

Araştırma Makalesi (Research Article)

Mert ACUN^{1a}

M. Kadri BOZOKALFA^{2a*}

¹Acun Tohumculuk, Tarım Ürünleri San. Tic. Ltd. Şti, 35145 Bakırköy, İstanbul

²Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 35100 Bornova, İzmir

^{1a}ORCID: 0000-0002-0425-8741

^{2a}ORCID: 0000-0002-5607-2308

*sorumlu yazar: mehmet.kadri.bozokalfa@ege.edu.tr

Anahtar Sözcükler:

Spirulina plantensis, yapraktan uygulama, bitki gelişimi, kalite, yaprağı tüketilen sebzeler

Keywords:

Spirulina plantensis, foliar fertilizer, leafy vegetables, plant growth, quality

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.,2020, 57 (4):
555-562 DOI: 10.20289/zfdergi.687824

Mikroalg Uygulamalarının Salata (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) ve Marul Çeşitlerinin (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi

Effects of Microalgae Application on Yield and Quality Properties of Salad (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) and Lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) Cultivars

Alınış (Received): 11.02.2020

Kabul Tarihi (Accepted): 08.04.2020

ÖZ

Amaç: Ülkemizde ve dünya'da yaprağı tüketilen sebzeler arasında önemli bir yere sahip olan salata ve marul, ılıman iklimlerde tüm yıl boyunca yetiştirilen, sahip olduğu düşük kalori ve zengin besin elementi nedeniyle tüketim ve üretimi her geçen gün artmaktadır. Bitki yetiştiriciliğinde farklı kaynaklardan elde edilen materyaller bitki gelişim düzenleyicisi olarak kullanılırken, son yıllarda makro ve mikro algler (deniz yosunları) doğrudan veya bunlardan elde edilen ekstraktların gübre olarak kullanımı yaygınlaşmıştır.

Materyal ve Metot: Bu çalışmada, mavi alg türü olan *Spirulina plantensis*'in farklı uygulama dozlarının salata ve marul çeşitlerinin verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Araştırmada bitkisel materyal olarak iki yedikule ve iki salata çeşidi kullanılmış, kurutulmuş toz hale getirilmiş *S. platensis*, vejetasyon döneminde iki defa pülvenizatör yardımıyla 0.5 mg/L, 1 mg/L 1.5 mg/L, 2 mg/L dozlarında yapraktan uygulanmıştır.

Bulgular: Mikroalg uygulamalarının salata ve marul çeşitlerinin bitki ağırlığı, bitki çapı, bitki uzunluğu, pazarlanabilir yaprak sayısı, atılan yaprak sayısı, madde miktarı ve verim değerleri üzerine etkisi istatistikî düzeyde önemli bulunmuştur.

Sonuç: Çeşitlerin uygulama dozuna verdiği reaksiyonlar incelenen kalite komponentlerine göre farklılık gösterirken, özellikle 1.5 mg/L dozunda *S. platensis* uygulamasının başta en yüksek verim olmak üzere incelenen birçok özellik üzerine en etkili doz olduğu belirlenmiştir.

ABSTRACT

Objective: Salad and lettuce has an important place among the vegetables consumed in Turkey and in the world, are grown all year round in temperate climates, due to being low calorie rich in nutrients, consumption and production increase with each passing day. Several organic and inorganic compound obtained from various sources has been used as a plant growth regulator for cultivation, and in recent years use of the micro and macro algae's (seaweeds) or their extracts as fertilizer has become widespread.

Material and Methods: In this study, effects of blue algae (*S. plantensis*) application on yield and quality of lettuce and salad and were investigated. In the experiment, two lettuces and two salads cultivars were used as plant material. Dried powdered *S. platensis* was dissolved in water in 0.5 mg/L, 1 mg/L, 1.5 mg/L, 2 mg/L doses and applied to the plants in twice 3 and 6 weeks after transplanting.

Results: The effects of microalgae applications on plant weight, plant diameter, plant height, number of marketable leaves, discard number of leaves, dry matter content, of salad and lettuce varieties were statistically significant.

Conclusion: It was found that while the response of the varieties to the application dose differed according to the examined quality components, it was determined that the application of *S. platensis* at the dose of 1.5 mg/L was the most effective dose for plant growth, particularly on the yield.

GİRİŞ

Taze yaprakları sebze olarak değerlendirilen salata ve marul, ekonomik önemi yüksek sebze türleri içinde yer almaktadır. Vitamin ve mineral madde bakımından zengin içeriğe sahip yaprağı tüketilen sebze türlerinin insan beslenmesinde önemli bir yeri vardır. Salata ve marulun yüksek miktarda lif içermesi ve düşük kaloriye sahip olması nedeniyle Akdeniz beslenme modelinde önemli yerinin olması, modern yaşamda birçok kişi tarafından tercih edilmesini sağlamaktadır. Birçok sebze türü ile karşılaştırıldığında kısa vejetasyon süresine sahip salata ve marul, uygun yetiştirme koşullarında diğer sebze türleri ile ekim nöbetine alınarak yıl içerisinde aynı üretim alanında birden fazla ürün alınabilmesine imkan tanır (Eşiyok, 2012).

