

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**BAZI BİTKİ AKTİVATÖRLERİNİN BACCHUS MARUL ÇEŞİDİNİN
VERİM ve KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Yusuf KAÇAR

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OCAK 2022

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**BAZI BİTKİ AKTİVATÖRLERİNİN BACCHUS MARUL ÇEŞİDİNİN
VERİM ve KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Yusuf KAÇAR

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OCAK 2022

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAZI BİTKİ AKTİVATÖRLERİNİN BACCHUS MARUL ÇEŞİDİNİN
VERİM ve KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

**YUSUF KAÇAR
BAHÇE BİTKİLERİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FYL-2020-5163 nolu proje ile desteklenmiştir.

OCAK 2022

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAZI BİTKİ AKTİVATÖRLERİNİN BACCHUS MARUL ÇEŞİDİNİN
VERİM ve KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

YUSUF KAÇAR
BAHÇE BİTKİLERİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 20/01/2022 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi Kamile ULUKAPI
Prof. Dr. Ahmet Naci ONUS
Doç. Dr. Halime ÜNLÜ

ÖZET

BAZI BİTKİ AKTİVATÖRLERİNİN BACCHUS MARUL ÇEŞİDİNİN VERİM ve KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Yusuf KAÇAR

Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Kamile ULUKAPI

Ocak 2022; 73 sayfa

Bu çalışma, farklı içeriğe sahip yedi bitki aktivatörünün (Messenger Gold, ISR 2000, CropSet, Sojall Sojall Vitanal, Auxigro, Bioguard, Maxicrop) Baccus marul çeşidinde verim ve kalite üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Deneme, tesadüfî parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuş, her tekerrüre 20 adet fide dikilmiştir. Bitki aktivatör uygulamalarına fide dikiminden 10 gün sonra başlanarak 10 gün aralıklarla 3 defa uygulama yapılmıştır. Bitkiler hasat edilmeden önce klorofil ölçümleri, hasat sonrası ise morfolojik ve fizyolojik ölçümler ile biyokimyasal analizler yapılarak bitki aktivatörlerinin verim ve kalite özellikleri üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Deneme Kasım-Ocak ve Ocak-Nisan dönemleri olmak üzere iki yetiştirme periyodunda yürütülmüştür. Deneme sonunda; klorofil miktarı, baş boyu (cm), bitki yaş ağırlığı (g/bitki), bitki kuru ağırlığı (g/bitki), kök uzunluğu (cm), kök boğaz çapı (mm), kök yaş ağırlığı (g/bitki), kök kuru ağırlığı (g/bitki), bitki eni (cm), yaprak boyu (cm), yaprak eni (cm), yaprak sayısı (adet/bitki), pazarlanabilir yaprak sayısı (adet/bitki), pH değeri, SÇKM (%), yapraklarda L*, chroma, h* açısı değeri, toplam verim (kg/da), pazarlanabilir toplam verim (kg/da), ortalama baş ağırlığı (g/adet), C vitamini değeri (mg/g) ve makro-mikro besin elementi analizleri yapılmıştır. Bitki aktivatörlerinin marul bitkilerinin gelişimi, verim ve kalitesi üzerine etkileri yetiştirme dönemine bağlı olarak farklılık göstermiştir. Bitki aktivatörleri, kontrol ve kimyasal gübre uygulamalarının; marul baş boyu (cm), ortalama baş ağırlığı (g), kök uzunluğu (cm), kök boğazı çapı (mm), kök yaş ağırlığı (g), kök kuru ağırlığı (g), bitki yaş ağırlığı (g), toplam verim (kg/da), pazarlanabilir verim (kg/da), L, pH, SÇKM (%), C vitamini (mg/g) ve makro-mikro besin elementleri üzerine istatistiksel olarak anlamlı etki yaptığı, ayrıca yetiştirme dönemlerinin de önemli bir varyasyon kaynağı olduğu ve bitki kuru ağırlığı (g), bitki yaprak boyu (cm), Chroma açısı ve Mg içeriği hariç diğer tüm parametreler üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Bitki aktivatörlerinin bitki gelişimini ve verimini arttırıcı yönde etki yaptığı belirlenmiştir. Kasım-Ocak döneminde Auxigro bitki aktivatörü verimi kimyasal uygulamasına göre arttırmış ancak havanın nispeten daha soğuk olduğu Ocak-Nisan döneminde kimyasal uygulaması daha etkili olmuş ve daha yüksek verim elde edilmiştir. Yetiştiricilik dönemlerinin bitki aktivatörlerinin etkinliği üzerine etkisi incelenen tüm parametrelerde açık olarak görülmüştür. Diğer yandan Sojall Vitanal bitki aktivatörünün C vitamini içeriğini ve kırmızı renk yoğunluğunu arttırıcı etkisi tespit edilmiştir. Kimyasal gübre kullanımını azaltmak amacıyla bitki aktivatörlerinin farklı gübrelerle birlikte kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

ANAHTAR KELİMELEER: Bitki Aktivatörü, Kalite parametreleri, *Lactuca sativa* L., Lollo rossa, Verim

JÜRİ: Dr. Öğr. Üyesi Kamile ULUKAPI

Prof. Dr. Ahmet Naci ONUS

Doç. Dr. Halime ÜNLÜ



ABSTRACT

THE EFFECTS OF SOME PLANT ACTIVATORS ON THE YIELD AND QUALITY PROPERTIES OF BACCHUS LETTUCE CULTIVAR

Yusuf KAÇAR

MSc. Thesis in Horticulture

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Kamile ULUKAPI

January 2022; 73 pages

This study was carried out to determine the effects of seven plant activators with different contents (Messenger Gold, ISR 2000, CropSet, Sojall Vitanal, Auxigro, Bioguard, Maxicrop) on the yield and quality of Baccus lettuce. The experiment was conducted in three replications according to the randomized plot design, and 20 seedlings were planted in each replication. The application of plant activators was started 10 days after the seedling planting and applied 3 times at 10-day intervals. The experiment was carried out in two growing periods, November-January (first season) and January-April (second season). At the end of the trail; Chlorophyll amount, head height (cm), plant fresh weight (g/plant), plant dry weight (g/plant), root length (cm), root collar diameter (mm), root fresh weight (g/plant), root dry weight (g/plant), head width (cm), leaf length (cm), leaf width (cm), number of leaves (number/plant), number of marketable leaves (number/plant), pH, dry matter (%), L*, chroma, Hue value, marketable yield (kg/da), total yield (kg/da), average head weight (g/piece), vitamin C (mg/g) and macro-micro nutrient analysis were performed. The effects of plant activators on the development, yield, and quality of lettuce differed depending on the growing season. It was determined that plant activators, control, and chemical fertilizer applications have a statistically significant effect on lettuce head length (cm), average head weight (g), root length (cm), root collar diameter (mm), root fresh weight (g), root dry weight (g), plant fresh weight (g), total yield (kg/da), marketable yield (kg/da), L, pH, SÇKM (%), vitamin C, and macro-micro nutrients. In addition, it was detected that the growing seasons were also an important source of variation, and the effect on all parameters except plant dry weight (g), plant leaf height (cm), Chroma, and Mg content was statistically significant. Auxigro plant activator increased the yield compared to the Chemical application in the November-January season, but in the January-April season when the weather was relatively cold, the Chemical application was more effective and had a higher yield was obtained. The effect of growing seasons on the effectiveness of plant activators was clearly seen in all parameters examined. On the other hand, it was determined that the effect of increasing the vitamin C content and red color intensity of Sojall Vitanal plant activator. It has been concluded that plant activators can be used with different fertilizers in order to reduce the use of chemical fertilizers.

KEYWORDS: *Lactuca sativa* L., Lollo rossa, Plant Activator, Quality parameters, Yield

COMMITTEE: Asst. Prof. Dr. Kamile ULUKAPI

Prof. Dr. Ahmet Naci ONUS

Assoc. Prof. Dr. Halime ÜNLÜ



ÖNSÖZ

Dünya nüfusunun hızla artması ve günümüzde etkisini daha fazla hissettiren küresel iklim değişikliği, gelecekte tüm dünyayı etkileyebilecek katastrofik bir gıda krizi riski oluşturmaktadır. Küresel ısınmanın özellikle sıcaklık artışı şeklinde etki yapacak olması ve buna paralel olarak yağış rejiminde değişiklikler, su seviyelerinin yükselmesi, stres faktörlerinin yaygınlaşması gibi ortaya çıkacak sekonder etkilerin, iklime bağlı olarak gerçekleştirilen tarımsal üretimi derinden etkilemesi beklenmektedir. Günümüzde üreticilerin yaygın olarak sentetik kimyasalları verim ve kalite artırımı amacıyla aşırı miktarda kullanması da tarımsal üretimi tehdit eden bir diğer önemli faktörü oluşturmaktadır. Canlı ve çevre sağlığını tehdit eden boyutlara ulaşan, aşırı kimyasal kullanımına alternatif olabilecek farklı teknik ve uygulamalara artan bir talep bulunmaktadır. Bunlardan biri olan bitki aktivatörleri, bitkilerde "Sistemik Kazanılmış Direnç (SAR)" mekanizmasını uyaran ve daha çok bitki koruma amacıyla kullanılan preparatlardır. Son yıllarda yapılan çalışmalar bu preparatların verim ve kaliteyi artırma, abiyotik streslere direnci yükseltme, toprak yapısını düzenleme gibi amaçlarla hem organik hem de konvansiyonel tarımda kullanılabileceğini göstermiştir. Biyolojik kaynaklı bitki aktivatörlerinin bulunması, tarımsal üretimde kimyasal girdi kullanımına bir alternatif oluşturması bakımından önem taşımaktadır. Bu çalışma ile; kullanılan bitki aktivatörlerinin marul yetiştiriciliğinde erkencilik, bitki gelişimi, verim ve kalite parametreleri üzerine etkilerinin belirlenmesi, ayrıca sentetik gübre kullanımına alternatif olabilecek sertifikalı bazı bitki aktivatörlerinin tespit edilerek marul yetiştiriciliğinde sentetik kimyasal gübrelerle alternatif kazandırılması hedeflenmiştir.

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi, tecrübe ve fikirleri ile bana yol gösteren, yardımını ve desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Kamile ULUKAPI'ya saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamda gerekli bitkisel materyalin teminini sağlayan İbni-Sina Fide ve tüm çalışanlarına teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Lisans ve Yüksek lisans eğitimim boyunca bana yol gösteren, bilgi ve tecrübesiyle yardımcı olan Öğr. Gör. Esra OKUDUR'a teşekkür ederim.

Tez çalışmamın analizlerinde yardımcı olan Zir. Yük. Müh. Zehra KURT'a ve Zir. Müh. Fatih Cihan TOMBUL'a çok teşekkür ederim. Yüksek lisans öğrenimim boyunca yanımda olup yardımcı olan değerli arkadaşım Zir. Yük. Müh. Seren SARGIN'a teşekkür ederim. Lisans ve Yüksek lisans eğitimim boyunca desteğini ve yardımını esirgemeyen değerli arkadaşım Zir. Müh. Süleyman ÖZER'e teşekkür ederim.

Hayatımın her anında bana güç veren, her zaman her koşulda yanımda olan, beni bugünlere getiren, hiçbir zaman maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen sevgili babam Musa KAÇAR'a, sevgili annem Mehriban KAÇAR'a, sevgili ablalarım Yasemin KAÇAR ve Kamile UTKUN'a çok teşekkür ederim.

Son olarak, hayatıma girdiği ilk günden beri her zaman yanımda ve arkamda olan, düşünceleriyle yol gösteren, bakış açısıyla ufkumu genişleten, yardım ve destekleri ile bana güç veren, varlığıyla hayatımı güzelleştiren, kıymetli eşim Zir. Yük. Müh. Zeynep KAÇAR'a tüm sevgi, yardım ve özverisi için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ	v
AKADEMİK BEYAN	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	4
2.1. Marul (<i>Lactuca sativa</i> L.)	4
2.2. Bitki Aktivatörleri.....	8
2.2.1. Yaygın olarak kullanılan bitki aktivatörleri	9
2.2.2. Bitki aktivatörlerinin bitkisel üretimde kullanımı.....	10
3. MATERYAL VE METOT	16
3.1. Materyal	16
3.1.1. Bitkisel materyal	16
3.1.2. Deneme alanının toprak özellikleri	16
3.1.3. Yetiştiricilik döneminde sıcaklık değerleri	17
3.1.4. Bitki aktivatörleri	17
3.2. Metot.....	18
3.2.1. Uygulamalar.....	18
3.2.2. Kültürel işlemler	19
3.2.3. Bitki analizleri ve incelenen kriterler.....	19
3.2.3.1. Klorofil ölçümü.....	19
3.2.3.2. Baş boyu ölçümü (cm)	20
3.2.3.3. Bitki yaş ağırlığı (g/bitki)	20
3.2.3.4. Bitki kuru ağırlığı (g/bitki)	21
3.2.3.5. Kök uzunluğu (cm)	21
3.2.3.6. Kök boğazı çapı (mm)	22
3.2.3.7. Kök yaş ağırlığı (g/bitki)	22
3.2.3.8. Kök kuru ağırlığı (g/bitki)	23

3.2.3.9. Bitki eni (cm)	23
3.2.3.10. Yaprak boyu (cm)	24
3.2.3.11. Yaprak eni (cm)	24
3.2.3.12. Yaprak sayısı (adet/bitki)	24
3.2.3.13. Pazarlanabilir yaprak sayısı (adet/bitki)	25
3.2.3.14. Marul sularında pH ölçümü	25
3.2.3.15. Marul sularında toplam suda çözünebilir kuru madde ölçümü (SÇKM %)	25
3.2.3.16. Yapraklarda L*, chroma (c*) ve hue açısı değeri (h°) olarak rengin belirlenmesi.....	26
3.2.3.17. Toplam verim (kg/da)	27
3.2.3.18. Pazarlanabilir verim (kg/da)	27
3.2.3.19. Ortalama baş ağırlığı (g/adet)	27
3.2.3.20. Örneklerin askorbik asit (C vitamini mg/g) analizi	27
3.2.3.21. Makro-mikro besin elementi analizleri	28
3.2.4 Verilerin değerlendirilmesi	28
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	29
4.1. Varyans Analiz Sonuçları	30
4.2. Makro-Mikro Besin Elementi Analizlerinin Ve Nitrat Miktarının Değerlendirilmesi	31
4.3. İncelenen Kriterler	32
4.3.1. Klorofil ölçümü.....	32
4.3.1. Bitki baş boyu (cm) ölçümlerinin değerlendirilmesi	33
4.3.2. Bitki yaş ağırlık (g) ölçümlerinin değerlendirilmesi.....	34
4.3.4. Bitki kuru ağırlık (g) ölçümlerinin değerlendirilmesi.....	34
4.3.5. Bitki kök uzunluk (cm) ölçümlerinin değerlendirilmesi.....	35
4.3.6. Bitki kök boğazı çapı (mm) ölçümlerinin değerlendirilmesi	36
4.3.7. Bitki kök yaş ağırlığı (g) ölçümlerinin değerlendirilmesi.....	37
4.3.8. Bitki kök kuru ağırlığı (g) ölçümlerinin değerlendirilmesi.....	38
4.3.9. Bitki eni (cm) ölçümlerinin değerlendirilmesi.....	40
4.3.10. Bitki yaprak boyu (cm) ölçümlerinin değerlendirilmesi.....	40
4.3.11. Bitki yaprak eni (cm) ölçümlerinin değerlendirilmesi	41

4.3.12. Bitki yaprak sayısının (adet) belirlenmesi.....	42
4.3.13. Bitkide pazarlanabilir yaprak sayısının (adet) belirlenmesi	43
4.3.14. Marul sularında pH değerlerinin belirlenmesi	44
4.3.15. Marul sularında toplam suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM %) ölçümü.....	45
4.3.16. Yapraklarda L*, chroma (c*) ve hue açısı değeri (h°) olarak rengin belirlenerek değerlendirilmesi.....	46
4.3.17. Dekara ortalama toplam verimin (kg/da) değerlendirilmesi	48
4.3.18. Dekara ortalama pazarlanabilir (kg/da) toplam verimin değerlendirilmesi..	49
4.3.19. Ortalama baş ağırlığının (g) değerlendirilmesi	50
4.3.20. Askorbik asit değerinin (C vitamini) değerlendirilmesi	51
4.3.21. Makro-mikro besin elementi miktarlarının değerlendirilmesi.....	52
4.3.21.1. Azot (N) miktarının (%) değerlendirilmesi.....	52
4.3.21.2. Fosfor (P) miktarının (%) değerlendirilmesi.....	53
4.3.21.3. Potasyum (K) miktarının (%) değerlendirilmesi.....	54
4.3.21.4. Kalsiyum (Ca) miktarının (%) değerlendirilmesi	55
4.3.21.5. Magnezyum (Mg) miktarının (%) değerlendirilmesi.....	56
4.3.21.6. Demir (Fe) miktarının (ppm) değerlendirilmesi	57
4.3.21.7. Mangan (Mn) miktarının (ppm) değerlendirilmesi.....	58
4.3.21.8. Çinko (Zn) miktarının (ppm) değerlendirilmesi	58
4.3.21.9. Bakır (Cu) miktarının (ppm) değerlendirilmesi	59
4.3.21.10. Nitrat (NO ₃) miktarının (ppm) değerlendirilmesi	60
5. SONUÇLAR	61
6. KAYNAKLAR	63

ÖZGEÇMİŞ

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Bazı Bitki Aktivatörlerinin Bacchus Marul Çeşidinin Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

20 /01/2022

Yusuf KAÇAR



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

*	: p < 0.05
**	: p < 0.01
<	: Küçüktür
cm	: Santimetre
da	: Dekar
g	: Gram
ha	: Hektar
kg	: Kilogram
L	: Litre
m	: Metre
mg	: Miligram
mm	: Milimetre
ppm	: Milyonda bir parçacık
t	: Ton

Kısaltmalar

$[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$: Amonyum Sülfat

$[\text{NH}_4\text{NO}_3]$: Amonyum Nitrat

ABD : Amerika Birleşik Devletleri

ABTS : Troloks Eşiti Antioksidan Kapasite Yöntemi

AÇA : Avrupa Çevre Ajansı

APX : Askorbat peroksidaz

C* : Chroma

Ca : Kalsiyum

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$: Kalsiyum Nitrat

CAT : Katalaz

Cu : Bakır

DMPP : 3,4- dimetilpirazol fosfat

DNA : Deoksiribo Nükleik Asit

DPPH : 2,2.-Difenil-1-pikrihidrazil Radikal Söndürücü Kapasite Yöntemi

EC : Emülsiyeye Olabilen Konsantre

FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations

Fe : Demir

FRAP : Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü

GABA : Gamma aminobutyric acid

GPO : Guaiakol peroksidaz

h^0 : Hue

K : Potasyum

K_2O : Potasyum Oksit

L^* : Parlaklık

Mg	: Magnezyum
Mn	: Mangan
MÖ	: Milattan Önce
N	: Azot
NFT	: Nutrient Film Technology
NH ₄ NO ₃	: Amonyum Nitrat
NO ₃	: Nitrat
NPK	: Azot-Fosfor-Potasyum oransal içeriği
P	: Fosfor
P ₂ O ₅	: Diamonyum Fosfat
pH	: Hidrojen İyonlarının (-) Logaritması
PR	: Prolin
SA	: Salisilik Asit
SAR	: Sistemik Kazanılmış Direnç
SÇKM	: Suda Çözünebilir Kuru Madde
Si (OH) ₄	: Ortosilisik Asit
SL	: Suda Çözünen Konsantre
SOD	: Süperoksit dismutaz
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
WP	: Islanabilir Toz
Zn	: Çinko

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Hasat edilen marul bitkilerinden görünüm	18
Şekil 3.2. Bitki baş boyunun cetvel yardımı ile ölçülmesi	20
Şekil 3.3. Bitki yaş ağırlığının belirlenmesi	20
Şekil 3.4. Bitki kuru ağırlıklarının belirlenmesi için örneklerin kese kağıtlarında etüve koyulması	21
Şekil 3.5. Bitki kök uzunluğunun cetvel yardımı ile ölçülmesi	21
Şekil 3.6. Bitki de kök boğazı çap ölçümü	22
Şekil 3.7. Kök yaş ağırlığı ölçümü	22
Şekil 3.8. Kök kuru ağırlık ölçümü.....	23
Şekil 3.9. Bitki en ölçümü	23
Şekil 3.10. Bitki yaprak boyunun belirlenmesi.....	24
Şekil 3.11. Bitki yaprak eninin belirlenmesi.....	24
Şekil 3.12. Toplam yaprak sayısı (a + b) belirlendikten sonra pazarlanabilir durumdaki yaprakların (b) sayılması	25
Şekil 3.13. Uygulamalarda toplam suda çözünebilir kuru madde miktarının belirlenmesi	26
Şekil 3.14. Renk ölçümü yapmak için kullanılan Precision Colorimeter cihazı ve renk ölçümü.....	26
Şekil 3.15. Renk diyagramı.....	27
Şekil 3.16. C vitamini analizi için alınan örneklerin spektrofotometrede okunması.....	28
Şekil 4.1. Bacchus marul çeşidinin dikimden sonraki ilk genel görünümü.....	29
Şekil 4.2. Bacchus marul çeşidinde hasat öncesi seranın genel görünümü	30

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. 2019 yılı ülkeler bazında total marul üretim miktarları (FAO, 2019)	1
Çizelge 1.2. Yıllara göre Dünya toplam marul üretim miktarları (FAO, 2019)	2
Çizelge 2.1. Türkiye 2017-2020 yılları arası marul üretim miktarları (TÜİK, 2020)	5
Çizelge 2.2. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından ruhsatlandırılmış bitki aktivatörleri	10
Çizelge 3.1. Deneme serasının toprak analiz sonucu	16
Çizelge 3.2. Yetiştiricilik döneminde sıcaklık değerleri	17
Çizelge 3.3. Araştırmada kullanılan bitki aktivatörleri ve içerikleri	17
Çizelge 4.1. Bitki gelişim ve verim parametrelerine ait varyans analiz sonuçları	30
Çizelge 4.2. pH, SÇKM, klorofil ve renk parametrelerine ait varyans analiz sonuçları	31
Çizelge 4.3. Makro-Mikro besin elementine ait varyans analiz sonuçları	31
Çizelge 4.4. Birinci dönem, ikinci dönem, her iki dönem ortalaması olarak klorofil miktarının Bacchus marul çeşidinde değerlendirilmesi	32
Çizelge 4. 5. Bitki baş boyu (cm) ölçümlerinin değerlendirilmesi	33
Çizelge 4.6. Bitki yaş ağırlık (g) ölçümlerinin değerlendirilmesi	34
Çizelge 4.7. Bitki kuru ağırlık (g) ölçümlerinin değerlendirilmesi	35
Çizelge 4.8. Bitki kök uzunluk (cm) ölçümlerinin değerlendirilmesi	36
Çizelge 4.9. Bitki kök boğazı çap ölçümlerinin değerlendirilmesi	37
Çizelge 4.10. Bitki kök yaş ağırlığı ölçümlerinin değerlendirilmesi	38
Çizelge 4.11. Bitki kök kuru ağırlığı ölçümlerinin değerlendirilmesi	39
Çizelge 4.12. Bitki eni ölçümlerinin değerlendirilmesi	40
Çizelge 4.13. Bitki yaprak boyu ölçümlerinin değerlendirilmesi	41
Çizelge 4.14. Bitki yaprak eni (cm) ölçümlerinin değerlendirilmesi	42
Çizelge 4.15. Bitki yaprak sayısının belirlenmesi	43
Çizelge 4.16. Bitkide pazarlanabilir yaprak sayısının belirlenmesi	44

Çizelge 4.17. Marul pH değerinin belirlenmesi.....	45
Çizelge 4.18. Marul sularında SÇKM değerinin belirlenmesi.....	46
Çizelge 4.19. Yapraklarda L* değeri	47
Çizelge 4.20. Yapraklarda chroma (C*) değeri	47
Çizelge 4.21. Yapraklarda Hue (h°) aç ı değeri	48
Çizelge 4.22. Dekara ortalama toplam verimin (kg/da) değ erlendirilmesi.....	49
Çizelge 4.23. Dekara ortalama pazarlanabilir toplam verimin değ erlendirilmesi	50
Çizelge 4.24. Ortalama baş ağırlığ ının değ erlendirilmesi	51
Çizelge 4.25. Askorbik asit içeriğ inin (mg/g) değ erlendirilmesi.....	51
Çizelge 4.26. Azot miktarının (%) değ erlendirilmesi.....	52
Çizelge 4.27. Fosfor miktarını (%) değ erlendirilmesi	53
Çizelge 4.28. Potasyum miktarının (%) değ erlendirilmesi.....	54
Çizelge 4.29. Kalsiyum miktarının (%) değ erlendirilmesi	55
Çizelge 4.30. Magnezyum miktarının (%) değ erlendirilmesi.....	56
Çizelge 4.31. Demir miktarının (ppm) değ erlendirilmesi.....	57
Çizelge 4.32. Mangan miktarının (ppm) değ erlendirilmesi.....	58
Çizelge 4.33. Çinko miktarının (ppm) değ erlendirilmesi	58
Çizelge 4.34. Bakır miktarının (ppm) değ erlendirilmesi	59
Çizelge 4.35. Nitrat (ppm) değ erlendirilmesi	60

1. GİRİŞ

Sebze türleri, bünyelerinde bulundurdıkları vitaminler ve mineraller bakımından beslenmemizde önemli yer tutan bitkilerdir. Gerek zengin besin içeriğinden gerekse ekonomik değerinden dolayı bitkisel yetiştiriciliğin önemli bir alanını oluşturan sebzeler, dünyanın farklı bölgelerinde yetiştirilebilen temel besin unsurlarının büyük bir kısmını kapsamaktadırlar.

Son yıllarda en çok tercih edilen sebze gruplarından birini, çiğ tüketilen sebzeler oluşturmaktadır. Kolay ulaşılabilir ve kolay tüketilebilir olmaları nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Çiğ olarak tüketilebilen sebzelerden Compositae familyasına ait olan marul (*Lactuca sativa* L.) türü, ülkemizde ve dünyanın farklı bölgelerinde üretilen serin iklim sebzesidir. Bununla birlikte açık tarlada ve örtüaltında olmak üzere farklı yetiştirme teknikleri kullanılarak yılın her ayında üretimi yapılabilmektedir (Eşiyok 1996). Marul bitkisi genellikle salatalarda çiğ olarak tüketildiği gibi Çin gibi bazı ülkelerde kökü ve yaprakları pişirilerek de değerlendirilebilmektedir.

Dünyadaki en büyük marul üreticisi ülkeler; sırasıyla, Çin (16.314.499 ton), ABD (3.688.520 ton) ve Hindistan (1.262.702 ton)'dır (Çizelge 1.1). Ülkemizde ise 2019 yılında 499.766 ton toplam marul üretim miktarı kaydedilmiştir (FAO 2019).

Çizelge 1.1. 2019 yılı ülkeler bazında total marul üretim miktarları (FAO 2019)

	ÜLKE	ÜRETİM MİKTARI (ton)
1	Çin Halk Cumhuriyeti	16.314.499
2	ABD	3.688.520
3	Hindistan	1.262.702
4	İspanya	1.009.810
5	İtalya	758.980
6	Japonya	582.416
7	İran	547.590
8	Belçika	527.250
9	Meksika	515.647

Dünya nüfusunun artması, gelişen sağlıklı beslenme bilincine paralel olarak tüketiminin kolay olması ve beslenme avantajı nedeniyle diğer tarımsal ürünlerde olduğu gibi marul üretim rakamlarının da artışını sağlamıştır (Çizelge 1.2). Ülkemiz marul üretiminde yeterlilik derecesi %101.1 olup, yıllar içerisindeki üretim ve tüketimindeki artış hızla devam etmektedir (TÜİK 2020). Bu nedenle ülkemiz tüketim alışkanlıkları ve üretim değerleri göz önüne alındığında, marul yetiştiriciliğinde sürdürülebilir tarıma katkı sağlayacak uygulamaların önemi de gün geçtikçe artmaktadır.

Çizelge 1.2. Yıllara göre Dünya toplam marul üretim miktarları (FAO 2019)

Yıllar	Dünya (ton)
2014	25.189.504
2015	26.375.002
2016	27.730.748
2017	28.153.614
2018	28.581.526
2019	29.134.653

Çevre düzeninin bozulmasına bağlı olarak küresel ısınma gibi olumsuz birçok etmenin etkisini hızla arttırmasıyla suda, toprakta ve iklim genelinde görülen değişiklikler tüm ürün gruplarında olduğu gibi sebze üretiminde de sorunları beraberinde getirmektedir. Değişen iklim faktörleri nedeniyle ortalama sıcaklığın gelecek on yıllarda artışına (Houghton vd. 2001; Avrupa Çevre Ajansı 2004; Grant vd. 2012) paralel olarak bitkilerin daha fazla suya ihtiyaç duyması beklenmektedir (Feng ve Fu 2013; Klamkowski vd. 2015). Aynı zamanda, iklim değişikliği sebebiyle Akdeniz bölgesinin de dahil olduğu, dünyanın birçok bölgesinde sık ve uzun süreli iklim krizlerinin bitki gelişimini kısıtlayıcı ve/veya engelleyici faktörleri daha da açığa çıkaracağı ön görülmektedir. Bu gelişmeler sonucunda ürün verim ve kalitesinde azalmalar, hatta daha şiddetli seyreden faktörler sonucunda ise, ciddi bir gıda kıtlığının meydana gelebileceği düşünülmektedir. Bitkinin gelişimi ve üretiminde kısıtlamalara neden olan su eksikliği gibi büyük bir faktörün yanı sıra, mineral beslemeyle ilgili sorunların ortaya çıkması da beklenmektedir (Silva vd. 2011). Bu sorunları çözebilmek amacıyla geliştirilen yöntemlerden biri tarımsal üretimde bitki besin ihtiyacının karşılanması ve toprağın besin maddelerince zenginleştirilmesi amacıyla gübre kullanılmasıdır (Yıldız 2008). Kısa vejetasyon süresi marul üretiminin yaygınlaşması için avantaj oluştururken, bu durum kullanılan sentetik kimyasal girdilerin kullanımında (parçalanma süreleri dikkate alındığında) daha dikkatli olunmasını gerektirmektedir. Toprak besleme konusunda gübrenin toprağa en uygun zamanlarda, bitki gereksinimleri göz önüne alınarak, bitki tarafından kullanılabilir formlarda doğru metotlar ile uygulanması, bitkinin nitelik ve nicelik bakımından ön plana çıkmasında önemli rol oynayan etmenleri oluşturmaktadır (Güleç vd. 2018). Tarımsal üretimde yapılan bilinçsiz uygulamalar; doğal kaynakların zarar görmesine, insan ve çevre sağlığının olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. Tarımsal üretimi arttırmak amacıyla yapılan uygulamaların bitki beslenmesi üzerindeki etkilerini daha iyi anlamak, gelebilecek olan kısıtlayıcı faktörlerin neden olabileceği besin eksikliğini en aza indirecek stratejiler geliştirmek açısından önem taşımaktadır.

