

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Onur ERGÜN

**SU KÜLTÜRÜNDE YETİŞTİRİLEN KIVIRCIK MARUL BİTKİSİNDE
MİKROALG (*Chlorella vulgaris*) UYGULAMASININ ETKİLERİ**

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2011

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SU KÜLTÜRÜNDE YETİŞTİRİLEN KIVIRCIK MARUL BİTKİSİNDE
MİKROALG (*Chlorella vulgaris*) UYGULAMASININ ETKİLERİ**

Onur ERGÜN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 22/09/2011 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....
Prof. Dr. H Yıldız DAŞGAN
DANIŞMAN

.....
Prof. Dr. Saadet BÜYÜLALACA
ÜYE

.....
Prof. Dr. Oya IŞIK
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: ZF2010YL38

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SU KÜLTÜRÜNDE YETİŞTİRİLEN KIVIRCIK MARUL BİTKİSİNDE MİKROALG (*Chlorella vulgaris*) UYGULAMASININ ETKİLERİ

Onur ERGÜN

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. H.ıldız DAŞGAN

Yıl: 2011, Sayfa: 67

Jüri : Prof. Dr. H.Yıldız DAŞGAN

: Prof. Dr. Saadet BÜYÜKALACA

: Prof. Dr. Oya IŞIK

Deneme 2010 sonbahar yetiştiriciliği döneminde cam serada gerçekleştirilmiştir. Su kültürü tekniği ile marul yetiştiriciliğinde farklı besin dozlarında mikroalg (*Chlorella vulgaris*) kullanımının etkileri araştırılmıştır. Uygulamalar olarak; (1) Kontrol, %100 Besin: Tam doz besin çözeltisi verilmiştir. (2) %100 Besin+Alg: Tam doz besin çözeltisi ve alg uygulanmıştır, (3) %80 Besin: Tam besin dozuna göre %20 azaltılmış besin çözeltisi, (4) %80 Besin+Alg: Tam besin dozuna göre %20 azaltılmış besin, ve alg, (5) %60 Besin: %40 azaltılmış besin (6) %60 Besin+Alg: %40 azaltılmış besin ve alg, (7) %40 Besin: %60 azaltılmış besin (8) %40 Besin+Alg: %60 azaltılmış besin alg uygulanmıştır. Su Kültürü yetiştiriciliğinde mikroalg *Chlorella vulgaris* kullanımının, marul bitkisinde büyüme ve gelişme, verim ve bitki besin maddeleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Denemede bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak taze ağırlığı, kök taze ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı, kuru ağırlık oluşturma yüzdesi, bitki çevresi, Vitamin C, klorofil ve nitrat içeriği önemli bulunmuştur. Yaprak alanı ve suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı uygulamalardan etkilenmemiştir. Yapılan yaprak analizlerinde *Chlorella vulgaris* eklenen azaltılmış besin dozlarında algin marul bitkilerine N, P, Ca, Mg, Na, Mn, Cu ve Zn beslenmesi bakımından artırıcı katkılar sağladığı belirlenmiştir.

Çalışmanın genel sonuçları: su kültüründe algin kullanılarak kontrol bitkilerine göre besin çözeltisini %20 ve %40 azaltılması başarıyla gerçekleştirilmiştir ve marul üretimi bu şekilde yapılabilmiştir. Ayrıca bu durum temiz bir çevre ve doğa için önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mikroalg, *Chlorella vulgaris*, *Lactuca sativa*, topraksız kültür, örtüaltı yetiştiriciliği

ABSTRACT

MASTER THESIS

EFFECTS OF MICROALGAE *Chlorella vulgaris* ON HYDROPONICALLY GROWN LETTUCE

Onur ERGÜN

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF HORTICULTURE

Supervisor : Prof. Dr. H. Yıldız DAŞGAN

Year: 2011, Pages: 69

: Prof. Dr. H. Yıldız DAŞGAN

Jury : Prof. Dr. Saadet BÜYÜKALACA

: Prof. Dr. Oya IŞIK

Experiment has been carried out in 2010 autumn-growing period in glasshouse in order to investigate the effects of different nutrient doses with microalgae (*Chlorella vulgaris*) under the hydroponic lettuce-growing conditions. The eight nutrient treatments have been realized: (1) %100 N+A : Full nutrition + algae, (2) %100 N: Full nutrition, (3) %80 N+A: %80 nutrition+algae, (4) %80 N: %80 nutrition, (5) %60 N+A: %60 nutrition +algae, (6) %60 N: %60 nutrition, (7) %40 N+A: %40 nutrition +algae, (8) %40 N: %40 nutrition. The effects of microalgae *Chlorella vulgaris* on the plant growth, yield, plant nutrients and some lettuce quality parameters have been investigated. The plant height, leaf number, leaf fresh weight, dry leaf weight, root fresh weight, root dry height, the percent of dry weight formation, leaf circle, Vitamin C, chlorophyll and nitrate contents of the leaf were significant. However, leaf area and the rate of water soluble dry material were not affected by the treatments. The leaf analysis showed that *Chlorella vulgaris* has been increasingly supported to the lettuce plants for N, P, Ca, Mg, Na, Cu, Mn and Zn nutrition under the decreased nutrients levels.

The general conclusions from the project work; fertilizer savings %20 and %40 can be achieved with lettuce plants controlled by using hydroponic culture in greenhouse. This also is served to clean environment.

Key words: Microalgae, *Chlorella vulgaris*, *Lactuca sativa*, soilless culture, greenhouse production

TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen ve bana tez konumu öneren yapıcı ve yönlendirici fikirleri ile bana daima yol gösteren ve ayrıca sabrı için danışman hocam Sayın Prof. Dr. H. Yıldız DAŞGAN'a sonsuz teşekkürler.

Tez çalışmamda kullandığım *Chlorella vulgaris*'i çoğaltarak bize temin edilmesini sağlayan, bu konuda her zaman büyük desteklerini gördüğümüz Su Ürünleri Fakültesi Dekanı ve öğretim üyesi Sayın hocam Prof. Dr. Oya IŞIK'a çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans tezi jüri üyelerinden Sayın Prof. Dr. Oya IŞIK'a bitki ve alg arasındaki çalışma mekanizması hakkındaki bilgilerinden dolayı ve Sayın Prof. Dr. Saadet BÜYÜKALACA'ya istatistiksel analizlerim hakkında yapıcı ve yönlendirici fikirleriyle katkıda buldukları için teşekkürlerimi sunarım.

Tezim süresince bana destek veren ziraat mühendisleri sevgili Ömer ŞEN'e, Ali BOL'a, Selcen AVCU'ya, Ziraat Teknikeri Beyza YAŞAR'a, bölümümüz öğrencilerinden Tolga ÇETİNTÜRK'e, Bitki Koruma öğrencisi Hakan CIRIK'a, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü öğrencisi Sezer SERT'e, Yıldız hocanın YL öğrencileri Zir. Yük. Müh. Gökçe AYDÖNER başta olmak üzere, sevgili dostum Zir. Müh. Yıldırım AKHOUNDNEJAD'a, Ar. Gör. Şenay KARABIYIK'a, Zir. Yük. Müh. Hakan ÇOPUR'a ve eşi Zir. Müh. Onur Karadeniz ÇOPUR'a, Bahçe Bitkileri arazi çalışanları Şükrü TÜRKMEN ve Hacı TÜRKMEN'e, Su Ürünleri Fakültesi'nden Dr. Leyla USLU'ya, Su Ürünleri Müh. Burcu AK'a ve Su Ürünleri Müh. Cansev AZGIN'a teşekkürü borç bilirim.

