanabilir verim üzerine etkisi de %95 güvenle önemli bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, uygulamalara göre, en yüksek pazarlanabilir verim 324,23 g ile Sıvı Solucan Gübresi ilave edilen havuzlarda yetiştirilen bitkilerden elde edilmiştir (Çizelge 3, Şekil 4 ve Şekil 6). Uygulamanın

çeşitler üzerine etkisi incelendiğinde, her iki marul çeşidinde de SSG ilave edilen havuzlarda yetiştirilen bitkilerde daha yüksek pazarlanabilir verim elde edildiği görülmektedir. Iceberg marul çeşidi için en yüksek ortalama pazarlanabilir verim 356,79 gr, Lollo rosso marul için ise 291,66 gr bulunmuştur (Çizelge 3 ve Şekil 4).

Topraksız tarımda marul üretimin yapıldığı çok sayıda araştırma vardır. Bombala çeşidi üzerine Gül ve ark. (2003) tarafından yürütülen organik gübrelemenin etkilerinin

belirlendiği çalışmada verimin 439 g olduğu bildirilmiştir. Bombala çeşidiyle kapılar sistem marul yetiştiriciliğinde mikoriza uygulamalarına etkilerinin araştırıldığı Kardüz ve ark. (2015) tarafından yürütülen başka bir araştırma sonuçlarına göre toplam ve pazarlanabilir verim değerleri sırasıyla 590 ve 573 g bitki<sup>-1</sup> bulunmuştur. Hamdi ve ark. (2014) yürüttükleri çalışma sonucunda, marul bitkisinin baş ağırlığını 405 g belirlemişlerdir. Saraçoğlu Akat ve ark. (2020), topraksız tarımda tuzlulukla ilgili bir çalışmada, marul bitkisinin baş ağırlığını 390-648 g bitki<sup>-1</sup> olarak saptamışlardır. Kibar (2018), Karabük koşullarında farklı oranlarda vermikompost uygulanarak yetiştirilen Maritima kıvırcık marul (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) yaş ağırlıklarını 133,80-320,90 g bitki<sup>-1</sup> bildirmektedir. Verime ilişkin bulgularımızın bu değerlerle uyumlu olduğu görülmektedir.

Sıvı Solucan Gübresinin (SSG) atılan yaprak sayısı üzerindeki ana ve interaksiyon etkisi istatistiki olarak önemli bir fark ( $P<0,05$ ) oluşturmaktadır. Sonuç olarak çeşit fark etmeksizin sadece uygulamalara göre, bitki başına 9 adet ile en fazla atılan yaprak sayısı SSG

uygulanması yapılan konularda belirlenmiştir. Icerberg marul çeşidinde de SSG uygulanan konularda atılan yaprak sayısı 17 adet olarak belirlenmiştir (Çizelge 3).

Sıvı Solucan Gübresinin (SSG) bitki kök uzunluğu üzerine etkisi de %95 önem düzeyinde bir fark yaratmıştır. Çeşitler dikkate alınmadığında SSG uygulanan ve uygulanmayan bitki kök uzunlukları istatistiki olarak önemli çıkmamasına rağmen, rakamsal olarak 48,83 cm kök uzunluğu ile SSG ilave edilen havuzlarda yetiştirilen bitkilerde kök uzunluğu daha fazla belirlenmiştir. Çeşit x SSG uygulama interaksiyon etkisi, Lollo Rosso marul çeşidinde 55,67 cm ile SSG uygulamasına tabi tutulan bitkilerin kök uzunlukları istatistiki olarak daha önemli bulunmuştur. Ancak, Iceberg marul çeşidinde uygulamalar arasında istatistiki olarak fark saptanmamıştır. Sıvı Solucan Gübresinin bitki kök ağırlığı üzerindeki etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmasına rağmen, her iki marul çeşidinde de, SSG ilave edilen havuzlarda yetiştirilen bitkilerde kök ağırlığı daha fazla bulunmuştur. (Çizelge 3, Şekil 5 ve Şekil 7)



A



B

Şekil 5. Yetiştirme havuzlarındaki Lolo rosso marul çeşidinde kök gelişimi üzerine SSG 'in etkisini gösteren görseller. Her iki havuza besin çözeltisi uygulanmış, soldaki havuza SSG (A) uygulanmış ve sağdaki havuza ise SSG uygulanmamış (B) (16.03.2020 tarihli görseller).