Geçmişten günümüze farklı besin maddeleri ile bitki yetiştiriciliği yapılırken son yıllarda özellikle mineral gübrelerin tarım alanlarında yüksek miktarda kullanılması; tarım topraklarının niteliğinin bozulmasına, yeraltı su kaynaklarının kirlenmesine ve tarımın sürdürülebilirliğinin her geçen gün daha fazla tartışılmasına neden olmaktadır. Günümüzde tarımda karşılaşılan problemler yeni üretilecek çözümlerin daha çevre dostu olması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

İnsan sağlığı ve ekolojik açıdan sürdürülebilir kaynakların tarımsal girdi üretiminde kullanılması hedeflenirken insan beslenmesinde değerlendirilen farklı makro alglerden (deniz yosunu) üretilen gübrelerin dünya'da ve Türkiye'de kullanımının yaygınlaştığı bildirilmektedir (Eşiyok ve ark., 2001; Okur ve ark., 2001; Engin ve ark., 2019). Tarımda biyogübre olarak değerlendirilen yeşil algler, tuzundan arındırıldıktan sonra insan gıdası olarak -taze veya kurutulmuş- salata ve çorbalarda (Engin ve ark., 2019), yem sanayinde, kozmetikte ve kağıt yapımında kullanılmaktadır (Cirik ve Cirik 1999; Kuru ve Cirik 1999; Kut ve ark., 2007; Turan 2007).

Sürdürülebilir tarımda toprak verimliliği, bitki gelişmesi, verim ve çevresel faktörlerin geliştirilmesinde makro ve mikro algleri içeren cynobakterilerin önemli bir yeri vardır (Singh et al., 2016; Godlewska et al., 2019). Mikro algler sahip olduğu zengin besin içeriğine karşın, deniz yosunu olarak tanımlanan makro alglere göre tarımda daha sınırlı kullanılmaktadır. Nitekim, deniz yosunları; deniz ve taze su kaynaklarının bulunduğu yerlerde kolaylıkla bulunabilmesine karşın, mikro algler özel koşullara sahip ortamlarda yetiştiriciliği yapılarak elde edilmektedir (Godlewska et al., 2019). Du Jardin (2015), bitkilere uygulanan mikroorganizmaların bünyesinde bulunan besin kompozisyonu sayesinde, besin maddesi etkinliğini artırmada, abiotik stres koşullarına dayanıklılık sağlamada, bitki kalite özelliklerinin geliştirilmesinde önemli rol oynadığını bildirmektedir. Tarımda bio-gübre olarak kabul edilen

mikroalgler verim ve kalite artışı sağladığı bildirilirken (Norrie et al., 2008; Chojnacka et al., 2012), farklı kültür bitkilerinin yetiştiriciliğinde uygulanması ile ilgili bilimsel çalışma sayısı oldukça sınırlıdır (Silva et al., 2017).

Bu çalışmada bitki gelişmesi üzerine önemli etkileri olan ve cynobakteri grubunda yer alan zengin besin kompozisyonunu sahip mikro alg türü olan *S. platensis* uygulamalarının, yaprakları sebze olarak değerlendirilen yüksek ekonomik öneme sahip kültür bitkileri arasında yer alan, salata ve marulun verim ve kalite özellikleri üzerine etkisinin incelenmesi amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Araştırma Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü araştırma ve uygulama alanları ile laboratuvarlarında 2019 yılı ilkbahar yetiştirme periyodunda yürütülmüştür. Çalışmada *S. platensis* uygulamalarının tür ve çeşit düzeyinde etkisinin daha net görülebilmesi için bitkisel materyal olarak; iki marul *Lactuca sativa* L. var *longifolia* cv. Presidential (Sygenta Tohum) ve cv. Duna (Asgen Tohum), iki kıvrıkcık salata *Lactuca sativa* L. var. *crispa* cv. Maritima (Enza Tohum), cv. Garone (Vilmorin) çeşitleri kullanılmıştır.

Yöntem

Araştırmanın yürütüleceği alan Ocak ayında pulluk yardımıyla derin bir şekilde işlenmiş, Şubat ve Mart aylarında diskaro ve toprak frezesi yardımıyla fide dikimine ve bitki yetiştiriciliğine uygun hale getirilmiştir. Bitkisel materyal olarak kullanılan salata ve marullara ait fideler hazır fide firması tarafından yetiştirilmiş, dikim büyüklüğüne ulaşan fideler yetiştirme yerlerine 70*30 cm sıra arası ve sıra üzeri mesafeler ile dikilmiştir. Dikim Ege bölgesi koşullarında salata-marul ilkbahar yetiştiriciliğine uygun olarak 15 Mart 2019 tarihinde yapılmıştır.

Araştırmada, *S. platensis*'in dört farklı dozu (0.5 mg/L, 1 mg/L, 1.5 mg/L, 2 mg/L) uygulama konusu olarak belirlenmiş ve bitki gelişim döneminde iki defa (fide dikiminden sonra 3 ve 6 hafta sonra) pülvenizatör ile yapraktan uygulanmış, kontrol grubunu ise toprak analiz sonuçlarına göre (dikimden 4 hafta önce) uygulanan mineral gübre (15 kg/da N, 10 kg/da P₂O₅, 18 kg/da K₂O) uygulaması oluşturmuştur.

S. platensis, Ege Üniversitesi kampüsünde yerleşik tesislerinde üretim yapan Egert firmasından kuru (toz) olarak sağlanmış ve uygulama öncesi suda eritilerek hazırlanmıştır, ayrıca mikroalgin yapraklarda daha iyi tutunabilmesi için uygulama sıvısına yapıcı-yapıştırıcı ilave edilmiştir. Araştırma tesadüf blokları deneme

desenine uygun 3 tekerrürlü olarak yürütülmüş ve her parselde 12 bitki olması sağlanmıştır. Damla sulama sistemi ile sulanan bitkilerde tüm kültürel işlemler Eşiyok (2012)'ye uygun olarak yürütülmüş; toprağın havalandırılması ve yabancı otlar ile mücadele amacıyla elle çapa yapılmış, üretim dönemi boyunca herhangi bir hastalık ve zararlı ile karşılaşmadığı için zirai mücadele uygulaması yapılmamıştır.