İş yerimden, Mezitli İlçe Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürü Avni TAŞYÜREK ve Müdür Vekili Muhittin ÖZANAR'a tezimin yürütülmesi sırasında bana gösterdikleri anlayıştan ötürü teşekkür ediyorum.

Yüksek lisans çalışmalarım esnasında finansal desteklerinden dolayı Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (Proje no:ZF2010YL38) içten teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, tez çalışmam da dahil olmak üzere, beni bugüne kadar maddi ve manevi asla yalnız bırakmayan anneme, babama ve kardeşlerime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	X
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	9
3. MATERYAL VE METOD.....	13
3.1. Materyal.....	13
3.2. Metod.....	14
3.2.1. Bitkilerin Beslenmesi.....	17
3.2.2. Alg Uygulamaları.....	22
3.2.3. İklim Değerlerinin Kaydedilmesi.....	23
3.2.4. Hasat.....	25
3.2.5. Denemede Yapılan Ölçüm ve Analizler.....	25
3.2.5.1. Bitki Boyu (cm).....	25
3.2.5.2. Yaprak Sayısı (adet / bitki).....	25
3.2.5.3. Yaprak Alanı (cm ² / bitki).....	26
3.2.5.4. Bitki/Yaprak Taze Ağırlığı (g/bitki).....	26
3.2.5.5. Bitki/Yaprak Kuru Ağırlıkları (g/bitki).....	27
3.2.5.6. Bitkilerin Çevresi (cm).....	27
3.2.5.7. Kuru Madde Üretimi (%).....	27
3.2.5.8. SÇKM (Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı).....	28
3.2.5.9. Klorofil Miktarı (mg klorofil/g taze ağırlık).....	28
3.2.5.10. Nitrat Miktarı (ppm).....	28
3.2.5.11. C vitamini (L-Askorbik Asit) içeriği (mg/100g (mg/100g).....	28
3.2.5.12. Yaprakta Besin Elementi Analizleri.....	29

3.2.5.13. Verilerin Değerlendirilmesi	32
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	33
4.1. Büyüme Parametreleri	33
4.1.1. Bitki Boyu (Yaprak Boyu) Ölçümleri.....	33
4.1.2. Bitkide Yaprak Miktarı	34
4.1.3. Yaprak Taze Ağırlığı aynı zamanda Verim.....	35
4.1.4. Bitki Kök Taze Ağırlığı.....	38
4.1.5. Kıvırcık Marul Bitkisinde Yaprak ve Kök Kuru Ağırlıkları	39
4.1.6. Yaprakta Kuru Madde Oluşturma Oranı	41
4.1.7. Yaprak Alanı.....	42
4.1.8. Bitki Çevresi	43
4.1.9. SÇKM (Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı).....	44
4.1.10. Marul Bitkilerinde Yaprakta Klorofil Miktarı	45
4.1.11. Marul Yapraklarında Vitamin C Miktarı.....	46
4.1.12. Marul Yapraklarında Nitrat Miktarı	47
4.2. Marul Bitkilerinde Besin Maddeleri Analizleri.....	48
4.2.1. Yaprakta Azot (N) Konsantrasyonu	48
4.2.2. Yaprakta Fosfor (P) Konsantrasyonu	49
4.2.3. Yaprakta Potasyum (K) Konsantrasyonu	50
4.2.4. Yaprakta Kalsiyum (Ca) Konsantrasyonu	51
4.2.5. Yaprakta Sodyum (Na) Konsantrasyonu	52
4.2.6. Yaprakta Magnezyum (Mg) Konsantrasyonu.....	53
4.2.7. Yaprakta Mikro Element Konsantrasyonları	54
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	57
KAYNAKLAR.....	63
ÖZGEÇMİŞ	67

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan gübrelerin isimleri ve besleme sisteminde stok çözeltilerde yer alma şekilleri.....	17
Çizelge 3.2. Denemede % 100 B uygulamasında kullanılan besin elementlerinin konsantrasyonları	17
Çizelge 4.1. Farklı uygulamalar ile yetiştirilen kıvırcık marul bitkilerinin hasat zamanında kaydedilen bitki boyu değerleri (cm).....	34
Çizelge 4.2. Denemede farklı uygulamalar ile yetiştirilen kıvırcık marul bitkilerinin hasat zamanında kaydedilen yaprak miktarları.....	35
Çizelge 4.3. Denemede farklı uygulamalar ile yetiştirilen kıvırcık marul bitkilerinin hasat zamanında kaydedilen toplam yaprak taze ağırlığı veya tarımsal anlamda ürün verimi	38
Çizelge 4.4. Denemede farklı uygulamalar ile yetiştirilen kıvırcık marul bitkilerinin hasat zamanında kaydedilen kök taze ağırlık miktarları	39
Çizelge 4.5. Denemede farklı uygulamalar ile yetiştirilen kıvırcık marul bitkilerinin hasat zamanında kaydedilen yaprak ve kök kuru ağırlık miktarları	41
Çizelge 4.6. Farklı uygulamaların kıvırcık marul bitkisinin yapraklarında kuru madde oluşturma oranı üzerine etkileri	42
Çizelge 4.7. Denemede farklı uygulamaların marul bitkisinde toplam yaprak alanı üzerine etkileri	43
Çizelge 4.8. Denemede farklı uygulamalar ile yetiştirilen kıvırcık marul bitkilerinin hasat zamanında kaydedilen bitki çevresi.....	44
Çizelge 4.9. Denemede farklı uygulamalar ile yetiştirilen kıvırcık marul bitkilerinin refraktometrede okunan SÇKM değerleri	45
Çizelge 4.10. Denemede farklı uygulamalar ile yetiştirilen kıvırcık marul bitkilerinin spektrofotometrede cihazında okunan klorofil değerleri.....	46
Çizelge 4.11. Denemede farklı uygulamalar ile yetiştirilen kıvırcık marul bitkilerinin vitamin C miktarları	47
Çizelge 4.12. Denemede farklı uygulamalar ile yetiştirilen kıvırcık marul bitkilerinin nitrat değerleri.....	48

Çizelge 4.13. Denemede marul bitkilerinden alınan yaprak örneklerinde belirlenen azot(N) konsantrasyonları	49
Çizelge 4.14. Denemede marul bitkilerinden alınan yaprak örneklerinde belirlenen fosfor (P) konsantrasyonları	50
Çizelge 4.15. Denemede marul bitkilerinden alınan yaprak örneklerinde belirlenen potasyum (K) konsantrasyonları.....	51
Çizelge 4.16. Denemede marul bitkilerinden alınan yaprak örneklerinde belirlenen kalsiyum (Ca) konsantrasyonları	52
Çizelge 4.17. Denemede marul bitkilerinden alınan yaprak örneklerinde belirlenen sodyum (Na) konsantrasyonları.....	53
Çizelge 4.18. Denemede marul bitkilerinden alınan yaprak örneklerinde belirlenen magnezyum (Mg) konsantrasyonları	54
Çizelge 4.19. Denemede marul bitkilerinden alınan yaprak örneklerinde belirlenen mikro elementlerin konsantrasyonları.....	56