Figure 5. Images showing the effect of Liquid Vermicompost on root development of Lolo rosso lettuce variety in growing ponds. Nutrient solution was applied to both pools, SSG (A) was applied to the left pool and no SSG was applied to the right pool (B) (Images dated 16.03.2020).



A



B

Şekil 6. Iceberg marul yetiştirilen her iki havuza besin çözeltisi uygulanmış, soldaki havuza SSG (A) uygulanmış ve sağdaki havuza SSG uygulanmamış (B) (16.03.2020 tarihli görseller).

Figure 6. In both ponds where Iceberg lettuce was grown, nutrient solution was applied, SSG (A) was applied to the left pond and SSG was not applied to the right pond (B) (Images dated 16.03.2020).

### Sonuç ve Öneriler

Elde edilen tüm bu bulgular ışığında durgun su kültürü ile topraksız üretimde, Organik Sıvı Solucan Gübresinin (100ml / 100 L. su, besin çözeltisi ile birlikte kullanımının Iceberg (Baş salata) ve Lolo rosso (*Lactuca sativa*) marul çeşitlerinin verim ve kalite parametreleri üzerine olumlu

etkisi belirlenmiştir. Bu bağlamda vermikompost çayının (Sıvı solucan gübresi) topraksız üretim durgun su kültüründe alternatif bir gübre olarak kullanılabilceği açıktır.





Şekil 7. Yetiştirme havuzlarındaki Iceberg marul çeşidinde kök gelişimini gösteren görsel

Figure 7. Image showing root development of Iceberg lettuce variety in growing ponds

