

Bitki Büyümesini Teşvik Eden Rizobakteri (PGPR) ve Artan Dozlarda Deniz Yosunu Uygulamalarının Marul (*Lactucasativa* L) Yetiştiriciliğinde Bitki Gelişimi ve Besin Elementi İçerikleri Üzerine Etkileri

Yusuf ÇELİK*¹ 

¹Silifke Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Mersin Üniversitesi/ 33940 Silifke Mersin

Öz: Marul tarımında verimi artırmaya yönelik aşırı miktarlarda kimyasal gübre kullanılması sonucunda; toprakların organik madde içeriği ve ürün verimi azalmaktadır. Marulda verim ve kalitenin artırılması amacıyla Bitki Gelişimini Destekleyen Rizobakteriler (PGPR), artan dozlarda deniz yosunu (DY) ve %25 azaltılmış kimyasal gübre (3/4 KG) uygulamaları tarla koşullarında denenmiştir. Bitkilerde hasat sonrası; Baş uzunluğu, baş çapı, kök boğazı çapı, baş ağırlığı, yaprak sayısı, yaprak yaş ve kuru ağırlığı, suda çözünür kuru madde içeriği ve bitki besin maddesi içeriği ölçülmüştür. Yapılan ölçümlere göre; Kontrol ve PGPR+100 ml DY+3/4 KG uygulamaları önerilen gübre dozu (KG)'den daha düşük değer alırken, PGPR+200 ml DY+3/4 KG, PGPR+300 ml DY+3/4 KG, PGPR+400 ml DY+3/4 KG ve PGPR+500 ml DY+3/4 KG uygulamaları yüksek değerler almışlardır. Uygulamalar arasında en yüksek değeri alan PGPR+500 ml DY+3/4KG uygulaması kontrol uygulamasına göre, bitki baş boyunda; %27. 6, bitki taç çapında; % 14, bitki kök boğazı çapında; 23.2, baş ağırlığında %312, kök uzunluğunda; %52, yaprak sayısında; 24.2, yaprak kuru ağırlığında; %16.7 oranında göre artış sağlamıştır. Tam doz (KG) uygulamasına göre bitki baş boyunda; %14, baş çapında; %7.4 ve baş ağırlığında; %19 oranında; artış sağlamıştır. Yaprak besin elementi içeriklerine göre; deniz yosunu (DY) dozlarındaki artış N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn ve Mn içeriklerinde artış sağlamıştır. Ancak mevcut uygulamaların Cu kapsamına etkisi önemsiz bulunmuştur. Bu sonuçlara göre; farklı etki modlarına sahip olan deniz yosunu özü ve PGPR'nin birlikte uygulanmasıyla kimyasal gübre dozlarında azaltma yapılabileceğini ve marulda büyüme, verim ve besin içeriğinde bir iyileşme sağlanabilmektedir.

Anahtar kelimeler: marul, gelişme, deniz yosunu, PGPR, gübre

The Effects of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Increasing Doses of Seaweed Applications on Plant Growth and Nutrient Content in Lettuce (*Lactuca sativa* L) Cultivation

Abstract:

As a result of using excessive amounts of chemical fertilizers to increase yield in lettuce farming; organic matter content of soils and product yield decrease. Plant Growth Supporting Rhizobacteria (PGPR), increasing doses of seaweed (DY) and 25% reduced chemical fertilizers (3/4 KG) were tested in field conditions in order to increase yield and quality in lettuce. Post-harvest in plants; Head length, head diameter, root collar diameter, head weight, number of leaves, leaf fresh and dry weight, water-soluble dry matter content and plant nutrient content were measured. According to the measurements made; Control and PGPR+100 ml DY+3/4 KG applications are lower than the recommended fertilizer dose (KG), while PGPR+200 ml DY+3/4 KG, PGPR+300 ml DY+3/4 KG, PGPR+ 400 ml DY+3/4 KG and PGPR+500 ml DY+3/4 KG applications have achieved high values. PGPR+500 ml DY+3/4KG application, which received the highest value among the applications, according to the control application, at plant head height; %27. 6, plant crown diameter; 14%, diameter of the plant root collar; 23.2, 312% in head weight, root length; 52%, number of leaves; 24.2, leaf dry weight; It increased by 16.7%.. However, the effect of current applications on Cu contents was found to be insignificant. According to these results; By applying seaweed extract and PGPR together, which have different modes of action, chemical fertilizer doses can be reduced and an improvement in growth, yield and nutrient content can be achieved in lettuce.