İncelenen Agronomik Özellikler ve Verim Parametreleri

Seçilen çeşitlerin olgunlaşma periyotları birbirine yakın oluşu için hasat olgunluğuna ulaşan tüm bitkiler 22.05.2019 tarihinde hasat edilmiş, verim ve kalite özellikleri incelenmiştir. Hasat edilen bitkilerde; bitki ağırlığı: hasat edilen bitkilerin ağırlıkları 10 g hassasiyetindeki terazide tartılmıştır. Bitki çapı (cm): hasat edilen bitkilerin çapı en geniş yerinden iki farklı eksende cetvel yardımıyla ölçülmüştür. Bitki uzunluğu (cm): bitkiler dik eksen konumunda kök boğazı ile en uzun nokta arası cetvel yardımıyla ölçülmüştür. Pazarlanabilir yaprak sayısı (adet/bitki): hasat edilen bitkilerdeki pazarlanabilir olmayan yapraklar koparıldıktan sonra, pazarlanabilir yaprak sayısı sayılmıştır. Atılan yaprak sayısı (adet/bitki): hasat edilen bitkilerde pazarlanamayacak nitelikte olan yapraklar sayılmıştır. Kuru madde miktarı (%): bitkilerin pazarlanabilir nitelikteki yaprakları etüvde 65°C'de hava kurusu hale gelinceye kadar bekletilmiş, yaş ağırlık ile kuru ağırlık oranlanarak kuru madde miktarı hesaplanmıştır. Verim (kg/da): parselden elde edilen ortalama bitki ağırlığı değeri kullanılarak dekar verim değeri hesaplanmıştır.

Verilerin Değerlendirilmesi

Uygulamaların incelenen parametreler üzerine etkisi varyans analizi SPSS (v23.0) ile değerlendirilmiş ve uygulamalar arasındaki farklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Mikroalg uygulamalarının marul çeşitlerinin verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi

Mikroalg uygulamalarının marul çeşitlerinin verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi incelendiğinde her iki çeşitte uygulamaların bitki ağırlığı ve bitki çapı üzerine etkisi uygulama, çeşit, çeşit × uygulama interaksyonu yönünden önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Duna çeşidinin uygulamalara göre ortalama bitki ağırlığı (1040.2 g), Presidential çeşidinden (980.2 g) daha yüksek bulunmuştur. Presidential çeşidinde uygulama dozlarına göre en yüksek bitki ağırlığı 1.5 mg/L, Duna çeşidinde ise 0.5 mg/L dozundan elde edilmiştir. Uygulamaların bitki çapı üzerine etkisi yönünden yapılan değerlendirmede Duna çeşidinin ortalama bitki çapı (32.1 cm), Presidential çeşidinin bitki çapından (29.1 cm) yüksek bulunmuştur. Uygulamaların çeşit düzeyinde etkisi incelendiğinde uygulama dozlarına göre bitki çapı değerleri değişkenlik gösterirken Presidential çeşidinde en yüksek bitki çapı 0.5 mg/L dozundan (30.9 cm), Duna çeşidinde 1 mg/L dozundan en düşük ise kontrol (27.7 cm) uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 1. Mikroalg uygulamalarının marul çeşitlerinin bazı bitki özellikleri üzerine etkisi
Table 1. Effects of microalgae applications on some plant properties of lettuce cultivars

Çeşit	Uygulamalar	Bitki ağırlığı (g)	Bitki çapı (cm)	Bitki uzunluğu (cm)			
Presidential	0.5 mg/L	1008.3	b	30.9	a	28.5	
	1 mg/L	1021.8	b	28.3	b	29.0	
	1.5 mg/L	1133.5	a	29.6	ab	29.3	
	2 mg/L	907.3	c	28.0	b	28.7	
	Kontrol	830.1	c	28.6	b	28.2	
	Ortalama		980.2		29.1		28.7
Duna	0.5 mg/L	1230.3	a	33.4	b	33.0	a
	1 mg/L	1163.2	ab	35.9	a	34.6	a
	1.5 mg/L	1092.6	b	32.5	bc	33.1	a
	2 mg/L	949.1	c	31.1	c	29.3	b
	Kontrol	765.7	d	27.7	d	28.9	b
	Ortalama		1040.2		32.1		31.8
Genel ortalama		1010.2		30.6		30.3	

Çeşit
Uygulama
Çeşit × uygulama

**P≤0.01, *P≤0.05, ö.d.: önemli değil, farklı harfler aynı sütundaki farklı grupları belirtmektedir.

Bitki uzunluğu yönünden uygulamaların etkisi Duna çeşidinde istatistiki düzeyde önemli bulunmuş, Presidential çeşidinde ise istatistiki önem düzeyinde yer almamış, çeşit, çeşit × uygulama yönünden ise istatistiki yönden önemli bulunmuştur. Uygulamalara göre ortalama bitki uzunluğu Duna çeşidinde 31.8 cm, Presidential çeşidinde ise 28.7 cm olarak ölçülmüştür. Uygulamaların, bitki ağırlığı, çapı ve uzunluğu değerleri üzerine etkisi birlikte incelendiğinde Presidential çeşidinde 1.5 mg/L, Duna çeşidinde ise 0.5 mg/L dozunun bitki gelişimi üzerine optimum doz olduğu belirlenmiş, ayrıca çeşitlerin agronomik özelliklerinin *S. platensis* uygulama dozuna farklı reaksiyonlar verdiği görülmüştür. Nitekim farklı kültür bitkilerine uygulanan mikro-makro alglerin uygulama dozu yanında kültür bitkisinin tür ve çeşidinin önemli olduğu diğer araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Mekki et al., 1999; Galal et al., 2000; Mahmoud and Amara 2000; Mahmoud 2001).