## Kaynaklar

- Abul-Soud MA, Emam MSA, Hawash AMH, Mohammed, M H and Maharik ZY. 2016. Journal of Agriculture and Ecology Research International 5(1): 1-15, DOI: <https://doi.org/10.9734/JAERI/2016/20008>, ISSN: 2394-1073
- Açıkgöz N, İlker E, ve Gökgöçl A. 2004. TARIST- Biyolojik Araştırmaların Bilgisayarda Değerlendirmeleri. ISBN: 973-483-607-8. EÜ Tohum Teknolojisi Uygulama ve Araştırma Merkezi, Yayın No:2. Bornova-İzmir.
- Alberici A, Quattrini E, Penati M, Martinetti L, Gallina PM, Ferrante A, Schiavi M. 2007. Effect of the Reduction of Nutrient Solution Concentration on Leafy Vegetables Quality Grown in Floating System. ISHS Acta Horticulturae 801
- Anaç D, ve Esetlili Çolak B. 2015. Bitki beslemede yeni yaklaşımlar ve gübre-çevre ilişkisi, Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi, 280-294, 12-16 Ocak, Ankara.
- Arancon NQ, John Dean Owens & Chad Converse, 2019. The effects of vermicompost tea on the growth and yield of lettuce and tomato in a non-circulating hydroponics system, Journal of Plant Nutrition, 42:19, 2447-2458, DOI: <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1655049>
- Asri FÖ, Sönmez S ve Çıtak S. 2007. Kadmiyumun Çevre ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. Derim Dergisi, 24, 34-41.
- Bellitürk K. 2016. Sürdürülebilir Tarımsal Üretimde Katı Atık Yönetimi İçin Vermikompost Teknolojisi. Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 31(3), 1-5.
- Bellitürk K, Göçmez S, Turan Bağdatlı C, ve Üstündağ Ö. 2018. Zeytin budama artıklarının vermicompost olarak değerlendirilmesi: Makro elementler. Tralleis Elektronik Dergisi, 3(2), 197-204. Erişim adresi: <http://www.tralleisdergi.site>
- Canellas LP, Olivares FL, Okorokova-Façanha AL, Façanha AR. 2002. Humic Acids Isolated from Earthworm Compost Enhance Root Elongation, Lateral Root Emergence, and Plasma Membrane H<sup>+</sup>-ATPase Activity in Maize Roots, Plant Physiology, Volume 130, Issue 4, Pages 1951-1957, <https://doi.org/10.1104/pp.007088>
- Carrasco G, Gajardo JM, Alvaro JA, and Urrestarazu M. 2012. Rocket Production (Eruca Sativa mill.) in a Floating System Using Peracetic Acid as Oxygen Source Compared with Substrate Culture. Journal of Plant Nutrition, 34:9, 1397-1401, DOI: <https://doi.org/10.1080/01904167.2011.581045>
- Chiancone A, Bacco M, Stipic C, Di Cesare V, Caponigro Piro F, and Venezia A. 2010. Easy Home Hydroponic Production of Leafy Greens. Acta Hort. 881 (151-156).
- Çöpür Z, ve Uysal S. 2004. Çorum İl Çevre Durum Raporu. [http://www.cedgm.gov.tr/icd\\_raporlari/corumicd2003.pdf](http://www.cedgm.gov.tr/icd_raporlari/corumicd2003.pdf)
- Edwards CA, Askar AM, Vasko-Bennett M, and Arancon NQ. 2011. The Use and effects of aqueous solutions from vermicomposts ('Teas') on crop yields in the greenhouse. Vermiculture technology: earthworms, organic wastes, and environmental management, 235-48. Boca Raton, FL: Taylor and Francis
- Fernández JA, Navarro A, Vicente MJ, Peñapareja D, and Plana V. 2008. Effect of Seed Germination Methods on Seedling Emergence and Earliness of Purslane (Portulaca oleracea L.) Cultivars in a Hydroponic Floating System. Acta Hort. 782: 207-212
- Fontana E, Tibaldi G, and Nicola S. 2010. Effect of the Nutrient Solution and Shelf-Life Conditions on the Essential Oil Profile of Minimally Processed Dill (Anethum graveolens L.) Grown in a Soilless Culture System., Acta Hort. 877, 135-142
- Franco JA, Cros V, Vicente MJ, and Martinez-Sanchez, JJ. 2011. Effects of Salinity on the Germination, Growth, and Nitrate Contents of Purslane (Portulaca oleracea L.) Cultivated Under Different Climatic Conditions. Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 86 (1) 1-6.
- Gandhi M, Sangwan V, Kapoor KK and Dilbaghi N. 1997. Composting of household wastes with and without earthworms, Environment and Ecology, 15(2), 432-434.
- Gonnella M, Serio F, Conversa G and Santamaria, P. 2002. Yield and Quality of Lettuce Grown In Floating System Using Different Sowing Density and Plant Spatial Arrangements. Proc.6th on Protected Cult, Acta Hort 614, 687-692.
- Gül A. 2019. Topraksız Tarım. 3.Baskı, s:146. ISPN : 978-975-8377-83-1. İzmir/Türkiye: Meta Press Services
- Güler S. 2004. Dünya'da ve Türkiye'de Gübre Tüketiminde Yaşanan Gelişmeler. In: Karaman MR, Brohi A R (eds) Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre, 11-13 Ekim 2004, Tokat, 47-54.
- Hamdi MM, Boughattas I, Chikh-Rouhou H, Souhli E, Bettaieb T. 2014. Effect of Different Levels of Nitrogen Fertilizer on Morphological and Physiological Parameters and Nitrates Accumulation of Lettuce Cultivars (Lactuca sativa L.). Research in Plant Biology, 4 (4): 27-38.
- Incrocci L, Pardossi A, Tognoni F. 2009. <http://www.fao.org/hortivar/scis/doc/nutrient/index.html#3> (Erişim:22.07.2022)
- Jaikishun S, Hoosein A, Ansari AA. 2018. The effects of vermicompost and vermiwash from the medicinal plants, neem (Azadirachta indica) and lime (Citrus aurantifolia), on the growth parameters of lettuce in a hydroponic system. V.10, No.12, pp:91-92. E-ISSN: 2087-3956 May 2018 DOI: <https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n100205>
- Jensen MH. 1997, Hydroponics, Hortscience, 32(6).
- Karaçal İ, ve Tüfenkçi Ş. 2010. Bitki beslemede yeni yaklaşımlar ve gübre-çevre ilişkisi. Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 257-268.
- Kılıç ÇF. 2011. Biyogaz, Önemi, Genel Durumu ve Türkiye'de ki Yeri. Mühendis ve Makine, 52(617), 94-106.
- Kardüz Y, Tüzel Y, Öztekin GB, 2015. Kapılar Sistemde Salata-Marul Yetiştiriciliğinde Mikoriza Uygulaması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 52 (2):151-159.
- Kıbar B. 2018. Marulda Bitkisel Özellikler, Bazı Kalite Özellikleri ve Elementler Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD), 4(2): 149 - 160 DOI: <https://doi.org/10.24180/ijaws.486571>
- Gül A, Öztan F, Eroğul D, Yağmur B, Ongun AR, 2003. The Use of Organic Manure For Iceberg Lettuce Plants Grown In Substrates. International Symposium on The Horizons of Using Organic Matter and Substrates in Horticulture, pp:53-57
- Köleli N, ve Kantar Ç. 2006. Fosforlu Gübrelerde Ağır Metal Tehlikesi. Ekoloji Dergisi, 9, 1-5.
- Lee S and Lee J. 2015. Beneficial bacteria and fungi in hydroponic systems: Types and characteristics of hydroponic food production methods. Scientia Horticulturae 195, 206-215.
- Maloupa E. 2002. Hydroponic systems, 143 - 178, Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals, Embryo Publications, Savvas, D. and Passam, H. (Eds.), Embryo Publications, Athens, 463 p.