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1. Serada substrat ortamında topraksız domates yetiştiriciliği	1
Şekil 1.2. Yüzen su kültüründe marul yetiştiriciliği	3
Şekil 3.1. Fide yetiştirmek üzere kıvırcık marul tohumlarının serada viyollere ekilmiş halinin görüntüsü	14
Şekil 3.2. Şeffaf PVC kapaklara bitkilerin transfer edileceği delikler açılmış olduğu halde yetiştirme kaplarının bitki transferinden önce genel görünümü	15
Şekil 3.3. Su kültürüne marul fidelerinin transferi	15
Şekil 3.4. Kıvırcık marul fidelerinin su kültürüne transfer edilmiş görüntüleri.....	16
Şekil 3.5. Bitkilerin farklı büyüme aşamalarında denemeden genel görüntüler	18
Şekil 3.6. Bitki köklerine oksijen sağlamak için besin çözeltilisinin havalandırılmasından bir görünüm.....	19
Şekil 3.7. Su kültüründe farklı uygulamalar ile 7 gün yetiştirilen marul bitkilerinin 29.10.2010 tarihindeki görüntüleri.....	20
Şekil 3.8. Su kültürü ortamında %100 ve %80 besin dozlarının <i>Chlorella vulgaris</i> olan ve olmayan uygulamalarında 13 gün yetiştirilen kıvırcık marul bitkilerinin görüntüleri.....	21
Şekil 3.9. Su kültürü ortamında %60 ve %40 besin dozu uygulamalarında 13 gün <i>Chlorella vulgaris</i> olan ve olmayan koşullarda yetiştirilen kıvırcık marul bitkilerinin görüntüleri.....	22
Şekil 3.10. Denemede kullanılan <i>Chlorella vulgaris</i> stok çözeltilerinden bir görüntü.....	23
Şekil 3.11. Serada yetiştirilen kıvırcık marul bitkilerinin vejetasyon süresince sıcaklık değerleri	24
Şekil 3.12. Serada yetiştirilen kıvırcık marul bitkilerinin vejetasyon süresince nem değerleri	24
Şekil 3.13. Kıvırcık marul bitkileri hasat edilirken bir görünüm	25
Şekil 3.14. Kıvırcık marul bitkilerinin yaprak alanı ölçümü için yapılan işlemler ...	26
Şekil 3.15. Kıvırcık marul bitkilerinin yaprak taze ağırlığı tartımı	27

Şekil 3.16. Vitamin C analizinden görüntüler	29
Şekil 3.17. Azot analizinin yaş yakma, destilasyon ve titrasyon aşaması	30
Şekil 3.18. Azot dışında diğer mineral element analizleri için kuru yakma yapılması ve Atomik absorpsiyon spektrofotometrede okunması için süzük işlemlerinin yapılması	31

SİMGELER VE KISALTMALAR

Ç.Ü	: Çukurova Üniversitesi
mm.	: Milimetre
cm ³	: Santimetreküp
cm	: Santimetre
m	: Metre
m ²	: Metrekare
da	: Dekar
kg	: Kilogram
gr	: Gram
S.Ç.K.M	: Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı
%	: Yüzde
K	: Potasyum
N	: Azot
P	: Fosfor
Ca	: Kalsiyum
°C	: Santigrat Derece
Mg:	: Magnezyum
Fe	: Demir
Zn	: Çinko
Mn	: Mangan
Cu	: Bakır
Mo	: Molibden
B	: Besin
B+A	: Besin ve alg
Fed	: Feddan

1. GİRİŞ

1970’li yıllardan beri “Topraksız yetiştiricilik” yurtdışındaki seralarda kullanılmaktadır. Ülkemizdeki topraksız tarımın ticari üretimde kullanımına 1995 yılında Antalya’da kurulan modern sera işletmelerinde başlamıştır. Topraksız tarım yapılan alan 2000 yılında 20 hektar, 2004 yılında 75 hektar olarak bildirilmektedir. Toplam sera alanına kıyasla oldukça sınırlı bir alanda (% 0.6) uygulanmasına karşın, özellikle 2005 yılından itibaren hızla artış göstermiştir. 2007 yılı itibarı ile topraksız tarım yapılan sera işletmelerinin sayısının 61 ve üretim alanının 185 hektara ulaştığı bildirilmektedir (Gül-Aydoğan ve ark., 2009). 2009 yılında ise işletme sayısı 62’ye, toplam alan ise 2445 dekara ulaşmıştır. Bu alanın %42.74’ü Akdeniz, %55.13’ü Ege ve %2.13’ü Marmara bölgesinde yer almaktadır (Tüzel ve ark., 2010). Ülkemiz topraksız seralarında substrat/ortam kültürü tercih edilmektedir (Şekil 1.1). Toprak yerine alternatif katı ortamlar (perlit, torf, hindistan cevizi lifi, kaya yünü, farklı kaynaklı volkanik ve bazaltik tüfler) bitki köklerine mekanik destek amacı ile kullanılırken, inert sayılabilen bu ortamlarda bitkilerin beslenmesi tamamıyla besin çözeltisi ile sağlanmaktadır. (Gül ve ark., 2001).



Şekil 1.1. Serada substrat ortamında topraksız domates yetiştiriciliği

Hidroponik (hydroponics) ve topraksız tarım (soilless culture) terimleri bazı yayınlarda eş anlamlı olarak kullanılmaktadır. Bazı yazarlar ise, hidroponiği topraksız tarımın özel bir şekli olarak kabul etmektedir. Bu fikri savunular da ikiye ayrılmakta, bir grup hidroponiği sadece besin çözeltisi içinde yetiştiricilik (su kültürü) olarak tanımlamakta, diğer grup ise hidroponik teriminin su kültürü ve inert (kimyasal olarak aktif olmayan, besin çözeltisi ile kimyasal reaksiyona girmeyen) ortamlarda yapılan yetiştiriciliği tanımlamak için uygun olduğunu bildirmektedir. Günümüzde ise 'hidroponik' ve 'topraksız tarım' terimlerinin eş anlamlı olmadığı, hidroponiğin topraksız tarımın özel bir şekli olduğu görüşü daha fazla benimsenmektedir. (Gül., 2008)

Ticari anlamda durgun su kültürü yetiştirme dönemi kısa olan salata-marul ve yeşilliklerin üretiminde kullanılmaktadır. Bu amaçla bitkiler besin çözeltisinde serbest olarak bırakılan hafif bir materyalin (köpük levhalar) üzerinde yetiştirilmekte ve bu yöntem 'yüzen su kültürü' olarak adlandırılmaktadır. Bu yetiştiricilik şeklinde bitki kökleri onların gereksinim duydukları makro ve mikro besin maddelerinin optimum düzeylerde sağlandığı, pH ve EC seviyelerinin optimal düzeylerde ayarlandığı, havalandırılan besin çözeltisi içerisinde bulunmaktadır. Yüzen su kültürü sistemi, genellikle yeşil aksamı küçük ve vejetasyon süresi kısa olan sebzelerin veya bitkilerin yetiştiriciliğinde kullanılmaktadır. Özellikle marul-salatalar, ıspanak, pazı, pırasa, yeşil soğan, yeşil sarımsak, her türlü yeşil yapraklı aromatik sebzeler; maydanoz, tere, roka, nane, fesleğen vb. Su kültürü ortamında kök bölgesinde bitkinin gereksinimleri optimum düzeyde sağlandığı için, topraklı yetiştiriciliğe ve hatta topraksız yetiştiricilikte katı ortamlar içerisinde substratta yetiştiriciliğe göre ürünün yetiştirilmesi süresi kısalmaktadır. Başka bir deyişle serada hidroponik kültürle yeşil yapraklı sebzeleri üreten üreticiler bir yıl içerisinde daha fazla ürün almaktadırlar (Şekil 1.2).

Su kültüründe yeşil yapraklı sebzeleri yetiştirmenin diğer önemli bir avantajı, marketlerde paketlenmiş olarak tüketime hazır halde satışa sunulan; ayıklanmış, yıkanmış, doğranmış, paketlenmiş sebze sektörünün, ürünün hazırlanması sırasında temizlik işleminden zaman kazanımı sağlamasıdır. Yurt dışında söz konusu sektör,

özellikle su kültüründe yetiştirilen sebzeleri işlemek amacıyla öncelikli tercih etmektedir.