Marulda birim fiyatı etkileyen kalite özellikleri arasında pazarlanan kısım olan bitki hacmi/büyüklüğü doğrudan yaprak sayısı ve bu yaprakların ne kadarının pazarlanabilir olduğu ile ilişkilidir. Uygulamaların pazarlanabilir yaprak sayısı ve atılan yaprak sayısı üzerine etkisi; çeşit, uygulama, çeşit × uygulama interaksiyonu yönünden ($P \leq 0.01$) istatistiki düzeyde önemli bulunmuştur. Uygulama dozlarına göre çeşitlerin pazarlanabilir yaprak sayısı yönünden Duna çeşidinin pazarlanabilir yaprak sayısı (48.5 adet/bitki) ile Presidential çeşidinden (45.2 adet/bitki) daha yüksek

bulunmuş, uygulama dozlarına göre her iki çeşitte en yüksek pazarlanabilir yaprak sayısı 2 mg/L dozundan elde edilmiştir. Uygulamaların marul çeşitlerinde atılan yaprak sayısı üzerine etkisi çeşit ortalaması yönünden Duna çeşidinde 6.1 adet/bitki ile Presidential çeşidinden (6.3 adet/bitki) daha yüksek bulunmuştur. Uygulama dozlarının etkisi çeşitlere göre farklı sonuçlar sağlamış Presidential çeşidinde en yüksek atılan yaprak sayısı 4.3 adet/bitki ile 1 mg/L uygulamasından, Duna çeşidinde 8.7 adet/bitki ile kontrol uygulamalarından elde edilmiştir. Pazarlanabilir yaprak sayısı ile atılan yaprak sayısı birlikte değerlendirildiğinde, uygulama dozlarının artışına paralel olarak bitki üzerindeki toplam yaprak sayısını artırdığı görülmektedir, ancak atılan yaprak sayısı, bitkideki toplam yaprak sayısı ile paralellik göstermemiştir.

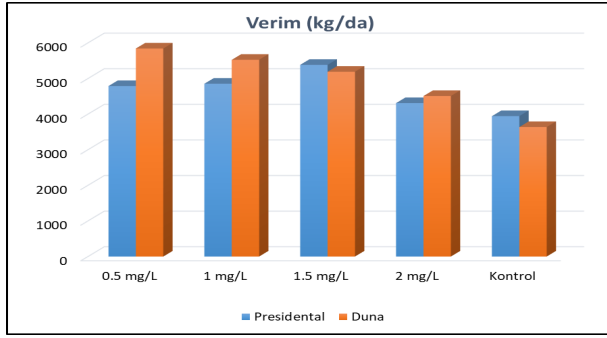
Bitki bünyesinde yüksek miktarda su ihtiva eden sebze türleri arasında yer alan salata-marulda uygulamaların kuru madde miktarına etkisi uygulama, çeşit, çeşit × uygulama interaksiyonu yönünden istatistiki önem düzeyinde yer almıştır. Duna çeşidinin uygulama dozlarına göre ortalama kuru madde miktarı %5.3 iken Presidential çeşidinde ise %4.6 olarak hesaplanmıştır. Uygulama dozlarına göre kuru madde miktarı Presidential çeşidinde 2 mg/L ve kontrol uygulamalarından sırasıyla %5.2 ve %5.1 olarak yer almış en düşük değer %3.9 ile 1 mg/L uygulamasından elde edilmiştir. Duna çeşidinde paralel sonuçlar elde edilmiş ve 2 mg/L ve kontrol uygulamalarından %6.1 kuru madde miktarı hesaplanmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Mikroalg uygulamalarının marul çeşitlerinin yaprak sayısı ve kuru madde miktarı üzerine etkisi
Table 2. Effects of microalgae applications on number of leaf and dry matter content of lettuce cultivars

Çeşit	Uygulamalar	Pazarlanabilir yaprak sayısı (adet/bitki)	Atılan yaprak sayısı (adet/bitki)	Kuru madde miktarı (%)
Presidential	0.5 mg/L	40.7 c	4.5 ab	4.3 c
	1 mg/L	43.2 c	5.5 a	3.9 d
	1.5 mg/L	46.3 b	2.9 b	4.6 b
	2 mg/L	50.1 a	5.3 ab	5.2 a
	Kontrol	45.9 b	3.3 ab	5.1 a
	Ortalama	45.2	4.3	4.6
Duna	0.5 mg/L	52.3 b	4.8 d	4.9 b
	1 mg/L	50.8 bc	6.2 c	4.5 c
	1.5 mg/L	50.9 bc	7.3 b	4.8 b
	2 mg/L	54.2 a	3.6 e	6.1 a
	Kontrol	50.2 c	8.7 a	6.1 a
	Ortalama	51.7	6.1	5.3
Genel ortalama		48.5	5.2	4.9
	Çeşit	**	**	**
	Uygulama	**	*	**
	Çeşit × uygulama	**	**	**

** $P \leq 0.01$, * $P \leq 0.05$, ö.d.: önemli değil, farklı harfler aynı sütündeki farklı grupları belirtmektedir.

Birim alandan elde edilen bitki ağırlığı kullanılarak hesaplanan dekar verim değerleri incelendiğinde uygulamaların marul çeşitlerinin verim üzerine etkisi daha net görülmektedir. Uygulama etkisi çeşitlere göre değişmekle birlikte *S. platensis* uygulamalarının marul çeşitlerinin verimini artırdığı görülmektedir (Şekil 1). Presidential çeşidinde en yüksek verim 1.5 mg/L uygulamasından elde edilirken, Duna çeşidinde ise 0.5 mg/L uygulamasından elde edilmiş, en düşük verim değerleri kontrol parsellerinde hesaplanmıştır.