- Merrill R, McKeon J. 1998. Organic teas from compost and manures. Organic farming research foundation project report. Cabrillo community college, Aptos, CA.
- Nicola S, Hoeberechts J, and Fontana E. 2005. Comparison Between Traditional and Soilless Culture Systems to Produce Rocket (*Eruca Sativa*) with Low Nitrate Content. *Acta Horticulturae* 801:
- Pant AP, Radovich TJ, Hue NV, Talcott ST, & Krennek KA. 2009. Vermicompost extracts influence growth, mineral nutrients, phytonutrients and antioxidant activity in pak choi (*Brassica rapa* cv. Bonsai, *Chinensis* group) grown under vermicompost and chemical fertilizer. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(14), 2383-2392.
- Rodríguez-Hidalgo S, Artés-Hernández F, Gómez PA, Fernández JA, and Artés F. 2010. Quality of Fresh-Cut Baby Spinach Grown Under a Floating Trays System as affected by nitrogen fertilization and innovative packaging treatments. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 90: 1089–1097.
- Roorda van Eysinga NL, 1984. Nitrate and glasshouse vegetables. *Fertilizer Research* 5, 149-156.
- Rouphael Y, and Colla G. 2005. Growth, Yield, Fruit Quality and Nutrient Uptake of Hydroponically Cultivated Zucchini Squash as Affected by Irrigation Systems and Growing Seasons. *Scientia Horticulturae* 105 : 177–195.
- Saraçoğlu Akat Ö, Kılıç CC, Duyar H. 2020. Topraksız Kültür Baş Salata (*Lactuca Sativa* L.) Yetiştiriciliğinde Farklı Tuzluluk (NaCl) Düzeylerinin Verim ve Bitki Gelişimi Üzerindeki Etkileri İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10(2): 1370-1381. ISSN: 2146-0574, eISSN: 2536-4618. DOI: <https://doi.org/10.21597/jist.662029>
- Sevgiçan A, 2002. Örtüaltı Sebzeçiliği (Topraklı Tarım). Ege Üniv. Ziraat Fakültesi. Yayınları No:525, Bornova, İzmir.
- Sönmez S, Kaplan M, Sönmez NK, Kaya H, and Uz I. 2006. High Level of Copper Application to Soil and Leaves Reduce the Growth and Yield of Tomato Plants. *Scientia Agricola*, v.63, n.3, p. 213-218.
- Tavali İ. 2011. Farklı dozlarda uygulanan vermikompostun toprağın enzim aktivitesi ve bakteriyel varlığı üzerine etkisi (Yüksek Lisans Tezi), Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya
- Topbaş MT, Brohi AR, ve Karaman MR. 1998. Çevre Kirliliği. T.C. Çevre Bakanlığı Yayınları. Ankara
- Tüzel Y, Gül A, and Tüzel İH. 2004. Different Soilless Culture systems. Regional Training Workshop systems. *Acta Hort.*747, 441-445.
- Yüksek T, Atamov V, ve Türüt K. 2019. Demlenmiş çay atığı ve evsel yemek atıkları ile beslenen Kırmızı Kaliforniya solucanından elde edilen katı solucan gübresindeki bazı besin elementlerinin belirlenmesi. *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, 4(2), 263- 271. DOI: <https://doi.org/10.35229/jaes.586428>