Şekil 1.2. Yüzen su kültüründe marul yetiştiriciliği

Salata grubu sebzeler içinde salata ve marullar bütün Dünyada en çok tüketilen yeşil sebzeler arasındadır. On iki ay pazarlarda, marketlerde satılan Salata ve Marul tek yıllık serin iklim sebzesidir. Besin değeri bakımından sağlığa yararlı, iştah açıcı sebze olan Salata ve Marul'lar taze olarak tüketildiklerinden, özellikle vitamin ve mineral maddeler yönünden içerikleri zengindir. (Aybak, 2002)

Bitki gelişimine olumlu katkıda bulunarak verimliliği artıran mikroorganizmalara, "biyo-gübreler" veya "mikrobiyal gübreler" denilmektedir. Enzimler ve hormonlar vb maddeleri üretenlere "fitostimulatorlar" ve bitkinin doğal savunma mekanizmasını teşvik edecek bileşikler üreterek bitkinin patojenlere karşı direncini geliştiren mikroorganizmalara da "biyopestisitler" olarak adlandırılmaktadır. Mikroorganizmaların, son elli yıl içerisinde, medikal

teknolojinin gelişiminde, insan ve hayvan sağlığında, gıda işlenmesinde, gıdaların güvenli ve kaliteli oluşlarında, genetik mühendisliğinde, çevrenin korunmasında, tarımsal biyoteknolojide ve özellikle tarımsal ve evsel atıkların değerlendirilmesinde başarılı kullanım örneklerini görmek mümkündür. Günümüzde, yeni teknolojiler sayesinde, çok çeşitli mikrobiyal kültürler ve aşılama materyallerini piyasada ticari olarak bulabilmekteyiz. Çeşitli mikoriza türleri, bakteriler ve algler bu gruba giren önemli mikroorganizma gruplarıdır.

Plankton, hareketsiz anlamına gelen Yunanca “Planktos” kelimesinden kaynaklanmış olup, ilk kez Oseonoloji biliminde Victor HENSEN tarafından kullanılmıştır. Günümüzde planktonun tanımı; su içerisinde yaşayan özel hareket organelleri olmayan veya olsa bile bu organelleri yer değiştirmede aktif olarak kullanamayan, ancak su hareketleriyle pasif olarak yer değiştirebilen organizmalar topluluğu olarak yapılmaktadır. Plankton terimi birden fazla organizmayı kapsayan çoğul bir ifadedir. Plankton veya Plankton tek bir organizmaya verilen isimdir. Denizlerde ve tatlı sularda süspanse maddenin canlı kısmını oluşturan planktonik organizmalar, kendi başlarına hareket edemeyen, ancak su hareketleriyle (rüzgarlar, akıntılar) yer değiştirilebilen canlılardır. Planktonik formların bitkisel üyelerini teşkil eden fitoplankton türleri, tek ya da koloni halinde bulunurlar. Planktonda yer alan mikroskopik bitkilerden oluşan fitoplankton, akuatik habitattaki en önemli organik madde üreticileridir. Bunlar ototroftur ve fotosentez yoluyla CO₂, besleyici tuzlar ve iz elementleri kullanarak güneş enerjisini fiksederler. Tüm ototrof canlılar sahip oldukları klorofiller, karoteneidler vb. fotosentetik pigmentleri vasıtasıyla fotosentez işlemini gerçekleştirirler. Bu pigmentler güneş enerjisinin organik maddeye dönüşümünü en verimli şekilde sağlar. Hatta bu nedenler fitoplankton hücrelerinden “Fotosentetik makinalar” olarak bahsedilir (Oswald, 1980). Akuakültür sistemlerinde kullanılacak fitoplankton (alg) türlerinin seçiminde sahip olması gereken bazı temel özellikler şöyle özetlenebilir;

1. Yüksek büyüme hızına sahip olması,
2. Yüksek protein içeriğine sahip olması,
3. Ortam koşullarındaki ani değişimlere karşı dirençli olması,
4. Besleyici değeri yüksek, kolayca sindirilebilir ve toksik olmaması.

Chlorella mikroalginin taksonomisi aşağıdaki gibidir.

Alem: *Plantae*

Bölüm: *Chloropyta*

Sınıf: *Chlophyceae*

Takım: *Chlorellales*

Familya: *Chlorellaceae*

Tür: *Chlorella vulgaris*

Chlorella yeşil algler grubunda yer alır. 2 - 8 mikrometre boyutundadırlar. Küre ya da elips biçimindedirler. Tatlı su yosunları da denir. Klorofil taşıdıkları ve fotosentez yaptıklarından bitkilere çok miktarda benzerler.

Son yıllarda adı sıkça duyulmaya başlayan *Chlorella* bilinen en eski (2.5 milyar yıl) canlılardan ve besin kaynaklarından biridir. Aynı zamanda çekirdeği tam oluşmuş en eski tek hücreli organizmadır. *Chlorella*, yeşil bir tatlı su alg'idir. İsmi Latince yaprak/yeşil ve küçük anlamına gelen iki kelimeden üretilmiştir. Koyu yeşil renkte olan *Chlorella*'nın yeşilliği içindeki çok yüksek orandaki (bütün bitkiler içinde en yüksek) klorofil maddesinden gelmektedir. *Chlorella*'daki klorofil bilinen diğer alg türlerinden 5-10 misli fazladır.

Chlorella, alg türleri içinde *Chlorophyta* grubuna girmektedir. *Chlorella*, klorofil dışında vitaminler, mineraller, fiber, nükleik asitler, aminoasitler, enzimler, CGF (*Chlorella* Growth Factor; yüksek DNA ve RNA içeriği) ve diğer faydalı maddeleri ihtiva eder. *Chlorella*, hücre bölünmesi yolu ile çoğalır. Uygun ortamda bu bölünme hızı çok yüksek olan 24 saatte bire ulaşmaktadır.

Dünyada ticari olarak büyük ölçüde kullanılan isimleri belirlenmiş yosun kaynakları genellikle 4 ayrı yosun türünü kapsamaktadır (Güner ve Aysel 1996);

1. *Rhodophyta* (Kırmızı Algler)
2. *Phaeophyta* (Kahverengi Algler)
3. *Chlorophyta* (Yeşil Agler)
4. *Cyanophyta* (mavi-yeşil algler)

Basit yapılı, tek hücreli mikroalglerin birçoğu gıda sektöründe değerlendirilir ve içerdikleri pigment maddeleri, antibiyotikler, vitaminler nedeniyle de tıp, eczacılık alanlarında ve kozmetik ürünlerinde katkı maddesi olarak kullanılırlar. Aynı zamanda insan ve hayvan gıdası olarak değerlendirilirler. Özellikle de gelişmekte olan ülkelerde besin kaynağı olarak tüketilirler. Mikroalgler, diğer bir alternatif olarak tarım alanlarında “biyo-gübre” olarak değerlendirilir (Bennett, 2000).