Şekil 1. Mikroalg uygulamalarının marul çeşitlerinin verim değerleri üzerine etkisi

Figure 1. Effects of microalgae applications on yield of lettuce cultivars

Mikroalg uygulamalarının salata çeşitlerinin verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi

Mikroalg uygulamalarının salata çeşitlerinin verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi incelendiğinde her iki çeşitte uygulamaların bitki ağırlığı, bitki çapı ve bitki uzunluğu üzerine etkisi uygulama, çeşit, çeşit × uygulama interaksiyonu açısından istatistiki düzeyde önemli bulunmuştur. *S. platensis* dozlarının çeşitler üzerine etkisi değerlendirildiğinde bu üç parametrede uygulama dozunun artışı ile bu değerlerin artmasını sağlayamamış düşük dozun daha etkin sonuçlar verdiği görülmüş, en düşük değerler kontrol parsellerinden elde edilmiştir. Salata çeşitlerinde en yüksek bitki ağırlığı 0.5 mg/L dozundan elde edilirken uygulamanın kontrol parsellerine göre bitki ağırlığını Maritima çeşidinde yaklaşık %18, Garone çeşidinde ise %65 artırdığı hesaplanmıştır (Çizelge 3). *S. platensis* uygulaması kontrole göre bitki çapı ve uzunluğu değerinin artmasını sağlarken, her iki çeşitte en yüksek değerler 0.5 mg/L dozunda ölçülmüştür. Uygulamaların bitki uzunluğu üzerine etkisi her iki çeşitte istatistiki yönden önemli bulunmuş Maritima çeşidinde kontrol parsellerinden en düşük bitki uzunluk değerleri elde edilmiştir.

Çizelge 3. Mikroalg uygulamalarının salata çeşitlerinin bazı bitki özellikleri üzerine etkisi

Table 3. Effects of microalgae applications on some plant properties of salad cultivars

Çeşit	Uygulamalar	Bitki ağırlığı (g)	Bitki çapı (cm)	Bitki uzunluğu (cm)
Maritima	0.5 mg/L	635.0	a	29.2
	1 mg/L	598.1	b	27.7
	1.5 mg/L	634.3	a	27.4
	2 mg/L	549.7	c	27.6
	Kontrol	538.7	c	27.8
	Ortalama	591.2		27.9
Garone	0.5 mg/L	645.9	a	26.8
	1 mg/L	473.2	b	24.3
	1.5 mg/L	491.0	b	24.5
	2 mg/L	461.1	b	23.0
	Kontrol	424.4	c	22.9
	Ortalama	499.1		24.3
Genel ortalama		545.1	26.1	17.5
	Çeşit	**	**	**
	Uygulama	**	**	**
	Çeşit × uygulama	**	**	**

** $P \leq 0.01$, * $P \leq 0.05$, ö.d.: önemli değil, farklı harfler aynı sütundaki farklı grupları belirtmektedir.

Salata ve marulda bitki üzerindeki yaprak sayısı ve bunların ne kadarının pazarlanabildiği tüketilen kısımların büyüklüğünü ve dolayısıyla birim fiyatını etkilediği için önemli kalite unsurları arasında yer almaktadır. Uygulamaların bitki gelişimine etkisinin tespit edilebilmesi için incelenen pazarlanabilir yaprak sayısı üzerine; çeşit,

uygulama, çeşit × uygulama interaksiyonu ($P \leq 0.01$) istatistiki düzeyinde önemli bulunmuştur. İncelenen iki çeşitte en yüksek pazarlanabilir yaprak sayısı 2 mg/L ve kontrol bitkilerinden elde edilmiştir. Garone çeşidinin pazarlanabilir yaprak sayısı (26.2 adet/bitki) ile Maritima çeşidinden (23.1 adet/bitki) daha yüksek bulunmuştur.

Uygulamaların salata çeşitlerinde atılan yaprak sayısı üzerine etkisi; uygulama dozu, çeşit ve çeşit × uygulama interaksiyonu yönünden Maritima çeşidinde $P>0.01$ istatistiki önem düzeyinde önemli, Garone çeşidinde ise önemsiz bulunmuştur. Uygulama dozlarının etkisi çeşitlere göre farklı sonuçlar sağlamış Maritima çeşidinde en yüksek atılan yaprak sayısı 5.0 adet/bitki ile 1 mg/L uygulamasından, Garone çeşidinde ise 4.8 adet/bitki ile kontrol uygulamalarından elde edilmiştir. Bitki bünyesinde yüksek miktarda su ihtiva eden sebze türleri arasında yer alan marulda uygulamaların kuru madde miktarına etkisi uygulama, çeşit ve çeşit × uygulama interaksiyonu yönünden istatistiki önem düzeyinde yer almıştır. Maritima ve Garone çeşidinin uygulama dozlarına göre ortalama kuru madde miktarı %4.5 olarak hesaplanmıştır. Uygulama dozlarına göre Maritima çeşidinde 0.5 mg/L uygulamalarından %5.1 olarak yer

almış, en düşük değer %4.0 ile 1 mg/L uygulamasından elde edilmiştir. Garone çeşidinde ise en yüksek değer olarak kontrol uygulamalarından %4.7 kuru madde miktarı elde edilirken 0.5 mg/L, 1.5 mg/L ve 2 mg/L uygulamaları kontrol uygulaması ile aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4).