1970’lerden itibaren tarımsal alanda gerçekleşen “Yeşil Devrim” sonucunda tarımsal üretimde sentetik kimyasalların kullanımı artmış ve yaygınlaşmıştır. Bu nedenle günümüzde üretim alanlarında kullanılan sentetik kimyasallara alternatif olabilecek yeni preparatlar ve bunların etkinlikleri üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bu preparatlardan biri olan bitki aktivatörleri, dışarıdan uygulanmakta, pestisit veya antibiyotik aktivitesine sahip olmamalarından dolayı sentetik gübrelere alternatif oluşturabilecekleri düşünülmektedir. Bitki aktivatörleri son 25 yıldır araştırmalara konu olmaya başlamıştır. Resmî gazetede bitki aktivatörleri; “bitkilerdeki zararlı organizmalara ve/veya stres koşullarına karşı doğrudan etkili olmayıp bitkilerin doğal savunma sistemini aktive

ederek etkili olan ve bu özelliklerden birini veya birkaçını bir arada taşıyan maddeler” olarak tanımlanmıştır (Anonim 2017). Bitki aktivatörleri, sürdürülebilir tarım için kullanımı her geçen gün daha fazla yaygınlaşan uygulamalardan biridir. Ayrıca, bu materyaller; bitkilerin morfolojik ve fizyolojik özelliklerini olumlu yönde etkileyerek bitki gelişimini artıran (Kunichi vd. 2010; Bulgari vd. 2015), bitkilerin doğal savunma sistemlerini güçlendiren, daha fazla besin elementi ve su alımını teşvik eden, bitkilerin abiyotik ve biyotik streslere toleransını yükselten, verimin ve meyve kalitesinin artmasına yardımcı olan doğal, çevre dostu, toksik olmayan preperatlardır (Bulgari vd. 2015). Ayrıca, bitki büyüme düzenleyicileri (Jameson 1993), organik osmolitler, amino asitler, makro ve mikro besin elementleri (Khan vd. 2009; Sharma vd. 2014), ve vitaminler için kaynak oluşturmaktadırlar (Berlyn ve Russo 1990; Blunden vd. 1996; Spinelli vd. 2010). Çevre dostu uygulamalara daha çok ihtiyaç duyulduğu günümüz koşullarında, bitki aktivatörleri ile yapılan çalışmaların çoğu hastalık ve zararlılarla mücadele kapsamındadır. Bitki verim ve kalite özellikleri üzerine yapılan çalışma sayısı sınırlıdır. Sebzelerde bu konuda yapılan çalışmalar ise daha çok domates ve biber türleri üzerinde yoğunlaşmıştır.

Bacchus marul çeşidi, diğer marul çeşitlerine göre renginin daha parlak ve yoğun olması nedeniyle tüketici tarafından talep gören bir çeşittir. Güneş ışığının yeterli olmadığı koşullarda, kırmızı marul çeşitlerinde renkte açılma meydana gelmektedir. Bu durum, Bacchus çeşidinde diğer çeşitlere nazaran daha az olmakla birlikte kalite açısından en önemli faktör olan yaprak renginin iyileştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı, son yıllarda yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan ve rengi ile tüketicilerin ilgisini uyandıran Bacchus marul (*Lactuca sativa* L.) çeşidinde;

(a) farklı içeriğe sahip bitki aktivatörlerinin verim ve kalite üzerine etkilerini belirlemek,

(b) verim ve kalite özelliklerini arttıran preperatı tespit ederek, sentetik gübre kullanımına alternatif olabilecek sertifikalı bazı bitki aktivatörlerini tespit etmek,

(c) rengi ile öne çıkan Bacchus çeşidinde bitki aktivatörlerinin yaprak rengi üzerine etkisini ortaya koymak olarak sıralanabilir.

2. KAYNAK TARAMASI

Tarımsal teknolojilerde yaşanan ilerlemelere rağmen dünya nüfusunun artışı, tarımsal üretiminden daha hızlı gerçekleşmektedir. 2050 yılında dünya nüfusunun 9.8 milyar olması öngörülmekte olup, bu nüfus artışının çok büyük bir kısmı az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde gerçekleşecektir. Bu nüfus artışına üreticilerin yetişebilmesi için birim alandan elde edilen ürün miktarının arttırması gerekmektedir. Meksika’da başlayan Yeşil Devrim, üretimin artmasına katkı sağlamış, ancak bunu yaparken yoğun tarımsal girdi kullanılmasına yol açmıştır. Tarımsal üretimde bilinçsiz bir şekilde kimyasal maddelerin kullanılması, insan sağlığını doğrudan etkileyebildiği gibi, bu kimyasalların su kaynaklarına sızması, toprakta birikim yapması sonucunda tüm canlılar olumsuz etkilenmekte ve ekolojik denge bozulmaktadır (Hekimoğlu ve Altindeğer 2006; FAO 2009; United Nations 2017). Bu nedenle insan ve çevre sağlığı üzerine olumsuz etkileri olmayan, aynı zamanda verim ve kaliteyi arttırıcı etki yapan ürünlerin tarımsal üretimde kullanılması daha da önem kazanmaktadır. Bu ürünlerden biri olan bitki aktivatörlerinin kullanılması, vejetasyon periyodu kısa ve çiğ tüketilen bir sebze türü olan marulda, kalıntı probleminin üstesinden gelinmesinde rol alması beklenmektedir.

2.1. Marul (*Lactuca sativa* L.)

Marul (*Lactuca sativa* L.), Compositae familyasının Lactuca cinsine bağlı, serin iklim sebzesidir. Marul sistematik olarak Plantae alemi içerisinde, Asteraceae familyasında yer almaktadır. Asteresea ailesi, ekolojik olarak oldukça farklı alanlarda büyüebilmeleri sayesinde 23.000 ile 30.000 arasında bitki türü barındıran, en büyük ailelerden biridir (McDonald-Spicer vd. 2019; Günay 2005). İlk defa, Milattan Önce (M.Ö.) 4500 yılında Mısır’da yetiştirilen marulun, günümüzde oldukça farklı coğrafik şartlarda ve iklim koşullarında yetiştirildiği bilinmektedir (Ryder 1979). 2500 yıldır kültürü yapılan marul bitkisinin anavatanı ve dünya üzerindeki yayılışı hakkında botanikçi ve araştırmacıların değişik görüşleri bulunmakla birlikte Avrupa, Asya ve Kuzey Afrika ülkelerinin dahil olduğu, geniş bir alan olarak kabul edilmektedir. 2-3 ay gibi kısa yetiştirme periyoduna sahip olan marul, ıslah edilmiş uygun çeşitler ile 12 ay üretilebilmektedir. Ülkemizde ılıman bölgelerde sonbahar, kış ve erken ilkbaharda yetiştiriciliği yapılmaktadır (Eşiyok 1996). İdeal ortalama sıcaklığın 15-18°C olduğu ortamlarda yetişebilen marul bitkisinin, maksimum 27-30°C, minimum ise 2-4°C’lerde de büyüme gösterdiği bildirilmiştir (Silva vd. 2017).

Tüm yıla yayılabilen yetiştirme periyodu, iklim istekleri açısından seçici olmaması, kısa vejetasyon süreci ile tüketim alışkanlıklarına uyum sağlayan ve oldukça tercih edilen sebzelerin başında gelmesinden dolayı, ülkemizde marul yetiştiriciliği önemli bir pazar oluşturmaktadır. Marul Türkiye’de de önemli derecede yetiştiriciliği yapılan sebzelerden biri olmakla birlikte, Türkiye’de yapılan marul yetiştiriciliği daha çok kıvırcık, göbekli ve aysberg marul üzerine yoğunlaşmıştır. 2020 yılı üretim verilerine göre kıvırcık marul 207.234 ton, göbekli marul 225.639 ton, aysberg marul ise 87.278 ton üretilmiştir (Çizelge 2.1.) (TÜİK 2020). Kırmızı marul, kıvırcık marul üretimi altında yer almasından dolayı tam olarak üretim rakamları bilinmemektedir.

Taze olarak tüketilen marul, vitamin ve mineral madde kaynağı, iştah açıcı ve besleyici bir sebzedir. 100 gram marul yaprağı; %94-95 su, 6-8 mg askorbik asit, 1-15g ham protein, 0.2-0.4g yağ ve 1.5-2.5g karbonhidrat, 330 i.u. Vitamin A, 20-25 mg

kalsiyum, 40 mg fosfor ve 1.5 mg demir içermektedir (Vural vd. 2000). Serin iklim sebzesi olan marul, dünyada üretimi en fazla yapılan yaprağı tüketilen sebze türlerinden birisidir. 2020 yılında Türkiye üretim miktarı 520.151 ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK 2020).

Çizelge 2.1. Türkiye 2017-2020 yılları arası marul üretim miktarları (TÜİK, 2020)

Yıl	Kıvırcık Marul (ton)	Göbekli Marul (ton)	Aysberg Marul (ton)	Toplam Miktar (ton)
2017	185.070	223.449	81.904	490.423
2018	187.658	215.725	84.160	487.543
2019	198.491	215.728	85.547	499.766
2020	207.234	225.639	87.278	520.151

Ülkemizde sebze üretim alanlarında genellikle rotasyon yapılmamakta, bu da toprak yorgunluğuna ve verim kaybına neden olmaktadır. Verim kaybını engellemek için yapılan aşırı gübreleme ise toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını bozmakta, yeraltı ve yerüstü sularının kirlenmesine neden olmakta, çevre sorunlarına yol açmakta ve ülke ekonomisini zarara uğratmaktadır. Ayrıca sentetik kimyasal uygulamaları ile belli bir süre verim artışı sağlanmakta ancak zamanla olumsuz etkileri açığa çıkmaktadır (Ceylan vd. 2000).

Toprakta, suda, bitkide, hayvan ve insan sağlığında zararlanmalara ve yıpranmalara sebep olan en önemli faktör çevresel dengenin bozulmasıdır. Fazla miktarda azot içeren gübrelerin uygulanması, bu dengenin bozulmasında etkin rol oynamaktadır. Fazla miktarda nitrat azotu içeren gübrelerin kullanımı sonucu toprak bünyesinde meydana gelen zararlanmalar ile aşırı nitrat toprakta yıkanarak suya karışmaktadır. Yaprığı tüketilen bitkilerde fazla miktarlarda nitrat birikimi sebebiyle insan ve hayvanlar tarafından tüketilen bu bitkiler canlı bünyesinde rahatsızlıklara yol açmaktadır (Hill 1996). Nitratlı gübre kullanım miktarının tarımda giderek artması, topraktan yıkanma sonucu yeraltı sularına karışan nitratın derinlere inebileceği ve tüketilebilir içme suyu elde edilen aküfer katmanını tehdit edebileceği konusunda ciddi endişeleri beraberinde getirmektedir (Gregory ve Sneed 2010).

Baker (2004) dönemsel nitelikte yeraltı suları üzerine yaptığı bir çalışma neticesinde, Phoenix'in altında bulunan yeraltı sularının büyük ölçüde tuz ve nitrat sebebiyle kirlendiğini belirlemiştir. Çalışmanın sonucunda yavaş yavaş artan azotlu gübre uygulamalarının miktarının giderek artmasının birikime sebep olduğunu bildirmiştir.

Kaymak ve Aksoy (2020)'un marula farklı azot kaynakları ile yaprakdan uyguladıkları gübreleme sonucunda %0.8'lik $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 'ın uygulamasında 2610 mg/kg ile en yüksek nitrat birikimi belirlenirken, taban gübrelemesi (NH_4NO_3) yapılan parselde 2070 mg/kg en düşük nitrat birikimi belirlemişlerdir. En yüksek verimi ise 4926 kg/da olarak %0.6 üre ile gübrelenen parselden elde etmişlerdir.

Tüzel vd. (2011) yedikule marul çeşidi ile kıvırcık yapraklı Arapsacı salata çeşitlerini, Agryl örtü altında ve açıkta olmak üzere 3 farklı organik gübre (Biofarm, Hümik asit ve Leonardit) uygulayarak yetiştirmişlerdir. Agryl örtünün bitki vigorunu arttırmak suretiyle verimi arttırdığını, ayrıca gübre uygulamalarının yetiştirme dönemine göre farklı etki yaptığını bildirmişlerdir. 1. yıl Biofarm + Humik Asit, 2. yıl Biofarm uygulamasından en yüksek verimi elde etmişlerdir. Konvansiyonel yetiştiriciliğe göre, organik gübre uygulanan salata ve marullardaki nitrat içeriği yedikule marulunda %25, kıvırcık salatada %28.4 daha düşük bulmuşlardır.

Ceylan vd. (2017) Tavuk gübresinin farklı dozları, kimyasal gübre ve tamamen gübresiz parsellerden oluşan açık tarlada yapılan bir marul denemesinde, gübre uygulanmayan parselden 73.4 ppm ile en düşük NO₃-N birikimi, organik gübreli parselden (6 t/da) ise 293.5 ppm ile en yüksek NO₃-N birikimi elde etmişlerdir. Ayrıca, organik gübre uygulamaları marul yapraklarında N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn içeriklerini önemli düzeyde arttırmıştır.

Altunlu, (2021) sera koşullarında yürütülen çalışmada, 4 farklı dozda vermikompost (0, 100, 200 ve 400 kg/da), 2 farklı dozda mikrobiyal gübre (M⁻ ve M⁺) ve kimyasal gübre uygulaması yapmıştır. Deneme sonucunda baş salata yetiştiriciliğinde 400 kg/da vermikompost ve mikrobiyal gübre uygulamasının kimyasal gübreleme ile aynı düzeyde bitki gelişim sağladığını tespit etmiştir. Ayrıca, renk (yaprak rengi L, a, b, croma, hue), ve kalite parametrelerinin baş ağırlığı (g/bitki), toplam verim (kg/m²), baş boyu (cm), baş çapı (cm), baş yaş ağırlığı (g), pH miktarı, SÇKM (suda çözünebilir kuru madde) (%), Vitamin C miktarı (mg 100 g⁻¹) gübre uygulamasına göre daha iyi düzeyde olduğunu ve nitrat birikiminin (mg/kg) ise önemli ölçüde azaldığını belirlemişlerdir.

Hossain ve Ryu, (2017) marul üretimi için uygun dozu belirlemek amacıyla 3 farklı dozda (6,5, 13, 26 t/ha) organik gübre ve önerilen dozda kimyasal gübre uygulaması yaptıkları çalışmalarında, 13 t/ha uygulamasının toprakta bulunan ağır metalleri azalttığını, marulun verim ve kalite özelliklerine pozitif etki yaptığını belirterek kimyasal gübreleme olmadan da üretim yapılabileceğini bildirmişlerdir.

Geneva vd. (2021)'nın sağlıklı gıdalara yönelik artan tüketici talebi ve organik tarımın hızla yaygınlaşması sürecinde, sebzelerin potansiyel doğal antioksidan kaynağı olarak önemini açıkça göstermek ve bu ürünlerin insan diyetindeki oranını artırmak amacıyla yapmış oldukları çalışmada; Batavia tipi Maritima çeşidi, Lolo Rossa tipi Tuska çeşidi ve baş marul tipi Winter butterhead çeşidi olmak üzere üç marul çeşidi kullanarak sonbahar döneminde denemeyi yürütmüşlerdir. Kuş gübresi temelli (Italpollina), sığır, at ve tavuk gübresi karışımı temeli (Arkobaleno), kırmızı Kalifornia solucanı temelli (Lumbrikompost) ve farklı mikroorganizmaların karışımından oluşan (Ekoprop NX) dört farklı organik gübre uygulanan bitkiler ile, NPK gübresinin yanı sıra gübre uygulanmayan bitkileri kıyaslamışlardır. Süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (APX), guaiakol peroksidaz (GPO), toplam fenol ve toplam flavonoid içeriğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar, antioksidan enzim aktivitesinin marul tipi ve kullanılan gübrelerden etkilendiğini ve yüksek antioksidan içeriğe sahip marul yetiştiriciliği için doğal ve mikrobiyal gübrelerin kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Dudaş vd. (2016) Adriyatik kıyısında yaptıkları çalışmada kışın, özellikle ısıtılmayan bir plastik tünelde marul üretiminin, uzun süre gerektirdiğini, daha düşük baş

kütlesi ve verim elde edildiğini bildirmişlerdir. Bu koşullarda, bitki aktivatörü olan Bio-algeen S-90 ve Megagreen'in geleneksel kış marul çeşidi 'Four Seasons' üretimi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bitki aktivatörlerinin marulun bitki gelişimini ve verimi olumlu etkilediğini ve pazarlanamayan bitki sayısında azalma sağladığını belirlemişlerdir. Kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında, Bio-algeen S-90'nın bitki boyunu %61.5 oranında, Megagreen'in ise %60.9 arttırdığını bulmuşlardır. Ayrıca, yaprak sayıları bakımından Bio-algeen S-90'in %47.7, Megagreen'in %37.2 oranında arttırıcı etkisi olduğunu, baş kütlesinin ise kontrole göre Bio-algeen S-90'da %30.3, Megagreen uygulamasında ise %25.0 daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir. Yapılan diğer analizler sonucunda ise, Megagreen uygulaması karotenoid ve klorofil miktarına önemli katkı sağlarken, Bio-algeen S-90 uygulaması C vitamini (17.38 mg/g) ve kuru madde miktarının (%5.93) artışında etkin rol oynamıştır. Her iki uygulama sonucunda marul bitkilerinde düşük nitrat içeriği tespit edilmiştir.

Draghici vd. (2016) 2014-2015 yılları arasında, marul yetiştiriciliği için Besleyici Film Tekniği (NFT- Nutrient Film Technology) kullanılarak yaptıkları çalışmada, üç farklı marul çeşidi kullanmışlardır. Markies, Lollo bionda ve Lollo rosa çeşitlerine iki organik ve bir kimyasal olmak üzere üç çeşit gübre uygulaması yapılmıştır. Organik gübre Organic Grow şu özelliklere sahiptir: NPK oranı: 8: 3: 3; mikro elementler: azot (toplam miktar): 82.2 g/l, fosfor: (P₂O₅) 30.3 g/l, potasyum (K₂O) 32.1 g/l, bor 7 mg/l, kalsiyum 390 mg/l, bakır 2 mg/l, demir 120 mg/l, magnezyum 850 mg/l, mangan 15 mg/l, çinko 12 mg/l, sodyum 16.6 g/l, sülfürler 0.4 g/l, pH 6,00 şeklindedir. Bio Leafez, NPK oranı 8: 3: 3 ve mikro elementlere sahip organik gübre. 2.4:0.9:3.4 NPK oranına sahip formülasyondadır. Kimyasal gübreleme için ise NPK oranı 4-1-2 olan Universol Green ürünü kullanılmıştır. Çözelti pH seviyesi sürekli olarak 6.00'da tutulmuştur. Marul bitki büyümesi üzerine biyometrik ve biyokimyasal ölçümler yapılarak, bitkisel faktörler arasındaki korelasyonlar belirlenmiştir. Yaprak oluşum dinamikleri, marul yaprak büyüme hızı, bitki çapı ve kütlesi üzerinde gözlemler ve ölçümler yapılmıştır. Çalışma sonucunda, bitki gelişimi ve yaprak sayısında artış meydana gelmiştir. Araştırılan tüm marul çeşitleri için toplam bitki kütlesi, kimyasal gübre uygulaması yapılan bitkilere kıyasla organik gübre uygulamalarında daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Organik gübreleme etkisi altındaki bitkilerin biyokimyasal içeriğinin üstün olduğu kanıtlanmıştır.

Chohura ve Kolota (2009), 2006-2008 yıllarında yürüttükleri çalışmada, Casabella (Lollo Bionda) ve kırmızı yapraklı Klausia (Lollo Rosa) marul çeşitleri kullanılmıştır. İlk olarak, fide dikiminden önce toprakta gerekli N seviyesini oluşturmak için üç farklı (50, 100 ve 150 mg N·dm⁻³) seviye nitrojen dozu uygulanmıştır. Denemenin ikinci aşamasında ise kimyasal bileşim açısından farklı azot formları içeren 4 farklı azotlu (amonyum nitrat %34 N-[NH₄NO₃], kalsiyum nitrat %15.5 N-[Ca(NO₃)₂·xH₂O+NH₄NO₃], amonyum sülfat %20,0 N [(NH₄)₂SO₄] ve ENTEC %26 N-[NH₄NO₃+(NH₄)₂SO₄+%0.8 DMPP] gübre uygulaması yapmıştır. Yeşil yapraklı Marul (Casabella) bitkileri için en iyi azot kaynakları, kalsiyum nitrat ve amonyum sülfatın aksine, gübrelemeyi daha etkin kılan ENTEC 26 ve amonyum nitrat gübreleri olmuştur. Bu uygulamalarda casabella bitkilerinde daha yüksek marul verimi elde edilmiştir. Kullanılan azotlu gübrenin türünden bağımsız olarak, topraktaki azot konsantrasyonunun 50 mg N·dm⁻³'ten 100 mg N·dm⁻³'e yükseltilmesi sonucunda pazarlanabilir marul veriminde önemli bir artış elde edilmiştir. 150 mg N·dm⁻³'te bu verim, 100 mg N·dm⁻³'tekine benzer bir seviyede seyretmiştir. Kademeli olarak daha yüksek nitrojen dozlarının

kullanılması, kuru ağırlık içeriğinin azalmasına ve marul yapraklarında daha düşük toplam ve indirgen şeker seviyelerine neden olduğu saptanmıştır. Verim artışı ve kalitesi ile ilgili olarak, yaprak marul için toprakta önerilen azot konsantrasyonun 100 mg N·dm⁻³'ü geçmemesinin yeterli olacağı belirlenmiştir.

Zapata-Vahos vd. (2020) bu çalışmada, serada hidroponik sistemde üretilen yeşil ve kırmızı yapraklı marulların antioksidan içerikleri, Kolombiyalı çiftçiler tarafından geleneksel yetiştirme yöntemleri kullanılarak üretilenlerle karşılaştırılmıştır. En iyi sonuçlar geleneksel üretimden elde edilmiştir. FRAP (Ferric ion reducing antioxidant power – demir iyonu indirgeyici antioksidan güç) ($655,3 \pm 82.6$ mgAAE 100g⁻¹), ABTS (3-etil-bezotiazolin 6 sülfonat - Troloks Eşiti Antioksidan Kapasite Yöntemi) (17.8 ± 6.9 mmolTE 100g⁻¹), toplam fenoller (680.2 ± 69.3 mgGAE 100g⁻¹) ve antosiyanin (126.2 ± 6.9 mgC3G 100g⁻¹) için en yüksek değerler kırmızı marulda elde edilmiştir. Yeşil marul için, DPPH (2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil- Radikal Söndürücü Kapasite Yöntemi)'nin en fazla antioksidan aktivitesi ($20,7 \pm 5.6$ mmolTE 100g⁻¹) ölçülmüştür. Araştırmacıların yaptıkları analizler, kırmızı yapraklı marulun daha yüksek antioksidan kapasite sahip olduğunu göstermiştir.

2.2. Bitki Aktivatörleri

20. yüzyılın ikinci yarısında yaşanan hızlı nüfus artışı, beslenme, giyinme gibi temel insan ihtiyaçlarına olan talebin artmasına neden olmuştur. Bu durum modern tarımın evriminde itici güçlerinden birisidir. Bu dönemde yakalanan yüksek verim sentetik pestisitler, kimyasal gübreler ve yeni çeşitlerin kullanımı ile gerçekleşmiştir. Tarımsal ekonominin kimyasal pestisit ve gübrelere bağlı olarak gelişmesi çok sayıda çevre problemine neden olmuş ve beraberinde hala çözüm bekleyen soruları da getirmiştir (Huang ve Wu 2009). Günümüzde, enerji kıtlığı, küresel ısınma ve çevre kirliliği gibi birçok uzun vadeli krizle karşı karşıya olduğumuz için "tarımsal sürdürülebilirlik" terimi modern tarımda bir norm haline gelmiştir. Çevresel ve ekolojik sorunlar tarımı etkilemeye devam etmektedir. Bu nedenle, tarımsal üretim için geliştirilen tüm teknolojiler ekonomik olarak uygulanabilir, ekolojik olarak zararsız, çevresel olarak güvenli ve toplumsal olarak kabul edilebilir olmalıdır (Huang ve Hsu 2003). Organik tarımın yanı sıra konvansiyonel üretimde uygulanabilecek ve böylece kimyasal girdinin azalmasını sağlayacak ve sürdürülebilir gıda üretimini destekleyecek yöntemlerin arayışı devam etmektedir. Bu yöntemlerden biri olarak bitki gelişimi esnasında bitkinin büyümesini, verimliliğini, ürün kalitesini ve stres kaynaklarına toleransını destekleyen uygulamalardan birisi olan bitki aktivatörleri ile yapılan çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Resmî gazetede yayımlanan tanıma göre (Anonim 2017); bitki aktivatörlerinin, zararlı organizmalara ve/veya stres koşullarına karşı doğrudan etkili olmadığı ancak bitkilerin doğal savunma sistemini aktive eden maddeleri içerdikleri bildirilmiştir. Araştırmacılar, bitki aktivatörleri için farklı tanımlar yapmışlardır. Vidyashekar (2004), salisilik asidin aracılık ettiği sinyal iletim yolu aracılığıyla bitkilerde savunma genlerini aktive eden kimyasallardır şeklinde tanımlamıştır. Mutton vd. (2007), biyoregülatörlere benzer etki gösterebilen ya da fitohormon sentezini teşvik edebilen preparatlar olarak ifade ederken, Castro ve Pereira (2008), bitkilerin büyümesi üzerinde etkisi olan, bitkinin DNA transkripsiyonunu, gen ekspresyonunu, membran proteinlerini, metabolik enzimlerini ve mineral alımını etkileyebilen karmaşık organik maddeler olarak tanımlamışlardır. Castro vd. (2009)'nın yaptığı bir diğer tanımda ise, daha yüksek su emilimi ve iyon transportunu sağlayan genlerin ekspresyonunu ya da primer ve sekonder metabolizmayı aktive ederek bitkinin

daha hızlı büyümesini ve verimliliğini arttıran tarımsal kimyasallar olarak ifade edilmektedir.

Bitki aktivatörleri, sistemik kazanılmış direnci (SAR) aktive ederek, bitkileri dirençli hale getirmektedir. Bitki aktivatörleri, pestisit veya antibiyotik aktiviteye sahip olmadığı için insan sağlığı ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri minimum düzeydedir (Sreeja 2014). Salisilik asit (SA) ve patogeneze ile ilgili proteinlerin (PR'ler) birikimine dayanan SAR mekanizmasını aktive eden bitki aktivatörleri, biyotik stres faktörlerine karşı yaygın olarak kullanılmaktadır. Sistemik kazanılmış direnç (SAR), bitkileri patojenlerin saldırılarına karşı savunmada önemli bir rol oynayan uyarılabilir bir savunma mekanizmasıdır. Bu mekanizma patojenin bitki tarafından tanınmasına ve ardından bitki savunmasının aktivasyonuna yol açan sinyal iletimi olaylarına dayanmaktadır.

Patojenin enfekte ettiği alanda lokal olarak, bitkinin enfekte olmamış kısımlarında ise sistemik olarak direnç meydana gelmektedir. Bitkinin enfekte olmamış kısımlarda direnç mekanizmalarının aktivasyonunda yer alan bir veya birkaç transloke sinyalin üretimi gerçekleşir ve böylece, bitki bir patojen saldırısıyla ikinci kez karşılaştığında savunma yanıtlarını daha hızlı ve daha güçlü bir şekilde etkinleştirmek için duyarlı hale gelmiş olur. Bitkinin enfekte olan kısmında, nekroz, hücre duvarı lignifikasyonu, papilla oluşumu veya çeşitli patogeneze ile ilgili proteinlerin (PR'ler), β -1,3-glukanazların indüksiyonu meydana gelmektedir. Tütün ve Arabidopsis'deki SAR iyi karakterize edilmiştir ve bir dizi patogeneze ile ilgili (PR) gen, SAR işaretleyici genler olarak tanımlanmıştır. PR proteinleri sadece patojen saldırılarında değil, yüksek osmotik basınç gibi diğer stres koşullarında da sentezlenmektedir. Salisilik asitin (SA), SAR cevabının oluşumu için gerekli bir endojen sinyal olarak tanımlanmasının ardından, onu taklit edebilen sentetik kimyasalları tanımlamak için yoğun bir araştırma başlatılmıştır.

Bitki aktivatörleri arasında en önemlileri asibenzolar-S-metil, 2,6-dikloroizonikotinic asit, β -aminobütirik asit, probenazol, salisilik asit, riboflavin, proheksadiyon-Ca, potasyum fosfonat, harpin ve metil jasmonattır. Dışarıdan uygulanan poliakrilik asit, asetil salisilik asit, salisilik asit gibi kimyasal maddelerin bitkilerde direnç mekanizmasını uyardığı belirlenmiştir (Ryals vd. 1992; Yasuda 2007; Sreeja 2014). Bünyesinde bitki gelişimini teşvik eden kök bakterileri, mikoriza, mikroalg gibi mikroorganizmaları tek başına ya da mineral madde, vitamin, bitki ekstraktı gibi maddeler ilave edilerek oluşturulan biyolojik kökenli bitki aktivatörleri (Dayan 2020), hem organik tarımda hem de konvansiyonel tarımda kullanılabilirlikleri açısından araştırılmalıdır.