Bitki yetiştiriciliğinde; mavi yeşil algler, yüksek bitkilere benzer fotosentez yolu ile oksijen üreten ve karbondioksit fiksasyonu yapan ve azot fikse eden tek organizmadır. Ürettikleri fotoasimilatlar bitkiler için önemli bir organik madde kaynağıdır. Bitkiler azot kaynağı nitrit, nitrat amonyum tuzları ve üre gibi organik bileşikleri kullanabilmekte, havadaki inorganik azotu (N₂) kullanamamaktadır. Havadaki azotu hem kullanabilen hem de organik forma dönüştürebilen organizmalar mavi yeşil algler ve bakterilerdir. Mavi yeşil algler, özellikle bu yeteneklerinden dolayı, hem pirinç tarlalarında hem de çöllerin verimli toprağa dönüştürülmesinde değerlendirilmektedir. Ayrıca, bu alglerin jelatin kılıfları sayesinde hem toprak partikülleri daha sıkı tutunabilmekte hem de suyun toprak partiküllerini daha sıkı tutabilmekte hem de suyun torakta daha uzun tutulması sağlanmaktadır. Bununla birlikte, alglerin çoğalmasıyla topraktaki organik madde artmakta, metabolitler vermektedir. Mavi yeşil alglerin kullanılmasıyla, toprağa yıllık 3200 kg/ha azot kazandırıldığı ve pirinç tarlalarındaki verimin %20 artığı tespit edilmiştir. Değişik algler birlikte kültüre edilerek gübre olarak da kullanılmaktadır. Algler besince değerli oldukları gibi, organik madde içeriklerinin yüksek olması ve büyüme maddeleri içermeleri nedeniyle ziraat sektöründe değerlendirilmektedir. Bu sistemde saf kültür yapılmamakta, birden çok tür kültüre alınmaktadır. Kültür belli bir yoğunluğa ulaştığında hücreler basınçla patlatılmakta, elde edilen solüsyon gübre olarak satılmaktadır. Ticari olan bu solüsyon seyrekleştirilerek ortama verilmektedir (Sukatar, 2002). Mavi yeşil algler ayrıca Chlorophyll, Auxin ve Cytokininleri üretmektedir. Bunlar bitki büyüme ve gelişmesini teşvik ederek, ürün verimliliğini olumlu etkilemektedir. Köklenmeyi artırmaktadırlar. Kök bölgesinde pH ve EC seviyelerini bitki lehine düzenlemektedir. Kök bölgesinde mikroorganizma

faaliyetlerinin artmasını teşvik etmektedir. Bitkilerin hastalıklara ve böceklere karşı dayanıklılığını artırmaktadır. Bitki için gerekli besinlerin taşınmasını hızlandırır.

Algler biyodizel üretiminde de kullanılabilirler ve bazı tahminlere göre, aynı amaçla yetiştirilen toprak ürünlerine göre çok daha fazla miktarda yağ içerirler. Algler hidrojen üretimi için de kullanılabilirler.

Algler atık su arıtım tesislerinde tehlikeli madde içeriği düşürmede kullanılırlar. Algler çiftliklerden yağmur suyu ile akan gübrelerin tutulmasında (algler için besin ortamı olarak) kullanılırlar. Hasat edildiğinde bu zenginleşmiş alglerin kendileri de gübre olarak değerlendirilirler. Alg biyoreaktörleri, CO₂ emisyonlarının azaltılmasında bazı işletmelerde kullanılabilirler. CO₂ havuzlara, tanklara beslenebilir. Alternatif olarak biyoreaktör bir baca gazının bitişiğine yerleştirilebilir. Algler özellikle Asya'da önemli besin kaynağıdır. A, B1, B2, B6, niacin ve C vitaminlerinin kaynağıdır. İyodin, potasyum, demir, magnezyum ve kalsiyum zengindirler.

Chlorella, üzerinde en çok bilimsel araştırma yapılan besinlerden biridir. *Chlorella*'nın faydaları; vücuttan toksinleri atması, vücut hücrelerini kuvvetlendirilmesi ve yenilenmesi, bilinen bitkiler içerisinde en çok klorofil içermesi ve bağışıklık sistemini kuvvetlendirmesidir.

Chlorella, gençlerde büyüme ve gelişmeyi hızlandırır. Bu özelliğin yüksek oranda nükleik asitleri (RNA ve DNA) içermesinden ileri geldiği düşünülmektedir. Aynı yüzden *Chlorella*'nın doku yenilenmesi ve yaşlanmayı yavaşlatma özellikleri de bulunmaktadır. *Chlorella*'daki zengin klorofil içeriğinin insan sağlığına faydası oldukça önemlidir. Hemoglobin (alyuvar) hücrelerimiz ile klorofil hücreleri arasındaki tek fark hemoglobin'in merkezinde demir, klorofil'in merkezinde ise magnezyum molekülü bulunmasıdır. Magnezyum kalbimizin çalışmasında çok önemlidir. *Chlorella*'da çok yüksek oranda bulunan klorofil, kalbimizin sağlığı açısından çok önemlidir. *Chlorella* anemi (kansızlık) problemine faydalı olduğu gibi barsak, böbrek, karaciğer organlarımızı temizler. Ayrıca, oksijeni kan dolaşım sistemi vücut ve beyin hücrelerimize taşıma görevine de yardımcı olur.

ABD ve Avrupa'da yapılan pek çok araştırmalar *Chlorella*'nın bir taraftan vücut bağışıklık sistemini güçlendirerek diğer taraftan da hidrokarbon bazlı (DDT,

PCB) ile metalik (civa, kadmiyum.) gibi toksinleri parçalama özelliklerini göstermiştir. Japonya'da yapılan benzer çalışmalarda bu toksinlerin *Chlorella* ile vücuttan atılmaları incelenmiştir. *Chlorella*'daki fiber (lifli) maddelerin mide ve bağırsaklarda hazmı kolaylaştıran aerobik bakterilerin gelişme ve üremelerini arttırdığı yine bilimsel çalışmalar sonucu ortaya çıkmıştır. Bilimsel araştırma ve çalışmalar *Chlorella*'nın bir başka özelliğini daha ortaya koymuştur: Yüksek tansiyonu ve kandaki serum kolesterol seviyesini düşürerek kalp ve damar hastalıklarında faydalı olmaktadır.

Alglerin diğer kullanım alanları da vardır. Algler tarafından elde edilen doğal pigmentler, kimyasal boyalara ve boyama ajanlarına alternatif olarak kullanılırlar. Bugün kağıt sanayindeki pek çok ürün, kullanılan boyalar yüzünden geri dönüştürülememektedir ancak alglerden elde edilen boyaların imhası çok daha kolaydır (www. egebiyoteknoloji.com, 2011).

Burada sunulan yüksek lisans tez çalışmasında, bir tatlı su algi olan *Chlorella vulgaris*'in, seralarda kullanılan topraksız yetiştiricilik sistemlerinden biri olan hidroponik su kültürüne eklenmesi ve aynı besin çözeltisi içerisinde *Chlorella vulgaris* ile beraber kıvırcık marul bitkilerinin köklerinin bulunduğu yaşam ortamında, *Chlorella vulgaris* alginin marul-salata yetiştiriciliğine olabilecek katkılarını ortaya çıkarmaktır. Böylece eğer su kültürü yetiştiricilik ortamına *Chlorella vulgaris* eklendiğinde daha az bitki besleme maddeleri kullanmaya gereksinim olduğunda, bitki besleme amacıyla kullanılan gübrelerden ekonomi yapılabilir. Ayrıca toprak ve su kaynaklarının korunması anlamında daha temiz bir çevre ve doğa sağlanmasına katkıda bulunulabilecektir.

Tez çalışması kurgulanırken; *Chlorella vulgaris*'in marullarda bitki büyüme ve gelişmesi, beslenmesi, hasat zamanında erkencilik, serada yılda alınacak ürün sayısında artış, verimlilik ve ürün kalitesi gibi agronomik parametrelerde pozitif artışlar yapabileceği düşünülerek yola çıkılmıştır.