Keywords: lettuce, growth, seaweed, PGPR, fertilizer

GİRİŞ

Marul (*Lactuca sativa* L.), Plantae alemi, Magnoliophyta şubesi, Magnoliopsida sınıfı, Asterales takımı, Asteraceae familyası, *Lactuca* cinsine bağlı bir sebze türüdür (Anonymous, 2009). Yapraklı sebzeler içerisinde tüketimi fazla olan marul; tüm yıl boyunca, kışın seralarda, yazın yayla bölgelerinde yetiştirilebilen tek yıllık serin iklim sebzesidir (Aybak, 2002). Marul ekolojik istekleri nedeni ile ülkemizin tüm bölgelerinde yetiştiriciliği yapılabilmektedir. Optimum sıcaklık isteği, 15-18 Oc'olan marul uzun gün bitkisidir. Yazın

sıcakların yükselmesi nedeni ile baş oluşturmada çiçeklenme dönemine geçmektedir. Marul düşük sıcaklıkların şiddetine ve süresine bağlı olarak zarar görmektedir. Ülkemizde ılıman iklime sahip bölgelerde ilkbahar, kış ve sonbahar mevsimlerinde yetiştirilebilmektedir (Vural ve ark. 2000). Marul içerdiği

*SorumluYazar: ycelik33@mersin.edu.tr

GelişTarihi:09 Mayıs 2022

Kabul Tarihi:11 Kasım 2022

önemli besin maddeleri neden ile insan beslenmesinde önemli bir yer kapsamaktadır (Pierce, 1987).

Deniz yosunu özü dünyada uzun yıllardan beri bitki yetiştiriciliğinde verim artırıcı bir uygulama materyali olarak kullanıldığını bildirmişlerdir (Yıldırım ve ark, 2005)

Dünya deniz yosunu sektöründe önemli ülkeler, Asya (Çin, Endonezya, Kore Cumhuriyeti, Malezya, Filipinler Singapur ve Tayland); Güney Amerika (Şili), Avrupa (Danimarka, Avrupa Birliği) ve Afrika (Fas, Güney Afrika ve Tanzanya). Şili, Çin, Danimarka ve Güney Afrika'dır (Ferdouse ve ark., 2018).

Doğal ortamlarda ve doğal yollarda elde edilen deniz yosunlarının başta organik tarım olmak üzere tarımda kullanımı dünya genelinde ve Türkiye' de gün geçtikçe artmaktadır (Eşiyok ve ark., 2001; Okur ve ark., 2001). İnsan ve çevreye etkisi açısından faydalı sürdürülebilir kaynakların tarımsal girdi üretiminde kullanılması hedeflenirken insan beslenmesinde değerlendirilen farklı makro alglerden (deniz yosunu) üretilen gübrelerin dünya'da ve Türkiye'de kullanımının yaygınlaştığı bildirilmiştir (Eşiyok ve ark., 2001; Okur ve ark., 2001; Engin ve ark., 2019). Deniz yosunları; meyvelerin muhafaza ömrünün artırılması, ürün verimin artırılması, topraktan besin maddelerinin alınımının artırılması, tohum çimlenmesinin ve stres koşullarına direncin artırılması gibi özellikleri nedeni ile gelişmiş ülkelerde organik tarımda daha fazla kullanım alanı bulmuştur (Blunden, 1991). PGPR'ler Sahip olduğu bazı büyüme hormonları ve enzimler sayesinde bitkilerde kök gelişimini sağlayarak, bitkilerin topraktan daha fazla su ve besin maddelerinden yararlanmalarını, bitkilerde klorofil oluşumunu artırarak bitkisel gelişimi, bitkilerin hastalık ve zararlılara ve çevresel streslere karşı direncini artırmaktadırlar (Blunden ve ark., 1992; Hong ve ark., 1995). Uzun yıllardan beri deniz yosunları gübre olarak önemli bitkisel türlerde kullanılmıştır. Örneğin, Fransa'nın Atlantik kıyılarında seralarda çilek yetiştiriciliğinde gübre

olarak kullanılmıştır (Whapham ve ark., 1994). Deniz yosunu ekstraktları birçok ülkede; örtü altı sebzeçiliğinde, meyve ve süs bitkileri yetiştiriciliğinde gübre kaynağı olarak yaygın kullanılmıştır (Güner ve Aysel 1996). Ay (1994), Pamuk bitkisinde yaptığı çalışmada deniz yosunu gübrelemesi ile pamuk bitkisinde bitkisel gelişim ve erkencilik gibi avantajlar sağladığını bildirmiştir. Özenc ve Şen (2017) domateste deniz yosununun bitki gelişimini teşvik ettiğini ve bitki boyunu arttırdığını belirtmişlerdir.