2.2.1. Yaygın olarak kullanılan bitki aktivatörleri

Bitki aktivatörleri hem dünyada hem de ülkemizde daha çok yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Ülkemizde üreticiler bu preparatlar için “bitki desteği” ifadesini kullanmaktadırlar. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın resmî sitesinde yer alan ruhsatlandırılmış bitki aktivatörleri, sıvı ve ıslanabilir toz formları olarak sınıflandırılmıştır (Çizelge 2.2). 12.10.2009 tarihinde yayımlanan 27347 sayılı yönetmelik Bitki Koruma Ürünlerinin Ruhsatlandırılması Hakkında Yönetmelik gereği bitki aktivatörlerinin ruhsat alınabilmesi için gerekli olan belgeler mevcuttur (Tarım ve Köyşleri Bakanlığı 2009).

Çizelge 2.2. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından ruhsatlandırılmış bitki aktivatörleri

Bitki aktivatörü	Aktif madde	Ruhsat tarihi	Formulasyon
Crop-Set	893,80 g/l <i>Lactobacillus acidophilus</i>	07.07.2003	SL (Suda Çözünen Konsantre)
ISR 2000	855,81 g/l <i>Lactobacillus acidophilus</i>	30.09.2003	SL (Suda Çözünen Konsantre)
Auxigro Wp	%29, 2 Gammaaminobutyric Acide + %29,2 Glutamic Acid	24.05.2004	WP (Islanabilir Toz)
Grain-Set	960,96 g/l <i>Lactobacillus acidophilus</i>	20.01.2006	SL (Suda Çözünen Konsantre)
Soil-Set	781,18 g/l <i>Lactobacillus acidophilus</i>	20.01.2006	SL (Suda Çözünen Konsantre)
Green Miracle	%80 Sebze Yağ Asitleri	01.04.2008	EC (Emülsiye Olabilen Konsantre)
Sojall Vitanal	751,05 g/l <i>Lactobacillus acidophilus</i>	19.08.2009	SL (Suda Çözünen Konsantre)
Silamol	28,9 g/l Silisik Asit	25.11.2010	SL (Suda Çözünen Konsantre)
ProAlexin™ PNA002	%3 Biflavonoid komp., %22 Palm Çekirdeği Yağı, Diğer: (%30 Gliserin, %12 Sitrik asit, %33Demiralize su)	21.11.2011	SL (Suda Çözünen Konsantre)
Messenger Gold Gold	%1 Harpin Protein	25.11.2011	WG (Suda Dağılabilen Granül)

2.2.2. Bitki aktivatörlerinin bitkisel üretimde kullanımı

Dengeli bir ekosistemde sürdürülebilir yaşamın bilincinde olan üretici ve tüketiciler, doğayı tahrip etmeyen metotlarla üretilen, insanlarda toksik etki oluşturmayan tarımsal ürünleri üretmeyi ve tüketmeyi tercih etmeye başlamışlardır. Başlangıç aşamasında sadece bitki koruma ürünü olarak araştırmalarda yer alan bitki aktivatörlerinin, son yıllarda bitki gelişimi, abiyotik stres koşullarına tolerans, verim ve kalite nitelikleri üzerine fizyolojik etkileri pek çok bitki türü için araştırılmaya değer bir konu haline gelmiştir. Özellikle son yıllarda hem organik hem de konvansiyonel üretime yönelik olarak etkin kullanılabilecek bitki aktivatörlerinin bulunmasından dolayı, bu preparatlara olan ilgi ve odak artarak bu konu ile ilgili birçok çalışma ve araştırma literatürde yer almaya başlamıştır. Ancak yapılan çalışmalar yeterli olmamakla birlikte, marulda yapılan çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Bu konuda daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Dayan (2020), bitki aktivatörü olarak; Crop-Set, etkin mikroorganizmalar, Endo Roots Soluble, Vitormone-Plus Drip, Bacillus subtilis, Bacillus megatorium,

Azospirillum spp ve Spirulina platensis, organik gübre olarak; Ekocompost, Çamlı botanica sıvı organik gübre ve Zincon kullanmış ve bu gübrelerin Matador ıspanak çeşidinin verim ve kalite özellikleri üzerine etkilerini belirlemiştir. Çalışma sonucunda, bitki aktivatörlerinin organik gübre ile birlikte uygulandığı zaman daha iyi sonuç alındığını belirlemiştir. En yüksek verimi (136.31 kg/da) Crop-Set ve organik gübrenin birlikte uygulandığı parselden elde etmiştir. Elde edilen verim, sadece organik gübre uygulanan ya da konvansiyonel yetiştiricilik yapılan parsellerden daha yüksek olmuştur.

Anonim (2000), yaptığı çalışmaya göre Crop-Set bir çöl bitkisi olan Yukka'nın yapısında bulunan saponin içermektedir. Saponin doğal bir kimyasal madde olup bitkilerin hastalıklara karşı direncini artırmaktadır. Saponin özellikle patatesten erken ve geç yanıklığa, tahıllarda ve salatalıkta ise tüm mantari hastalıklara karşı uyarıcı etkisi göstererek bitkilerin sistemik direncini hastalık öncesinde arttırmaktadır

Anonim (1995) tarafından yapılan bir araştırmada ise Record patates çeşidinde Crop-Set'in uygulanış zamanı ve şeklinin etkisi araştırılmıştır. A, B, C olmak üzere 3 parsel belirlenmiş ve A parseline 600 ml/ha Crop-Set yumru oluşum döneminin başında uygulanmıştır. B parseline 300 ml/ha Crop-Set yumru oluşum döneminin hemen başında ve 300 ml/ha Crop-Set ise yumrular 2 cm olunca uygulanmıştır. C parseli ise kontrol olarak bırakılmıştır. A parselden 49.42 t/ha, B Parselinden ise 46.11 t/ha verim alınmıştır. Bunlar C parselinin veriminden (39.37 t/ha) sırasıyla %23.6 ve %15.4 daha fazladır. Sonuç olarak da Crop-Set' in yumru oluşum döneminin başında 600 ml/ha olarak uygulanması önerilmiştir.

Koca (2003), patates yetiştiriciliğinde bitki aktivatörlerinin etkileri araştırdığı çalışmada, iki farklı dozda ISR 2000 ve Crop-Set kullanmıştır. Parsel verimi normal doz uygulamasında %26 ve yüksek doz uygulamasında %8 artış göstermiştir. Normal doz uygulamasında 50 mm'den büyük yumru veriminde %86'luk, bitki boyunda %16'luk ve yaprak sayısında ise %33'lük bir artış olduğunu bildirmiştir.

El-Hady ve Abd-Elhamied (2018), hıyar bitkilerine 3 farklı bitki aktivatörü (chitosan, moringa yaprak ekstraktı, lithovit) ve tavsiye edilen dozun %50, 75 ve 100'ü olacak şekilde NPK gübrelemesi yapmışlardır. Elde edilen veriler, önerilen NPK'nın %100'ünün ve ilave olarak yapraktan 3 g/l NPK ile 3 g/l chitosan uygulamasının verim ve verim bileşenleri açısından en iyi sonucu verdiğini göstermiştir. Vejetatif gelişim parametreleri ve yaprakta N, P, K, toplam şeker, suda çözünabilir kuru madde ve klorofil içerikleri açısından ise önerilen dozda NPK'nın %75'i ile yapraktan NPK uygulamasına ilaveten %10'luk moringa yaprağı ekstraktı uygulaması öne çıkmıştır. Araştırmacılar, üretim maliyetlerinin düşürülmesi, çevre kirliliğinin azaltılması ve insan sağlığının korunması amacıyla; yapraktan NPK uygulaması ve yapraktan moringa yaprağı ekstresi ile önerilen dozun %75'i olacak şekilde toprağın NPK ile gübrenmesini önermişlerdir.

Dilek (2016), Asmada yapmış olduğu çalışmada ISR 2000 ve Herbagreen'in stres faktörlerinin etkin olduğu ortamda klorofil sentezini destekleyici nitelikte etki ettiğini tespit etmiştir. Çalışma neticesinde ortaya çıkan bir diğer bulgu ise; bitki aktivatörlerinin stoma iletkenliğini de arttırdığı yönünde olmuştur.

Demiraslan ve Akı (2015), *Capsicum annuum* L. *grossum* ve *longum* da Auxi Gro ve Crop Set uygulamalarının *in vitro* ve *in vivo* koşullarda etkinliklerini belirlemeyi

amaçlamışlardır. Crop-Set bitki aktivatörü, (0.6-1.2-2.4 ml/L) yaprağa püskürtülerek uygulanmış olup, Auxigro bitki aktivatörü yine aynı uygulama yöntemi ile (0.3-0.6- 1.2 g/L) bir hafta ara ile iki kez püskürtülerek uygulanmıştır. Bitki aktivatörlerinin ikinci uygulamasından 24-48-72 saat sonra in vivo ve in vitro koşullarda yetiştirilen her iki uygulama için protein ve peroksidaz [EC 1.11.1.7] düzeylerinin değişimi karşılaştırılmıştır. Araştırmacılar, *in vitro* koşullarda yapılan uygulamanın bitki de toplam protein miktarını arttırdığını ve bu artışa paralel olarak bitki gelişiminin olumlu etkilendiği bildirmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, her iki bitki aktivatörünün de maruz kalma süresine göre her iki bitki çeşidinde POX aktivitesini önemli ölçüde arttırdığını belirlemişlerdir.

Karavaş (2002), biber bitkisinde yaptığı çalışmada, ISR 2000 ve Crop-Set uygulamalarında klorofil a, klorofil b, karotenoid ve stoma indeksleri, hastalıksız meyve sayısı ve meyve boyu gibi faktörler yönünden artış sağlandığı saptamıştır. Bir başka çalışmada ise, Crop Set'in hıyar bitkisinde meyve sayısında elde edilen artışa bağlı olarak, verimi %34'e varan oranlarda arttırdığı tespit edilmiştir (Dereboylu ve Tort 2010).

Özfidan (2005), tuz stresine maruz bırakılan domates fidelerine ISR 2000 uygulamıştır. Aktivatörün fidelerin vejetatif gelişimini ve antioksidan enzim kapasitesini arttırdığı ve böylece fidelerin tuz stresini tolere edebildiğini belirlemiştir.

Tilly-Mándy vd. 2016, BRT® Evergreen yetiştirme ortamında *Tagetes patula* L. bitkilerine Fainsoil uygulaması yapıldığında bitkilerin yaş ağırlıklarının ve klorofil içeriklerinin arttığı belirlenmiştir.

Ünlü ve Padem (2010), Joker F1 oturak domates çeşidinde 4 farklı dozda (0-7-14-21 m³/da) keçi gübresinin organik ve konvansiyonel yetiştiricilikte karşılaştırılması üzerine yürüttükleri çalışmalarında, Crop-Set ve ISR 2000 bitki aktivatörleri, Bionem ve Natural Bioplasma mikrobiyal gübreleri ve bunların kombinasyonlarını uygulayarak besin maddesi alımına etkilerini araştırmışlardır. Azot ve potasyum değerlerinin iki dönem ortalamalarında en yüksek azot değerini 21 m³/da çiftlik gübresi dozunun Crop-Set+Bionem (%3.65) uygulamasında, potasyum değerinin en yüksek değerini 7m³/da çiftlik gübresi dozunun Crop-Set+Natural Bioplasma (%20.13) uygulamasında en düşük değeri ise 21 m³/da çiftlik dozunun kontrol (%17.00) uygulamasında elde etmişlerdir. Magnezyum, fosfor ve kalsiyum içeriklerinin çiftlik gübresinin dozuna bağlı olarak artış gösterdiğini, magnezyum içeriği açısından ISR 2000 (%3.38), fosfor içeriği için Natural Bioplasma (%2.33) ve kalsiyum içeriği için ISR 2000+Natural Bioplasma (%36.02) uygulamalarının, 21 m³/da çiftlik gübresi tatbik edilen parsellerde saptandığını belirtmişlerdir.

Ünlü vd. (2017), biber bitkisinde kontrol, konvansiyonel ve organik yetiştiriciliği karşılaştırdıkları çalışmalarında organik yetiştiricilikte Crop-Set, Soil-Set ve Manda 31 bitki aktivatörlerini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda, verim açısından konvansiyonel tarımdan sonra en yüksek verimin (24.6 t/ha), en yüksek meyve ağırlığının (12.54 g), en yüksek meyve çapının (14.92 mm), en yüksek meyve boyunun (17.14 cm) Soil-Set uygulamasında elde edildiğini belirtmişlerdir. Biberde meyve fiziksel özelliklerinin yanında klorofil içeriği kontrole göre tüm uygulamalarda artış göstermiş en yüksek klorofil içeriği Crop-Set (2.50) uygulamasında tespit edildiğini bildirerek, bitki aktivatörü uygulamalarının organik biber yetiştiriciliğinde kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Ünlü vd. (2017), Joker domates çeşidinde yürüttükleri 2 yıllık çalışmalarında, dikim öncesinde sığır gübresi ve bitkisel protein kaynaklarının fermentasyonu ile üretilen Biofarm Humus organik gübresini toprağa 0-125-250 kg/da olacak şekilde uygulamışlardır. Kontrol ve konvansiyonel gruplar ile kıyaslamak amacıyla Crop-Set, Soil-Set ve Manda 31 bitki aktivatörleri uygulamışlardır. 125-250 kg/da Biofarm uygulamasının 0 kg/da Biofarm uygulanan parsellere göre her iki yılda da domates yapraklarındaki N, P, Ca, Mg ve Fe içeriklerini arttırdığını, uygulanan bitki aktivatörlerinin de, 250 kg/da Biofarm uygulamasında Manda 31 bitki aktivatörünün 2. yıl yetiştiriciliğinde en yüksek Ca (4.53) miktarı, 250 kg/da Biofarm gübresinde Soil-Set bitki aktivatörünün 1. yıl en yüksek Mg (0.54) içeriği gibi elde ettikleri yüksek veriler doğrultusunda domates yapraklarındaki N, P, K, Ca, Mg, ve Fe içeriğini kontrol gruplarına göre arttırdığını bildirmişlerdir.

Ünlü ve Göktekin (2016), yeşil gübre, çiftlik gübresi ve organik madde uygulanmayan üç farklı organik madde uygulamasına kontrol, Crop-Set bitki aktivatörü, Bionem mikrobiyal gübre, Crop-Set+Bionem ve konvansiyonel uygulamalarının etkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, kontrol grubuna göre diğer tüm uygulamaların verimi arttırdığını, en yüksek verimin konvansiyonel (7.98 t/da) uygulamasında, en düşük dekara veriminde kontrol (4.97 t/da) uygulamasında olduğunu belirtmişlerdir.

Ünlü vd. (2018), organik, konvansiyonel ve kontrol uygulamaları ile yetiştirilen pırasaların yaprak ve yalancı gövdelerinin verim, verim parametreleri ve besin içeriklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, organik yetiştiricilikte Crop-Set, Soil-Set ve Manda 31 bitki aktivatörlerini kullanmışlardır. Ortalama verileri ele aldıklarında en yüksek verimi konvansiyonel uygulamasında elde ederlerken, kontrol grubunun en düşük verim veren uygulama olduğu bildirmişlerdir. Bitki aktivatör uygulamalarından ise SoilSet (6.2 t/da) uygulamasının en yüksek verimin elde edildiği bitki aktivatörü olduğunu belirtmişlerdir. Bitki ağırlığı (186.26 g) ve bitki uzunluğunda (115.5 cm) Soil Set uygulamasının verimde olduğu gibi en yüksek istatistik değeri veren bitki aktivatörü olmuştur. Bitki aktivatörü uygulamalarının yalancı gövde uzunluğu ve çapı üzerine de etkili olduğu yalancı gövde uzunluğu açısından Manda 31 (42.7 cm) uygulamasının ön plana çıktığını ve kullanılan bitki aktivatörlerinin bitkilerin besin element içerikleri üzerinde de olumlu etkileri olduğu ortaya koymuşlardır.

Bir nitroguanidin türevi olan ve genellikle zararlı kontrolü için yaygın olarak kullanılan thiomethoxam aynı zamanda bitki büyümesini de arttırmaktadır. Bu bileşiğin bitki aktivatörü olarak kullanıldığı bir çalışmada şeker kamışının verimliliği üzerinde olumlu etki yaptığı tespit edilmiştir (Mutton vd. 2007). Ayrıca, Thiomethoxam'ın, domates, soğan (Tunes vd. 2018) ve çeltik (Almeida vd. 2011) tohumlarının fizyolojik performanslarını artırıcı rol oynadığı belirlenmiştir. Benzer sonuçlar havuç tohumlarında da alınmış olup, su stresi altında havuç tohumlarının fizyolojik performansında artış sağlanmıştır (Almeida 2008).

Jablonskytė-Raščė (2012), yapmış olduğu çalışmada, bitki aktivatörü olarak kullandığı Biokal 01'in, *Triticum aestivum* L. türünde protein içeriğini %2.1, gluten içeriğini ise %2.6 oranında yükseldiğini tespit etmiştir. Aynı çalışmanın bir diğer sonucu olarak; kışlık bir buğday türü olan *Triticum spelta* L.'da bitki aktivatörü uygulamasının gluten oranını %15.4 artırdığı bildirilmiştir.

Harpin, bitki aktivatörü hammaddesi olarak bilinen, farklı bitki türlerinde hastalık direnci oluşmasını sağlayan bir maddedir. Özellikle domates bitkisinde hücre duvarı biyosentezi, fotosentez, hücre membranından madde taşınması, sinyal iletimi ve stres cevabının oluşumu gibi olaylarda harpinin aktive edici bir etkisi bulunmaktadır. Chuang vd. (2010)'nın, domates bitkisinin yapraklarına spreyleme yöntemiyle biyoaktivatör olarak, içeriğinde harpin bulunan Messenger Gold uygulaması yaptıkları çalışmada, biyotik ve abiyotik strese cevap oluşumunda görev aldığı düşünülen bazı genlerin aktive olduğunu belirlemişlerdir. Diğer bir Messenger Gold uygulamasında Chianti ve Yedikule marul çeşitlerinde hastalık gelişiminin (*Botrytis cinerea*) azaldığı görülmüştür (Eser 2016).

Artyszak ve Gozdowsk (2020), şeker pancarında mineral azot gübrelemesini azaltmak amacıyla bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler içeren ve içermeyen büyüme aktivatörlerinin uygulamasını uygulamışlardır. Elde edilen sonuçlar, *Azotobacter chroococcum*, *Azospirillum brasilense* ve *Bacillus megaterium* bakterilerini içeren Penergetic (K + P) ve Azoter büyüme aktivatörlerinin kullanılması ile, biyolojik ve saf şeker veriminde bir azalma olmadan mineral azot uygulamasını %30 oranında azaltmanın mümkün olduğunu kanıtlamıştır.

Kabak, hıyar, kavun (Velkov ve Petkova 2014), marul (Ugrinović vd. 2011) ve buğday (Prifti ve Maçi 2015) bitkilerinde yapılan çalışmalarda Herbagreen uygulamasının verime katkı yaptığı ve bitkilerin verimliliğini “klasik” gübrelemeye göre yaklaşık %30 arttırdığı ifade edilmiştir.

Stres koşullarında bitki aktivatörü etkinliğinin araştırılmasını amaçlayan bir çalışmada, tuz stresine maruz bırakılan domates bitkilerine bitki aktivatörü olarak Stubble-Aid uygulaması yapılmıştır. Bitkilerin yapraklarına spreyleme yöntemiyle bitki aktivatörü uygulanmış ve yapraklarındaki oransal su içeriği, klorofil flüoresansı, stoma iletkenliği ve toplam protein içeriği üzerine tuz stresinin yapmış olduğu olumsuz etkilerin bitki aktivatörü uygulaması ile azaldığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak bu bitki aktivatörünün tuz stresine toleransı artırdığı bildirilmiştir (Sekmen vd. 2005). Stubble-Aid'in gerek sera gerekse tarlada yetiştirilen domates ve biber bitkilerinde toprak kaynaklı hastalıkların kontrol edilmesinde entegre bir önlem olarak kullanılabileceği bir diğer çalışma ile ortaya konmuştur (Tosun ve Turkusay 2004).

Bitki aktivatörlerinin kompost gibi farklı materyallerle birlikte kullanıldığı çalışmalar da bulunmaktadır. Toprak yapısının iyileştirilmesi, bitkilerden yüksek verim elde edilmesi ve kimyasal gübrelere bağımlılığı azaltan bir uygulama olan kompostlama, bakteri, mantar, aktinomised ve protozoa gibi farklı organizmaların aktiviteleri sonucu oluşmaktadır. Fakat organik materyallerdeki karbonun ayrıştırılması özellikle heterotrofik mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilir (Singh 1987; Singh vd. 2006). Örneğin çeltik sapının kompost yapımında kullanıldığı bir çalışmada bu kompostun içerisine farklı mikroorganizmalar bulunan 3 farklı bitki aktivatörü (Promi, EM 4, BeKa) ilave edilmiş ve Promo uygulamasının dane verimini ve ağırlığını arttırdığı belirlenmiştir (Barus 2012). De Giorgio vd. (2008), makarnalık buğdayla yaptıkları çalışmada bitki aktivatörü olarak mikoriza, *azospirillum* ve ikisini kombine olarak kullanmışlardır. Sonuç olarak özellikle mikoriza uygulamasının lif içeriğini azaltırken selüloz içeriğini arttırdığını bildirmişlerdir. Tüm literatür taramaları son yıllarda verim ve kalite üzerine bitki aktivatörlerinin etkisinin pek çok çalışmaya konu olduğunu göstermektedir. Yaprağı

tüketilen ve ekonomik önemi yüksek olan marul bitkisinde yapılmış yeterli araştırmanın olmaması ve marulun tüm dünyada yaygın olarak tüketilen bir sebze türü olması bitki aktivatörlerinin marulda verim-kalite üzerine etkilerinin araştırılmasını önemli kılmaktadır.



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Bitkisel materyal

Marul (*Lactuca sativa* L.), yaprağı yenen, kalorisi düşük olan ve iştah açıcı sebzelerden biridir. Protein ve yağ oranları oldukça azdır ve nişasta içermezler. Oldukça iyi bir A ve C vitamini kaynağıdır. Yapraklarında antosiyanin içeren renkli yapraklı tipler bulunmaktadır, bunlar karotenoidlerce zengindir (Eşiyok 2012). *Lactuca sativa* var. *crispa* türüne ait Lollo rosso tipi, renkli yapraklı türlerden biridir. Lollo rosso, kırmızı ve kalın yapraklı, baş yapısı homojen, ortalama baş ağırlığı 100-200 gram olan hem yaz hem de kış yetiştiriciliğine uygun bir marul tipidir. Yetiştirme süresi yaz aylarında ortalama 40 gün kış aylarında ise 60 gündür. Genelde kırmızı marullar antioksidan içeriği ve fenolik madde içeriği olarak diğer kırmızı meyveler gibi yüksek değerlere sahiptir (Caldwel 2003).

Bitkisel materyal olarak Antalya ilinde yaygın olarak yetiştirilen Bacchus marul çeşidi kullanılmıştır. Bacchus kırmızı kıvrıkcık marul çeşidi, orta iri baş yapısında, canlı ve parlak mor yaprak rengine sahiptir. İdeal doku ve yaprak yapısına sahip erkenci bir çeşittir. Çeşit sık yapılı bir gelişim göstermektedir. Yaz, kış, baharlık üretime uygun olan Bacchus çeşidi geniş bir adaptasyon yeteneğine sahiptir. Olgunluk süresi yetiştirme dönemi ve iklim koşullarına bağlı olarak değişmekle birlikte ortalama 45-50 gündür. Marul mildiyösü, marul yaprak biti ve marul kök bitine dayanıklı bir çeşittir (Anonim 2021).

3.1.2. Deneme alanının toprak özellikleri

Toprak analizi hizmet alımı olarak akredite LABEN laboratuvarında yaptırılmış olup Çizelge 3.1.'de analiz sonuçları belirtilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme serasının toprak analiz sonucu

Analiz Parametreleri	Birim	Analiz Sonucu	Değerlendirme
pH	--	7.4	Hafif Alkalin
Kireç	%	37.1	Çok fazla kireçli
Tuz	%	0,043	Tuzsuz
Doygunluk	%	58	Killi tın
Organik Madde	%	3.89	Yüksek
Toplam N	%	0.110	Yeterli
Bitkiye Yararışlı P	kg P ₂ O ₅ /da	124.38	Fazla
Bitkiye Yararışlı K	kg K ₂ O/da	179.2	Fazla
Eksrakte Edilebilir Ca	kg CaO/da	1606.9	Fazla
Eksrakte Edilebilir Mg	kg MgO/da	194.0	Yeterli
Bitkiye Yararışlı Fe	ppm	22.52	Fazla
Bitkiye Yararışlı Mn	ppm	4.05	Fazla
Bitkiye Yararışlı Zn	ppm	4.33	Fazla
Bitkiye Yararışlı Cu	ppm	16.22	Fazla

3.1.3. Yetiştiricilik döneminde sıcaklık değerleri

Sıcaklık değerleri yetiştiricilik yapılan bölge koordinatları için Meteoroloji verilerinden yararlanılmıştır (Çizelge 3.2.).

Çizelge 3.2. Yetiştiricilik döneminde sıcaklık değerleri

Sıcaklık değerleri	AYLAR					
	Kasım 2020	Aralık 2020	Ocak 2021	Şubat 2021	Mart 2021	Nisan 2021
En Yüksek Sıcaklık (°C)	28.2°C	22.5°C	22.3°C	26.8°C	23.3°C	31.5°C
En Düşük Sıcaklık (°C)	4.2°C	5.2°C	1.3°C	6.8°C	1.7°C	6.0°C
Ortalama Sıcaklık (°C)	15.9°C	13.3°C	11.2°C	11.2°C	12.6°C	16.8°C

3.1.4. Bitki aktivatörleri

Araştırmada Tarım ve Orman bakanlığı tarafından bitki aktivatörü olarak ruhsatlandırılmış preperatlardan yedi farklı bitki aktivatörü kullanılmıştır. Bu aktivatörlerin içerikleri Çizelge 3.3.'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Araştırmada kullanılan bitki aktivatörleri ve içerikleri

Bitki aktivatörü	İçeriği
Messenger Gold	%24 Ca ve <i>Erwinia amylovora</i> isimli bakterinin harpin proteinini (Harpin Ea) içermektedir.
ISR 2000	<i>Lactobacillus acidophilus</i> fermentasyon ürünü, Yucca bitki ekstraktı, maya ekstraktı, riboflavin, benzoik asit, nikotinamid ve thiamine içeren doğal bir bileşiktir.
Crop-Set	Organik kökenlidir. Mineral madde ve vitaminlerin birleşimleri ile doğal bir bağlayıcı ve nitrojen (azot) katalizörü içermektedir. İçeriğinde <i>Lactobacillus acidophilus</i> bulunmaktadır.
Sojall Vitanal	İçeriğinde <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Lactobacillus paracasei</i> sıvı fermentasyon ürünü, laktik asit, şeker pancarı melası bulunmaktadır.
Auxigro	İçeriğinde %29.2 oranında gamma aminobutyric acid (GABA) ve %29.2 oranında L-Glutamic acid bulunmaktadır.
Bioguard	İçerisinde Si (OH) ₄ olarak salisilik asit (28g/L) içermektedir.
Maxicrop	Mineral madde bakımından zengin dağ ve kutup suları ve deniz yosunları (<i>Ascomyllum nodosum</i>) bir araya getirilerek elde edilen, organik bir üründür.

3.2. Metot

Deneme 2020-2021 üretim sezonlarında Antalya ilinin, Muratpaşa ilçesinin, Kırcami mahallesinde bulunan yay çatılı plastik bir sera içerisinde gerçekleştirilmiştir.

Marul yetiştiriciliğinde standart olarak belirlenen 192'lik viyollerde fideler yetiştirilmiştir. Yetiştiricilik yapılacak olan seranın rotovator ile toprak işlenmesi yapılmış, toprak işlenmesinden kaynaklanan çukurların giderilmesi amacıyla sürgü çekilmek suretiyle tesviyesi gerçekleştirilmiştir.

Deneme, tesadüfi parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak planlanmıştır. Deneme iki dönem şeklinde gerçekleştirilmiş ve tüm analizler her iki deneme içinde yapılmıştır. Bitki materyalleri çimlenmiş ve gerçek yaprağını oluşturmuş (yaklaşık 30-40 günlük) fidelerden seçilip, her tekerrüre 20 adet fide olacak şekilde 40 cm sıra arası 20 cm sıra üzeri aralıklarında dikilmiştir. Birinci dönem bitkileri 2 Kasım 2020 tarihinde dikilmiş, 12 Ocak 2021 tarihinde hasadı yapılmıştır. Denemenin ikinci dönem bitkileri ise 27 Ocak 2021 tarihinde dikilmiş, 6 Nisan 2021 tarihinde hasadı gerçekleştirilmiştir.

Şekil 3.1. Hasat edilen marul bitkilerinden görünüm



Araştırmada her iki dönemde de aynı yedi farklı bitki aktivatörü önerilen dozlarda, dikimden 10 gün sonra uygulanmaya başlanmış ve 10'ar gün aralıklarla 3 defa şeklinde tatbik edilmiştir (Çizelge 3.1). Bitkiler damlama sulama sistemi kullanılarak sulanmıştır. Analiz yapılacak bitkiler tesadüfi olarak 10 adet bitki örneğinden seçilerek değerlendirilmiştir.

3.2.1. Uygulamalar

Araştırmada kullanılan bitki aktivatörleri önerilen doz ve şekilde uygulanmıştır. Ayrıca bitki aktivatörlerinin etkisini belirleyebilmek amacıyla aktivatör ve sentetik

kimyasal gübre uygulaması yapılmayan kontrol parseli ve konvensiyonel yetiştiricilik yapılan parseller oluşturulmuştur. Aşağıda araştırmada yapılan uygulamalar verilmiştir;

1. **Kontrol:** Herhangi bir aktivatör ve gübreleme programı uygulanmamış bitkilere sadece su verilmiştir.