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Faheed ve ark. (2008)'nin yaptığı çalışmada mikroalg içeren kültür ortamında marul tohumları çimlendirilmiştir. Tohum çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine alg etkisini çalışmak için çimlenmeden sonra bitkiler 3, 6, 9, 12 ve 15 gün büyütülmüştür. Tohum çimlenmesi ve bitki büyümesi kontrol ile karşılaştırıldığında mikroalg uygulamaları ile artış olduğu tespit edilmiştir. Kültür ortamına veya toprağa mikroalg eklenmesi, pigment içeriğinin yanında fidelerin yaş ve kuru ağırlığını önemli derecede arttırdığı belirlenmiş ve en iyi uygulama toprağa 2 ve 3 g kuru alg/kg olduğu bildirilmiştir.

Moniem ve Abd-Allah (2008)'in yaptığı çalışmada yeşil alg *Chlorella vulgaris*'in hücre ekstraktı, yaprak gübrelenmesi olarak bitki besin maddesi niteliğinde, asmanın büyümesi ve ürünü üzerine etkileri araştırılmış ve mikrobese yaprak gübrelenmesi ile kıyaslanmıştır. Çalışmada, % 25, % 50, % 75 ve % 100 alg ekstrakt uygulaması algsiz kontrol uygulamaları ile beraber yürütülmüştür. Algli uygulamalar, meyve tomurcuklarına ve tomurcuk patlaması üzerine belirgin bir etkiye sahip bulunmuştur. Yaprak alanı, sürgün uzunluğu ve yaprakların sayısı/sürgünlerin sayısı kontrole göre alg uygulamalarında büyük oranlarda artmıştır. Alg dozlarından %50 üstü konsantrasyonlarda daha az olumlu etkiler görülmüştür. Yapraklardaki azot, fosfor ve potasyum oranlarındaki yükselen artış %50 üzerindeki konsantrasyonlarda kısmen görülmüştür. Alg ekstrakt konsantrasyonunun artışına karşılık, salkım sayısı ve ağırlığı hem de tane ağırlığı kontrollerine kıyasla nicel olarak artmıştır. Dozlardan % 50 üzeri alg ekstrakt önemsenmeyen etkiye sahip bulunmuştur. Bu yüzden %50'lik konsantrasyonun ekonomik açıdan faydalı olduğu bildirilmiştir.

Hanaa ve ark. (2008), yaptıkları bir çalışmada, normal ve stres koşullarında yetiştirilen *Chlorella ellipoda* ve *Spirulina maxima*'dan (5 gL⁻¹ kuru ağırlık %0.1 ara çözelti) mikroalg ekstraktlarıyla sprey edilen ekmeklik buğday bitkilerinin tuzlu deniz suyuyla sulanmasının etkileri araştırılmıştır. Vejetatif büyüme aşamasındaki bitkilerde; bazı bitki biyo-regülatörleri, fotosentetik pigmentler, antioksidanlar, antioksidan enzimler, lipid peroksidasyon üretimi, büyüme parametreleri, mineral

içerik ve ekonomik verim incelenmiştir. Deniz suyuyla sulanan ekmeklik buğdaylarda Na^+ iyon konsantrasyonunun, antioksidan enzim aktivitelerinin, superoksid dismutaz, askorbik peroksidaz ve total peroksidaz artmasına neden olmuştur. Algal ekstrakt uygulaması toplam klorofil ve antioksidan içeriklerini önemli ölçüde artırmıştır. Ayrıca, alg uygulaması bitki taze ağırlığının, tane ağırlığının hem de ürün içeriklerinin artışını olumlu yaptığı bildirilmiştir.

Ünlü ve ark. (2009), yaptıkları çalışmada Joker F_1 bodur domates çeşidinde açık tarla koşullarında 2005 ve 2006 yıllarında konvansiyonel yetiştirme sistemi ile organik yetiştirme sistemlerinin verim, kalite ve bitkisel özelliklerine olan etkilerini incelemişlerdir. Denemede konvansiyonel yetiştiricilik ile organik yetiştiricilikte 4 farklı çiftlik gübresi dozu (0-7-14-21 m^3/da) ile; organik yetiştiricilikte kullanılan 2 bitki aktivatörü (Cropset ve ISR 2000) ve 2 farklı mikrobiyal gübre (Bionem ve Natural Bioplasma) ve kombinasyonları ile birlikte kontrol uygulaması kullanılmıştır. Çalışmada verimin 4.87-7.23 ton/da, erkenci verimin 2.65-4.72 ton/da ve ortalama meyve ağırlığının 143.26-167.02 g arasında değiştiğı saptanmıştır.

Moniem ve ark. (2008), Mısır'da yaptıkları bir çalışmada Williams Muz bitkileriyle kurulmuş özel bir bahçede üçüncü ve dördüncü generasyonda meyve veriminde organik N gübreleri ve alg ekstraktının (*Chlorella vulgaris*) etkisi üzerine araştırma yapmışlardır. %25, %50, %75 ve %100 alg ekstraktı püskürtmek kontrol bitkilerine göre verim/bitki, tarak ve parmak ağırlığını artırmıştır. Konsantrasyonu %50'den 100'e yükseltildiğinde mutlak bir yükselme göstermemiştir. Bu yüzden, önerilen alg ekstraktı %50 alg konsantrasyonu olmuştur. En düşük değerler uygulama yapılmamış bitkilerde görülmüştür. %50 muz kompostu+%50 mineral N + %50 Algal ekstraktın yapraktan uygulaması meyve kalitesi açısından en iyi sonuçları vermiştir.

Zodape ve ark. (2011), 2006-2007 sezonu yaptıkları çalışmada domatesin verim ve büyüme özelliklerine deniz yosununun etkisinin incelemişlerdir. Deniz yosunu yapraktan sprey şeklinde kontrol bitkilerine göre %2.5-%5.0-%7.5 ve %10 oranında uygulanmıştır. Sonuç olarak, %5 oranında uygulanan deniz yosununun meyve veriminin, meyve sayısının, makro ve mikro element içeriğinin kontrol bitkilerine oranla önemli derecede arttırdığını tespit etmişlerdir.

Demir ve ark. (2006), 3 farklı deniz yosunu türünün (yeşil, kırmızı ve kahverengi alg) düşük (15⁰C) ve optimum (25⁰C) sıcaklıklarda domates, biber ve patlıcanın tohum çimlenmesine etkisini incelemişlerdir. Kahverengi ve yeşil alg süspansiyonunun biber ve patlıcanda düşük sıcaklıktaki çimlenme oranının optimum sıcaklığa göre önemli derecede yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Domatesin çimlenmesinde ise yosun türlerinin sıcaklıklar arasında etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Biber ve patlıcanda yeşil deniz yosununun en yüksek çimlenme oranına sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Zodape ve ark. (2008), yaz sezonunda bamyada bitkisinde sıvı deniz yosunu gübresinin etkilerini incelemişlerdir. Deniz yosunu yapraklardan sprey şeklinde %2.5-%5.0-%7.5 ve %10 konsantrasyonlarında uygulanmıştır. Kontrol bitkilerinin yapraklarına ise su sprey şeklinde uygulanmıştır. %2.5 konsantrasyonda meyve veriminin ve besin miktarının önemli derecede arttığını (%20.47) tespit etmişlerdir.