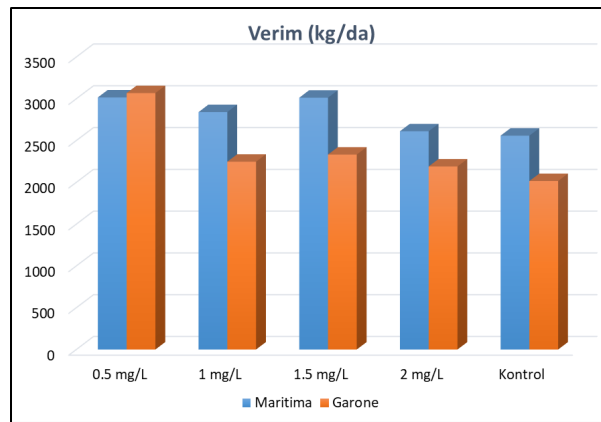
Mavi alg uygulamalarının dekar verim değerleri üzerine etkisi incelendiğinde uygulama dozlarının salata çeşitlerinin genel bitki gelişimi ile ortaya çıkan verim üzerine etkisi daha net görülmektedir. Uygulama etkisi çeşitlere göre değişmekle birlikte mavi alg uygulamalarının marul çeşitlerinin verimini artırdığı görülmektedir. Maritima çeşidinde verim 0.5 ve 1.5 mg/L uygulaması toplam verimi %18 oranında artırırken, Garone çeşidinde ise 0.5 mg/L *S. platensis* uygulaması verimi kontrol gruplarına göre %52 oranında artırmıştır (Şekil 2).

Çizelge 4. Mikroalg uygulamalarının salata çeşitlerinin yaprak sayısı ve kuru madde miktarı üzerine etkisi

Table 2. Effects of microalgae applications on number of leaf and dry matter content of lettuce cultivars

Çeşit	Uygulamalar	Pazarlanabilir yaprak sayısı (adet/bitki)	Atılan yaprak sayısı (adet/bitki)	Kuru madde miktarı (%)
Maritima	0.5 mg/L	19.8 c	3.2 c	5.1 a
	1 mg/L	22.2 b	5.0 a	4.0 b
	1.5 mg/L	23.7 ab	4.3 b	4.4 b
	2 mg/L	25.3 a	3.7 c	4.4 b
	Kontrol	24.3 a	3.3 c	4.6 ab
	Ortalama	23.1	3.9	4.5
Garone	0.5 mg/L	25.2 c	4.1	4.6 a
	1 mg/L	26.0 b	4.3	3.9 b
	1.5 mg/L	24.9 c	4.2	4.5 a
	2 mg/L	27.2 a	4.1	4.6 a
	Kontrol	27.7 a	4.8	4.7 a
	Ortalama	26.2	4.3 ö.d.	4.5
Genel ortalama	24.6	4.1	4.5	
	Çeşit	**	ö.d.	**
	Uygulama	**	ö.d.	**
	Çeşit × uygulama	**	ö.d.	*

** $P\leq 0.01$, * $P\leq 0.05$, ö.d.: önemli değil, farklı harfler aynı sütundaki farklı grupları belirtmektedir.



Şekil 2. Mikroalg uygulamalarının salata çeşitlerinin verim değerleri üzerine etkisi

Figure 2. Effects of microalgae applications on yield of salad cultivars

Modern tarımda çevresel kirliliğin azaltılması temel hedeflerden birini oluştururken (Fawzy et al., 2012) bu hedef doğrultusunda kullanılan araçlardan biri biostimulantlardır. Bu geliştiriciler polyamınler ve vitaminler bakımından oldukça zengindir ve bitki gelişmesini destekleyerek bitkilerin çevresel stres faktörlerine daha dayanıklılığını artırmaktadır (Kowalczyk and Zielony 2008). Yapılan çalışmalar aminoasitlerin doğrudan veya dolaylı olarak bitkinin fizyolojik aktivitesini etkileyerek bitki büyümesi ve gelişimi artırdığı bildirilmektedir (Kowalczyk and Zielony 2008). Mastilovic et al. (2019) yüksek miktarda vitamin, mineral amino asit ve esansiyel yağ asitlerini içeren (Teimouri et al., 2013), *S. platensis*'in tuzu arındırılmış atık sular ve çiftlik gübrelerinin zenginleştirilmesinde kullanılabilmektedir (Zotte et al., 2014).

Tarımsal ürünlerde verim ve kalitenin artırılması öncelikli hedefler arasında iken kültür bitkilerinin yetiştiriciliğinde her geçen gün yeni ürünler kullanılmakta ve bunların verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi araştırılmaktadır. Deniz yosunlarının besin maddesi eksikliğinin görüldüğü koşullarda bamyada fide gelişmesi üzerine etkili olduğu belirtilirken, bu uygulamaların bitki besin elementlerinden kaynaklanan stresi azalttığı ve kimyasal gübre maliyetini azalttığı bildirilmektedir (Papenfus et al., 2013). Mikro alglerin sahip olduğu zengin besin içeriğine karşın deniz yosunu olarak tanımlanan makro alglere göre tarımda kullanım alanı sınırlıdır. Özellikle deniz yosunlarının deniz ve taze su kaynaklarının bulunduğu yerlerde kolaylıkla bulunabilmesine karşın mikro algler özel koşulların sağlandığı ortamlarda yetiştiriciliği yapılarak elde edilmektedir (Godlewska et al., 2019). Ayrıca bio-gübre olarak kabul edilen mikroalgler tarımsal üretimde verim ve kalite artışı sağladığı belirtilmektedir (Norrie et al., 2008; Chojnacka et al., 2012).