2. **Uygulama (1):** Messenger Gold bitki aktivatörü fide dikiminden 10 gün sonra başlanıp 10 gün aralıklarla 6g/da olacak şekilde yapraklara spreyleme yoluyla 3 defa uygulanmıştır.

3. **Uygulama (2):** ISR 2000 bitki aktivatörü fide dikiminden 10 gün sonra başlanıp 10 gün aralıklarla 100ml/da olacak şekilde yapraklara spreyleme yoluyla 3 defa uygulanmıştır.

4. **Uygulama (3):** Cropset bitki aktivatörü fide dikiminden 10 gün sonra başlanıp 10 gün aralıklarla 60ml/da olacak şekilde yapraklara spreyleme yoluyla 3 defa uygulanmıştır.

5. **Uygulama (4):** Sojall Vitanal bitki aktivatörü fide dikiminden 10 gün sonra başlanıp 10 gün aralıklarla 60ml/da olacak şekilde yapraklara spreyleme yoluyla 3 defa uygulanmıştır.

6. **Uygulama (5):** Auxigro bitki aktivatörü fide dikiminden 10 gün sonra başlanıp 10 gün aralıklarla 30g/100 L su olacak şekilde yapraklara spreyleme yoluyla 3 defa uygulanmıştır.

7. **Uygulama (6):** Bioguard bitki aktivatörü fide dikiminden 10 gün sonra başlanıp 10 gün aralıklarla 40ml/da olacak şekilde yapraklara spreyleme yoluyla 3 defa uygulanmıştır.

8. **Uygulama (7):** Maxicrop bitki aktivatörü fide dikiminden 10 gün sonra başlanıp 10 gün aralıklarla 70g/100 L su olacak şekilde yapraklara spreyleme yoluyla 3 defa uygulanmıştır.

9. **Uygulama (8):** Toprak analizi de göz önüne alınarak, konvensiyonel yetiştiricilik parseli oluşturulmuştur. Konvensiyonel üretim için bitki dikiminden 3 gün sonra 5 L da⁻¹ olacak şekilde hümkik ve fülvik asit içeren sıvı gübre uygulanmıştır. İlk gübrelemeden 1 hafta sonra 5 litre hümkik ve fülvik asit içeren sıvı gübre ile 5 kg/da olacak şekilde 18-18-18 formülasyonunda N-P-K gübresi uygulanmıştır. İkinci gübrelemeden 1 hafta sonra 5kg/da 18-18-18 formülasyonunda N-P-K gübresi, 2 L/da hayvansal menşeli aminoasit ve 300 gr/da olacak şekilde demir bileşiği içeren bitki besleme ürünü uygulaması yapılmıştır. Üçüncü gübrelemeden 1 hafta sonra 300 gr/da olacak şekilde demir bileşiği içeren bitki besleme ürünü, 5 kg/da 18-18-18 formülasyonunda N-P-K gübresi ve 3 kg/da 0-52-34 formülasyonunda gübre uygulaması yapılmıştır. Bitkilerin hasat olgunluğuna gelmesiyle beraber hasattan bir hafta önce 5 kg/da olacak şekilde 0-52-34 formülasyonundaki gübre birlikte 200 g/da demir bileşiği içeren bitki besleme ürünü verilmiştir.

3.2.2. Kültürel işlemler

Deneme boyunca, bitkilerin sağlıklı büyümeleri ve deneme de homojenitenin sağlanabilmesi amacıyla düzenli olarak sulama ve yabancı ot temizliği yapılmıştır.

3.2.3. Bitki analizleri ve incelenen kriterler

3.2.3.1. **Klorofil ölçümü:** Bitkiler hasat edilmeden önce bitkilerin yapraklarında SPAD500 klorofil ölçüm cihazıyla toplam klorofil miktarı belirlenmiştir.

3.2.3.2. Baş boyu ölçümü (cm): Uygulama farklılıklarına göre ayrı hasat edilen marul bitkilerinin baş boyları kök boğazı ile baş ucu arasından bir cetvel yardımıyla ölçülerek belirlenmiştir.



Şekil 3.2. Bitki baş boyunun cetvel yardımı ile ölçülmesi

3.2.3.3. Bitki yaş ağırlığı (g/bitki): Hasat edilen bitkiler sararmış yaprakları ve kökleri uzaklaştırıldıktan sonra hassas terazide tartılarak bitki yaş ağırlıkları ölçülmüştür.



Şekil 3.3. Bitki yaş ağırlığının belirlenmesi

3.2.3.4. Bitki kuru ağırlığı (g/bitki): Yaş ağırlıkları belirlenen bitkiler kese kağıtlarına konularak etüvde yaklaşık 65 °C de sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutulup hassas terazide tartılarak bitki kuru ağırlıkları ölçülmüştür.



Şekil 3.4. Bitki kuru ağırlıklarının belirlenmesi için örneklerin kese kağıtlarında etüve koyulması

3.2.3.5. Kök uzunluğu (cm): Toprakten çıkarılıp kökleri yıkanıp temizlenen bitkilerde kökün gövde ile birleştiği yer ile saçak köklerin uç kısmı arasındaki mesafe cetvel yardımıyla ölçölüp kök uzunluğu belirlenmiştir.



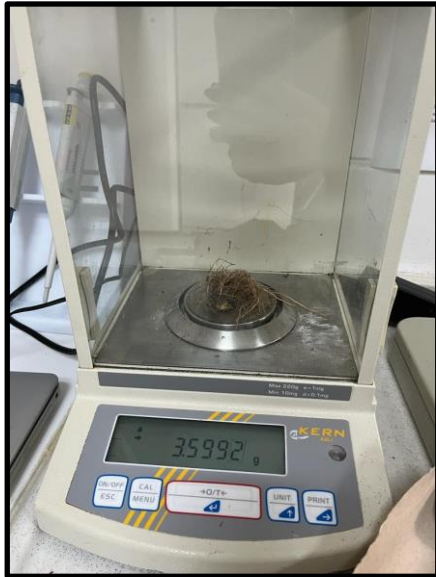
Şekil 3.5. Bitki kök uzunluğunun cetvel yardımı ile ölçölmesi

3.2.3.6. Kök boğazı çapı ölçümü (mm): Uygulamalar arası tekerrürlere göre hasat edilen marul bitkilerinin kök boğazı çapı iki yerden olmak üzere dijital kumpas ile ölçülerek kaydedilmiştir.



Şekil 3.6. Bitki de kök boğazı çap ölçümü

3.2.3.7. Kök yaş ağırlığı (g/bitki): Kök boğazından düzgün bir şekilde kesilen kökler, yıkanıp temizlendikten ve nemi alındıktan sonra hassas terazide tartılarak kök yaş ağırlığı ölçülmüştür.



Şekil 3.7. Kök yaş ağırlığı ölçümü

3.2.3.8. Kök kuru ağırlığı (g/bitki): Bitki köklerinin yaş ağırlıkları hesaplandıktan sonra kese kağıtlarına konularak etüvde yaklaşık 65 °C de sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutulup hassas terazide tartılarak kök kuru ağırlığı belirlenmiştir.



Şekil 3.8. Kök kuru ağırlık ölçümü

3.2.3.9. Bitki eni (cm): Hasat edilen bitkilerin genişliği (çapı) cetvel yardımıyla ölçülmüştür.



Şekil 3.9. Bitki eni ölçümü

3.2.3.10. Yaprak boyu (cm): Gövdeden ayrılan yaprakların dip ve uç kısmı arasındaki mesafe bir cetvel yardımıyla ölçülüp belirlenmiştir.



Şekil 3.10. Bitki yaprak boyunun belirlenmesi

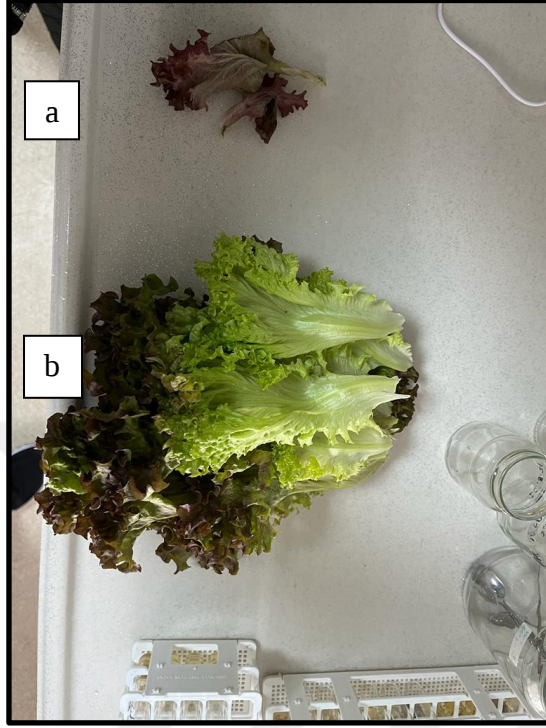
3.2.3.11. Yaprak eni (cm): Gövdeden ayrılan yaprakların en geniş kısmı bir cetvel yardımıyla ölçülüp yaprak eni belirlenmiştir.



Şekil 3.11. Bitki yaprak eninin belirlenmesi

3.2.3.12. Yaprak sayısı (adet/bitki): Uygulamalara göre hasat edilen marul bitkilerinin yaprakları dıştan içe doğru sayılarak bitki başına yaprak sayıları belirlenmiştir.

3.2.3.13. Pazarlanabilir yaprak sayısı (adet/bitki): Hasat edilen bitkilerde pazar değeri olmayan bozuk yapraklar koparıldıktan sonra yenilebilir özellikte olan pazarlanabilir yapraklar sayılarak belirlenmiştir.



Şekil 3.12. Toplam yaprak sayısı (a + b) belirlendikten sonra pazarlanabilir durumdaki yaprakların (b) sayılması

3.2.3.14. Marul sularında pH ölçümü: Uygulamalara göre hasat edilen marul bitkilerinin suları katı meyve sıkacağı ile çıkarıldıktan sonra bir pH ölçer ile pH değerleri belirlenmiştir.

3.2.3.15. Marul sularında toplam suda çözünebilir kuru madde ölçümü (SÇKM: %): Uygulamalara göre hasat edilen marul bitkilerinin katı meyve sıkacağı ile suları çıkarıldıktan sonra dijital refraktometre ile SÇKM miktarı belirlenmiştir.



Şekil 3.13. Uygulamalarda toplam suda çözünabilir kuru madde miktarının belirlenmesi

3.2.3.16. Yapraklarda L*, chroma (C*) ve hue aç değeri (h°) olarak rengin belirlenmesi: Uygulamalara göre hasat edilen marul bitkilerinde dıştan içe doğru üçüncü yapraklarda dijital renk kromometresi (Precision Colorimeter NR100) kullanılarak L*, a* ve b* olarak renk ölçümleri yapılmıştır.

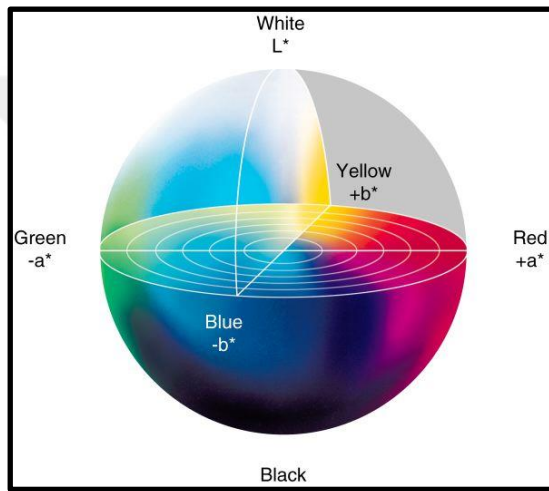


Şekil 3.14. Renk ölçümü yapmak için kullanılan Precision Colorimeter cihazı ve renk ölçümü

‘L*’ değeri parlaklığı ifade eder ve 0-100 arasında değer alır. Siyah renkte yansımanın olmadığı 0 değerini alırken, beyaz renkte yansımanın çok iyi olduğu 100 değerini almaktadır. Pozitif a* kırmızılığı, negatif a* yeşilliği, pozitif b*sarılığı, negatif b* maviliği ifade etmektedir. Sıfır kesim noktasında ise gri rengi göstermektedir.

Hue açısı değeri, a* ve b* değerlerinin kesiştiği noktadan geçen doğrunun X eksenine ile yaptığı açıyı ifade etmektedir. Açı 0 derecede kırmızı, 90 derecede sarı, 180 derecede yeşil, 270 derece olduğunda da mavi rengi temsil etmektedir. Meyve kabuğunun donukluğunu ve canlılığını ifade eden chroma (c*) değeri, değeri yüksekken canlı renkleri düşükken ise donuk renkleri ifade etmektedir (McGuire 1992).

Buna göre, a* ve b* değerlerinden yararlanarak chroma (c*) ve Hue açısı (h°) değerleri belirlenmiştir.



Şekil 3.15. Renk diyagramı

3.2.3.17. Toplam verim (kg/da): Uygulamalara göre hasat edilen marul bitkileri 0.01 g hassasiyete sahip bir terazi yardımı ile tartılarak toplam verim (kg/da) değerleri belirlenmiştir.

3.2.3.18. Pazarlanabilir verim (kg/da): Uygulamalara göre hasat edilen marul bitkileri 0.01 g hassasiyete sahip bir terazi yardımı ile tartılarak pazar değerini düşürebilecek dış yaprakların alınmasından sonra pazarlanabilir verim (kg/da) değerleri tespit edilmiştir.

3.2.3.19. Ortalama baş ağırlığı (g/adet): Uygulamalara göre hasat edilen marul bitkileri 0.01 g hassasiyete sahip bir terazi ile toplam ve pazarlanabilir verim belirlendikten sonra elde edilen ağırlıklar marul sayısına bölünerek bitki başına ortalama ağırlık tespit edilmiştir.

3.2.3.20. Örneklerin askorbik asit (C Vitamini) analizi: Her uygulama için 25 g bitki yaş örneği alınmıştır. Üzerine 100 ml oksalik asit çözeltisi ilave edilerek blender da parçalanmış örnekler kaba filtre kağıdından süzülüp ve 1 ml örnek alınmıştır. Bu işlemden sonra ise 9 ml oksalik asit çözeltisi ilave edilmiştir. Elde edilen çözelti 1'er ml alınarak iki tüp hazırlanmıştır. Bunlardan birinci tüpe saf su ikinci tüpe boya

çözeltisi ilave edilmiştir (Pearson 1970). Hazırlanan örnekler 518 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunmuştur.



Şekil 3.16. C vitamini analizi için alınan örneklerin spektrofotometrede okunması

Stokların Hazırlanması

Okzalik asit çözeltisi (%0.4): 4 g okzalik asit, 1 L saf suda çözündürülerek hazırlanmıştır.

Boya Çözeltisi: Boya çözeltisinin hazırlanmasında 2-6 diklorofenol indefonol kullanılmıştır. 0.0120 g diklorofenol indefonol 1 L saf suda çözündürülerek hazırlanmıştır.

3.2.3.21. Makro-mikro besin elementi analizleri: Hasadı gerçekleştirilen marul bitkilerinin yaprakları hasat sırasında alınmış ve etiketlendikten sonra zaman geçirmeden LABEN Zirai Analiz Laboratuvarına götürülmüştür. Yaprak dokularındaki makro ve mikro element (N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, Mn) analizleri hizmet alımı şeklinde gerçekleştirilmiştir. Azot elementinin miktarının belirlenmesinde Kjeldahl (Kjeldahl 1883) metodu, diğer makro-mikro besin elementleri için yaş yakma-ICP yöntemi ve Nitrat analizi için Spektrofotometrik yöntem kullanmışlardır.

3.2.4. Verilerin değerlendirilmesi: Çalışma sonunda elde edilen veriler Minitab 17.0 paket programı (Minitab, State College, Pennsylvania, ABD) kullanılarak analiz edilmiştir. Varyasyonları belirlemek için ANOVA testi kullanılmış ve ortalamalar Tukey testi ile karşılaştırılmıştır ($p < 0.05$).

4. BULGULAR VE TARTIşMA

Bacchus marul çeşidinde bitki aktivatörlerinin etkinliklerinin belirlenmesi ve kimyasal gbrelelere alternatif oluşturma potansiyellerinin araştırılması amacıyla yürütülen çalışmada yedi farklı bitki aktivatörü denlenmiştir. Uygulamaların etkinliği bitki gelişimi, verim parametreleri, yaprak rengi, klorofil miktarı, SÇKM, pH, C vitamini içeriği ve bitki dokularındaki bitki besin elementi içerikleri incelenmek suretiyle belirlenmiştir. Denemenin ilk dikiminden hasadına kadar geçen süre boyunca bitki gelişimi takip edilmiş, kültürel işlemleri gerçekleştirilmiştir (şekil 4.1. ve şekil 4.2.).



şekil 4.1. Bacchus marul çeşidinin dikimden sonraki ilk genel görünümü



Şekil 4.2. Bacchus marul çeşidinde hasat öncesi seranın genel görünümü

Araştırma iki dönem yetiştiriciliği kapsamaktadır. İlk dönem ve ikinci dönemde yapılan dikim, yetiştiricilik ve uygulamalar aynı olup tüm kriterler ikinci dönemde de ölçülmüştür. Uygulamalar arasındaki farklılıklar birinci dönem, ikinci dönem ve her iki dönem için olmak üzere istatistiki analizleri yapılarak değerlendirilmiştir.

4.1. Varyans Analiz Sonuçları

Bitki ve verim özelliklerine ait uygulama, dönem ve uygulama x dönem interaksiyonlarının varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Uygulamaların baş boyu, kök uzunluğu, kök boğazı çapı, bitki ve kök yaş ağırlığı, ortalama baş ağırlığı, pazarlanabilir verim ve toplam verim üzerine 0.01 önem derecesinde istatistiksel olarak etkisi olduğu belirlenmiştir. Yetiştirme döneminin tüm parametreler üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu ve uygulama x dönem interaksiyonunun özellikle bitki eni, yaprak eni, toplam yaprak sayısı, kök uzunluğu, kök boğazı çapı, kök ve bitki yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, pazarlanabilir yaprak sayısı, ortalama baş ağırlığı, pazarlanabilir verim ve toplam verim üzerine istatistiksel olarak 0.01 seviyesinde önemli bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Bitki gelişim ve verim parametrelerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	df	Baş boyu (cm)	Bitki eni (cm)	Yaprak uzunluğu (cm)	Yaprak eni (cm)	Bitki yaş ağırlığı (g)
U	8	**	Ö. D.	Ö. D.	Ö. D.	**
D	1	**	**	*	*	**
U X D	8	Ö. D.	**	Ö. D.	**	**
		Kök uzunluğu (cm)	Kök boğazı çapı (mm)	Kök yaş ağırlığı (g)	Kök kuru ağırlığı (g)	Bitki kuru ağırlığı (g)
U	8	**	**	**	*	Ö. D.

Çizelge 4.1.’nin devamı

D	1	**	**	**	**	**
U X D	8	**	**	**	**	*
		Ortalama baş ağırlığı (g)	Toplam yaprak sayısı (adet)	Pazarlanabilir yaprak sayısı (adet)	Toplam verim (kgda ⁻¹)	Pazarlanabilir verim (kgda ⁻¹)
U	8	**	Ö. D.	Ö. D.	**	**
D	1	**	**	**	**	**
U X D	8	**	**	**	**	**

U: Uygulama, D: Yetiştiricilik dönemi, Ö.D. Önemli Değil, * p <0.05, ** p < 0.01

Çizelge 4.2’de pH, SÇKM, klorofil ve renk parametrelerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Uygulamalar pH, SÇKM, C vitamini ve L değerleri üzerinde, yetiştirme dönemi a, SÇKM ve Hue değerleri üzerinde, uygulama x dönem etkileşimi ise a, Hue, pH, SÇKM ve C vitamini değerleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etki yapmıştır. Klorofilin, b ve chroma değerlerinin tüm bu varyasyon kaynaklarından istatistiksel olarak etkilenmediği belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. pH, SÇKM, klorofil ve renk parametrelerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	df	L	a	b	Hue	Croma
U	8	*	Ö. D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
D	1	Ö.D.	*	Ö.D.	*	Ö.D.
U X D	8	Ö. D.	**	Ö.D.	*	Ö.D.
		pH	SÇKM	Klorofil	C vitamini	
U	8	**	**	Ö. D.	**	
D	1	Ö. D.	*	Ö. D.	Ö.D.	
U X D	8	**	**	Ö. D.	**	

U: Uygulama, D: Yetiştiricilik dönemi, Ö.D. Önemli Değil, * p <0.05, ** p <0.01

Çizelge 4.3’te Makro-mikro besin elementleri ve nitrat miktarına ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Uygulamalar tüm besin elementleri ve nitrat birikimi üzerine istatistiksel olarak önemli etki yapmıştır. Önem seviyesi Mg içeriği için 0.05 düzeyinde belirlenirken diğer parametreler için 0.01 seviyesinde tespit edilmiştir. Yetiştirme dönemi ve Uygulama X Dönem etkileşiminin, marulların Mg ve Zn içeriği hariç tüm parametreler üzerinde 0.01 önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Yetiştirme döneminin marul Zn içeriği üzerine istatistiksel olarak anlamlı etkisi 0.05 seviyesinde olmuş, Yetiştirme dönemi ve Uygulama X Dönem etkileşiminin Mg içeriği üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmadığı belirlenmiştir.

4.2. Makro-Mikro Besin Elementi Analizlerinin ve Nitrat Miktarının Değerlendirilmesi

Çizelge 4.3. Makro-Mikro besin elementine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	df	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Nitrat
Uygulama	8	**	**	**	**	*	**	**	**	**	**
Dönem	1	**	**	**	**	Ö.D.	**	**	*	**	**
Uygulama X Dönem	8	**	**	**	**	Ö.D.	**	**	**	**	**

U: Uygulama, D: Yetiştiricilik dönemi, Ö.D. Önemli Değil, * p <0.05, ** p <0.01

4.3. İncelenen Kriterler

4.3.1. Klorofil ölçümü

Araştırma süresi sonunda bitkiler hasat edilmeden önce klorofil ölçümü yapılmıştır. Bu parametrelere göre elde edilen verilen birinci dönem ikinci dönem ve her iki dönemin ortalaması olmak üzere belirlenmiştir (Çizelge 4.4.).

Çizelge 4.4. Birinci dönem, ikinci dönem, her iki dönem ortalaması olarak klorofil miktarının Bacchus marul çeşidinde değerlendirilmesi

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	46.86 b	56.90	51.88
Messenger Gold	67.51 ab	57.74	62.63
ISR 2000	61.19 ab	58.38	59.79
Bioguard	55.08 ab	55.84	55.46
Sojall Vitanal	67.34 ab	57.51	62.43
Maxicrop	73.38 a	57.96	65.67
Auxigro	57.73 ab	58.10	57.92
Kontrol	67.26 ab	54.84	61.05
Kimyasal	59.25 ab	62.06	60.66

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir ($p < 0.05$), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Birinci dönem yetiştiriciliğinde uygulamaların marul klorofil içeriği üzerine istatistiksel olarak anlamlı etkisi olduğu belirlenmiş ve klorofil miktarının en yüksek Maxicrop (73.38), en düşük Crop-Set (46.86) uygulamasından elde edildiği saptanmıştır. İkinci dönem ve dönemler ortalaması sonuçlarına göre uygulamaların istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte rakamsal olarak, ikinci dönem yetiştiriciliğinde kimyasal (62.06), dönem ortalamaları dikkate alındığında ise Maxicrop uygulaması (65.67) öne çıkmıştır.

Farklı NPK oranlarında organik gübrelerin uygulandığı bir çalışmada marul bitkilerinin klorofil içerikleri 19.53-33.10 arasında değişiklik göstermiştir (Ekinci ve ark., 2020), çay liflerinin yetiştirme ortamlarına ilave edildiği bir diğer çalışmada ise, ortamların marul klorofil içeriğine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı (23.27-27.80) olduğunu ortaya koymuşlardır (Karataş ve Büyükdinç 2017). Akbudak vd. (2006)'nın biberde yaptıkları çalışmada harpin proteini Yalova Charleston ve Sarı Sivri çeşitlerinde klorofil içeriğinin yükselmesini sağlamış, bu çalışmada ise harpin proteini içeren Messenger bitki aktivatörü klorofil içeriğinde artışa neden olmasına rağmen, mineral madde ve deniz yosunu içeren Maxicrop bitki aktivatörü öne çıkmıştır. Fraile-Robayo vd. (2017), marulda yaptıkları araştırmada bitki klorofil içeriğinin, azot miktarı ile yakından ilişkili olduğunu, azot miktarının yetersiz olmasının klorofil miktarını olumsuz etkilediğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde Mahlangu vd. (2016) N gübrelemesinin artışına bağlı olarak marullarda klorofil miktarının arttığını regresyon analizi sonuçları ile ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada elde edilen yüksek klorofil miktarı toprakta organik madde miktarının yüksek ve N miktarının yeterli olmasından (Çizelge 3.1.) ve ayrıca serin iklim sebzesi olan marul için Antalya koşullarında sağlanan uygun ışıklandırma ve sıcaklık koşullarından kaynaklandığı şeklinde değerlendirilmiştir.

4.3.2 Bitki baş boyu (cm) ölçümlerinin değerlendirilmesi

Bacchus marul çeşidi bitki büyüme ve gelişim parametreleri arasında baş boyu ölçümleri (cm) her iki dönem için ayrı ayrı ve birlikte analiz edilmiştir. Değerlendirilen parametreler Çizelge 4.5'te sunulmuştur.

Çizelge 4. 5. Bitki baş boyu (cm) ölçümlerinin değerlendirilmesi

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	24.88	29.30 ab	27.09 a
Messenger Gold	24.11	29.42 ab	26.77 ab
ISR 2000	23.99	28.52 ab	26.26 ab
Bioguard	23.33	27.67 b	25.50 ab
Sojall Vitanal	23.92	30.49 a	27.21 a
Maxicrop	23.67	28.81 ab	26.24 ab
Auxigro	24.46	29.75 ab	27.11 a
Kontrol	23.71	27.99 ab	25.85 ab
Kimyasal	22.97	27.35 b	25.16 b

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir ($p < 0.05$), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Baş yüksekliği ölçümlerinin değerlendirilmesi sonucunda, birinci dönem yetiştiriciliğinde uygulamalar arasında istatistiki bir farklılık belirlenmemiştir. İkinci dönem yetiştiriciliğinde uygulamalar, bitki baş yüksekliği üzerine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklara neden olmuştur. En yüksek değer Sojall Vitanal (30.49 cm) uygulaması için kaydedilirken, Kimyasal (27.35 cm) uygulaması en düşük analiz değerini oluşturmuştur. Diğer uygulamalar istatistiki olarak ara grupta yer almış olup, aralarında önemli bir fark bulunmamaktadır. Dönemler ortalaması sonucuna göre; uygulamalar arası farklılık iki grubu oluşturmakta, Sojall Vitanal (27.21 cm), Auxigro (27.11 cm) ve Crop-Set (27.09 cm) bitkileri diğer uygulamalara göre ön plana çıkmaktadır. Baş yüksekliği ölçümleri için en düşük analiz değeri Kimyasal (25.16 cm) uygulamasından elde edilmiştir. Nurmayulis vd. (2018), tavuk gübresi ile birlikte beş farklı bitki aktivatörü (EM4, M-Bio, Agri Simba, Stardec, MDec) uygulamışlar ve marul baş yüksekliğinin 17.89-22.55 cm arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Organik ve kimyasal gübre uygulanan bir marul çalışmasında, kanatlı (15.89 cm) ve inek gübresi (16.23 cm) uygulamaları baş yüksekliği açısından en iyi sonuçların alındığı uygulamalar olmuştur (Afolabi vd. 2021). Okudur (2018), durgun su kültüründe, Hoagland besin solüsyonunun uygulama farklılıklarının kırmızı renkli Carmesi marul çeşidinin gelişim ve verim parametreleri üzerine etkilerini incelemiş ve bitki yetiştirme periyodu süresince üç farklı zamanda besin elementlerinin uygulanmasının marul baş yüksekliğini (27.85 cm) arttırdığını tespit etmiştir. Bu çalışmada ortalama baş yüksekliği dikkate alındığında, kullanılan bitki aktivatörlerinin Nurmayulis vd. (2018)'nin çalışmasında uyguladığı aktivatörlere ve Afolabi vd. (2021)'nin tatbik ettiği organik gübrelerle göre daha iyi sonuç verdiği, durgun su kültürü sonuçları ile uyumlu olduğu belirlenmiştir.

4.3.3. Bitki yaş ağırlık (g) ölçümlerinin değerlendirilmesi

Bacchus marul çeşidinin bitki yaş ağırlığı (g/bitki) farklı yetiştirme dönemlerine ve dönemler ortalamasına göre analiz edilmiştir. İstatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.6'da belirtilmiştir.