Shaaban ve ark. (2001), yaptıkları çalışmada mısır bitkisinde kök ve gövdenin gelişmesinde kuru mikroalg (*Chlorella vulgaris*) kullanımının etkisini araştırmışlardır. Toprağa temel N, P, K, gübrelemesine ek olarak farklı oranlarda (50, 100, 150 ve 200 kg/Fed) alg ilave edilmiştir. Alg ilavesinin köklenme oranını, kök ve gövde kuru ağırlığının yanı sıra bitki boyunu önemli derecede attırdığını bildirmişlerdir. En iyi uygulamanın 150 ve 200 kg alg/Fed olduğunu belirtmişlerdir.(1 feddan=0.42 hektar)

Demirkaya ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada biber ve soğan tohumlarında ozmotik ortam uygulamalarında deniz yosunu ekstraktının kullanım olanakları araştırılmıştır. Deniz yosunu ekstraktının 1:500 oranındaki çözeltisi biber tohumlarında 20⁰C ve soğan tohumlarında 15⁰C'de olmak üzere 1, 2 ve 3 gün süre ile yapılmıştır. Deniz yosunu ekstraktı ile ozmotik koşullandırma uygulaması soğan ve biber tohumlarında çimlenme yüzdesini arttırırken, ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır.

Bai ve ark. (2011), yaptıkları çalışmada farklı konsantrasyonlarda sıvı deniz yosunu gübresinin fasulyede tohum çimlenmesi, büyüme, biyokimyasal analize ve verime olan etkisini araştırmışlardır. 1:10 oranındaki deniz yosunu

konsantrasyonunun gövde uzunluğu, kök uzunluğu, yan kök sayısı, kökteki nodül sayısı, klorofil, protein gibi özelliklerde en yüksek değerler elde edilmiştir.

Rathore ve ark. (2009), 2006 kış sezonu yürütülen çalışmada soya bitkisinde verim, büyüme ve besin alımına deniz yosunu ekstraktının etkisini araştırmışlardır. Deniz yosunu ekstraktı sprej şeklinde farklı konsantrasyonlarda (% 0- 2.5- 5.0- 7.5- 10.0- 12.5 ve 15) uygulanmıştır. Sonuçta, %15 deniz yosunu ekstraktının kontrole oranla verim, büyüme ve besin alımını önemli derecede attırdığı tespit edilmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

3. 1. Materyal

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü deneme alanında 500 m² alana sahip cam bir seranın 1/3'lük kısmında gerçekleştirilmiştir. Denemede kullanılan *Chlorella vulgaris* mikroalg materyali Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nden temin edilmiştir.

Bitkisel materyal olarak May Tohumculuk firmasına ait Arapsaçı kıvrıcık marul çeşidi kullanılmıştır. Marul bitkileri serada su kültürü ortamında, azalan besin maddeleri doz uygulamalarında mikroalg *Chlorella vulgaris* olduğu ve olmadığı kontrolleri ile karşılaştırmalı yetiştirilmiştir.

Tez çalışmasında aşağıdaki 8 uygulama ile hidroponik kültürde kıvrıcık marul bitkileri yetiştirilmiştir.

1. Besin Çözeltisi %100: Komple besin çözeltisi kullanılmıştır.
2. Besin Çözeltisi %100+Alg: Komple besin çözeltisi *Chlorella vulgaris* ile beraber uygulanmıştır.
3. Besin Çözeltisi %80: Komple besin çözeltisi tüm elementler bakımından %20 azaltılarak bitkilerin yetiştirilmesinde kullanılmıştır.
4. Besin Çözeltisi %80+Alg: Komple besin çözeltisi tüm elementler bakımından %20 azaltılmış ve *Chlorella vulgaris* ile beraber bitkilerin yetiştirilmesinde kullanılmıştır.
5. Besin Çözeltisi %60: Komple besin çözeltisi tüm elementler tüm bakımından %40 azaltılarak bitkilerin yetiştirilmesinde kullanılmıştır.
6. Besin Çözeltisi %60 +Alg: Komple besin çözeltisi tüm elementler bakımından %40 azaltılmış ve *Chlorella vulgaris* ile beraber bitkilerin yetiştirilmesinde kullanılmıştır.
7. Besin Çözeltisi %40: Komple besin çözeltisi tüm elementler bakımından %60 azaltılarak bitkilerin yetiştirilmesinde kullanılmıştır.

8. Besin Çözeltisi %40+Alg: Komple besin çözeltisi tüm elementler bakımından %60 azaltılmış ve *Chlorella vulgaris* ile beraber bitkilerin yetiştirilmesinde kullanılmıştır.

3.2. Metod

Bitki materyali olarak kullanılan kıvrıcık marul tohumları torf:perlit (2:1) karışımı içeren viyollere, 26 Eylül 2010 tarihinde ekilmiştir. Fideler 22 Ekim 2010 tarihinde su kültürüne farklı uygulamalara transfer edilmiştir. Transferle beraber besin çözeltisi ve alg uygulamaya başlanmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Fide yetiştirmek üzere kıvrıcık marul tohumlarının serada viyollere ekilmiş halinin görüntüsü

Bitkiler 50 litre hacimdeki sert plastikten yapılmış 105 x 55 cm ebadındaki dış kısımları siyah renkli ve üst kısım ışık geçiren şeffaf PVC malzemeden oluşturulmuş kaplarda, bitki kökleri havalandırılan besin çözeltisi içerisinde olacak şekilde “Yüzen su kültürü” (Floating Culture) yöntemi ile yetiştirilmiştir (Şekil 3.2). Her kap bir tekerrür olarak gerçekleştirilmiştir. Denemede yer alan farklı uygulamalar için, 4 tekerrür ve her tekerrürde 15 bitki olacak şekilde (60

bitki/uygulama) tesadüf blokları deneme desenine göre bitkiler su kültürü sisteminde yetiştirilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.2. Şeffaf PVC kapaklara bitkilerin transfer edileceği delikler açılmış olduğu halde yetiştirme kaplarının bitki transferinden önce genel görünümü



Şekil 3.3. Su kültürüne marul fidelerinin transfer edilmesi



Şekil 3.4. Kıvrıkcık marul fidelerinin su kültürüne transfer edilmiş görüntüleri

3.2.1. Bitkilerin Beslenmesi

Denemede gübreleme işlemi için 100 kere konsantre stok çözeltiler hazırlanmıştır. Stoklarda çökme olmaması için iki ayrı stok çözelti tankı kullanılmıştır (Çizelge 3.1). Marul bitkisi için su kültürü besin çözeltisi element konsantrasyonları Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan gübrelerin isimleri ve besleme sisteminde stok çözeltilerde yer alma şekilleri

STOK A	STOK B
Kalsiyum Nitrat	Potasyum sülfat
Potasyum Nitrat	Mono potasyum fosfat
Amonyum Nitrat	Magnezyum sülfat
Fe-EDDHA (sequestrene)	Mikro elementler
	Çinko sülfat yerli
	Borik asit yerli
	Mangan sülfat yerli
	Bakır sülfat yerli
	Amonyum molibdat

Çizelge 3.2. Denemede %100 B uygulamasında kullanılan besin elementlerinin konsantrasyonları. Besin dozu azaltılan diğer uygulamalarda elementlerin konsantrasyonları hep beraber toplu olarak seyreltme faktörü ile düşürülmüştür

Element	Mg L ⁻¹
N	200
P	50
K	300
Ca	200
Mg	65
Fe	19,6
Zn	0.552
B	0.97
Cu	0.12
Mo	0.128
Mn	0.96



Şekil 3.5. Bitkilerin farklı büyüme aşamalarında denemeden genel görüntüler



Şekil 3.6. Bitki köklerine oksijen sağlamak için besin çözeltisinin havalandırılmasından bir görünüm

Su kültüründe farklı uygulamalar ile 7 gün yetiştirilen marul bitkilerinin 29.10.2010 görüntüleri verilmiştir (Şekil 3.7).