Bu çalışmada mavi alg uygulamalarının yaprağı sebze olarak değerlendirilen salata ve marulda verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Elde edilen bulgular toplu değerlendirildiğinde farklı dozlarda uygulanan mavi algin birçok bitki kalite parametresi üzerine pozitif etki yaptığı görülmüştür. Uygulama dozlarının marulda bitki ağırlığı üzerine etkisi incelendiğinde Presidential çeşidinde en yüksek bitki ağırlığı 1.5 mg/L dozundan elde edilmiş Duna çeşidinde ise 0.5 mg/L dozundan elde edilmiştir. Kontrol parseli olarak nitelendirilen mineral gübre uygulanan parseller ile karşılaştırıldığında mavi alg uygulanan bitkilerin ağırlığında artış görülmüş ve bu durum verimi doğrudan etkilemiştir. Marul yetiştiriciliğinde verimi etkileyen unsurlardan biri olan bitki ağırlığı üzerine çeşit, ekolojik

koşullar bitki besleme uygulamaları önemlidir. Mordoğan ve ark. (2001)'nin azotlu gübrelemenin marul bitkisindeki azot birikimine etkisi üzerine etkisini inceledikleri çalışmada bitki ağırlıklarının 782-1260 g arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Polat ve ark. (2005)'nin farklı zeolit düzeylerinin marul yetiştiriciliğinde verim ve kalite etmenlerini etkilediğini belirlemiş, ortalama bitki ağırlıklarının 101-412 g arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Uygulamalara bağlı olarak elde ettiğimiz ortalama bitki ağırlıkları Polat ve ark. (2005)'a göre daha yüksek belirlenirken Mordoğan ve ark. (2001)'a göre daha düşük belirlenmiştir. Elde ettiğimiz bitki çapı uygulamalara göre 27.7-35.9 cm arasında değişirken Mordoğan ve ark. (2001) uygulanan azotlu gübreye göre bitki çaplarının 26.4-33.4 cm arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Uygulamalara bakıldığında marul yetiştiriciliğinde bitki boyu değerleri 28.2-34.6 cm arasında değişmektedir. Mordoğan ve ark. (2001)'nin yaptıkları çalışmada bitki boylarının 30.8-35.4 cm arasında değişiklik gösterdiği tespit etmişlerdir.

Özdemir ve ark. (2016) sera domates yetiştiriciliğinde uygulanan *Chlorella vulgaris* mikroalginin kontrol bitkilerine göre daha yüksek verim ve bitki gelişimi sağladığı bildirilirken bu etkinin *C. vulgaris* tarafından bitkiye aktarılan yüksek protein içeriğinden kaynaklandığı belirtilmiştir. Faheed et al. (2008) kuru ve taze olarak uygulanan *C. vulgaris*'in marul fidelerinde taze ve kuru bitki ağırlığını kontrol bitkilerine göre artırdığını belirlemiş, kuru mikro alg uygulamalarının daha etkin sonuçlar verdiği görülmüş ve bitki gelişmesinde sağlanan bu etkinin uygulanan mikro algin zengin besin içeriğinin topraktaki besin maddesi miktarını artırması ile açıklanmıştır.

SONUÇ

Tarifimizden elde edilen bulgular incelendiğinde mikro alg uygulamasının her iki türde ve iki çeşitte verim ve bitki gelişim parametrelerini olumlu yönde etkilediği görülmekte bu durum uygulanan mikroalgin zengin besin kompozisyonu ile ilişkilendirilmektedir. Mikroalg uygulamalarının mısırdaki bitki gelişimini desteklediği (Mahmoud and Amara 2000; Mahmoud 2001), kumdarı'da (Mekki et al., 1999) ve buğdayda (Galal et al., 2000) bitki gelişim parametrelerini olumlu yönde etkilediğini bildirmektedir.

Sürdürülebilir tarımda toprak verimliliği, bitki gelişmesi verim ve çevresel faktörlerin geliştirilmesinde cynobakteriler önemli bir yeri vardır (Singh et al., 2016; Godlewska et al., 2019). Du Jardin (2015), bitkilere uygulanan mikroorganizmaların bünyesinde zengin bulunan besin kompozisyonu sayesinde, besin maddesi etkinliğini azaltmak

amacıyla, abiotik stres koşullarına dayanıklılık sağlamada, bitki kalite özelliklerinin geliştirilmesinde önemli rol oynadığını bildirmektedir. Bu etki kimyasal

gübrelerin uygulama yoğunluğunun azaltılmasında yarar sağlarken çevre kirliliğinin önlenmesine katkı sağlayacaktır (Verma 1996).