Bitki aktivatörleri, atmosferik azotu fikse eden, toprakta inorganik formada bulunan fosforun alınabilir forma dönüştüren ve bitkilerin besin elementlerinden daha kolay yararlanmasını sağlayan saf veya karışık mikroorganizma topluluğudur. Bitkilerde büyümeyi destekleyen, biyolojik savaş ajanı veya biyolojik gübre olarak kullanılan bakterilere; bitki büyümeyi teşvik eden rizobakteriler (PGPR) adı verilmektedir (Burdman ve ark., 2000). PGPR' ler etkileri gereği doğrudan ya da dolaylı olarak bitki büyümesini ve gelişimini desteklemektedir. Bu mikroorganizmalar; toprak ve bitki ile kurdukları ilişkileri nedeni ile değişik mekanizmalara sahiptirler. Bitkilerin topraktan alımı zor olan besin elementlerinden yararlanmasını, toprak pH'sını dengeleme, toprak nem içeriğini dengeleme, toprak havasını artırmak, toprak sıcaklığını artırmanın yanı sıra tohumun çimlenmesini, kök gelişimini, bitki su tüketimini, büyüme hormonlarının üretilmesini ve çeşitli hastalıklara ve zararlı etkilere karşı koruma sağlaması gibi çok çeşitli etkiler göstermektedirler (Karagöz ve Kotan, 2010). Rizobakteriler (PGPR) toprağa N bağlama, P ve K mineralizasyonu aracılığıyla bitkilerin besin maddelerinden yararlanmasını sağlarken; bitki büyüme düzenleyicilerini aktif hale getirerek bitki gelişimini desteklemektedirler (Sinha ve ark., 2014) Marul tarımında aşırı kullanılmakta olan sentetik kimyasalların zararlı etkilerinin azaltılması için belli oranda azaltılmış sentetik kimyasal gübrenin rizobakteriler ile artan dozlarda deniz yosunu uygulamalarının marulda bitkisel gelişim üzerindeki etkisinin araştırılması amacı ile bu çalışma yapılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Silifke ilçesinin son yıllara ait iklim verileri

Çizelge 1. Deneme alanının bulunduğu Silifke merkezine ait bazı iklim verileri

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ort.
Max. Sic.°C	24,6	26,3	30,3	35,0	28,3	41,3	42,4	42,4	40,0	37,0	31,9	28,5	34,8
Min. Sic.°C	-1,4	-1,9	-0,3	2,8	9,4	13,0	18,0	18,0	12,8	7,8	1,8	0,7	6,4
Ort. Sic.°C	10,2	10,9	13,7	17,3	21,4	25,4	28,1	28,1	25,6	21,5	15,5	11,6	19,1
Ort.Bağ. Nem(%)	56,8	57,5	63,1	63,1	64,6	64,5	64,6	64,6	58,5	54,6	55,1	57,3	60,2
Ort. Yağ. (mm)	106,6	81,0	31,3	31,3	24,5	8,1	2,2	0,9	5,2	36,7	84,6	120,1	534,26*

*: Yıllık toplam

Deneme alanına ait toprak özellikleri

Çalışmanın yürütüldüğü tarla toprak özellikleri; toprak pH' sı 6.97, tuzluluk % 0.10, kireç % 1.7, organik madde % 1.1 toprak bünyesi kumlu/tınlı olarak bulunmuştur.

Denemede kullanılan rizobakteriler ve genel özellikleri

Denemede; Biowish Crop (Bacillus subtilis, Bacillus amyloliquefaciens, Bacillus licheniformis, Bacillus pumilus) 1 x10⁷ CFU/g konsantrasyonunda hazırlanmıştır. Ürün içeriğini oluşturan mikroorganizmalar metabolik olarak yeni bir konsorsiyuma sahip olup endojen ve eksojen enzimlerle işbirliği yaparak hem biyokatalitik hem de küçük moleküllü metabolik kofaktörler metabolik aktivite ederek destekler. Ürün içeriğindeki rizobakteriler sahip oldukları özel mekanizalar ve enzimler aracılığı hem bitki geliştirir hem de stres şartlarına karşı bitkiyi korumaktadır.

Çalışmada kullanılan bitkisel materyal ve özellikleri

Lital Marul çeşidi: Göbekli bir yapıda olup bitki şekli gevrek ve diktir. Yaprakları, uzun, açık yeşil narin, gevrek, geniş ve ovaldır. Soğuğa ve sıcaklığa çok dayanıklı orta erkenci bir çeşittir. Ülkemizin tüm bölgelerinde rahatlıkla yetiştirilebilir. Uzun gün sebzesidir. Gün içerisinde 10-15 saatten fazla ışık ister. Soğuğa kısmen dayanıklı, nemli havaya ihtiyaç duyan; serin iklim bitkisidir. Nemli ortamı sevdiğinden, sıcak ve kurak bölgelerde, vejetatif gelişme kısalmış ve bitki tohuma kalkar. Marullar, 6-10 yapraklı olduğu dönemde don olayına çok dayanıklıdır. Olgunluğa yaklaştığı dönemde, hafif dayanıklıdır. Şiddetli donlarda bitki zarar görür.

Yöntem

Deneme 2022 yılında bahar döneminde tarla şartlarında Burunucu Köyünde (Silifke-Mersin) yürütülmüştür. Araştırmada gübre materyalleri bitki aktivatörleri (PGPR), deniz yosunu (DY) ve azaltılmış kimyasal gübre (KG) kullanılmış olup, uygulama konuları; PGPR ve artan dozlarda deniz yosunu, (DY) 0 ml /100L su, 100 ml/100L su+3/4KG, 200ml/100L su+3/4 KG, 300 ml/100L su+3/4 KG, 400 ml/100L su+3/4 KG ve 500 ml/100L su+3/4 (KG) şeklinde oluşturulmuştur. Uygulanacak kimyasal gübre (NPK) miktarları toprak analiz sonuçlarına göre; 20 kg/da N, 15 kg/da P ve 20 kg/da K olarak belirlenmiş olup NPK (KG) miktarı % 25 (1/4KG) azaltılarak 3/4KG oranında uygulanmıştır. Bakteri uygulaması damlama sulama yöntemi ile fide dikimi esnasında 300 g / da olmak üzere 20 gün ara ile iki defa da uygulanmıştır. Deniz yosunu dozları artan (100, 200, 300, 400 ve 500 ml) konsantrasyonlarda 100 lt su karışımında hazırlanmış olup fide dikimini ile beraber 20 gün ara ile 3 defa damlama sulama yöntemi ile uygulanmıştır. Çalışmada Lital marul çeşidine ait fideler usulüne uygun olarak yetiştirilmiş olup yaklaşık 10-12 cm boya 3-5 yapraklı dönemde 15 şubat tarihinde dikimleri yapılmıştır. Deneme