Çizelge 4.6. Bitki yaş ağırlık (g) ölçümlerinin değerlendirilmesi

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	284.6	417.0 c	350.8 b
Messenger Gold	268.0	496.0 bc	382.0 b
ISR 2000	286.5	432.0 bc	359.3 b
Bioguard	229.0	487.0 bc	358.0 b
Sojall Vitanal	262.0	514.0 b	388.0 b
Maxicrop	251.4	494.0 bc	372.7 b
Auxigro	280.8	470.0 bc	375.4 b
Kontrol	278.0	424.0 bc	351.0 b
Kimyasal	282.5	661.0 a	471.8 a

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir ($p < 0.05$), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Bitki yaş ağırlık ölçümlerinin değerlendirilmesi sonucunda, birinci dönem yetiştiriciliğinde uygulamalar arasında istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir. Fakat uygulamalar arası en yüksek değer ISR 2000 (286.5 g) uygulamasından elde edilmiştir. İkinci dönem yetiştiriciliği için yapılan deneme sonucunda elde edilen ölçümler arasında istatistiki farklılıklar belirlenmiştir. En yüksek değer Kimyasal (661.0 g) uygulaması için kaydedilirken, Crop-Set (417.0 g) uygulaması en düşük analiz değerini oluşturmuştur. Dönemler ortalaması incelendiğinde, uygulamaların istatistiksel olarak iki gruba ayrıldığı görülmektedir. Kontrol ve bitki aktivatörleri aynı grupta yer alırken kimyasal uygulaması (471.8 g) en yüksek değer elde edildiği uygulama olarak öne çıkmaktadır. Diğer uygulamalar aynı grupta yer almakta, aralarında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamaktadır. Bununla birlikte Sojall Vitanal uygulaması 388.0 g bitki yaş ağırlığı ile Kimyasal uygulaması dışında kalan grup için en yüksek değere ulaşan uygulama olmuştur. Nurmayulis vd. (2018), EM4, M-Bio, Agri Simba, Stardec ve MDec bitki aktivatörlerinin, marul bitkilerinin yaş ağırlığı üzerine anlamlı bir etkisi olmadığını ifade etmişlerdir. Patateste yapılan bir çalışmada ise bitki aktivatörü olarak meyan kökü ekstraktının kullanılmasının bitki yaş ağırlığı üzerine (198.7 g) istatistiksel olarak önemli etkisi olduğu ve kontrol, maya ekstraktı ve çinko-bakır karışımı uygulamalarına göre en yüksek değeri verdiği bildirilmiştir (El-Hady vd. 2019). Bu çalışmada Ocak-Nisan dönemi yetiştiriciliğinde hasat edilen marulların bitki yaş ağırlığının Kasım-Ocak dönemine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu sonucun ikinci dönem sıcaklık değerleri (Çizelge 3.2.) ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

4.3.4. Bitki kuru ağırlık (g) ölçümlerinin değerlendirilmesi

Bacchus marulunun bitki kuru ağırlığı (g/bitki) üzerine uygulamaların etkisi yetiştirme dönemlerine göre Çizelge 4.7.'de sunulmuştur.

Çizelge 4.7. Bitki kuru ağırlık (g) ölçümlerinin değerlendirilmesi

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	16.28	22.30	19.29
Messenger Gold	16.15	22.14	18.65
ISR 2000	14.63	21.49	18.06
Bioguard	12.74	22.37	17.56
Sojall Vitanal	13.97	31.52	24.75
Maxicrop	15.05	21.69	18.37
Auxigro	15.54	22.99	19.27
Kontrol	16.16	18.44	17.30
Kimyasal	15.52	32.65	24.08

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir ($p < 0.05$), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Birinci dönem, ikinci dönem ve dönemler ortalamasının analiz sonuçları, uygulamalar arasında bitki kuru ağırlığı (g) açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir. Bununla birlikte, birinci dönemde uygulamalar arasında en yüksek değer Crop-Set (16.28 g) ile onu takip eden en yakın değerler Kontrol (16.16 g) ve Messenger Gold (16.15 g) uygulamalarından elde edilmiştir. İkinci dönem yetiştiriciliğinde en yüksek değerler; Kimyasal (32.65 g) ve Sojall Vitanal (31.52 g) uygulamalarında, dönem ortalamaları incelendiğinde ise en yüksek değer Sojall Vitanal (24.75 g) uygulamasında kaydedilmiştir. Rodrigo-García vd. (2019), yaptıkları çalışmada Messenger bitki aktivatörünü kullanmışlar ve kırmızı marulda bitki kuru ağırlığının 5.8-5.6 mg/g arasında değiştiğini ve bitki aktivatörünün bitki kuru ağırlığı üzerine etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Bir diğer çalışmada, benzer şekilde bitki aktivatörü olarak; EM4, M-Bio, Agri Simba, Stardec ve MDec uygulamalarının marul bitkilerinin kuru ağırlığı üzerine istatistiksel olarak bir etkisi olmadığı belirlenmiştir (Nurmayulis 2018). Vermikompost uygulanan bir başka çalışmada (Kıran 2019) ise bu çalışmada elde edilen kuru ağırlıklara yakın değerler elde edilmiş, %5'lik vermikompost uygulaması ile kıvrıcık marulların bitki kuru ağırlığının 24.32 g/bitki değerine ulaştığı tespit edilmiştir.

Yapılan araştırmada; ikinci dönem yetiştiriciliğinde birinci döneme kıyasla bitkilerin kuru ağırlıklarının arttığı, bitki aktivatörlerinden Sojall Vitanalın öne çıktığı ancak marulda yapılmış diğer bitki aktivatörü uygulamaları ile ilgili çalışmalarda da bildirildiği gibi bitki aktivatörlerinin bitki kuru ağırlıkları üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olmadığı belirlenmiştir.

4.3.5. Bitki kök uzunluk (cm) ölçümlerinin değerlendirilmesi

Bacchus marul çeşidinin, bitki kök uzunluğuna (cm) ait istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Bitki kök uzunluk (cm) ölçümlerinin değerlendirilmesi

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	18.18 a	10.24 b	14.21 ab
Messenger Gold	15.41 ab	15.86 a	15.64 a
ISR 2000	16.75 ab	14.72 a	15.74 a
Bioguard	16.29 ab	16.00 a	16.15 a
Sojall Vitanal	16.43 ab	14.79 a	15.61 a
Maxicrop	16.94 ab	15.43 a	16.19 a
Auxigro	17.96 ab	14.37 a	16.17 a
Kontrol	16.46 ab	13.04 ab	14.75 ab
Kimyasal	13.89 b	11.16 b	12.53 b

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir ($p < 0.05$), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Bitki kök uzunluk ölçümlerinin değerlendirilmesi sonucunda, uygulamalar arasında istatistiki olarak farklılıklar iki gruba ayrılmıştır. Birinci dönem yetiştiriciliğinde uygulamalar arasında en yüksek değer Crop-Set (18.18 cm) uygulamasında kaydedilmiş olup, en düşük analiz değeri Kimyasal (13.89 cm) uygulaması için belirlenmiştir. Birinci dönem yetiştiriciliğinde Bacchus marul çeşidinde yapılan diğer uygulamalar ara grupta yer almıştır. İkinci dönem uygulamaları arasında en yüksek analiz değerleri, Bioguard (16.00 cm), Messenger Gold (15.86 cm), Maxicrop (15.43 cm), ISR 2000 (14.72 cm), Sojall Vitanal (14.79 cm) ve Auxigro (14.37 cm) uygulamalarında tespit edilmiştir. İkinci dönem yetiştiriciliği için en düşük analiz değerleri ise; Kimyasal (11.16 cm) ve Crop-Set (10.24 cm) uygulamalarını kapsamaktadır. Her iki dönem ortalamasının analiz sonucunda uygulamalar arası önem düzeyi en yüksek olan gruplar; Maxicrop (16.19 cm), Auxigro (16.17 cm), Bioguard (16.15 cm), ISR 2000 (15.74 cm), Messenger Gold (15.64 cm) ve Sojall Vitanal (15.61 cm) olarak belirlenmiştir. Kimyasal (12.53 cm) uygulamasında, en düşük değeri vermiştir. Okudur (2018) durgun su kültüründe, Hoagland besin solüsyonunun tek sefer yerine iki (37.69 cm) ya da üç seferde (36.00 cm) uygulanması sonucunda kırmızı renkli Carmesi marul çeşidinin kök uzunluğunun tek sefer uygulamasına (16.94 cm) göre iki katından fazla artış sağladığını bildirmiştir. Hidroponik sistemde farklı besin çözeltilerinin uygulanması ile marul kök uzunlukları 16.87-20.53 cm arasında değişiklik göstermiştir (Dkhar ve Bahadur 2017). Suwor vd. (2020) kimyasal gübre (24-7-7), inek gübresi, tavuk gübresi, keçi gübresi, sıvı organik gübre uygulamalarının yanı sıra kontrol olarak gübre uygulanmayan parseller oluşturmak suretiyle gübrelerin marul gelişimi üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Marulların kök uzunluklarının 9.04-16.25 cm arasında değişiklik gösterdiğini ve en yüksek kök uzunluğunun tavuk gübresi uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen kök uzunluğu değerleri daha önce yapılan çalışmalar ile uyumludur.

4.3.6. Bitki kök boğazı çapı (mm) ölçümlerinin değerlendirilmesi

Bacchus marul çeşidinin bitki kök boğazı çap (mm) ölçümlerinin değerlendirilmesi amacıyla yapılan istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.9.'da sunulmuştur.

Çizelge 4.9. Bitki kök boğazı çap (mm) ölçümlerinin değerlendirilmesi

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	22.93 ab	21.55 c	22.24 c
Messenger Gold	22.32 ab	25.92 bc	24.12 abc
ISR 2000	23.76 ab	22.22 c	22.99 bc
Bioguard	23.09 ab	28.40 ab	25.75 ab
Sojall Vitanal	24.46 a	21.83 c	23.15 bc
Maxicrop	22.42 ab	24.04 bc	23.23 bc
Auxigro	20.15 b	25.73 bc	22.94 bc
Kontrol	20.09 b	23.14 c	21.62 c
Kimyasal	21.71 ab	31.16 a	26.44 a

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir ($p < 0.05$), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Birinci dönem yetiştiriciliğinde Sojall Vitanal (24.46 mm) uygulaması sonuçları en yüksek değer, Kontrol (20.09 mm) uygulaması sonuçları en düşük değer olarak kaydedilmiştir. İkinci dönem yetiştiriciliğinde en yüksek istatistiki değer Kimyasal (31.16 mm) uygulamasında en düşük istatistiki değer ise Crop-Set (21.55 mm), Sojall Vitanal (21.83 mm), ISR 2000 (22.22 mm) ve Kontrol (23.14 mm) uygulamalarında belirlenmiştir. Her iki dönem ortalaması değerlendirildiğinde, en yüksek bitki kök boğazı değerinin Kimyasal (26.44 mm), en düşük Kontrol (21.62 mm) ve Crop-Set (22.24 mm) uygulamasından elde edildiği tespit edilmiştir. Okudur (2018), durgun su kültüründe yetiştirdiği kırmızı marul bitkilerinde 16,44-17,67 mm arasında değişen kök boğazı çapı elde etmiştir. Üçok vd. (2019) farklı organik gübrelerin marul kök boğazı çapı üzerine etkilerinin 20.25 ila 25.38 mm arasında değiştiğini ve solucan gübresi-kimyasal gübre kombinasyonunun en yüksek değeri verdiğini bildirmişlerdir. Alas (2016), Antifiriz uygulanmış ve uygulanmayan koşullarda yapılan marul yetiştiriciliğinde, antifiriz uygulanmamış alçak tünel+malç birikteliğinin 25.67 mm ile en geniş bitki kök boğazı çapı elde edilen uygulama olduğunu ifade etmiştir. Hata vd. (2020), marul yetiştiriciliğinde organik gübre (biofarm), bokashi kompostu ve Penergetic bitki aktivatörünün etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, bokashi kompostunu (24.71 mm) takiben Penergetic (22.59 mm) uygulamasının kontrole göre kök boğazı çapı üzerinde arttırıcı etki yaptığını belirlemişlerdir. Bu çalışmada yapılan tüm uygulamalar daha önce yapılan çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermekle birlikte ikinci dönem yetiştiricilikte Kimyasal uygulaması sonucu elde edilen 31.16 mm kök boğazı çapı dikkat çekici olmuştur.

4.3.7. Bitki kök yaş ağırlığı (g) ölçümlerinin değerlendirilmesi

Bitki kök yaş ağırlığı ölçümleri için (g/bitki) Bacchus marul çeşidinde her iki dönem için ayrı ayrı ve dönemler ortalamasının istatistik analizi yapılmıştır. Sonuçlar Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Bitki kök yaş ağırlığı (g) ölçümlerinin değerlendirilmesi

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	11.82 ab	11.71 d	11.76 ab
Messenger Gold	10.66 abc	18.52 abc	14.59 a
ISR 2000	10.98 abc	13.53 cd	12.25 ab
Biogard	9.04 abc	19.91 ab	14.47 a
Sojall Vitanal	12.43 a	13.72 cd	13.07 ab
Maxicrop	8.42 abc	15.40 bcd	11.91 ab
Auxigro	7.55 c	19.55 ab	13.55 ab
Kontrol	8.72 abc	13.05 cd	10.89 b
Kimyasal	7.81 bc	22.15 a	14.98 a

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir ($p < 0.05$), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Bitki kök yaş ağırlığı ölçümleri değerlendirildiğinde, uygulamalar arasında istatistiki olarak anlamlı farklılıklar oluşmuştur. Birinci dönem yetiştiriciliğinde Sojall Vitanal (12.43 g) bitki aktivatörü uygulaması en yüksek değeri, Auxigro (7.55 g) bitki aktivatörü uygulaması en düşük değeri vermiştir. İkinci dönem yetiştiriciliğinde Bacchus marul çeşidine yapılan uygulamalar arasında, Kimyasal (22.15 g) uygulaması öne çıkmış, Crop-Set (11.71 g) uygulaması sonuçlarının ise en düşük değer olduğu tespit edilmiştir. Her iki dönem için yapılan analiz sonuçlarına göre, uygulamalar arasında Kimyasal (14.98 g), Messenger Gold (14.59 g) ve Bioguard (14.47 g) uygulamaları en yüksek istatistiki değeri verirken Kontrol (10.89 g) uygulaması ise en düşük istatistiki değer olarak kaydedilmiştir.

Ekinci vd. (2020), farklı NPK oranlarına sahip CombiPower® (8-8-8) ve SuperPower® (10-25-0) organik gübre uyguladıkları marulların kök yaş ağırlığını kontrole göre sırasıyla %33-67 oranında arttırdığını ve kontrole 2.89 g/bitki olarak belirlenen kök yaş ağırlığının SuperPower® uygulaması ile 5.79 g/bitki'ye yükseldiğini tespit etmişlerdir. Kibar (2018), farklı Vermikompost uygulaması sonucunda marul kök yaş ağırlıklarının, 9.0-32.65 (g/bitki) arasında değiştiğini ve kök yaş ağırlığı ile kök kuru ağırlığı, pazarlanabilir yaprak sayısı ve bitki yaş ağırlığı arasında önemli ve pozitif bir ilişki olduğunu belirlemiştir. Bu durum kök yaş ağırlığının verim ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Ancak marul yetiştiriciliğinde mikrobiyal gübre ve sıvı vermikompost uygulanan bir diğer çalışmada (Ergün 2020) kök yaş ağırlığı 1.59-2.55 g arasında değişiklik göstermiş ve araştırmacı kök yaş ağırlığı ile pazarlanabilir baş ağırlığı arasında paralellik tespit edilmediği ifade etmiştir. Bu çalışmada kontrole göre bitki aktivatörlerinin etkisinin olduğu, özellikle yetiştirme dönemi etkisinin kök yaş ağırlığı üzerine çok önemli bir etki yaptığı tespit edilmiştir.

4.3.8. Bitki kök kuru ağırlığı (g) ölçümlerinin değerlendirilmesi

Bacchus marul çeşidinin kök kuru ağırlık (g/bitki) verileri her iki dönem için ayrı ayrı ve dönemler ortalaması şeklinde analiz yapılmıştır. İstatistik analiz sonuçları Çizelge 4.11.'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.11. Bitki kök kuru ağırlığı (g) ölçümlerinin değerlendirilmesi

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	1.89	1.84 b	1.88 ab
Messenger Gold	1.90	3.19 a	2.55 a
ISR 2000	1.64	2.29 ab	1.96 ab
Biogard	1.27	2.92 ab	2.12 ab
Sojall Vitanal	1.53	2.26 ab	1.89 ab
Maxicrop	1.32	2.66 ab	2.01 ab
Auxigro	1.20	2.74 ab	1.97 ab
Kontrol	1.33	2.01 ab	1.67 b
Kimyasal	1.60	2.98 ab	2.29 ab

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir ($p < 0.05$), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Bitki kök kuru ağırlık ölçümlerinin değerlendirilmesi sonucunda, birinci dönem yetiştiriciliğinde uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık belirlenmemiş, ancak Messenger Gold (1.90 g) ve Crop-Set (1.89 g) bitki aktivatörü uygulamaları rakamsal olarak ön plana çıkmıştır. İkinci dönem yetiştiriciliğinde kök kuru ağırlığı üzerine, uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuş olup, Messenger Gold (3.19 g)'ın en yüksek, Crop-Set (1.84 g)'in en düşük değerleri veren uygulamalar olduğu saptanmıştır. Dönemler ortalaması verilerine göre, Messenger Gold (2.55 g) uygulaması en yüksek, Kontrol (1.67 g) uygulaması en düşük kök kuru ağırlığının elde edildiği bitki aktivatörleri olmuştur. Okudur (2018), hidroponik sistemde yetiştirilen kırmızı marulların kök kuru ağırlıklarının 1.54-1.83 g arasında değiştiğini ve tek seferde verilen Hogland besin çözeltisinin kök uzaması üzerine etkili olduğunu bildirmiştir. Sunaryo ve ark. (2018), sıvı keçi gübresi ve makro-mikro besin elementleri içeren AB-mix gübrelerinin, marulların kök kuru ağırlığı üzerine istatistiksel olarak etkili olmadığını ve değerlerin 0.47-0.58 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çin lahanasında yapılan bir çalışmada ise fermente edilmiş aktivatörlerinin ve etkili mikro organizmaların (1.27 g/bitki) kullanımının kök kuru ağırlığını kontrole (0.02 g/bitki) göre oldukça yüksek oranda arttırdığını belirlemişlerdir (Pascual vd. 2013). Amaranth bitkisinde, yaprak yanıklığını baskılayan kimyasal bir aktivatör olan acibenzolarS-metil ile bitki büyümesini teşvik eden ve bitki aktivatörü olarakta kullanılan rizobakteriler birlikte kullanıldığında, bitki savunma aktivatörünün büyüme geciktirme etkisi, rizobakterilerin büyümeyi teşvik etme yeteneği tarafından azaltıldığı ve kök kuru ağırlığının yükseldiği tespit edilmiştir (Nair vd. 2007). Biberde yapılan bir çalışmada ise (Akbudak ve Tezcan 2009), Demre sivrisi (4.56 g/bitki) ve Yalova Charleston (4.81 g/bitki) biber çeşitlerinde harpin uygulamasının kök kuru ağırlığını arttırdığı saptanmıştır. Benzer şekilde bu çalışmada da ikinci dönem ve dönemler ortalaması sonuçları harpin içeren Messenger Gold bitki aktivatörü uygulaması sonucunda en yüksek kök kuru ağırlığına ulaşılmıştır.

4.3.9. Bitki eni (cm) ölçümlerinin değerlendirilmesi

Bitki eni ölçümleri için (cm) Bacchus marul çeşidinde her iki dönem için ayrı ayrı ve her iki dönemin sonuçları birlikte analiz yapılmıştır. Uygulamaların bitki eni üzerine etkisi Çizelge 4.12.'de sunulmuştur.

Çizelge 4.12. Bitki eni (cm) ölçümlerinin değerlendirilmesi

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	34.21	36.70 b	35.46
Messenger Gold	34.70	36.58 b	35.64
ISR 2000	33.56	36.33 b	34.95
Bioguard	33.85	36.22 b	35.04
Sojall Vitanal	35.60	38.36 ab	36.98
Maxicrop	33.17	37.28 ab	35.23
Auxigro	35.75	37.18 ab	36.47
Kontrol	35.66	35.99 b	35.83
Kimyasal	33.09	40.28 a	36.69

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir ($p < 0.05$), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Birinci dönem yetiştiriciliğinde uygulamalar arasında herhangi bir istatistiki fark belirlenmemiştir. Fakat en yüksek değere sahip uygulamalar Auxigro (35.75 cm), Kontrol (35.66 cm) ve Sojall Vitanal (35.60 cm) olarak belirlenmiştir. İkinci dönem yetiştiriciliği için yapılan analiz sonucunda ölçümler arasında Kimyasal (40.28 cm) uygulaması en yüksek istatistiki değeri vermiştir. Kontrol (35.99 cm), Bioguard (36.22 cm), ISR 2000 (36.33 cm) ve Messenger Gold (36.58 cm) uygulamaları en düşük istatistiki değer olarak kaydedilmiştir. Dönemler ortalaması analiz sonucuna göre istatistiki olarak fark bulunmamıştır. Rakamsal olarak incelendiğinde, Sojall Vitanal (36.98) bitki aktivatör uygulamasının en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. Okudur (2018), Hoagland besin çözeltisinin üç seferde (35,56 cm) verilmesinin tek (28.13 cm) ve iki seferde (33.06 cm) verilmesine göre kırmızı kıvrıcık marulun bitki eninde artış sağladığını bildirmiştir. Karataş (2001)'ın Erzurum koşullarında yaptığı çalışmada, farklı dikim zamanlarında yetiştirilen marul bitkilerinin bitki eni 25.86-46.23 cm arasında değişiklik göstermiş olup 1 ve 15 Nisan tarihinde dikimi yapılan bitkilerin en iyi sonucu verdiği belirlenmiştir. Bu çalışmada da marul bitki enini üzerine yetiştirme dönemlerinin etkisi olduğu ve kimyasal uygulamasının özellikle havanın daha soğuk olduğu ikinci dönemde öne çıktığı saptanmıştır.

4.3.10. Bitki yaprak boyu (cm) ölçümlerinin değerlendirilmesi

Bacchus marul çeşidinin bitki boyu (cm) üzerine bitki aktivatörlerinin etkisini gösteren istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.13.'de sunulmuştur.

Çizelge 4.13. Bitki yaprak boyu (cm) ölçümlerinin değerlendirilmesi

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	23.80	24.08	23.94
Messenger Gold	23.68	25.81	24.75
ISR 2000	24.37	24.00	24.19
Bioguard	23.26	24.15	23.71
Sojall Vitanal	24.77	24.70	24.74
Maxicrop	21.37	26.08	23.73
Auxigro	25.01	24.02	24.52
Kontrol	24.69	24.02	24.36
Kimyasal	22.13	24.11	23.12

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir ($p < 0.05$), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

İstatistik analiz sonuçları uygulamaların yaprak boyu üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Yetiştirme dönemlerinde uygulamalar arasında sadece rakamsal olarak farklar bulunmaktadır. Buna göre, bitki yaprak boyu açısından, birinci dönem yetiştiriciliğinde Auxigro (25.01 cm) uygulaması, ikinci dönem yetiştiriciliğinde Maxicrop (26.08 cm) ve Messenger Gold (25.81 cm) uygulamaları en yüksek değerlerin elde edildiği uygulamalar olmuştur. Dönemler ortalaması göz önüne alındığında Messenger Gold (24.75 cm) ve Sojall Vitanal (24.74 cm) uygulamaları en yüksek değerlerin kaydedildiği uygulamalar olmuştur. Bu çalışma ile uyumlu olarak Hossain ve Ryu (2017) yaptıkları çalışma sonucunda, uyguladıkları organik ve kimyasal gübrelerin yaprak eni üzerine istatistiksel olarak bir etkisinin olmadığını ifade etmişlerdir. Ayrıca, durgun su kültüründe yetiştirilen kırmızı kıvırcık marulların yaprak eni üzerine besin solüsyonunun verilme zamanlarının etkisi olmadığı bildirilmiştir (Okudur 2018). Diğer taraftan Çin lahanasında yapılan bir çalışmada (Pascual vd. 2013), kompost gübrelemesi ve etkili mikroorganizma uygulaması ile yaprak uzunluğunun, gübrelenmeyen bitkilere göre 1.77 kat (21.49 cm) arttığını ortaya koymuşlardır. Bu çalışmanın sonuçları marul araştırmalarının sonuçları ile uyumludur.

4.3.11. Bitki yaprak eni (cm) ölçümlerinin değerlendirilmesi

Bacchus marul çeşidinin bitki eni (cm) üzerine bitki aktivatörlerinin etkisini gösteren istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.14.'de sunulmuştur.

Çizelge 4.14. Bitki yaprak eni (cm) ölçümlerinin değerlendirilmesi

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	20.71	22.31 ab	21.51
Messenger Gold	20.46	23.02 ab	21.74
ISR 2000	20.12	21.36 b	20.74
Biogard	20.23	21.83 ab	21.03
Sojall Vitanal	21.96	22.03 ab	22.00
Maxicrop	19.68	22.61 ab	21.15
Auxigro	20.00	23.69 ab	21.85
Kontrol	20.53	21.32 b	20.93
Kimyasal	20.38	24.42 a	22.40

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir ($p < 0.05$), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Birinci dönem yetiştiriciliğinde, bitki aktivatörlerinin ve kimyasal gübrenin Bacchus marul çeşidinin yaprak eni üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığını ortaya koymuştur. Sayısal olarak, Sojall Vitanal (21.96 cm) uygulaması en yüksek, Maxicrop (19.68 cm) uygulaması en düşük değeri vermiştir. İkinci dönem yetiştiriciliğinde uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu saptanmıştır. Kimyasal (24.42 cm) uygulaması en yüksek, Kontrol (21.32 cm) ve ISR 2000 (21.36 cm) uygulaması en düşük istatistiki değer olarak kaydedilmiştir. Dönem ortalamaları yapılan analiz sonucunda, Kimyasal (22.40 cm) ve Sojall Vitanal (22.00 cm) bitki aktivatör uygulamaları en yüksek değer olarak ön plana çıkmasına rağmen, tablo 4.13'te de görüldüğü gibi uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamaktadır. Suwor ve ark (2020), kimyasal gübre (24-7-7), inek gübresi, tavuk gübresi, keçi gübresi, sıvı organik gübre uyguladıkları kıvrıcık marul çalışmalarında, kimyasal gübrenin yaprak eni (12.03 cm) açısından en iyi uygulama olduğunu belirlemişlerdir. Hossain ve Ryu (2017) ise marul yetiştiriciliğinde, uyguladıkları kimyasal (11.01 cm) ve organik gübreler (11.69 cm) arasında yaprak eni bakımından istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Okudur (2018)'da benzer şekilde yaprak eni değerleri 15.06-18.63 cm arasında değişmesine rağmen, besin solüsyonlarının uygulama şekillerinin yaprak eni üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisi olmadığını ifade etmiştir. Bu çalışmada sadece ikinci dönem marul yetiştiriciliğinde bitki aktivatörlerinin yaprak eni üzerine istatistiksel olarak önemli etki yaptığı belirlenmiştir. Bu sonuç kışlık bir sebze türü olan marulun sıcaklık farkına verdiği tepki ile ilişkilendirilmiştir.

4.3.12. Bitki yaprak sayısının (adet) belirlenmesi

Bacchus marul çeşidinin yaprak sayısı için (adet/bitki) üzerine bitki aktivatörlerinin etkisini gösteren istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.15.'de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Bitki yaprak sayısının (adet/bitki) belirlenmesi

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	38.80 a	31.90 bc	35.35
Messenger Gold	40.80 a	32.90 bc	36.85
ISR 2000	40.80 a	31.80 bc	36.30
Bioguard	37.30 a	34.60 b	35.95
Sojall Vitanal	40.50 a	32.70 bc	36.60
Maxicrop	37.00 ab	34.10 b	35.55
Auxigro	41.90 a	31.70 bc	36.80
Kontrol	40.20 a	29.00 c	34.60
Kimyasal	30.60 b	40.30 a	35.45

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir ($p < 0.05$), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Bitki yaprak sayısının sonuçlarına göre, birinci dönem yetiştiriciliğinde Auxigro (41.90 adet) uygulaması en yüksek istatistiki değer olarak belirlenmiştir. Bu uygulamayı Messenger Gold (40.80 adet), ISR 2000 (40.80 adet), Sojall Vitanal (40.50 adet), Kontrol (40.20 adet), Crop-Set (38.80 adet) ve Bioguard (37.30 adet) takip ettiği ve aynı istatistik grupta yer aldıkları belirlenmiştir. İkinci yetiştirme döneminde ise, Kimyasal (40.30 adet) uygulaması en yüksek istatistiki değer olarak belirlenmiş olup, Kontrol (29.00 adet) uygulaması en düşük istatistiki değeri vermiştir. Her iki dönem ortalaması için herhangi istatistiksel farklılık belirlenmemiştir. Fakat Messenger Gold (36.85 adet), Auxigro (36.80 adet) ve Sojall Vitanal (36.60 adet) uygulamaları belirlenen değerler açısından ön plana çıkmıştır. Marulda bitki aktivatörü uygulamalarının etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada (Nurmayulis vd. 2018), EM4, M-Bio, Agri Simba, Stardec ve MDec uygulamalarının marul bitkilerinin yaprak sayısı üzerine etkili olmadığı tespit edilmiştir. Patateste yapılan çalışmada ise meyan kökü ekstraktı, çinko ve bakır karışımı ve maya ekstraktı uygulamaları içerisinde meyan kökü ekstraktının yaprak sayısını (35.0 adet/bitki) arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır (El-Hady vd. 2019). Suwor vd. (2020), inek gübresi, tavuk gübresi, keçi gübresi, sıvı organik gübre uyguladıklarına göre kimyasal gübrenin (26.66 adet) kıvrıcık marulun yaprak sayısını en fazla arttıran uygulama olduğunu belirlemişlerdir. Elde edilen veriler ikinci dönem yetiştirme döneminde kimyasal uygulamasının öne çıktığını göstermekle birlikte, ortalamalar ve birinci yetiştirme dönemi verileri bitki aktivatörlerinin yaprak sayısı açısından kimyasal uygulamasına alternatif olabileceğini göstermektedir.