KAYNAKLAR

- Chojnacka, K., A. Saeid and I. Michalak. 2012. The possibilities of the application of algal biomass in the agriculture. *Chemik*, 66(11):1235-1248.
- Cirik, Ş. ve S. Cirik. 1999. Su bitkileri: I deniz bitkilerinin ekolojisi, biyolojisi ve yetiştirme teknikleri. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları 58:135-145.
- Du Jardin, P. 2015. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196:3-14.
- Engin, Y.Ö., B. Yağmur, S. Cirik, B. Okur, D. Eşiyok ve Ş. Gökpinar. 2019. *Ulva rigida* (*C. agardh*) makroalginin fasulye bitkisinin üretiminde organik madde kaynağı olarak kullanımının araştırılması. *Acta Aquatica Turcica*, 15(2):151-162.
- Eşiyok, D., B. Yağmur ve B. Okur. 2001. The effects of some natural and mineral fertilizers on yield and mineral content of parsley (*Petroselinum crispum* Mill.). 37th Croatian symposium on agriculture with an int. participation, 19-23 Feb. Opatija, 179-181.
- Eşiyok, D. 2012. Kışlık ve Yazlık Sebze Yetiştiriciliği. 404 s. Bornova, İzmir.
- Faheed, F.A. and A.E.Z. Fattah. 2008. Effect of *Chlorella vulgaris* as biofertilizer on growth parameters and metabolic aspects of lettuce plant. *Journal of Agriculture & Social Sciences*, 4: 165-169.
- Fawzy, Z.F., Z.S. El-Shal, L. Yunsheng, O. Zhu and O.M. Sawan. 2012. Response of garlic (*Allium sativum* L.) plants to foliar spraying of some bio-stimulants under sandy soil condition. *Journal of Applied Science Research*, 8 (2): 770-776.
- Galal, Y.G.M., I.A. EL-Ghandour, S.S. Aly, S. Soliman and A. Gadalla. 2000. Non-isotopic method for the quantification of biological nitrogen fixation and wheat production under field conditions. *Biology and Fertility of Soils*, 32: 47-51.
- Godlewska, K., I. Michalak, P. Pacyga, S. Basladyńska and K. Chojnacka. 2019. Potential applications of cyanobacteria: *Spirulina platensis* filtrates and homogenates in agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 35:80.
- Koru, E. ve S. Cirik, 1999. Alglerin tarım ve endüstride kullanımı. Türkiye I. Ekolojik Tarım Sempozyumu 21-23 Haziran 1999, İzmir.
- Kowalczyk, K. and T. Zielony. 2008. Effect of aminoplant and asahi on yield and quality of lettuce grown on rockwool. *Proceeding Conference of Biostimulators in Modern Agriculture*, 7-8 February, Warsaw, Poland.
- Küt, G.B., Ş. Cirik, D. Güroy, F. Sanver ve A.A. Tekinay. 2007. Effects of *Ulva rigida* or *Cystoseira barbata* meals as a feed additive on growth performance, feed utilization, and body composition in *Nile tilapia*, *Oreochromis niloticus*". *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 31(2): 91-97.
- Mahmoud, H.A.F. and M.A.T. Amara. 2000. Response of tomato to biological and mineral fertilizers under calcareous soil conditions. *Bulletin of Faculty of Agriculture Cairo University*, 51:151-74.
- Mahmoud, M.S. 2001. Nutritional status and growth of maize plants as affected by green microalgae as soil additives. *Journal of Biological Science*, 1:475-479.
- Mastilovic J, Kevresan Z, Jaksic A, Milovanovic I, Trajkovic R, Stankovic M, Milenkovic L. 2019. Influence of light modification on postharvest butter lettuce quality: differences between external and internal leaves. *Zemdirbyste-Agriculture*, 106(1): 65-72.
- Mekki, B.B., M.M. Selim and M.S.M. Saber. 1999. Utilization of biofertilizers in field crop production. Effect of organic manuring, chemical and bio-fertilizers on yield and nutrient content of millet grown in a newly reclaimed soil. *Egyptian Journal of Agronomy*, 21: 113-24.
- Mordoğan, N., Ş. Ceylan, H. Çakıcı ve F. Yoldaş. 2001. Azotlu gübrelemenin marul bitkisindeki azot birikimine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38(1): 85-92.
- Norrie, J. 2008. Advances in the use of *Ascophyllum nodosum* seaweed extracts for crop production. *Laboratory and Field Research* <https://fluidfertilizer.org/wp-content/uploads/2016/05/Jeffery-Norrie.pdf>. (Erişim tarihi 30.09.2019)
- Okur, B., D. Eşiyok and D. Anaç. 2001. Effect of mineral and organic fertilizers on leaf nitrogen compounds of rocket (*Eruca vesicaria* subsp. *sativa* Mill.). 37th Croatian Symposium on Agriculture 19-23 February, Opatija-Croatia, 188-189.
- Özdemir, S., A. Sukatar ve G. Öztekin. 2016. *Chlorella vulgaris* üretimi ve sera organik domates yetiştiriciliğinde biyogübre olarak kullanımının etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 22:596-605.
- Papenfus, H.B., M.G. Kulkarni, W.A. Stirk, J.F. Finnie and J. Van Staden. 2013. Effect of a commercial seaweed extract (kelpak®) and polyamides on nutrient-deprived (N, P and K) of okra seedlings. *Scientia Horticulturae*, 151: 142-146.
- Polat, E., H. Demir ve A.N. Onus. 2005. Farklı zeolit düzeylerinin marul (*Lactuca sativa* var. *longifolia*) yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1): 95-99.
- Silva, D.S.O., R.H.C Rocha, J.S. Nóbrega, G.A. Dias, J.F. Lima and W.A. Guedes. 2017. Post-harvest quality of lettuce cv. Elba in relation to *Spirulina platensis* foliar applications. *Cientifica Jaboticabal*, 45(2):162-168.
- Singh, J.S., A. Kumar, A.N. Rai and D.P. Singh. 2016. Cyanobacteria: a precious bio-resource in agriculture, ecosystem, and environmental sustainability. *Frontiers in Microbiology*, 7:529.
- Teimouri, M., A. Amirkolaie, S. Yeganeh. 2013. The effects of *Spirulina platensis* meal as a feed supplement on growth performance and pigmentation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 39614-19.
- Turan, G. 2007. Su yosunlarının thalassoterapi'de Kullanımı. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İzmir.
- Verma, O.P.S. 1996. Integrated nutrient management in pearl millet (*Pennisetum glaucum*) under rainfed conditions. *Indian Journal of Agronomy*, 41:58.
- Zotte, A., M. Cullere, A. Sartori, Z. Szendrő, M. Kovacs, V. Giaccone and A. Dal Bosco 2014. Dietary *Spirulina* (*Arthrospira platensis*) and Thyme (*Thymus vulgaris*) supplementation to growing rabbits: Effects on raw and cooked meat quality, nutrient true retention and oxidative stability. *Meat Science*, 98(2): 94-103.