yaklaşık 70 gün sonra sonlandırılmıştır. Tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekrarlamalı planda düzenlenen çalışmada, 7 uygulama ve her uygulamada 10 sıra her sırada 10 bitki bulunan toplam=7x10x10x4=2800 bitki dikimi yapılmış olup sıra üzeri 25 cm, sıra arası 30 cm dikim sıklığı uygulanmıştır. Uygulama parselleri arasında 1m mesafe bırakılmış olup ölçüm için ortalamayı temsil eden 5 örnek bitki kenar tesiri taşımayan iç kısımdan seçilmiş ve ölçümler yapılarak ortalaması alınmıştır. Çalışmada sulama yöntemi olarak damlama sulama sistemi uygulanmıştır. Denemeden elde edilen veriler ANOVA varyans analizine göre "İBM SPSS stastics 23" istatistik programları kullanılarak değerlendirilmiştir. Ortalamalar arası farklılıkların karşılaştırılmasında Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çizelge 2'de farklı dozlarda deniz yosunu ve bakteri uygulamalarının bitkisel gelişim parametrelerine etkisi incelenmiştir. PGPR ve değişen oranlarda deniz yosunu uygulamasının artan konsantrasyonları ile toplam verim arasında yapılan varyans analizi sonucu istatistikî açıdan anlamlı bulunmuştur (P=0.05). Uygulamaların bitki baş boyuna etkisi incelendiğinde bakteri ilaveli deniz yosunu konsantrasyonu arttıkça bitki baş boyunun arttığı görülmektedir. Çalışmada elde edilen verilere göre en yüksek değer PGPR+500 ml DY+3/KG (35.1 cm) uygulamasından elde edilirken en düşük değer kontrol (27.7 cm) uygulamasından elde edilmiştir. Bitki baş boyu bakımında en yüksek değer alan PGPR+500 ml DY+3/4KG uygulaması kontrol uygulamasına göre % 27.6 oranında artış sağlarken, KG uygulamasına göre % 14 artış sağlamıştır. Uygulamaların bitki baş çapına etkisi incelendiğinde en yüksek değer PGPR+500 ml DY+3/4KG (37.3 cm) uygulamasından elde edilirken en düşük değer kontrol (32.7 cm) uygulamasından elde edilmiştir. Bitki baş çapı bakımında en yüksek değer alan PGPR+ 500 ml DY+3/4KG uygulaması kontrol uygulamasına göre % 14 oranında artış sağlarken KG uygulamasına göre % 7,4 oranında artış sağlamıştır. Uygulamaların bitki kök boğazına etkisinde en yüksek değer PGPR+500 ml DY+3/4KG (34.4 mm) uygulamasından elde edilirken en düşük değer kontrol (27.9 mm) uygulamasından elde edilmiş olup kontrol uygulamasına göre % 23.2 oranında artış sağlanmıştır. Uygulamaların bitki baş ağırlığına etkisi incelendiğinde alınan en yüksek değer PGPR+500 ml DY+3/4KG (2.5 kg) uygulamasından elde edilmiş olup en düşük değer kontrol (0.8 kg) uygulamasından elde edilmiştir. Bitki baş ağırlığı bakımında en yüksek değer alan PGPR+500 ml DY+3/4KG uygulaması kontrol uygulamasına göre % 312 oranında artış sağlarken KG uygulamasına göre % 19 oranında artış sağlamıştır. Uygulamaların bitki kök uzunluğuna etkisi

incelendiğinde alınan en yüksek değer PGPR+ 500 ml DY+3/4KG (11. 4 cm) uygulamasından elde edilmiş olup en düşük değer kontrol (7.3 cm) uygulamasından elde edilmiştir. Bitki kök uzunluğu bakımında en yüksek değer alan PGPR+500 ml DY+3/4KG uygulaması kontrol uygulamasına göre % 56 oranında artış sağlanmıştır. Nitekim

farklı kültür bitkilerine uygulanan mikro-makro alglerin uygulama dozu yanında kültür bitkisinin tür ve çeşidinin önemli olduğu diğer başka araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Mekki ve ark., 1999; Galal ve ark., 2000; Mahmoud ve Amara 2000; Mahmoud ,2001).