4.3.13. Bitkide pazarlanabilir yaprak sayısının (adet) belirlenmesi

Bacchus marul çeşidinin pazarlanabilir yaprak sayısı için (adet/bitki) üzerine bitki aktivatörlerinin etkisini gösteren istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.16.'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Bitkide pazarlanabilir yaprak sayısının (adet/bitki) belirlenmesi

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	35.60 a	28.80 bc	32.20
Messenger Gold	34.80 a	29.00 bc	31.90
ISR 2000	35.20 a	29.10 bc	32.15
Biogard	33.40 ab	31.20 b	32.30
Sojall Vitanal	34.10 ab	28.80 bc	31.45
Maxicrop	31.90 ab	31.10 b	31.50
Auxigro	36.00 a	28.80 bc	32.40
Kontrol	34.00 ab	27.30 c	30.65
Kimyasal	28.30 b	36.50 a	32.40

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir ($p < 0.05$), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Bitkide pazarlanabilir yaprak sayısı açısından birinci dönem yetiştiriciliğinde belirlenen istatistiksel farklılıklar incelendiğinde, Auxigro (36.00 adet) uygulaması en yüksek istatistiki değer olarak kaydedilirken, Kimyasal (28.30 adet) uygulaması en düşük istatistiki değer olarak belirlenmiştir. Diğer uygulamalar birinci dönem yetiştiriciliğinde ara grubu oluşturmuştur. İkinci dönem yetiştiriciliğinde istatistiki farklılık üç gruba ayrılmış, Kimyasal (36.50 adet) uygulaması en yüksek istatistiki değer Kontrol (27.30 adet) uygulaması ise en düşük istatistiki değer olarak kaydedilmiştir. Dönemler ortalaması bakımından uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiş, sayısal değerleri açısından Auxigro (32.40 adet), Kimyasal (32.40 adet) ve Bioguard (32.30 adet) uygulamaları en yüksek değerlerin elde edildiği uygulamalar olmuştur.

Bozkurt vd. (2009), marullarda normal sulama koşullarında amonyum nitrat uygulamasının pazarlanabilir yaprak sayısı üzerine olumlu etkisi olduğunu, kontrol bitkilerinde ortalama pazarlanabilir yaprak sayısı 32.0 adet/bitki iken amonyum nitrat gübrelemesi yaptıkları marullarda bu sayı 37.3 adet/bitki ulaştığını bildirmişlerdir. Şen ve ark. (2016), yararlı mikroorganizmaları içeren Perla Vita A+ uygulaması yaptıkları çalışmalarında, kıvırcık marulda kontrole göre 40.17 adet'den 44.33 adet'e yükseldiğini, ancak göbekli marulda bu uygulamanın istatistiksel olarak önemli bir etki yapmadığını bildirmişlerdir. Funly, Campania, Fonseca ve Bohemia marul çeşitlerinin tohumları Mart-Nisan-Mayıs-Haziran aylarında tohum ekimi yapılmak suretiyle dört farklı dönemde, organik ve konvensiyonel olarak yetiştirilmiştir (Öztürk 2011). Araştırmacı yetiştirme şekline bakılmaksızın, dönemlerin pazarlanabilir yaprak sayısı üzerine etkili olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada, ortalamalar dikkate alındığında uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmamasına rağmen Kasım-Ocak dönemi yetiştiriciliğinde Auxigro, Ocak-Nisan dönemi yetiştiriciliğinde Kimyasal uygulaması öne çıkmıştır.

4.3.14. Marul sularında pH değerlerinin belirlenmesi

pH değerinin belirlenmesi için Bacchus marul çeşidinde her iki dönem için ayrı ayrı ve dönemler ortalamasının istatistik analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 4.17.'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.17. Marul pH değerinin belirlenmesi

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	6.39 bc	6.19 d	6.29 b
Messenger Gold	6.50 ab	6.26 bc	6.38 a
ISR 2000	6.45 ab	6.31 ab	6.38 a
Bioguard	6.25 d	6.28 bc	6.26 b
Sojall Vitanal	6.27 cd	6.32 ab	6.29 b
Maxicrop	6.55 a	6.25 c	6.40 a
Auxigro	5.65 f	6.23 cd	5.94 d
Kontrol	5.97 e	6.25 c	6.11 c
Kimyasal	6.31 cd	6.35 a	6.33 ab

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir ($p < 0.05$), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

pH analiz sonucunda, birinci dönem yetiştiriciliği için oluşan istatistik gruplara göre, Maxicrop (6.55) en yüksek değer elde edildiği uygulama olarak kaydedilmiş, Auxigro (5.65) uygulaması ise en düşük değerin belirlendiği uygulama olmuştur. İkinci dönem yetiştiriciliği için Kimyasal (6.35), Sojall Vitanal (6.32) ve ISR 2000 uygulamaları istatistiki olarak en yüksek değerleri vermiştir. Her iki dönem ortalaması incelendiğinde, Maxicrop (6.40), ISR 2000 (6.38) ve Messenger Gold (6.38) uygulamaları en yüksek, Auxigro (5.94) uygulaması en düşük istatistiki değer olarak kaydedilmiştir. Sebze sularının pH değerleri çeşit, mevsim, yetiştirme koşulları veya işleme yöntemlerine göre değişiklik gösterebilmektedir (Dudaş vd. 2016). Domateste Manda31, Messenger, Microfer, Cropset ve ISR2000 bitki uygulamaları pH değerlerinin kontrole göre yükselmesini sağlamıştır (Kiracı ve Karataş, 2015). Dimitrov vd. (200)'nın marulda farklı gübrelerin (mineral, organik ve Agroleaf) etkilerini belirledikleri çalışmalarında pH değerleri 6.3-6.6 arasında değişiklik göstermiş ve uygulamaların pH değerleri üzerine istatistiksel bir önemi olmadığı tespit edilmiştir. Marulda yapılan bir diğer çalışmada ise uygulanan bitki aktivatörlerinden Bio-algeen S-90 marulun pH değerinde (6.27) kontrole (6.40) göre azalmaya neden olmuştur (Dudaş vd. 2016). Bu çalışmada kontrol ve Auxigrow uygulamaları haricinde tüm bitki aktivatörlerinin ve kimyasal gübre uygulamasının sonuçlarının beklenen sınırlar içerisinde ve diğer çalışmalarla uyumlu olduğu görülmektedir.

4.3.15. Marul sularında toplam suda çözünebilir kuru madde miktarı (%) ölçümü

Uygulamaların Suda Çözünebilir Kuru Madde (SÇKM %) değeri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla ölçülen SÇKM, her iki dönem için ayrı ayrı ve dönemler ortalaması şeklinde istatistik analize tabi tutulmuştur (Çizelge 4.18.).

Çizelge 4.18. Marul sularında SÇKM (%) değerinin belirlenmesi

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	3.32 a	2.89 ab	3.11 a
Messenger Gold	2.55 b	2.63 bcd	2.59 b
ISR 2000	2.56 b	2.37 d	2.47 b
Bioguard	3.04 ab	2.46 cd	2.75 ab
Sojall Vitanal	2.82 ab	2.61 bcd	2.72 ab
Maxicrop	3.00 ab	3.17 a	3.09 a
Auxigro	3.48 a	2.64 bcd	3.06 a
Kontrol	2.35 b	2.73 bc	2.54 b
Kimyasal	2.51 b	2.94 ab	2.73 ab

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir ($p < 0.05$), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Marul sularında suda çözünebilir kuru madde miktarı analizi sonuçları Çizelge 4.18.'de belirtilmiştir. Bu sonuçlara göre, birinci dönem yetiştiriciliğinde, Auxigro (3.48) uygulaması en yüksek, Kontrol (2.35) uygulaması ise en düşük istatistiki değer olarak kaydedilmiştir. İkinci dönem yetiştiriciliği için Maxicrop (3.17) uygulaması en yüksek istatistiki değeri vermiştir. Dönemler ortalamasında ise Crop-Set (3.11), Maxicrop (3.09) ve Auxigro (3.06) uygulamaları yüksek istatistiki değerleri ile ön plana çıkmıştır. El-Hady ve Abd-Elhamied (2018), hıyar yetiştiriciliğinde en yüksek çözünebilir kuru madde miktarını (%4.92-5.23), yetiştiricilik yaptıkları her iki senede de Chitosan bitki aktivatörü uygulaması sonucunda elde etmişlerdir. El-Hady vd. (2019)'nın patatesten yaptıkları araştırmada 5 g/L meyan kökü ekstraktında 3 saat bekletmenin suda çözünebilir kuru madde oranını (%20.04) arttırdığı belirlenmiştir. Öztürk (2011), Mart-Nisan-Mayıs-Haziran aylarında tohum ekimini gerçekleştirdiği Funly, Campania, Fonseca ve Bohemia marul çeşitlerinin SÇKM değerlerinin %4.47-2.07 arasında değiştiğini bildirmiş ve değerler üzerine çeşit ve yetiştirme şekli (örtüaltı/açıkta) önemli olmazken, yetiştirme döneminin istatistiksel olarak önemli etki yaptığını ifade etmiştir. Benzer şekilde bu çalışmada da yetiştirme dönemine göre SÇKM üzerine etkili olan uygulama farklılık göstermiştir.

4.3.16. Yapraklarda L^* , chroma (c^*) ve hue açısı değeri (H°) olarak rengin belirlenerek değerlendirilmesi

Uygulamaların, Bacchus marul çeşidinin yaprak rengi üzerine etkilerinin belirlenmesi için, yapraklarda L^* , chroma (c^*) ve hue (H°) açısı değeri ölçüm değerlerinin yetiştirme dönemlerine göre istatistik analizleri yapılmıştır. L , chroma (c^*) ve hue (H°) açısı değerlerinin istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.19, 4.20, ve 4.21'de sunulmuştur.

Çizelge 4.19. Yapraklarda L* değeri

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	33.44	31.01 abc	32.22 ab
Messenger Gold	31.66	31.73 abc	31.69 ab
ISR 2000	31.08	31.66 abc	31.37 ab
Biogard	32.65	33.67 a	33.17 a
Sojall Vitanal	32.85	33.03 ab	32.94 a
Maxicrop	32.24	31.53 abc	31.88 ab
Auxigro	31.83	30.20 abc	31.02 ab
Kontrol	33.87	28.43 bc	31.15 ab
Kimyasal	29.62	27.80 c	28.71 b

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir (p <0.05), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Uygulamaların L değerleri üzerine etkileri incelendiğinde, birinci yetiştirme döneminde uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir. İkinci yetiştirme döneminde Bioguard (33.67) uygulaması en yüksek L değerinin elde edildiği uygulama olurken, dönemler ortalaması dikkate alındığında Bioguard (33.17) ve Sojall Vitanal (32.94) bitki aktivatörü uygulamalarının öne çıktığı ve aynı istatistik grupta yer aldıkları tespit edilmiştir.

Çizelge 4.20. Yapraklarda chroma (c*) değeri

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	10.24	9.13	9.69
Messenger Gold	9.41	10.10	9.76
ISR 2000	9.37	10.10	9.73
Bioguard	10.72	10.43	10.57
Sojall Vitanal	8.82	9.51	9.17
Maxicrop	9.20	10.16	9.59
Auxigro	10.19	10.05	10.12
Kontrol	10.33	8.94	9.63
Kimyasal	8.70	9.41	9.05

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir (p <0.05), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Yapraklarda chroma (c*) değerlerinin istatistik analiz sonuçları, uygulamaların ve yetiştirme dönemlerinin bitki chroma değeri üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığını ortaya koymuştur. Sayısal olarak değerlendirildiğinde Bioguard bitki aktivatörünün en yüksek chroma değerlerinin elde edildiği uygulama olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.21. Yapraklarda Hue (H°) açısı değeri

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	42.80	47.42 ab	45.11 ab
Messenger Gold	34.90	50.48 ab	42.69 ab
ISR 2000	47.99	45.23 ab	46.61 ab
Bioguard	41.23	56.36 ab	49.80 ab
Sojall Vitanal	28.30	40.42 ab	34.36 b
Maxicrop	35.66	57.94 a	46.80 ab
Auxigro	45.43	48.31 ab	46.87 ab
Kontrol	52.92	49.11 ab	51.02 a
Kimyasal	48.58	35.90 b	42.24 ab

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir (p <0.05), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Yapraklardaki Hue (H°) açısı değeri açısından birinci dönem yetiştiriciliğinde uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark belirlenmemesine rağmen Sojall Vitanal uygulamasının (28.30) öne çıktığı belirlenmiştir. İkinci yetiştirme döneminde dönemi ve dönemler ortalaması sonuçları uygulamalar arasında Hue açısı değeri bakımından istatistiksel olarak önemli fark olduğunu göstermektedir. İkinci yetiştirme döneminde en düşük Hue açısı değeri Kimyasal uygulamasından (35.90) elde edilmesine rağmen dönemler ortalaması Sojall Vitanal bitki aktivatörünün (34.36) en düşük değere sahip olduğunu dolayısı ile kırmızı renk yoğunluğu üzerine en etkili uygulama olarak öne çıktığını ortaya koymaktadır.

Durgun su kültüründe besin solüsyonlarının uygulama şekil ve zamanlarının etkisinin incelendiği bir çalışmada (Okudur 2018) kırmızı kıvrıcık marulda L değerleri; 32.98, 40.15 ve 41.57, chroma değerleri 14.15, 18.39 ve 21.07, son olarak Hue açısı değerleri 70.44, 86.90 ve 98.98 olarak tespit edilmiştir. Bir diğer çalışmada yapraklardan farklı oranlarda mikro element uygulamasının kırmızı renkli SR307 marul çeşidinin; L (23.06-24.75) ve chroma (13.95-14.85) değerleri üzerine istatistiksel olarak anlamlı etkisinin olmadığı, Hue açısı değeri üzerine ise istatistiksel olarak anlamlı etkisinin olduğu tespit edilmiştir (Oymak 2018). Hue açısı değerinin düşük olması kırmızı rengin koyuluğunun arttığını göstermektedir ve SR307 marul çeşidinde Cu-Mn uygulaması (30.97) en düşük Hue açısı değerini veren uygulama olmuştur. Owen ve Lopez (2015), dört farklı kırmızı renkli marul çeşidinin yapraklarında kırmızı renk yoğunluğunu arttıran ışık kaynağı ve süresini araştırmışlardır. Araştırmacılar 50:50 (kırmızı:mavi) ışık kaynağı kullandıklarında Hue açısı değerinin Ruby Sky çeşidinde 14 gün sonunda 48.5'e, Cherokee ve Vulcan çeşitlerinde 7 gün sonunda sırasıyla, 30.7 ve 51.5'e düştüğünü tespit etmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen L, chroma ve Hue açısı değerleri kırmızı marulda yapılan diğer çalışmalar ile uyumlu bulunmuştur. Ayrıca, Sojall Vitanal bitki aktivatörünün kırmızı rengin yoğunluğunu artırıcı etkisi olduğu belirlenmiştir.

4.3.17. Dekara ortalama toplam verimin (kg/da) değerlendirilmesi

Bitki aktivatörlerinin Bacchus marul çeşidinin toplam verimi (kg/da) üzerine etkisi yetiştirme dönemlerine göre incelenmiştir. Toplam verim sonuçlarına ait istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.22'de sunulmuştur.

Çizelge 4.22. Dekara ortalama toplam verimin (kg/da) değerlendirilmesi

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	3694.13 e	5358.30 f	4526.21 h
Messenger Gold	3716.66 d	6066.25 c	4891.45 d
ISR 2000	3733.33 c	5266.60 g	4499.96 ı
Bioguard	3366.66 g	6075.00 c	4720.83 e
Sojall Vitanal	3783.25 b	6233.30 b	5008.27 b
Maxicrop	3316.63 h	6066.60 c	4691.61 f
Auxigro	3933.25 a	5866.60 d	4899.92 c
Kontrol	3566.63 f	5516.60 e	4541.61 g
Kimyasal	3775.00 b	8262.50 a	6018.75 a

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir (p <0.05), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Dekara verimin değerlendirilmesi sonucunda, birinci dönem yetiştiriciliğinde en yüksek değer Auxigro uygulamasında 3933.25 kg ve bu değere en yakın değer 3775.00 kg olarak Kimyasal uygulamasından elde edilmiştir. Birinci dönem yetiştiriciliğinde Maxicrop, 3316.63 kg ile en düşük verimin alındığı uygulama olmuştur. İkinci dönem yetiştiriciliğinde Kimyasal (8262.50 kg) uygulaması diğer uygulamalara göre istatistiki olarak en yüksek değeri verirken, ISR 2000 (5266.60 kg) uygulaması en düşük istatistiki değeri vermiştir. Dönemler ortalaması sonuçları, 6018.75 kg ile Kimyasal uygulamasının verim değerlerini en fazla yükselten uygulama olduğunu ortaya koymuştur. Dudaş ve ark (2016)'nın Bio-algeen S-90 ve Megagreen bitki aktivatörünün marul toplam verimini olumlu etkilediğini, Bio-algeen S-90 uygulamasından elde edilen toplam verimin 3.1 kg/m², Megagreen uygulamasından ise 2.9 kg/m² olarak gerçekleştiğini bildirmişlerdir. El-Hady ve ark. (2018), bitki aktivatörü olan chitosanın hıyar toplam verimini sırasıyla birinci sezon %13.4, ikinci sezon ise %14.82 artırdığını belirtmişlerdir. Bu bulgularla uyumlu olarak; patates (Koca 2003), biber (Karavaş 2002), hıyar (Dereboylu ve Tort 2010) ve domateste (Ünlü ve Göktekin 2016) verim üzerine bitki aktivatörlerinin olumlu etkisini gösteren araştırmalar bulunmaktadır. Bu çalışmada yetiştirme döneminin verim üzerine etkisi açıkça görülmektedir.

4.3.18. Dekara ortalama pazarlanabilir (kg/da) toplam verimin değerlendirilmesi

Toplam pazarlanabilir verim (kg/da) üzerine uygulamaların etkisi yetiştirme dönemlerine göre incelenmiş ve istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.23.'de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Dekara ortalama pazarlanabilir toplam verimin (kg/da) değerlendirilmesi

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	3385.75 c	5120.80 h	4253.27 h
Messenger Gold	3294.13 d	5433.30 f	4363.71 e
ISR 2000	3375.00 c	5066.60 ı	4220.80 ı
Bioguard	2990.00 h	5716.60 c	4353.30 f
Sojall Vitanal	3280.75 e	5600.00 d	4440.37 c
Maxicrop	3086.63 g	5733.30 b	4409.96 d
Auxigro	3556.63 a	5525.00 e	4540.81 b
Kontrol	3266.63 f	5300.00 g	4283.31 g
Kimyasal	3531.25 b	7375.00 a	5453.13 a

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir (p <0.05), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Uygulamaların pazarlanabilir verim üzerine etkilerinin istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Uygulamaların etkileri dönemlere göre farklılık göstermiştir. Birinci dönem yetiştiricilikte en iyi sonuç dekara 3556.63 kg ile Auxigro uygulamasından elde edilmiştir. En düşük verimin alındığı uygulama 2990.00 kg ile Bioguard bitki aktivatörünün uygulandığı parsel olmuştur. İkinci yetiştirme döneminde öne çıkan uygulama elde edilen dekara 7375.00 kg verim ile Kimyasal uygulaması olmuş, en düşük verim ise 5120.80 kg ile Crop-Set uygulamasından alınmıştır. Dönemler ortalaması sonuçları da Kimyasal uygulaması (5453.13 kg/da) ile en yüksek verim değerine ulaşıldığını göstermektedir. El-Hady ve Abd-Elhamied (2018), hıyarda verim ve erkencilik üzerine, kabuklu balıkların dış iskeletinde bulunan kitinden elde edilen, Chitosan bitki aktivatörünün istatistiksel olarak önemli etkisi olduğunu bildirmişlerdir. Dudaş vd. (2016), Bio-algeen S-90 ve Megagreen bitki aktivatörlerinin marul pazarlanabilir verimini arttırdığını belirlemişlerdir. Kontrol gubundan elde edilen pazarlanabilir verim değeri 1.26 kg/m² olurken, Bio-algeen S-90 uygulamasından elde edilen pazarlanabilir verim 2.54 kg/m², Megagreen uygulamasından elde edilen 2.31 kg/m² olarak tespit etmişlerdir. Dimitrov vd. (2006), bahar ve kış sezonu marul yetiştiriciliğinde; kontrol (gübresiz), mineral gübre (NPK eklenmiş), yanmış çiftlik gübresi ve Agroleaf (yaprak gübresi) uygulamışlardır. Araştırmacılar, mineral gübrenin her iki sezonda da en yüksek verim ulaşılmasında etkili olduğunu ancak sezonlar arasında önemli farklılığın belirlendiğini ifade etmişlerdir. Bahar döneminde mineral gübre uygulamasından dekara 1788 kg, kış sezonunda ise 2859.8 kg verim elde etmişlerdir. Bu çalışmada da benzer şekilde yetiştiricilik dönemleri arasında fark bulunmakla birlikte ortalama sıcaklığın nispeten yüksek olduğu Kasım-Ocak döneminde Auxigro bitki aktivatörü uygulaması sonucunda daha yüksek pazarlanabilir verim değeri elde edilmiştir.

4.3.19. Ortalama baş ağırlığının (g/adet) değerlendirilmesi

Uygulamaların Bacchus marul çeşidinin ortalama baş ağırlıkları (g/adet) üzerine dönemsel etkisi Çizelge 4.24.'de sunulmuştur.

Çizelge 4.24. Ortalama baş ağırlığının (g) değerlendirilmesi

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	270.86 c	409.66 f	340.26 e
Messenger Gold	263.53 e	434.69 cde	346.11 cde
ISR 2000	270.41 d	421.42 ef	345.92 de
Bioguard	239.32 ı	453.36 b	346.38 cde
Sojall Vitanal	262.61 f	448.42 bc	355.51 bc
Maxicrop	246.90 h	458.58 b	352.74 cd
Auxigro	284.56 a	442.22 bcd	363.39 b
Kontrol	261.47 g	424.38 def	342.93 e
Kimyasal	282.60 b	572.15 a	427.38 a

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir (p <0.05), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Çizelge 4.23.'de sunulan istatistik analiz bulgularına göre, birinci dönem yetiştiriciliğinde Auxigro (284.56 g) bitki aktivatör uygulaması ile en yüksek ortalama baş ağırlığı elde edildiği belirlenmiştir. Auxigro uygulamasını Kimyasal (282.60 g) uygulaması takip etmiş, Bioguard (239.32 g) uygulaması ise en düşük istatistiki değer olarak kaydedilmiştir. İkinci dönem yetiştiriciliğinde Kimyasal (572.15 g) uygulaması en yüksek değer alınmış uygulama olarak ön plana çıkmaktadır. Her iki dönem ortalamasında ise Kimyasal (427.38 g) uygulaması en yüksek, Crop-Set (340.26 g) ve Kontrol (342.93 g) uygulamalarının en düşük değerleri veren uygulamalar olduğu belirlenmiştir. Üçok ve ark (2019), solucan gübresi, tavuk gübresi, kimyasal gübre ve kimyasal gübrenin organik gübrelerle kombinasyonlarını uygulayarak oluşturdukları marul denemesinde, kimyasal gübre+tavuk gübresi (516.73 g/adet) ve kimyasal gübre+solucan gübresi (436.13 g/adet) sonuçlarının, pazarlanabilir baş ağırlığı bakımından gübrelerin tek başına uygulanmasına göre daha iyi sonuç verdiğini belirlemişlerdir.

4.3.20. Askorbik asit değerinin (C vitamini mg/g) değerlendirilmesi

Uygulamaların Bacchus marul çeşidinin C vitaminin içeriği (mg/g) üzerine etkilerinin değerlendirildiği istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.25'te verilmiştir.

Çizelge 4.25. Askorbik asit içeriğinin (mg/g) değerlendirilmesi

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	0,89 bc	0,73 de	0,81 a
Messenger Gold	0,80 de	0,78 c	0,78 bc
ISR 2000	0,80 de	0,79 bc	0,79 abc
Bioguard	0,75 f	0,82 a	0,77 c
Sojall Vitanal	0,93 a	0,69 f	0,81 a
Maxicrop	0,78 e	0,81 ab	0,79 abc
Auxigro	0,91 ab	0,71 ef	0,81 a
Kontrol	0,87 c	0,74 d	0,80 ab
Kimyasal	0,81 d	0,77 c	0,78 bc

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir (p <0.05), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

C vitamini analiz sonuçlarına baktığımızda birinci dönem yetiştiriciliği C vitamini değer aralığı 0.75-0.93 mg/g arasında değişmiş, en yüksek değer Sojall Vitanal (0.93 mg/g) bitki aktivatörü uygulamasında, en düşük istatistiki değer de Biooguard (0.75 mg/g) bitki aktivatörü uygulamasında belirlenmiştir. İkinci dönem yetiştiriciliğinde en yüksek istatistiki değer Bioguard (0.82 mg/g) uygulamasında, en düşük istatistiki değer ise Sojall Vitanal (0.69 mg/g) uygulamasında kaydedilmiştir. Her iki dönemin ortalamalarına bakıldığı zaman C vitamini değerleri 0.81-0.77 mg/g aralığında oluşmuş, en yüksek istatistiki değer Sojall Vitanal ve Crop-Set uygulamalarında görülmüştür. En düşük istatistiki değer işse 0.77 mg/g değeri ile Bioguard uygulamasında kaydedilmiştir.

Ekinci vd. (2020) farklı NPK oranlarına sahip CombiPower® (8-8-8) ve SuperPower® (10-25-0) organik gübre uyguladıkları marulların C vitamini içeriğinin kontrole göre sırasıyla % 136-165 oranında arttığını bildirmişlerdir. Marullarda yapılan bir başka çalışmada (Abdel Nabi vd. 2019) biyostimulatörlerin (maya ekstraktı, chitosan, algler ve hümkik asit) C vitamini açısından istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Tüzel vd. (2012), agrlı örtü ve organik gübre uygulamasında Yedikule marul çeşidinin C vitamini içeriği üzerine sadece yetiştirme yılının istatistiksel olarak anlamlı etkisi olduğunu ve içeriği 0.08-0.32 mg/g arasında değiştiğini, Arapsacı salata çeşidinde ise uygulamaların ve yılların C vitamini üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını belirlemişlerdir. Bu çalışma ile karşılaştırıldığında uygulamaların ve uygulama- dönem interaksiyonunun marul c vitamin içeriği üzerine istatistiksel olarak anlamlı etkisi olduğu (Çizelge 4.25.) ve Sojall Vitanal bitki aktivatörünün ön plana çıktığı belirlenmiştir.

4.3.21. Makro-mikro besin elementi miktarlarının değerlendirilmesi

4.3.21.1. Azot (N) miktarının (%) değerlendirilmesi

Çizelge 4.26. Azot miktarının (%) değerlendirilmesi

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	4.030 a	4.150 d	4.090b
Messenger Gold	4.040 a	4.480 b	4.260 a
ISR 2000	3.600 cd	4.030 e	3.815 e
Biogard	3.540 de	4.530 a	4.035 c
Sojall Vitanal	3.540 de	4.310 c	3.925 d
Maxicrop	3.650 c	4.480 b	4.065 bc
Auxigro	3.480 e	4.310 c	3.895 d
Kontrol	3.820 b	4.030 e	3.925 d
Kimyasal	2.690 f	3.970 f	3.330 f

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir (p <0.05), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

İncelenen bitki analiz parametrelerine göre, birinci dönem yetiştiriciliği için istatistiki olarak azot değerlerine bakıldığında Messenger Gold (4.040) ve Crop-Set (4.030) uygulamaları yüksek, Kimyasal (2.690) uygulaması ise düşük istatistiki değer olarak belirlenmiştir. İkinci dönem yetiştiriciliğinde Bioguard (4.530) uygulaması en yüksek istatistiki değer olarak ön plana çıkmıştır. Her iki dönemin ortalaması

incelendiğinde azot miktarının Messenger Gold (4.260) uygulamasında yüksek, Kimyasal (3.330) uygulamasında düşük istatistiki değer olarak kaydedilmiştir

El-Hady ve Abd-Elhamied (2018), hıyar yetiştiriciliğinde NPK gübrelemesini azalmak amacıyla chitosan, moringa yaprağı ekstraktı ve lithovit bitki aktivatörlerini uygulamışlardır. Önerilen dozda NPK'nın %75'i ile yapraktan NPK uygulamasına ilaveten %10'luk moringa yaprağı ekstraktı uygulamasının, bitki N içeriği bakımından yeterli olduğunu (%1.65) ve böylece hıyar yetiştiriciliğinde N içeriği bakımından NPK gübrelemesinin %25 azaltılabileceğini bildirmişlerdir. Patateste farklı bitki aktivatörlerinin uygulanması sonucunda meyan kökü ekstraktı bitkilerde N miktarını (%3.25) yükseltmiştir (El-Hady vd. 2019). Üçok vd. (2019), marul yetiştiriciliğinde, kimyasal gübre ve kimyasal gübrenin tavuk ya da solucan gübresi ile birlikte uygulanması sonucunda en yüksek N içeriklerinin elde edildiğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar, kimyasal gübre tek başına uygulandığında marul yapraklarında %2.16, kimyasal gübre+solucan gübresinde %2.18 ve kimyasal gübre+tavuk gübresinde %2.24 N değeri elde etmişlerdir.