Çizelge 2. Farklı dozlarda deniz yosunu ve bakteri uygulamalarının marulda bitkisel gelişim parametrelerine etkileri

Uygulamalar	Baş boyu(cm)	Baş çapı(cm)	Kök boğazı Çapı (mm)	Baş ağırlığı(kg)	Kök uzunluğu(cm)
Kontrol	27.7+-1.1e	32.7+-0.4d	27.9+-1.1c	0.8+-0.1c	7.3+-0.5b
K.G(önerilen doz gübre)	30.6+-0.9d	34.7+-0.7bc	30.9+-1.4abc	2.1+-0.1ab	9.5+-0.6ab
PGPR+100ml DY+3/4KG	30.7+-0.6cd	34 +-0.5de	29.3+-1.34ab	1.9+-0.2ab	9.6+-0.9ab
PGPR+200ml DY+3/4KG	32.6+-0.4bcd	35.7+-0.6ab	32.1+-1.8abc	2.2+-0.2ab	9.8+-0.7a
PGPR+300ml DY+3/4KG	33.6+-0.4abc	36.6+-0.4a	33.1+-1.3bc	2.3+-0.2ab	10.6+-1.1a
PGPR+400ml DY+3/4KG	34.3+-0.4ab	37.1+-0.6a	34.3+-1.4a	2.3+-0.2ab	11.4+-0.9a
PGPR+500ml DY+3/4KG	35.1+-0.7a	37.3+-0.3a	34.4+-1.4a	2.5+-0.1a	11.4+-0.9a
Ortalama	32.23	35.44	31.71	2.01	9.87

PGPR: Bitki Büyüme Teşvik Eden Bakteri, DY: Deniz yosunu, KG: önerilen doz gübre, Sütunlar yukarıdan aşağıya incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar Duncan (p=0.05) testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.

Çizelge 3'deki verilere göre, uygulamaların bitki yaprak sayısına etkisi incelendiğinde alınan en yüksek değer PGPR+ 400 ml DY+3/4 KG (45.1 adet/bitki) uygulamasından elde edilmiş olup en düşük değer kontrol (36.3 adet/bitki) uygulamasından elde edilmiştir. Bitki yaprak sayısı bakımında en yüksek değer alan PGPR+ 400 ml DY+3/4 KG uygulaması kontrol uygulamasına göre %24,2 oranında artış sağlanmıştır. Uygulamaların suda çözünür kuru madde miktarına etkisi incelendiğinde tüm uygulamalar aynı önem seviyesinde olduklarından istatistiki bakımdan aralarında önemli fark bulunmamıştır. Uygulamaların bitki yaprak yaş ağırlığına etkisi incelendiğinde alınan en yüksek değer PGPR+ 500 ml DY+3/4 KG (146.2 g) uygulamasından elde edilmiş olup en düşük değer kontrol (125.2g) uygulamasından elde edilmiştir. Bitki yaprak kuru ağırlığı bakımında en yüksek değer alan PGPR+ 500 ml DY+ 3/4 KG uygulaması kontrol uygulamasına göre %16,7 oranında artış sağlanmıştır. Uygulamaların yaprak kuru ağırlığına etkisinde

alınan en yüksek değer PGPR+500 ml DY+3/4 KG (13.8 g) uygulamasından elde edilirken en düşük değer PGPR+100ml DY+3/4 KG (11,6g) uygulamasından elde edilmiştir. Uygulamalar arasında %19 oranında fark elde edilmiştir. Mineral ve organik gübrenin kombinasyon halinde verilmesi kültür bitki verimlerinde yaklaşık olarak % 22 ile % 53 arasında artış sağladığını ancak son yıllarda uzun süreli tarla denemelerinde yapılan araştırmalarda organik ve mineral gübrelerin kombinasyon halinde verilmeleri halinde sadece mineral veya sadece organik gübrelemeye göre daha yüksek verimlerin elde edildiği sonuçlara ulaştıklarını bildirmişlerdir (Kuldkepp, 1997; Ellmer ve ark., 2000) referans gösterilen çalışmanın sonuçları, çalışmamızda elde edilen sonuçlar ile paralellik göstermektedir. Çelik Y (2022) marulda fide yetiştiriciliğinde PGPR uygulamalarının kontrole göre bitki boyu, çapı, yaprak sayısı, yaprak eni ve kök uzunluğunu önemli derecede artırdığını bildirmiştir.

Çizelge 3. Farklı dozlarda deniz yosunu ve bakteri uygulamalarının marulda bitkisel gelişim parametrelerine etkileri

Uygulamalar	Yaprak sayısı (adet/bitki)	SÇKM(%)	Yaprak yaş ağırlığı(g)	Yaprak kuru ağırlığı (g)
Kontrol	363+-0.4d	3.5+-0.1a	1252+-3.5b	11.8+-1.1a
K.G(önerilen doz gübre)	40.3+-0.2c	3.6+-0.2a	134.3+-4.7ab	11.7+-1a
PGPR+100ml DY+3/4KG	36.2+-1.2d	3.5+-0a	137+-2.8ab	11.6+-0.7a
PGPR+200ml DY+3/4KG	41.7+-0.5bc	3.4+-0.1a	134.9+-3.7ab	11.8+-0.5a
PGPR+300ml DY+3/4KG	43.3+-0.5ab	3.4+-0a	130.1+-5.6b	13.1+-1.3a
PGPR+400ml DY+3/4KG	45.1+-0.7a	3.5+-0.1a	134.1+-7.4ab	12.1+-0.6a
PGPR+500ml DY+3/4KG	45+-0.9a	3.6+-0.1a	146.2+-3.3a	13.8+-0.6a
Ortalama	41.12	3.5	134.26	12.27

PGPR: Bitki Büyüme Teşvik Eden Bakteri, DY: Deniz yosunu, KG: önerilen doz gübre, SÇKM: Suda çözünen kuru madde miktarı. Sütunlar yukarıdan aşağıya incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar Duncan (p=0.05) testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.

Çizelge 4’ deki verilere göre uygulamaların bitki besin elementi içeriklerine etkileri değerlendirildiğinde en yüksek azot içeriği PGPR+500 ml DY + 3/4 KG, PGPR +4 00 ml DY + 3/4 KG, PGPR + 300 ml DY+3/4 KG ve PGPR + 200 ml DY + 3/4 KG (% 3.6 N) uygulamalarından elde edilirken en düşük değer kontrol (% 2.4 N) uygulamasından elde edilmiştir. Uygulamaların yaprak fosfor içeriklerinde en yüksek değeri PGPR +5 00 ml DY + 3/4 KG, PGPR + 400 ml DY + 3/4 KG (% 0.4P) uygulamaları almış olup en düşük değer kontrol (% 0.3 N) uygulamasından alınmıştır. Uygulamaların potasyum içeriğine etkisinde en yüksek değeri PGPR+500 ml DY + 3/4 KG, PGPR+ 400 ml DY + 3/4 KG (% 4.2N) uygulamaları alırken en düşük değer kontrol (% 2.8 K) uygulamasından elde edilmiştir. Yaprak Ca içeriklerinde, en yüksek değer PGPR+500 ml DY + 3/4 KG (%2.3 Ca) uygulamasından edilirken en düşük değer kontrol (%1.5 Ca) uygulamasından elde edilmiştir. Yaprak Mg içeriklerin en yüksek değer PGPR+400 ml DY + 3/4 KG ve PGPR + 500 ml DY + 3/4 KG (% 0.4 mg) uygulamalarından elde edilirken en düşük değer kontrol (% 0.3mg) uygulamasından elde edilmiştir. Çizelge 5’ deki verilere göre uygulamaların yaprak Fe içeriklerine etkisinde en yüksek değer PGPR+500 ml DY+3/4KG (147.7 kg. mg-1) uygulamasından elde edilirken en düşük değer kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Yaprak Zn içeriklerinde en yüksek değer PGPR + 500 ml DY+3/4KG (64 kg. mg-1) uygulamasından elde edilirken en düşük değer kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Yaprak Mn içeriklerinde en yüksek değer PGPR + 300 ml DY + 3/4 KG (% 3.4 Mn), PGPR + 400 ml DY + 3/4 KG (% 3.4Mn) ve PGPR + 500 ml DY+3/4 KG (% 3.4 Mn) uygulamalarından elde edilirken en düşük değer kontrol (% 2.5 Mn) uygulamasından elde edilmiştir. Uygulamalar yaprak Cu içerikleri bakımından aynı önem seviyesinde değer aldıklarından önemsiz bulunmuştur. Faheed ve ark. (2008) taze ve kuru 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 açıklanabilmiştir. Çelik ve Türkmen (2021) Marulda yapmış oldukları çalışmada PGPR uygulamalarının marulda bitki baş boyu, baş çapı, yaprak sayısı ve kök uzunluğu gibi parametrelerde ve bitki besin elementi (N, P, K, Fe, Mg, Zn) alımında pozitif etki gösterdiklerini bildirmişlerdir. Örnek çalışmadaki sonuçlar çalışmamızdaki sonuçlara benzerlik göstermektedir.

SONUÇ

Günümüzde besin, toprak, su ve çevre kirliliğine neden olan kimyasal gübrelerin olumsuzluklarını ve kullanım miktarını azaltmak için PGPR’ ve deniz yosununun birlikte kullanımının etkili olduğu saptanmıştır. Bu gelişmeyi bakteri ve deniz yosununun bitkisel gelişim üzerindeki pozitif etkileri ile açıklayabiliriz. Çalışmanın bulguları değerlendirildiğinde bitkisel gelişim parametrelerinden bitki taç boyu, taç çapı ve bitki baş ağırlığı, kök uzunluğu, yaprak sayısı bitki besin element içerikleri bakımından en yüksek değerler aynı önem seviyesinde olan PGPR+300 ml DY+3/4 KG, PGPR+400 ml DY+3/4 KG ve PGPR+500 ml DY+3/4 KG uygulamalarından elde edilmiştir. Sonuç olarak toprak analiz sonuçlarına göre önerilen kimyasal gübre (KG) dozunun %25 azaltılmış oranı olan 3/4KG ile deniz yosunu (DY)’ nun 300 ml, 400 ml ve 500 ml oranlarının rizobakteriler (PGPR) ile uygulanması, sadece kimyasal gübre (KG) uygulamasına göre daha yüksek sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Marul tarımında yoğun kimyasal gübre kullanımından kaynaklanan gıda ve çevre sağlığı sorunlarının yanında günümüzde ekonomik kriz nedeni ile artan maliyetleri açısından da azaltılması gerekmektedir. Çalışmamızın farklı bitki türlerinde farklı koşullar (toprak, iklim) altında denemesi ve sonuçların değerlendirilmesi ile tarımsal üretiminde daha faydalı sonuçların alınmasında etkili olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4. Farklı dozlarda deniz yosunu ve bakteri uygulamalarının marul bitkisinde besin elementi içeriklerine etkileri