4.3.21.2. Fosfor (P) miktarının (%) değerlendirilmesi

Çizelge 4.27. Fosfor miktarını (%) değerlendirilmesi

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	0.360cd	0.500 abc	0.430 c
Messenger Gold	0.480 ab	0.590 ab	0.535 a
ISR 2000	0.550 a	0.500 abc	0.525 ab
Biogard	0.450 bc	0.470 abc	0.460 abc
Sojall Vitanal	0.500 ab	0.460 abc	0.480 abc
Maxicrop	0.490 ab	0.460 abc	0.475 abc
Auxigro	0.470 ab	0.430 bc	0.445 abc
Kontrol	0.450 bc	0.420 c	0.440 bc
Kimyasal	0.340 d	0.600 a	0.470 abc

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir (p < 0.05), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

İncelenen bitki analiz parametrelerine göre birinci dönem yetiştiriciliğinde istatistiksel anlamda farklılıklar oluşmuştur. ISR 2000 (0.550) bitki aktivatör uygulaması en yüksek istatistiki değer olarak bulunmuştur. İkinci dönem yetiştiriciliği için Kimyasal (0.600) uygulaması en yüksek değeri vermiş, Messenger Gold (0.590) istatistiki değeri ile onu takip etmiştir. İki dönem ortalamalarına bakıldığında Messenger Gold (0.535) uygulaması en yüksek istatistiki değer, Crop-Set (0.430) en düşük istatistiki değer olarak belirlenmiştir

El-Hady ve Abd-Elhamied (2018), hıyar yetiştiriciliğinde, önerilen dozda NPK'nın %75'i ile yapraktan NPK uygulamasına ilaveten bitki aktivatörü olarak Chitosan uygulaması sonucunda en yüksek bitki fosfor oranını (%0.157) elde etmişlerdir. Patateste yumrulara uygulanan meyan kökü ekstraktı, fosfor oranını %3.30'a yükseltmiştir (El-Hady vd. 2019). Michalak vd. (2017), yeşil alg *Cladophora glomerata*, *Ulva flexuosa*, *Ulva clathrata* ve kırmızı alg *Polysiphonia fucoides*'i kompostlaştırarak oluşturdukları biyo aktivatörünün turp bitkilerinin P içeriğini (21,243 ± 4 249 mg/kg)

arttırdığını, tere bitkilerinde (16,126 mg/kg) ise artış meydana getirmediğini ifade etmişlerdir. Üçok vd. (2019)'nın marul yetiştiriciliğinde uyguladıkları kimyasal ve organik gübrelerin P içeriği üzerine önemli bir etkisinin olmadığı, en yüksek P içeriğinin kontrol bitkilerinden (%0.27) elde edildiği belirtilmiştir.

4.3.21.3. Potasyum (K) miktarının (%) değerlendirilmesi

Çizelge 4.28. Potasyum miktarının (%) değerlendirilmesi

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	5.29 c	6.17 e	5.73 c
Messenger Gold	4.96 d	5.88 g	5.42 d
ISR 2000	6.24 a	7.04 b	6.64 a
Biogard	4.34 g	7.22 a	5.78 c
Sojall Vitanal	4.77 e	6.01 f	5.39 d
Maxicrop	4.60 f	5.85 h	5.23 e
Auxigro	4.00 h	6.77 d	5.38 d
Kontrol	5.43 b	7.01 c	6.22 b
Kimyasal	2.94 ı	5.20 ı	4.08 f

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir (p <0.05), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Uygulamaların bitkilerdeki potasyum istatistik değerleri incelendiğinde, birinci dönem yetiştiriciliğinde ISR 2000 (6.24) uygulaması en yüksek değer, Kimyasal (2.94) uygulaması en düşük değer olarak göze çarpmaktadır. İkinci dönem yetiştiriciliğinde istatistiki anlamda farklılıklar oluşmuştur. Bioguard (7.22) uygulaması en yüksek istatistiki değer olarak belirlenmiş, ISR 2000 (7.04) ve Kontrol (7.01) uygulamaları diğer uygulamalara göre yüksek değer olarak Bioguard uygulamasını takip etmiştir.

Yetiştiriciliklerin ortalamalarına bakıldığında ISR 2000 (6.64) uygulaması yüksek istatistiki değer olarak, Kimyasal (4.08) uygulaması ise düşük istatistiki değer olarak kaydedilmiştir

El-Hady ve Abd-Elhamied (2018), hıyar yetiştiriciliğinde, bitki aktivatörü olarak moringa yaprağı ekstraktı kullanılmasının hıyarda bitki K içeriğini (% 2.66) arttırdığını belirlemişlerdir. Patateste yapılan bir çalışmada ise bitki aktivatörü olarak meyan kökü ekstraktının kullanıldığı bitkilerde en yüksek K içeriği (% 3.63) elde edilmiştir (El-Hady vd. 2019). Michalak vd. (2017)'nin, yeşil alg *Cladophora glomerata*, *Ulva flexuosa*, *Ulva clathrata* ve kırmızı alg *Polysiphonia fucoides*'i kompostlaştırarak oluşturdukları bitki aktivatörü hem turp ($28,285 \pm 5\ 657\ \text{mg kg}^{-1}$) hem de terenin ($51,719 \pm 10\ 344\ \text{mg kg}^{-1}$) K içeriğini arttırmıştır. Üçok vd. (2019), marul yetiştiriciliğinde uyguladıkları kimyasal ve organik gübreler uygulamışlar ve marul K içeriği üzerine tavuk gübresinin (%3.86) istatistiksel olarak önemli etkisi olduğunu belirtmişlerdir.

4.3.21.4. Kalsiyum (Ca) miktarının (%) değerlendirilmesi

Çizelge 4.29. Kalsiyum miktarının (%) değerlendirilmesi

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	1.460 a	0.960 g	1.208 abc
Messenger Gold	1.260 ab	1.260 e	1.260 abc
ISR 2000	1.260 ab	1.240 e	1.250 abc
Biogard	1.020 ab	1.160 f	1.090 c
Sojall Vitanal	1.100 ab	1.340 c	1.220 abc
Maxicrop	1.060 ab	1.710 a	1.385 a
Auxigro	0.840 b	1.450 b	1.142 bc
Kontrol	1.340 a	1.290 d	1.315 ab
Kimyasal	0.870 b	0.660 h	0.765 d

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir ($p < 0.05$), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

İncelenen bitki analiz parametrelerine göre, birinci dönem yetiştiriciliğinde Crop-Set (1.460) ve Kontrol (1.340) uygulamaları kalsiyum içeriği olarak en yüksek değerleri vermiştir. İkinci dönem istatistiki analiz değerlerine bakıldığında, Maxicrop (1.710) uygulaması en yüksek, Kimyasal (0.660) uygulaması en düşük değer olarak belirlenmiştir.

Her iki dönemin ortalamalarına bakıldığı zaman, Maxicrop (1.385) uygulaması kalsiyum içeriği en yüksek, Kimyasal (0.765) en düşük uygulamalar olarak kaydedilmiştir.

Afolabi vd. (2021), kıvırcık marulun kalsiyum içeriği üzerine organik ve sentetik kimyasal gübrelerin istatistiksel olarak etkisi olmadığını bununla birlikte organik gübre olarak inek gübresi (27.80 ± 1.30 mg/g) ve kanatlı gübresi (27.90 ± 5.00 mg/g) uygulandığında tespit edilen Ca miktarının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Yeşil alg *Cladophora glomerata*, *Ulva flexuosa*, *Ulva clathrata* ve kırmızı alg *Polysiphonia fucoides*'in kompostlaştırılması ile elde edilen bitki aktivatörü hem turp ($11,478 \pm 2,296$ mg/kg) hem de terede ($5028 \pm 1,006$ mg/kg) Ca miktarında artış sağlamıştır (Michalak ve ark 2017). Üçok vd. (2019), marul yetiştiriciliğinde uyguladıkları kimyasal ve organik gübreler uygulamışlar ve marul Ca içeriği üzerine tavuk gübresinin (%0.583) istatistiksel olarak önemli etkisi olduğunu belirtmişlerdir.

4.3.21.5. Magnezyum (Mg) miktarının (%) değerlendirilmesi

Çizelge 4.30. Magnezyum miktarının (%) değerlendirilmesi

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	0.300	0.240	0.270 ab
Messenger Gold	0.290	0.270	0.280 ab
ISR 2000	0.330	0.280	0.305 a
Biogard	0.260	0.290	0.275 ab
Sojall Vitanal	0.330	0.290	0.310 a
Maxicrop	0.260	0.300	0.280 ab
Auxigro	0.230	0.290	0.260 ab
Kontrol	0.300	0.270	0.285 ab
Kimyasal	0.200	0.210	0.205 b

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir ($p < 0.05$), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Uygulamaların magnezyum içeriğinin analiz sonuçları birinci dönem ve ikinci dönem yetiştiriciliği için istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Fakat birinci dönem yetiştiriciliğinde Sojall Vitanal (0.330) ve ISR 2000 (0.330) uygulamaları en yüksek istatistik değeri, ikinci dönem yetiştiriciliği için Maxicrop (0.300) uygulaması en yüksek istatistik değerini göstermiştir. Her iki dönemin ortalaması değerlendirildiğinde istatistiksel olarak farklılık meydana gelmektedir. Sojall Vitanal (0.310) uygulaması ve ISR 2000 (0.305) uygulaması yüksek değer olarak ön plana çıkmaktadır.

Yeşil alg *Cladophora glomerata*, *Ulva flexuosa*, *Ulva clathrata* ve kırmızı alg *Polysiphonia fucoides*'in kompostlaştırılması ile elde edilen bitki aktivatörü hem turp (8024 ± 1605 mg/kg) hem de terede (7415 ± 1483 mg/kg) Mg miktarında artış sağlamıştır (Michalak vd. 2017). Üçok vd. (2019), marul yetiştiriciliğinde uyguladıkları kimyasal ve organik gübreler uygulamışlar ve marul Mg içeriği üzerine tavuk gübresinin (%0.193) istatistiksel olarak önemli etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Hossain ve Ryu (2017), marul üretimi için uygun organik gübre dozunu belirlemek amacıyla 3 farklı dozda (6.5, 13, 26 t/ha) organik gübre ve önerilen dozda kimyasal gübre uygulaması yaptıkları çalışmalarında, organik gübre dozunun artırılmasının bitkilerin Mg içeriğini olumsuz etkilediğini bununla birlikte 6.5 ve 13 t/ha organik gübre dozlarının Mg içeriğini kimyasal gübre uygulamasına göre arttırdığını tespit etmişlerdir. Kıvırcık marulda yapılan bir diğer çalışmada (Tuğa vd. 2021), vermikompost, leonardit ve gidyanın farklı dozları (%0, %3, %6, %9) denenmiş ve %6 gıda Mg içeriğini %0.74'e yükseltmiş olmasına rağmen uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmemiştir.

4.3.21.6. Demir (Fe) miktarının (ppm) değerlendirilmesi

Çizelge 4.31. Demir miktarının (ppm) değerlendirilmesi

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	75.20 f	73.60 h	74.40 g
Messenger Gold	74.00 g	107.80 a	90.90 c
ISR 2000	134.60 a	88.70 e	111.65 b
Biogard	76.30 e	99.30 d	87.80 d
Sojall Vitanal	88.00 d	186.20 a	137.10 a
Maxicrop	67.40 h	84.50 f	75.95 f
Auxigro	76.80 e	104.70 c	90.75 c
Kontrol	105.10 b	58.10 ı	81.60 e
Kimyasal	89.40 c	74.40 g	81.90 e

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir (p <0.05), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

İncelenen bitki analiz parametrelerine göre, birinci dönem yetiştiriciliği için istatistiki olarak anlamlı farklılıklar kaydedilmiştir. ISR 2000 (134.60) uygulaması en yüksek istatistiki değer olarak belirlenirken ikinci dönem yetiştiriciliğinde en yüksek istatistiki değer olarak Sojall Vitanal (186.20) uygulaması en yüksek istatistiki değer olarak kaydedilmiştir. Her iki dönem ortalaması değerlendirildiğinde, ikinci dönem yetiştiriciliğinde olduğu gibi Sojall Vitanal (137.10) uygulaması en yüksek değeri vermiş, Crop-Set (74.40) uygulaması en düşük değer olarak belirlenmiştir.

Yeşil alg *Cladophora glomerata*, *Ulva flexuosa*, *Ulva clathrata* ve kırmızı alg *Polysiphonia fucoides*'in kompostlaştırılması ile elde edilen bitki aktivatörünün rokanın Fe içeriğinde (165 ± 25 mg/kg) artış sağladığı, terede ise Fe içeriği bakımından etkili olmadığı tespit edilmiştir (Michalak vd. 2017). Tuğa vd. (2021), farklı dozlarda (%0, %3, %6, %9) vermikompost, leonardit ve gıda ile yapılan gübrelemelerin marul Fe içeriği üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Bayram ve Sarı (2017), Galia C8 and Kırkağaç 637 kavun çeşitlerinde *Bacillus subtilis* (OSU 142), *Bacillus megatorium* (M3), *Azospirillum* spp. (SP 245), Bioplin, Phosfert, EM1, Bio-one, Endoroots, Sim-Derma and *Spirulina* spp. bitki aktivatörlerini uygulamışlardır. İki yıl ortalaması dikkate alındığında *Bacillus subtilis*, *Bacillus megatorium*, *Azospirillum* spp, Phosfert ve Endoroots bitki aktivatörlerinin tek başına uygulamalarında kontrole göre bitki Fe içeriğini arttırdığı belirlemiştir.

4.3.21.7. Mangan (Mn) miktarının (ppm) değerlendirilmesi

Çizelge 4.32. Mangan miktarının (ppm) değerlendirilmesi

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	26.90 d	17.80 c	22.35 d
Messenger Gold	18.20 g	17.03 e	17.62 g
ISR 2000	36.30 b	17.40 d	26.85 b
Biogard	25.20 e	16.10 f	20.65 f
Sojall Vitanal	22.30 f	21.40 a	21.85 e
Maxicrop	16.20 h	17.80 c	17.00 h
Auxigro	14.80 ı	20.40 b	17.60 g
Kontrol	42.20 a	21.30 a	31.75 a
Kimyasal	35.30 c	11.80 g	23.55 c

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir (p <0.05), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Uygulamaların mangan miktarı üzerine incelenen analiz sonuçlarına göre, birinci dönem yetiştiriciliği için Kontrol (42.20) uygulaması en yüksek, Auxigro (14.80) en düşük istatistik değerini vermiştir. İkinci dönem yetiştiriciliğinde Sojall Vitanal (21.40) ve Kontrol (21.30) uygulamaları istatistiki olarak ön plana çıkmaktadır. Ortalamalarına bakıldığı zaman Kontrol (31.75) uygulaması en yüksek istatistiki değer, Maxicrop (17.00) uygulaması en düşük istatistiki değer olarak kaydedilmiştir.

Yeşil alg *Cladophora glomerata*, *Ulva flexuosa*, *Ulva clathrata* ve kırmızı alg *Polysiphonia fucoides*'in kompostlaştırılması ile elde edilen bitki aktivatörü hem turp (55.59 ± 8.34 mg/kg) hem de terede (54.18 ± 8.13 mg/kg) Mn miktarında artış sağladığı belirlenmiştir (Michalak vd. 2017). Bayram ve Sarı (2017), kavunda uyguladıkları 10 farklı bitki aktivatörü arasında sadece *Bacillus megatorium* (M3)'ün bitki Mn içeriğini kontrole göre arttırdığını tespit etmişlerdir. Marulda yapılan bir çalışmada ise (Tuğa vd. 2021), bitki Mn içeriği açısından %6'lık vermikompost uygulaması öne çıkmıştır.

4.3.21.8. Çinko (Zn) miktarının (ppm) değerlendirilmesi

Çizelge 4.33. Çinko miktarının (ppm) değerlendirilmesi

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	14.60 e	20.10 c	17.35 f
Messenger Gold	18.50 d	20.10 c	19.30 d
ISR 2000	24.70 b	17.60 d	21.15 c
Biogard	21.10 c	15.60 h	18.35 e
Sojall Vitanal	21.30 c	17.30 e	19.30 d
Maxicrop	22.20 c	16.50 f	19.35 d
Auxigro	22.80 c	22.80 b	22.80 b
Kontrol	29.40 a	15.90 g	22.65 b
Kimyasal	12.00 f	43.30 a	27.65 a

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir (p <0.05), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

İncelenen bitki analiz parametrelerine göre, istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar oluşmuştur. Birinci dönem yetiştiriciliği için Kontrol (29.40), ikinci dönem yetiştiriciliği (43.30) ve ortalamaları (27.65) için Kimyasal uygulamaları en yüksek istatistiki değeri, Kimyasal (12.0) birinci dönem yetiştiriciliği, Bioguard (15.6) ikinci dönem yetiştiriciliği, Crop-Set (17.35) ortalamaları için en düşük istatistiki değeri vermiştir.

El-Hady vd. (2019) patates yumrularını farklı sürelerde bitki aktivatörlerinde bekletmek suretiyle etkinliklerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Bitkilerin çinko içeriği (52.27 ppm) bakımından Çinko-bor karışımından oluşan bitki aktivatörünün etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Michalak vd. (2017), yeşil alg *Cladophora glomerata*, *Ulva flexuosa*, *Ulva clathrata* ve kırmızı alg *Polysiphonia fucoides*'i kompostlaştırarak elde ettikleri bitki aktivatörünün hem turp (122 ± 18 mg/kg) hem de terede (169 ± 25 mg/kg) Zn miktarını arttırdığını bildirmişlerdir. Kavunda yapılan bir çalışmada ise 10 farklı bitki aktivatörü denenmiş ve *Bacillus subtilis* (OSU 142) hariç tüm bitki aktivatörlerinin (*Bacillus megatorium* (M3), *Azospirillum* spp. (SP 245), Bioplin, Phosfert, EM1, Bio-one, Endoroots, Sim-Derma and *Spirulina* spp.) bitki Zn içeriğini arttırdığı tespit edilmiştir (Bayram ve Sarı 2017).

4.3.21.9. Bakır (Cu) miktarının (ppm) değerlendirilmesi

Çizelge 4.34. Bakır miktarının (ppm) değerlendirilmesi

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	7.40 g	10.70 d	9.10 e
Messenger Gold	10.40 c	12.03 b	11.20 b
ISR 2000	11.40 a	11.20 c	11.30 ab
Biogard	9.80 d	12.03 b	10.90 c
Sojall Vitanal	8.40 f	11.10 c	9.80 d
Maxicrop	9.30 e	10.30 e	9.80 d
Auxigro	9.90 d	9.50 f	9.70 d
Kontrol	10.70 b	12.10 b	11.40 a
Kimyasal	4.50 h	13.30 a	8.90 e

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir ($p < 0.05$), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Uygulamaların bakır içeriği üzerine etkileri incelendiğinde, birinci dönem yetiştiriciliğinde ISR 2000 (11.40) bitki aktivatörü, ikinci dönem yetiştiriciliğinde ise 13.30 değeri ile Kimyasal uygulaması ön plana çıkmaktadır. Her iki dönem ortalamasında Kontrol (11.40) uygulaması en yüksek istatistiki değer, Kimyasal (8.9) ve Crop-Set (9.10) uygulamaları en düşük istatistiki değer olarak kaydedilmiştir.

Michalak vd. (2017), yeşil alg *Cladophora glomerata*, *Ulva flexuosa*, *Ulva clathrata* ve kırmızı alg *Polysiphonia fucoides*'i kompostlaştırarak elde ettikleri bitki aktivatörünün terede Cu içeriği üzerine etkili olmadığını, bununla birlikte turp (6.49 ± 0.97 mg/kg) Cu içeriğini arttırdığını belirlemişlerdir. Kavunda uygulanan 10 farklı bitki aktivatörü arasında, *Bacillus subtilis* (18.08 mg/L) ve Bioplin (21.13 mg/L) bitki aktivatörleri kontrol grubuna göre bitki Cu içeriğini arttırmıştır (Bayram ve Sarı 2017). Marulda yapılan bir çalışmada (Tuğa vd. 2021), bitki Cu içeriği açısından %3 vermikompost uygulamasının etkili olduğu tespit edilmiştir.

4.3.21.10. Nitrat (NO₃) miktarının (ppm) değerlendirilmesi

Çizelge 4.35. Nitrat (ppm) değerlendirilmesi

Uygulamalar	Birinci Dönem	İkinci Dönem	Ortalama
Crop-Set	371 c	459 h	415 f
Messenger Gold	414 a	482 g	448 c
ISR 2000	336 d	606 b	471 b
Biogard	277 e	703 a	490 a
Sojall Vitanal	178 g	506 f	342 h
Maxicrop	380 b	509 e	445 d
Auxigro	338 d	521 d	430 e
Kontrol	226 f	574 c	400 g
Kimyasal	89 h	414 ı	252 ı

İstatistiksel olarak farklılıklar harflerle ifade edilmiştir (p <0.05), harf bulunmayan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Nitrat miktarının analizi sonucunda, birinci dönem yetiştiriciliğinde Messenger (414) uygulaması en yüksek istatistiki vermiştir. Bioguard uygulaması ikinci yetiştiricilik döneminde 703 her iki dönem ortalamasında 490 değerleri ile istatistiksel olarak en yüksek değer grubunu oluşturmuştur. Tüm yetiştirme sezonlarında en düşük nitrat içeriği Kimyasal uygulamasından elde edilmiştir. Marul bitkileri pazarlanabilir boyuta ulaştığında yaprak dokusundaki nitrat konsantrasyonu, güneş ışığına ve nitrat kaynağına duyarlı hale gelmektedir (Gent 2000), bu çalışmada dönemler arasındaki Nitrat birikim farkı sıcaklığın daha düşük olduğu dönemdeki duyarlılığı ile açıklanabilir. Tüzel vd. (2011), 3 farklı organik gübre (Biofarm, Hümik asit ve Leonardit) uyguladıkları çalışmada salata ve marullardaki nitrat içeriğinin konvansiyonel yetiştiriciliğe göre, organik gübre uygulanan Yedikule marulunda %25, Kıvrıcık salatada %28.4 daha düşük tespit edildiğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde Altunlu (2021), vermikompost ve mikrobiyal gübre uygulamasının kimyasal gübrelemeye göre nitrat birikimini önemli ölçüde azalttığını belirlemişlerdir. Dudaş vd. (2016), marulda Bio-algeen S-90 ve Megagreen bitki aktivatörlerinin kontrole göre yapraklardaki nitrat miktarını önemli ölçüde düşürdüğünü ifade etmişlerdir. Ekinci vd. (2020), farklı oranlarda NPK içeren organik gübrelerin kontrole göre kök ve yaprak nitrat içeriğinde artışa neden olduğunu ancak bu artışın kritik düzeyde meydana gelmediğini bildirmişlerdir. Bir marulda yapılan diğer çalışmada (Konstantopoulou vd. 2010), bu çalışma ile uyumlu olarak nitrat birikiminin kışın sonbahara göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Avrupa birliği tarafından hasat dönemine göre kabul edilen maksimum nitrat miktarı marul için 2500-4500 mg/kg'dır (Anonim 2002). Bu çalışmanın sonuçları bitki aktivatörlerinin nitrat birikimi üzerine iyileştirici etkisinin olmadığını ancak belirlenen nitrat miktarların Avrupa Birliği tarafından izin verilen sınırlar içerisinde kaldığını göstermektedir.

5. SONUÇLAR

Dünya nüfusunun artışına paralel olarak gıda ihtiyacı da artmakta ve birim alandan elde edilen verimi arttırmak için uygulanan yoğun kimyasal girdi kullanımı insan ve çevre sağlığını tehdit etmektedir. Kısa vejetasyon periyodu, marul yetiştiriciliği açısından avantaj sağlamasına rağmen, kimyasal girdilerin kullanımında daha dikkatli olunmasını gerektirmektedir. Dünyada kullanımı hızla yaygınlaşan ve ülkemizde de Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından ruhsatlı olarak satılan bitki aktivatörleri, bitki gelişimi, verim ve kalite özellikleri üzerine etkileri bakımından son yıllarda pek çok araştırmanın konusu olmaktadır. Tüm dünyada yaygın olarak yetiştirilen marul türünde ise bu konuda yapılmış çalışma sayısı oldukça sınırlıdır.

Yapılan bu yüksek lisans tez çalışmasında, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından ruhsat almış Messenger Gold, ISR 2000, Crop-Set, Sojall Vitanal, Auxigro, Bioguard ve Maxicrop bitki aktivatörlerinin marul bitkilerinin verim ve kalite özellikleri üzerine etkileri araştırılmış ve elde edilen veriler ışığında kullanım olanakları değerlendirilmiştir. Bitki aktivatörlerinin içeriklerinin farklı olmasından dolayı incelenen parametreler açısından etkilerinin farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Uygulamalar marul baş boyu (cm), ortalama baş ağırlığı (g), kök uzunluğu (cm), kök boğazı çapı (mm), kök yaş ağırlığı (g), kök kuru ağırlığı (g), bitki yaş ağırlığı (g), toplam verim (kg/da), pazarlanabilir verim (kg/da), L, pH, SÇKM (%), C vitamini ve makro-mikro besin elementleri üzerine istatistiksel olarak anlamlı etki yapmıştır. Yetiştirme dönemlerinin etkisi açık olarak görülmekle birlikte sadece bitki kuru ağırlığı (g), bitki yaprak boyu (cm), Chroma açısı ve Mg içeriği açısından dönemler arasında fark oluşmamıştır. Klorofil değeri birinci yetiştirme döneminde Maxicrop uygulaması ile 73.38'e yükselmiştir ve dönemler ortalaması sonuçları da Maxicrop bitki aktivatörünün klorofil miktarını olumlu etkilediğini ortaya koymuştur. Uygulamaların etkisi bitki gelişimi açısından incelendiği zaman; bitki baş boyu (30.49 cm) üzerine Sojall Vitanal bitki aktivatörü, bitki yaş ağırlığı (661.0 g) üzerine kimyasal uygulaması etkili olurken, kök uzunluğu üzerine birinci dönem Cropset (18.18 cm) ikinci dönem Messenger Gold (15.86 cm), ISR 2000 (14.72 cm), Bioguard (16.00 cm), Sojall Vitanal (14.79 cm), Maxicrop (15.43 cm), Auxigro (14.37 cm), dönemler ortalamasında Messenger Gold (15.64 cm), ISR2000 (15.74 cm), Bioguard (16.15 cm), Sojall Vitanal (15.61 cm), Maxicrop (16.19 cm) ve Auxigro (16.17cm) etkili olmuştur. Kök boğazı çapı ve kök yaş ağırlığı açısından birinci dönem Sojall Vitanal bitki aktivatörünün (sırasıyla, 24.46 mm, 12.43 g), ikinci dönem ve dönem ortalamalarında Kimyasal uygulamasının, kök kuru ağırlığı bakımından ise tüm dönemlerde Messenger Gold bitki aktivatörü en etkili uygulama olduğu belirlenmiştir. Kök parametreleri açısından sıcaklığın nispeten yüksek olduğu dönemde bitki aktivatörlerinin öne çıkması, preparatların etkinliğinin hava sıcaklığı ile ilişkili olduğu ve kimyasal gübre uygulanan grupta bitkilerin topraktan bitki besin elementlerini rahatlıkla bulabilmesi nedeniyle kök gelişiminin daha zayıf kaldığı tespit edilmiştir. Önemli verim parametreleri olan pazarlanabilir yaprak sayısı, ortalama baş ağırlığı ve pazarlanabilir verim hem uygulamalardan hem de yetiştirme döneminden etkilenmiştir. Birinci dönem tüm bitki aktivatörlerinin yaprak sayısını arttırdığı ancak pazarlanabilir yaprak sayısı açısından Cropset, Messenger Gold, ISR 2000 ve Auxigro'nun istatistiksel olarak en fazla etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. İkinci dönem Kimyasal uygulaması hem bitki başına toplam yaprak sayısını (40.30 adet) hem de pazarlanabilir yaprak sayısını (36.50 adet) arttıran uygulama olmasına rağmen ortalamalar incelendiğinde uygulamalar arasında

istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı tespit edilmiştir. Dekara toplam verimi en fazla arttıran uygulama birinci dönem Auxigro bitki aktivatörü (3933.25 kg/da) iken ikinci dönem ve ortalama sonuçlarına göre kimyasal uygulaması öne çıkmış, Kimyasal değerlerini Sojall Vitanal bitki aktivatörünün sonuçları takip etmiştir. Pazarlanabilir verim açısından da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Birinci dönem Auxigro (3556.63 kg/da), ikinci dönem ve ortalamalara göre ise Kimyasal uygulaması en yüksek pazarlanabilir verimin alındığı uygulamalar olmuştur. İkinci yetiştirme döneminde yapraktan uygulamaların kontrol grubuna göre artış sağlamasına rağmen kimyasal uygulamasının önüne geçememesi havanın nispeten daha soğuk olduğu dönemde yapraktan uygulamaların etkinliğinin daha az olması ve bu durumun bitki besin elementi alımı ve bitki gelişimini olumsuz etkilemesi ile ilişkilidir.

pH ve SÇKM değerleri açısından Maxicrop uygulaması öne çıkmış, ayrıca bitki aktivatörlerinin rengin parlaklığını gösteren L değerini olumlu etkilediği, Chroma açısı üzerine etkisinin olmadığı ancak kırmızı rengin yoğunluğu ile ilişkili olan Hue açısı değerinin Sojall Vitanal bitki aktivatörü uygulamasında düştüğü ve Sojall Vitanal bitki aktivatörünün kırmızı rengin yoğunluğunu arttırıcı etkisi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Sojall Vitanal C vitamini miktarını (0,93 mg/g) arttırıcı etkide yapmıştır.

Baccus marul çeşidinin makro-mikro besin elementi içeriği uygulamalara ve dönemlere göre farklılık göstermiştir. N içeri bakımından birinci dönem (%4.040) ve dönemler ortalaması (%4.260) sonuçları Messenger Gold'un öne çıktığını, P içeriği açısından birinci dönem ISR 2000 (%0.550), ikinci dönem Kimyasal (%0.600), dönemler ortalaması Messenger Gold (%0.535) olarak sıralanmıştır. K yönünden birinci dönem (%6.24) ve ortalama (%6.640) değerlerinde ISR 2000 en yüksek içeriğin belirlendiği uygulamalar olmuştur. Sojall Vitanal uygulanan bitkilerin yapraklarında renk yoğunluğunun artışının bu uygulamanın yapıldığı bitkilerdeki Fe içeriğinin ikinci dönem (186.2 ppm) ve dönem ortalamalarında (137.1 ppm) en yüksek değere ulaşması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Diğer bitki besin elementlerinin içerikleri üzerine tek bir bitki aktivatörünün içeriği yükseltici etkisinden bahsetmek mümkün değildir. Bitki besin elementi içerikleri uygulamalara ve yetiştirme dönemine göre farklılık göstermiştir. Marul yapraklarında belirlenen Nitrat birikimi Avrupa Birliği tarafından belirlenen izin verilebilir değerler arasında olmuştur.