Uygulamalar	N(%)	P(%)	K(%)	Ca(%)	Mg(%)
Kontrol	2.4+-0.1c	0.3+-0d	2.8+-0.1c	1.5+-0,1b	0.3+-0c
K.G(önerilen doz gübre)	3.6+-0.1a	0.4+-0bc	3.9+-0.1a	2.2+-0,1a	0.4+-0b
PGPR+100ml DY+3/4KG	3.1+-0.3b	0.3+-0c	3.4+-0.1b	2.1+-0,1a	0.4+-0b
PGPR+200ml DY+3/4KG	3.6+-0.1a	0.4+-0bc	3.4+-0.1a	2.2+-0,1a	0.4+-0b
PGPR+300ml DY+3/4KG	3.6+-0.1a	0.4+-0b	4+-0,1a	2.2+-0,1a	0.4+-0b
PGPR+400ml DY+3/4KG	3.6+-0.1a	0.4+-0a	4.2+-0.1a	2.2+-0,1a	0.4+-0a
PGPR+500ml DY+3/4KG	3.6+-0.1a	0.4+-0a	4.2+-0.1a	2.3+-0,1a	0.4+-0a
Ortalama	3.35	0.37	3.7	2.1	0.38

PGPR: Bitki Büyümeyi Teşvik Eden Bakteri, DY: Deniz yosunu, KG: önerilen doz gübre, Sütunlar yukarıdan aşağıya incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar Duncan (p=0.05) testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.

Çizelge 5. Farklı dozlarda deniz yosunu ve bakteri uygulamalarının marul bitkisinde besin elementi içeriklerine etkileri

Uygulamalar	Fe(kg.mg ⁻¹)	Zn(kg.mg ⁻¹)	Mn(%)	Cu(kg.mg ⁻¹)
Kontrol	124+-2.8b	47.7+-4.2b	2.5+-0.1b	9.8+-0.5a
K.G(önerilen doz gübre)	130.2+-4.1b	59.3+-1.7a	3.3+-0.1a	9.6+-0.8a
PGPR+100ml DY+3/4KG	131.4+-3.9b	63.3+-1.9a	3.3+-0a	9.9+-0.3a
PGPR+200ml DY+3/4KG	133.8+-6ab	61.2+-2.1a	3.3+-0a	9.4+-0.4a
PGPR+300ml DY+3/4KG	137+-6.3ab	62.4+-2.4a	3.4+-0.1a	9.5+-0.4a

PGPR+400ml DY+3/4KG	146.7+-4.6a	63.7+-1.9a	3.4+-0a	9.9+-0.3a
PGPR+500ml DY+3/4KG	147.7+-4.3a	64+-2.2a	3.4+-0a	7.8+-2a
Ortalama	135.8	60.22	3.23	9.34

PGPR: Bitki Büyümesini Teşvik Eden Bakteri, DY: Deniz yosunu, KG: önerilen doz gübre, Sütunlar yukarıdan aşağıya incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar Duncan ($p=0.05$) testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.

KAYNAKLAR

- Anonymous (2009) Catalogue of life (2009) annualchecklist. <http://www.catalogueoflife.org> (Erişim Tarihi:12.11.2009).
- Aybak HÇ (2002) Salata / Marul Yetiştiriciliği. HasadYayıncılık, 9 s, İstanbul.
- Ay H (1994) Çukurova bölgesi koşullarında, deniz yosunu özü "AscpHYllumnodosum" Maxicrop ile deniz yosunu süspansiyonu "Durvillapatorum" Kelpak' ın, pamuğun (*Gossypiumhirsutum L.*) morfolojik, fizyolojik ve teknolojik özelliklerine etkileri üzerine bir araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.47 s.
- Burdman, S, Jurkevitch E, Okon, Y (2000) Recentadvances i theuse of plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) in agriculture. In Microbial Interactions in Agriculture and Forestry, Vol II Eds. SubbaRao N and Doumergue Y.R. Chapter 10 pp 29-250. ci. Pub. Inc. UK.
- Blunden G, Whapham C, Jenkins T (1992) SeaweedExtracts in Agriculture and Horticulture: Their Origins, Uses and Modes of Action. School of Pharmacy and Biomedical Science and "School of Biological Sciences, University of Portsmouth, King Henry John Street, Portsmouth, Hampshire PO1 202, U.K.
- Blunden, G (1991) Agricultural Uses of Seaweeds and Seaweed Extracts. In: Seaweed Resources in Europe: Uses and Potential. Pp.65-81. John Wileyand Sons, Chichester.
- Çelik Y (2022) Farklı Bakteri Strainleri (PGPR) Uygulamalarının Marulda (*Lactucasativa L.*) Fide Gelişimi ve Kalitesi üzerine Etkileri. DÜSTAD Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi, 5(1), 39-46.
- Çelik Y, Türkmen Ö (2021) Effects of PGPR Applications on Yield and Yield Components in Lettuce at ChangingFertilizerDoses. SelcukUniversity. Institute of Science, PhDThesis, 138s, Konya.
- Ellmer F, Peschke H., Köhn W, Chmielewski, F.M., Baumecker (2000) Tillageandfertilizingeffects on sandysoils. J.Plant Nut.Soil.Sci.,163,267-272.
- Engin Y Ö, Yağmur B, Çirik S, Okur B, Eşiyok D, Gökpınar Ş (2019) Ulvarigida (*C. agardh*) makroalginin fasulye bitkisinin üretiminde organik madde kaynağı olarak kullanımının araştırılması. ActaAquaticaTurcica, 15(2):151-162.
- Eşiyok D, Yağmur B, Okur B (2001) The effects of some naturel and mineral fertilizers on yield and mineral content of parsley (*Petroselinum crispum Mill.*) 37 the Croatian symposium on agriculture with anent. participation., 19-23 February. Opatija, 179-181.
- Ferdouse, F, Yang, Z, Hold S. L, Murua P, Smith R (2018) The global status of seaweed production, trade and utilization. FAO Consultants.
- Faheed F A, Fattah ZA (2008) Effect of Chlorellavulgaris as biofertilizer on growth parameters and metabolic aspects of lettuce plant. Journal of Agriculture & Social Sciences, 4: 165-169.
- Galal Y G.M, El-Ghandour I A, Aly S S, Soliman S, Gadalla A (2000). Nonisotopic method for the quantification of biological nitrogen fixation and wheat production under field conditions. Biology and Fertility of Soils, 32(1), 47-51.
- Güner H, Aysel V (1996) Tohumuz Bitkiler Sistematığı. 1. Cilt (Algler). Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi, No.108, Bornova, İzmir.
- Hong Y P, Chen C C, Cheng H L, Lyn C.H (1995) Analysis of auxin and cytokinin activity of commercial Aqueous Seaweed Extract. Gartenbauwissenschaft, 60(4):191-194.
- Karagöz K, Kotan R (2010) "Bitki gelişimini teşvik eden bazı bakterilerin marulun gelişimi ve bakteriyel yaprak lekesi hastalığı üzerine etkileri" Türkiye Biyoloji Mücadele Dergisi, 1(2): 165-179.
- Kuldkepp P (1997) Wirkung Und Wechselwirkung Unterschiedlicher Mineralischer Und Organischer N-Düngung auf Ertrag und Bodeneigenschaften im IOSDV Tartu (Estland) nach 6 Jahren. Arch. Acker-Pfl. Boden,42,21-32
- Mahmoud H A F, Amara M A T (2000) Response of tomato to biological and mineral fertilizers under calcareous soil conditions. Egyptian Journal of Agricultural Sciences, 51(2), 151-174.
- Mahmoud M.S (2001) Nutritional status and growth of maize plants as affected by green micro algae as soil additives. Journal of Biological Science, 1:475-479.
- Mekki BB, Selim M.M, Saber MSM (1999) Utilization of bio fertilizers 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.

- Okur B, Eşiyok D, Anaç D (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.
- Özenç D B, Şen O (2017) Farklı gelişim dönemlerinde uygulanan deniz yosunu gübresinin domates bitkisinin gelişim ve bazı kalite özelliklerine etkisi Akademik Ziraat Dergisi. Cilt 6, özel sayı: 235-242.
- Pierce L.C (1987) *Vegetables: Characteristics, Production and Marketing*, John Wiley and Sons, USA, p 433.
- Sinha R. K, Valani D, Chauhan K, Agarwal S (2014) Embarking on a second green revolution for sustainable agriculture by vermiculture biotechnology using earthworms: reviving the dreams of Sir Charles Darwin. *Int J AgricHealth Saf* 2014, 1:50–64.
- Vural H, Eşiyok D, Duman İ (2000). *Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme)*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Yayını, Ege Üniversitesi Basımevi, 440s. İzmir.
- Yıldırım E, Güvenç İ. (2005). Deniz yosunu özüt uygulamalarının tuzlu koşullarda pırasada tohum çimlenmesi üzerine etkisi. *Bahçe*, 34(2), 83-89.
- Whapham C A, Jenkins T, Blunden, G, Hankins, S D (1994) The role of seaweed extracts, *Ascophyllum nodosum*, in the reduction in fecundity of *Meloidogyne javanica*. *Fundamental and applied nematology*, 17(2), 181-183.