Araştırma sonuçları, uygulamaların etkinliği üzerine belirleyici faktörün yetiştirme dönemleri olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle sıcaklığın nispeten yüksek olduğu Kasım-Ocak dönemi yetiştiriciliğinde bitki aktivatörlerinin Bacchus marul bitkilerinin gelişimi ile verim ve kalite özellikleri üzerinde daha etkili olduğu, ancak Ocak-Nisan döneminde Kimyasal gübrelemenin bitki gelişimini ve verimi arttırıcı etkisinin daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte hem C vitamini içeriği hem de kırmızı kıvrıcık marulda çok önemli bir kalite parametresi olan kırmızı renk yoğunluğu üzerine Sojall Vitanal bitki aktivatörünün etkisi dikkate alınmalı ve bitki aktivatörlerinin bitki gelişimini arttırıcı etkisi göz önünde bulundurularak, bitki aktivatörleri uygulanarak kimyasal gübre kullanımını azaltma olanaklarının araştırılması önerilmektedir.

6. KAYNAKLAR

Abd El-Fattah, D. A., Hashem, F. A. E., Abd-Elrahman, S. H. 2021. Impact of applying organic fertilizers on nutrient content of soil and lettuce plants, yield quality and benefit-cost ratio under water stress conditions. *Asian J Agric & Biol.* <https://doi.org/10.35495/ajab.2021.02.086>

Abdel Nabi, H. M. A., El-Gamily, E. I., MM Metwally, A. S. 2019. Impact of Irrigation by Away of Magnetized Water and Spraying by Bio-Activators on Efficiency and Quality of Lettuce. *Journal of Plant Production*, 10(12), 1023-1028.

Afolabi, M. S., Salami, A. E., Olajide, O. O., Babatunde, F. E. 2021. Comparative effects of organic and inorganic fertilizer treatment on growth, yield, and quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Pure and Applied Agriculture*, 6(2), 1-8.

Akbudak, N., and Tezcan, H. 2009. Incidence of Verticillium and plant development in pepper as affected by the bioactivator harpin. *International journal of vegetable science*, 15(3), 253-263.

Akbudak, N., Tezcan, H., Akbudak, B., Seniz, V. 2006. The effect of harpin protein on plant growth parameters, leaf chlorophyll, leaf colour and percentage rotten fruit of pepper plants inoculated with *Botrytis cinerea*. *Scientia Horticulturae*, 109(2), 107-112.

Alas, E. 2016. Bitki Antifiriz ve farklı yetiştirme sistemlerinin marul yetiştiriciliğinde verim, bazı kalite özellikleri ve besin maddesi içeriğine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.

Almeida, A.D.S., Carvalho, I., Deuner, C., Tillmann, A., Ângela, M., Villela, F.A. 2011. Bioativador no desempenho fisiológico de sementes de arroz. *Revista Brasileira de Sementes*, 33(3) 501-510.

Almedia, A.D.S. 2008. Bioativador no desempenho fisiológico de sementes de cenoura. Master's thesis, Almeida Universidade Federal de Pelotas.

Altunlu, H. 2021. Mikrobiyal gübre ve vermikompost uygulamalarının baş salata (*Lactuca sativa* L. var *capitata*) yetiştiriciliğinde bitki gelişimi, verim ve nitrat içeriğine etkisi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 34(1), 135-140.

Anonim. 2002. Commission Regulation (EC) No. 563/2002 amending Regulation (EC) No. 466/2001 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Official Journal L* 86, 3 April 2002, pp. 5 and 6. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur34475.pdf> [Son erişim tarihi: 15.12.2021].

Anonim. 2010. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). 2010. Statement on possible public health risks for infants and young children from the presence of nitrates in leafy vegetables. *EFSA Journal*, 8(12), 1935.

Anonim. 2017. 09.11.2017 tarih ve 30235 Sayılı Resmi Gazete. T.C Başbakanlık Basımevi, Ankara.

Anonim, 2021. <http://www.vilmorin.com.tr/marul/bacchus> [Son erişim tarihi: 01.12.2021].

Anonim, 1995. Crop-Set. Bio Boast in S.A. Improcrop (pty) L.T.D. Mesi River.S.A.

Anonymous, 1995. Crop-Set.Bio Boast in S.A. Improcrop (pty) L.T.D.Mesi River. S.A.

Anonymous, 2000. The Plant Activator. Nature Created the Concept. Novartis.

Artyszak, A., Gozdowski, D., Kucińska, K. 2016. Effect of foliar fertilization with silicon on the chosen physiological features and yield of sugar beet. *Fragm. Agron*, 33(2), 7-14.

Avrupa Çevre Ajansı (AÇA) 2004. Avrupa Çevre Ajansı'nın Belli Konulardaki Güncellemesi. Avrupa Toplulukları Resmi Yayınlar Ofisi, Lüksemburg.

Baker, L.A. 2004. Nitrate in the Phoenix Area Aquifers.

Barus, Y. 2012. Application of rice straw compost with different bioactivators on the growth and yield of rice plant. *Journal of Tropical Soils*, 17(1), 25-29.

Bayram, C. A., and Sarı, N. 2017. Effect of some plant activators on plant nutrientscontent of melon. *ADYUTAYAM Dergisi*, 5(2), 50-60.

Berlyn, G.P. and Russo, R.O. 1990. The use of organic biostimulants to promote root growth. *Belowground Ecol.* 2, 12-13.

Blunden, G., Jenkins, T., Liu, Y.W. 1996. Enhanced leaf chlorophyll levels in plants treated with seaweed extraxt. *J. Appl. Phycol.* 8, 535-543.

Bozkurt, S., Mansurolu, G. S., Kara, M. 2009. Responses of lettuce to irrigation levels and nitrogen forms. *African journal of agricultural research*, 4(11), 1171-1177.

Bulgari, R., Cocetta, G., Trivellini, A., Vernieri, P., Ferrante, A. 2015. Biostimulants and crop responses: a review. *Biological Agriculture & Horticulture*. 31: 1-17.

Castro, P.R.C. and Pereira, M.A. 2008. Bioativadores na agricultura. In: Gazzoni, D.L., Ed., Tiametoxam: Uma revolução na agricultura brasileira. *Bogotá, Colômbia*, 118-126.

Castro, P.R.C., Serciloto, C.M., Pereira, M.A., Rodrigues, J.L.M., Rossi, G. 2009. Agroquímicos de controle hormonal, fosfítos e potencial de aplicação dos aminoácidos na agricultura tropical. *Série Produtor Rural Piracicaba*, 83.

Ceylan, Ş., Yoldaş, F., Mordoğan, N., Çakıcı, H. 2000. Domates yetiştiriciliğinde farklı hayvansal gübrelerin verim ve kaliteye etkisi. III. Sebze Tarımı Sempozyumu. s.51, Isparta.

Ceylan, Ş., Yoldaş, F., Mordoğan, N., Tepecik, M. 2017. Effects of different doses of organic fertilizer on nitrate accumulation and some nutrient element content of lettuce. *Acta Biologica Turcica*, 30(4), 164-168.

Chohura, P. and Kolota, E. 2009. Effect of nitrogen fertilization on the yield and quality of field-grown leaf lettuce for spring harvest. *Vegetable Crops Research Bulletin*, 71, 41.

Chuang, H.W., Harnrak, A., Chen, Y.C. Hsu, C.M. 2010. A harpin-induced ethylene-responsive factor regulates plant growth and responses to biotic and abiotic stresses. *Biochemical and biophysical research communications*, 402 (2): 414-420.

Dayan, A. 2020. Farklı bitki aktivatörlerinin ikinci ürün ıspanakta verim ve bazı kalite özelliklerine etkileri. *ADYUTAYAM Dergisi*, 8(1), 10-16.

De Giorgio, D., Lestingi, A., Bovera, F., Convertini, G. 2008. Bioactivators and nitrogen fertilization applied to durum wheat: effects on the chemical composition and in vitro digestibility of straw. *Options Méditerranéennes, Series A*, 79, 443-447.

Demiraslan, Ö. K., and Akı, C. 2015. The effects of plant activators on total protein and peroxidase levels in in vivo and in vitro growth *Capsicum annuum* L. *Annals of Biological Research*, 6(9), 43-47.

Dereboylu, A.E. ve Tort, N. 2010. Bazı aktivatör ve fungusit uygulamalarının *Cucumis sativus* L.(hıyar) bitkisinde verim-kalite üzerine etkisi. *Fen Bilimleri Dergisi*, 31(1).

Dilek, M. 2016. Bazı organik kökenli bitki büyüme düzenleyici maddelerin narince (*Vitis vinifera* L.) şaraplık üzüm çeşidinde asma gelişimi ile verim ve kalite özelliklerine etkileri. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Konya, 47s.

Dimitrov, I., Stancheva, I., Mitova, J., Atanasova, E. 2006. Comparative study of some quality parameters of lettuce in dependence on way of cultivation. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 12(3), 421.

Dkhar, M. J., and Bahadur, V. 2017. Effect of different nutrient formulations on growth, yield and quality of lettuce (*Lactuca sativa*) cv. lollo rosso in a hydroponic system. *The Allahabad Farmer*, 73(1).

Draghici, E. M., Dobrin, E., Jerca, I. O., Barbulescu, I. M., Jurcoane, S., Lagunovschi-Luchian, V. 2016. Organic fertilizer effect on Lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivated in nutrient film technology. *Romanian Biotechnological Letters*, 21(5), 11905-119013.

Dudaš, S., Šola, I., Sladonja, B., Erhatic, R., Ban, D., Poljuha, D. 2016. The effect of biostimulant and fertilizer on “low input” lettuce production. *Acta Botanica Croatica*, 75(2), 253-259.

Ekinci M., Kul R., Turan M., Yıldırım E. 2020. Effects of organic fertilizers on plant growth, yield and mineral content of lettuce (*Lactuca sativa* L.). Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi, 3(2): 1-5.

El-Hady, A., and Abd-Elhamied, A. 2018. Impact of foliar, mineral fertilization and some plant activators on cucumber growth and productivity. *Journal of Plant Production*, 9(2), 193-201.

El-Hady, A., and Shehata, M. N. 2019. Effect of tuber soaking periods with some activators on growth and productivity of potato. *Journal of Plant Production*, 10(3), 223-229.

El-Mogy, M. M., Salama, A. M., Mohamed, H. F., Abdelgawad, K. F. Abdeldaym, E. A. 2019. Responding of long green pepper plants to different sources of foliar potassium fertiliser. *Agriculture (Pol'nohospodárstvo)*, 65(2), 59-76.

Ergün, Revna. 2020. Bitki gelişimini uyarıcı rizobakteri ((PGPR) ve sıvı vermikompost uygulamalarının marul bitkisinin (*Lactuca sativa* L.) verimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkisi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, İzmir, 51s.

Eser, Ü., ve Coşkuntuna, A. 2016. Bazı bitki aktivatörlerinin salata-marulda kurşuni küf hastalığına (*Botrytis cinerea* Pers.: Fr.) karşı etkilerinin araştırılması. *Bitki Koruma Bülteni*, 56(4), 359-368.

Eşiyok, D., Özzambak E., Özen Ş. 1996. Salata-marul çeşitlerinde dikim mesafelerinin verim ve kaliteye etkisi üzerinde bir araştırma. GAP I Sebze Tarımı Sempozyumu. 7-10 Mayıs 1996. Şanlıurfa.

FAO, 2019. Statistical Yearbook of the Food And Agricultural Organization for the United Nations. <http://faostat.fao.org> [Son erişim tarihi: 29.05.2018].

Fatih, Ş., Teksür, P. K., Okşar, R. E., Güleş, A., ve Aşçıoğlu, T.K. 2016. Yararlı mikroorganizma uygulamasının marul verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(1), 35-40.

Feng, S. and Fu, Q. 2013. Expansion of global drylands under a warming climate. *Atmos. Chem. Phys.*, 13, 10081–10094, <https://doi.org/10.5194/acp-13-10081-2013>.

Fraile-Robayo, R. D., Álvarez-Herrera, J. G., Reyes M, A. J., Álvarez-Herrera, O. F., Fraile-Robayo, A. L. 2017. Evaluation of the growth and quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in a closed recirculating hydroponic system. *Agronomía Colombiana*, 35(2), 216-222.

Geneva, M., Kostadinov, K., Filipov, S., Kirova, E., Stancheva, I. 2021. Analysis of the antioxidant capacity of lettuce growth at different fertilizer regimes. *Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences*, 74(1).

Göktekin, Z. ve Ünlü, H. 2016. Domates yetiştiriciliğinde çiftlik gübresi, yeşil gübre, mikrobiyal gübre ve bitki aktivatörü kullanımının verim ve kalite kriterleri üzerine etkileri. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(2), 108-119.

Grant, K. M., Rohling, E. J., Bar-Matthews, M., Ayalon, A., Medina-Elizalde, M., Ramsey, C. B., Satow, C., and Roberts, A. P. 2012. Rapid coupling between ice volume and polar temperature over the past 150,000 years. *Nature*, 491, 744–747, doi:10.1038/nature11593.

Gregory D. J. and Sneed, R.J. 2010. Nitrate in Drinking Water.

Güleç, H., Pılanalı N., Kalınbacak K., Keçeci M. Özcan H. 2018. Gübreleme Rehberi (Antalya). T.C Tarım ve Orman Bakanlığı, 89 s.

Günay, A. 2005. Sebze Yetiştiriciliği, Özel Sebze Yetiştiriciliği (İkinci Baskı). Ankara, 531. 32.

Tuğa, H., Üzal, Ö., Yaşar, F. 2021. Bazı organik materyallerin kıvrıkcık yaprak salata (*Lactuca sativa* var. *crispa*)’da verim ve bitki besin elementi içeriklerine etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım Ve Doğa Dergisi*, 24(3), 495-504.

Hata, F. T., Spagnuolo, F. A., de Paula, M. T., Moreira, A. A., Ventura, M. U., de Freitas Fregonezic, G. A., de Oliveiraa, A. L. M. 2020. Bokashi compost and biofertilizer increase lettuce agronomic variables in protected cultivation and indicates substrate microbiological changes. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 640-646.

Hekimoğlu, B. ve Altındağ, M. 2006. Organik tarım ve bitki koruma açısından organik tarımda kullanılacak yöntemler. Samsun Valiliği Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü.

Hossain, M. B. and Ryu, K. S. 2017. Effects of organic and inorganic fertilizers on lettuce (*Lactuca sativa* L.) and soil properties. *SAARC Journal of Agriculture*, 15(2), 93-102.

Houghton J. T., Ding Y. Griggs D. J. 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge University Press, Cambridge, 881 p.

Huang JS and Hsu HT 2003. Induced resistance in plants In: Huang HC and Acharya SN (eds) *Advances in Plant Disease*.

Huang, H. C., and Wu, M. T. 2009. Plant disease management in the era of energy conservation. *Plant Pathology Bulletin*.

Ünlü, H. ve Padem, H. 2010. Organik domates yetiştiriciliğinde çiftlik gübresi, mikrobiyal gübre ve bitki aktivatörü kullanımının yaprakların makro element içeriği üzerine etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(2), 63-73.

Jablonskytė-Raščė, D., Maikštėnienė S., Cesevičienė J., Mankevičienė A. 2012. Ekologinių trąšų ir bioaktyvatorių įtaka paprastųjų kviečių (*Triticum aestivum* L.) ir Spelta kviečių (*Triticum spelta* L.) produktyvumui bei derliaus kokybei. *Žemės ūkio mokslai*, 19(1).

Jameson, P.E. 1993. Plant hormones in the algae. In: Round, F.E., Chapman, D.J. (Eds), *Progress in Phycological Research*, vol. 9. Biopress Ltd., Bristol: UK, p.239.

Karataş, A. 2001. Örtüaltında farklı ekim zamanları ve yaprak uygulamalarının marulda bitki gelişmesi ve verim üzerine etkisi. Atatürk Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, Erzurum, 53s.

Karataş, A. ve Büyükdinç, D. T. 2017. Organik çay atığının ıspanak ve marul yetiştiriciliğinde bitki gelişimi üzerine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6, 201-210.

Karavaş, B. 2002. Fungusit, bitki aktivatörü ve bitki stimulantının biber bitkisinin (*Capsicum annuum* L.) anatomik ve morfolojik yapısı üzerine etkileri. EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, İzmir, 129s.

Kaymak, H. Ç. ve Aksoy, A. 2020. Farklı azot kaynakları ile yapılan yaprak gübrelemesinin marul (*Lactuca sativa* L.)’da verim, nitrat birikimi ve maliyet üzerine etkisi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji dergisi*, 8(4), 971-976.

Khan, W., Rayirath, U.P., Subramanian, S., Jithesh, M.N., Rayorath, P., Hodges, D.M., Critchley, A.T., Craigie, J.S., Norrie, J., Prithiviraj, B., 2009. Seaweed extract as biostimulants of plant growth and development. *J. Plant Growth Regul.*, 28, 386-399.

Kibar, B. Marulda bitkisel özellikler, bazı kalite özellikleri ve besin elementleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 4(2), 149-160.

Kiobia, D. O., Graef, H. A., Reuben, P., Kahimba, F. C., Graef, F., EichlerLöbermann, B. and Silayo, V. C. 2019. Combining biochar with low rate of chemical fertiliser boosts maize biomass yield, regardless of tillage system, under humid conditions. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, 120(1), 55-62.

Kıracı, S. ve Karataş, A. 2015. Organik domates yetiştiriciliğinde bitki aktivatörü uygulamalarının verim ve kalite üzerine etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(1), 17-22.

Kiran, S. 2019. Effects of vermicompost on some morphological, physiological and biochemical parameters of lettuce (*Lactuca sativa* var. *crispa*) under drought stress. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(2), 352-358.

Kjeldahl, J. G. C. T. 1883. Neue methode zur bestimmung des stickstoffs in organischen körpern. *Zeitschrift für analytische Chemie*, 22(1), 366-382.

Klamkowski K., Treder W., Wojcik K. 2015. Effects of long-term water stress on leaf gas exchange, growth and yield of three strawberry cultivars. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 14(6): 55-65.

Koca, Y.O. 2003. Bitki aktivatörünün patatestte bazı tarımsal özellikler üzerine etkileri. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, İzmir, 36 s.

Konstantopoulou, E., Kapotis, G., Salachas, G., Petropoulos, S. A., Karapanos, I. C., Passam, H. C. 2010. Nutritional quality of greenhouse lettuce at harvest and after storage in relation to N application and cultivation season. *Scientia Horticulturae*, 125(2), 93-e1.

Kunicki, E., Grabowska, A., Sekara, A., Wojciechowska, R., 2010. The effect of cultivar type, time of cultivation, and biostimulant treatment on the yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Folia Horti*. 22:9–13.

Mahlangu, R. I. S., Maboko, M. M., Sivakumar, D., Soundy, P., Jifon, J. 2016. Lettuce (*Lactuca sativa* L.) growth, yield and quality response to nitrogen fertilization in a non-circulating hydroponic system. *Journal of Plant Nutrition*, 39(12), 1766-1775.

McDonald-Spicer, C., Knerr, N. J., Encinas-Viso, F., and Schmidt-Lebuhn, A. N. 2019. Big data for a large clade: Bioregionalization and ancestral range estimation in the daisy family (Asteraceae). *Journal of Biogeography*, 46(2), 255-267.

McGuire, G.R. 1992. Reporting of objective color measurements. *Hortscience*, 27(12), 1254-1255.

Michalak, I., Wilk, R., Chojnacka, K. 2017. Bioconversion of Baltic seaweeds into organic compost. *Waste and Biomass Valorization*, 8(6), 1885-1895.

Mutton MA, Mutton MJR, Euzebio-Filho O, Nakamura G and Aramaki P 2007. Thiamethoxam stimulates sugarcane stalk productivity. In XXVI congress, international society sugar cane technology, ICC, Durban (Vol. 29, pp. 476-480).

Nair, C. B., Anith, K. N., Sreekumar, J. 2007. Mitigation of growth retardation effect of plant defense activator, acibenzolar-S-methyl, in amaranthus plants by plant growth-promoting rhizobacteria. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 23(8), 1183-1187.

Nurmayulis, U., Utama, P., Jannah, R. 2018. Pertumbuhan dan hasil tanaman selada (*Lactuca sativa*) yang diberi bahan organik kotoran ayam ditambah beberapa bioaktivator. *Agrologia*, 3(1).

Okudur, E. 2018. Durgun su kültüründe kırmızı kıvrıkcık marul yetiştiriciliğinde üç farklı şekilde verilen gübrelemenin verim ve kalite parametrelerinin araştırılması. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 394-399.

Owen, W. G. and Lopez, R. G. 2015. End-of-production supplemental lighting with red and blue light-emitting diodes (LEDs) influences red pigmentation of four lettuce varieties. *HortScience*, 50(5), 676-684.

Oymak, E. 2018. Yapraktan uygulanan bazı mikro elementlerin su kültüründe yetiştirilen renkli marullarda yaprak renklenmesi ve verimlilik üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Antalya, 35s.

Ozdamar-Unlu, H. 2018. The effects of plant activators on the yield, quality and nutrient uptakes in the organic leek production. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(11), 7887-7896.

Özfidan, C., 2005. Bir bitki aktivatörünün (ISR 2000) tuz stresi (NaCl) ve biyotik stres (*Botrytis cinerea*) altındaki domates fideleri üzerindeki biyokimyasal ve fizyolojik etkilerinin araştırılması. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, İzmir, 95s.

Öztürk, B. 2011. Farklı dikim zamanlarında kıvrıcık yapraklı salata (*Lactuca sativa* var. *crispa*)'nın organik ve konvansiyonel yetiştiriciliğinin verim, kalite ve toprak özelliklerine etkisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Tokat, 56s.

Pascual, P. R., Jarwar, A. D., Nitural, P. S. 2013. Fertilizer, fermented activators, and EM utilization in pechay (*Brassica pekinensis* L.) production. *Pakistan Journal of Agriculture, Agricultural Engineering and Veterinary Sciences*, 29(1), 56-69.

Pearson D. 1970. The Chemical Analysis of Foods. 6th Ed., New York, USA: Chemical Publishing Co Inc.

Prifti, D., and Maçi, A. 2015. The Effect of Herbagegreen Fertilizer Nanoparticles in Wheat Productivity Through Leaf Pulverization. *Albanian Journal of Agricultural Sciences*, 14(4), 350.

Qadeer, A., Butt, S. J., Asam, H. M., Mehmood, T., Nawaz, M. K. and Haidree, S. R. 2020. 3. Hydroponics as an innovative technique for lettuce production in greenhouse environment. *Pure and Applied Biology*, 9(1), 20-26.

Rodrigo-Garcia, J., Navarrete-Laborde, B. A., Rosa, L. A. D. L., Alvarez-Parrilla, E., & Núñez-Gastélum, J. A. 2018. Effect of Harpin protein as an elicitor on the content of phenolic compounds and antioxidant capacity in two hydroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L.) varieties. *Food Science and Technology*, 39, 72-77.

Ryals, J., Ward, E., Ahl-Goy, P. and Metraux, J.P. 1992. Systemic acquired resistance: an inducible defense mechanism in plants. In Society for Experimental Biology Seminar Series, 49: 205-229.

Ryder., E. J. 1979. 'Salinas' Lettuce [Breeding, California]. HortScience

Sharma, S.S.H., Fleming, C., Selby, C. 2014. Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *J Appl Phycol*. 26:465–490.

Silva, A. F. T., Avelino, R. C., da Silva Brito, L. P., dos Anjos, J. C. R., da Silva Júnior, J. V. and Beckmann-Cavalcante, M. Z. 2017. Growth and Yield of Lettuce Cultivars Under Organic Fertilization And Different Environments. *Comunicata Scientiae*, 8(2), 264-274.

Silva, L. M., Oliveira, C. H. A., Rodrigues, F. V., Rodrigues, M. R. C., Beserra, F. J., Silva, A. M., Lemos, J. C., Fernandes, A. A. O., Rondina, D. 2011. Performance *in vivo* and carcass characteristics of lambs fed with cashew apple bagasse. *Arch. Zootec.*, 60 (231): 777-786

Singh, C. P. 1987. Preparation of high grade compost by an enrichment technique. I. Effect of enrichment on organic matter decomposition. *Biological Agriculture & Horticulture*, 5(1), 41-49.

Singh, Y., Singh, C. S., Singh, T. K., Singh, J. P. 2006. Effect of fortified and unfortified rice-straw compost with NPK fertilizers on productivity, nutrient uptake and economics of rice (*Oryza sativa*). *Indian Journal of Agronomy*, 51(4), 297-300.

Spinelli, F., Fiori, G., Noferini, M., Sprocatti, M., Costa, G. 2010. A novel type of seaweed extract as a natural alternative to the use of iron chelates in strawberry production. *Sci Hortic.* 125:63–269.

Sreeja, S. J. 2014. 11. Synthetic Plant Activators For Crop Disease Management By Sreeja_ Sj. *Life Sciences Leaflets*, 48, 92-To.

Sunaryo, Y., Purnomo, D., Darini, M. T., Cahyani, V. R. 2018. Effects of goat manure liquid fertilizer combined with AB-MIX on foliage vegetables growth in hydroponic. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 129, No. 1, p. 012003). IOP Publishing.

Suwor, P., Jeakkhajorn, S., & Kramchote, S. 2020. Effects of different compost manures application on growth of lettuces (*Lactuca sativa* L.). *International Journal of Agricultural Technology*, 16(5), 1257-1266.

Taşbaşı, B. İ. 2013. Farklı Rhizobakteri Uygulamalarının tuzlu koşullarda kıvrıcık marul (*Lactuca sativa* var. *crispa*) çeşitlerinde tohum çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine etkisi. 2013. Atatürk Üniversitesi, Yüksek lisans tezi, Erzurum, 68s.

Tilly-Mándy, A., Radó-Takács, A., Rab, Z., Honfi, P. 2016. Examination of BRT® Greenmoss, BRT® Evergreen and Fainsoil Bioactivator (FBA) in the Production of *Tagetes patula* L. 'Csemő'. *Acta Horticulturae et Regiotecturae*, 19(s1), 35-39.

Tosun, N. and Turkusay, H. 2004. Seed and soil treatments with a natural fungicide product against some fungal and bacterial diseases of vegetables, *Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries*, p: 383-385.

Tunes LM, da Silva Almeida A, Meneghello GE, Villela FA, Soares VN and Bortolotti, M. 2018. Bioactivator on physiological performance of tomato and onion seeds. *Comunicata Scientiae*, 9(1), 19-25.

TÜİK, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Statistical database. <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>. [Son erişim tarihi: 25.12.2021]

Tüzel, Y., Öztekin, G., Duyar, H., Eşiyok, D., Kılıç, Ö. G., Anaç, D., Kayıkçıoğlu, H. 2012. Organik salata-marul yetiştiriciliğinde agryl örtü ve bazı gübrelerin verim, kalite, yaprak besin içeriği ve toprak verimliliğine etkileri. *Journal Of Agricultural Sciences*, 17(3), 190-203.

Ugrinović, M., Snježan, a O., Milka, B.J., Jasmina, Z., Zdenka, G., Milan, Z. 2011. The effect of liquid and soluble fertilizers on lettuce yield. *Contemporary Agriculture. The Serbian Journal of Agricultural Sciences* 60 (1-2): 110-115

United, N. 2017. Department of Economic and Social Affairs. Population Division. World population prospects: the 2017 revision: key findings and advance tables. *Working Paper No. ESA/P/WP/248*.

Unlu, H., Unlu, H. O., Karakurt, Y. 2017. The Influence of plant activators on the yield and fruit quality characteristics of organically grown pepper. *Feb-Fresenius Environmental Bulletin*, 4305.

Unlu, H., Unlu, H. O., Karakurt, Y., Mujdeci, M. 2017. Determination of the effects of commercial organic fertilizers and plant activators on the uptake of plant nutritional elements in organic tomato cultivation. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(5), 3631-3638.

Unlu, H., Unlu, H. O., Karakurt, Y., Padem, H. 2010. Organic and conventional production systems, microbial fertilization and plant activators affect tomato quality during storage. *African Journal of Biotechnology*, 9(46), 7909-7914.

Üçok, Z., Demir, H., Sönmez, İ., Polat, E. 2019. Farklı organik gübre uygulamalarının kıvrıcık salata (*Lactuca sativa L. var. crispa*) verim, kalite ve bitki besin elementi içeriklerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32, 63-68.

Velkov, N., and Petkova, V. 2014. Crops from Cucurbitaceae in collection of the Maritsa Vegetable Crops Research Institute, Plovdiv-local cultivars and their application in breeding programme. *Agricultural science and technology*, 6(2), 134-142.

Vernieri, P., Ferrante, A., Borghesi, E., Mugnai, S. 2006. Biostimulants: a tool for improving quality and yield. *Fertilitas Agrorum*. 1:17–22. [In Italian].

Vidyashekar, P. 2004. Concise Encyclopedia of plant pathology. Viva Books New Delhi, p. 445-455.

Yasuda, M. 2007. Regulation mechanisms of systemic acquired resistance induced by plant activators. *Journal of Pesticide Science*, 32(3), 281-282.

Yıldız, N. 2008. Bitki beslemenin esasları ve bitkilerde beslenme bozukluğu belirtileri. Eser Ofset Matbaacılık, 304.

Zainuddin, N., Keni, M. F. and Ibrahim, S. A. S. 2019. Effect of biofertiliser containing different percentage rates of chemical fertiliser on oil palm seedlings. *Journal of Oil Palm Research*, 31(4), 582-591.

Zapata-Vahos, I. C., Rojas-Rodas, F., David, D., Gutierrez-Monsalve, J. A., Castro-Restrepo, D. 2020. Comparison of antioxidant contents of green and red leaf lettuce cultivated in hydroponic systems in greenhouses and conventional soil cultivation. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 73(1), 9077-9088.



ÖZGEÇMİŞ

Yusuf KAÇAR

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2018-2022	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya
Lisans 2013-2017	Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya

ESERLER

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

1. Ulukapı, K., Kacar, Y. 2020. The Effects of water deficiency on plant and tuber growth of kohlrabi (*Brassica oleracea* L. var gongylodes). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(2), 416-420.
2. Ulukapı K., Kaçar Y. 2020. Use of bioactivators in vegetable cultivation. I. International Congress of the Turkish Journal of Agriculture- Food Science and Technology, Antalya, 8 - 10 Kasım 2019, cilt.1, ss.362-367.