Su kültürü ortamında %100 ve %80 besin dozlarının *Chlorella vulgaris* olan ve olmayan uygulamalarında 13 gün yetiştirilen kıvrıkcık marul bitkilerinin görüntüleri verilmiştir (Şekil 3.8).

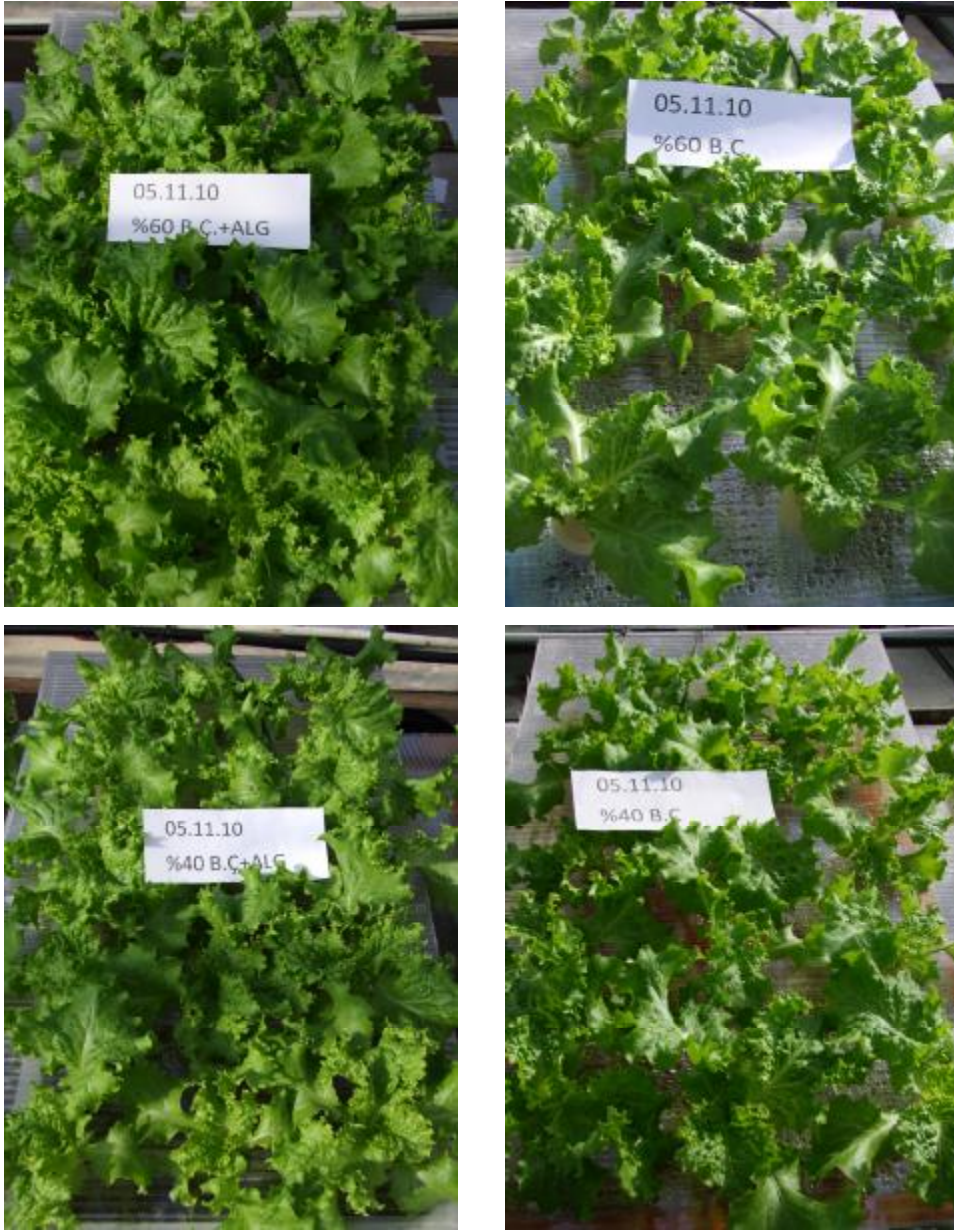
Su kültürü ortamında %60 ve %40 besin dozu uygulamalarında *Chlorella vulgaris* olan ve olmayan koşullarda 13 gün yetiştirilen kıvrıkcık marul bitkilerinin görüntüleri verilmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.7. Su kültüründe farklı uygulamalar ile 7 gün yetiştirilen marul bitkilerinin 29.10.2010 tarihindeki görüntüleri



Şekil 3.8. Su kültürü ortamında % 100 ve %80 besin dozlarının *Chlorella vulgaris* olan ve olmayan uygulamalarında 13 gün yetiştirilen kıvrıkcık marul bitkilerinin görüntüleri



Şekil 3.9 Su kültürü ortamında %60 ve %40 besin dozu uygulamalarında 13 gün *Chlorella vulgaris* olan ve olmayan koşullarda yetiştirilen kıvrıcık marul bitkilerinin görünümleri

3.2.2. Alg uygulamaları

Chlorella vulgaris içeren 2, 4, 6 ve 8 nolu uygulamalara, 2×10^{-7} alg ml^{-1} konsantrasyonundaki stok alg solüsyonu (Şekil 3.10) deneme uygulamalarına göre besin dozları düzenlenmiş besin çözeltisi içerisine, 40 kez seyreltilmiş şekilde deneme kaplarında bulundurulmuştur. Alg uygulaması olmayan 1, 3, 5 ve 7 nolu

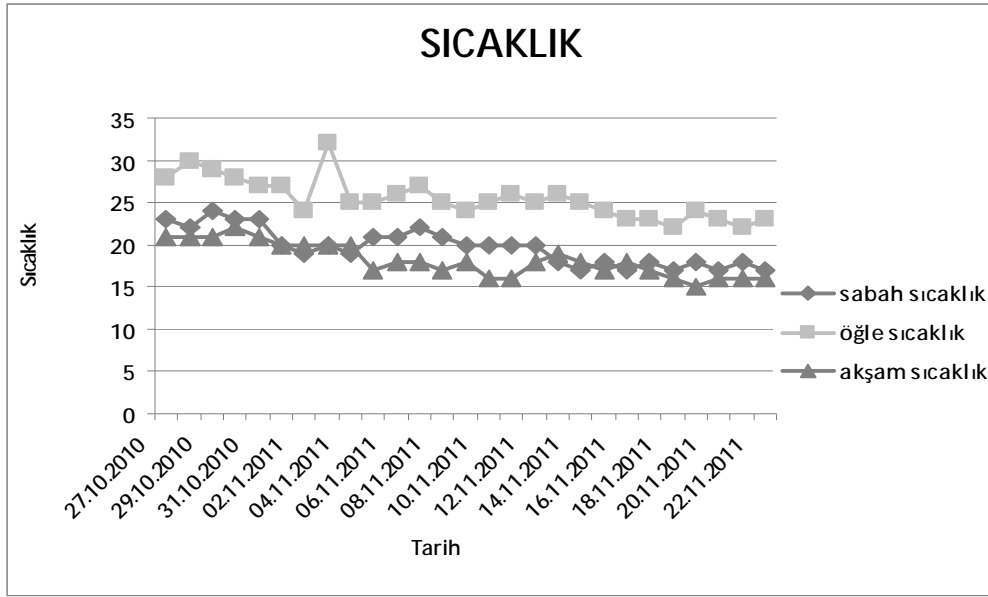
uygulamalarda sadece besin dozu azaltılması yapılmış bu kaplara *Chlorella vulgaris* eklenmemiş yukarıdaki algi uygulamaların kontrolleri oluşturulmuştur.



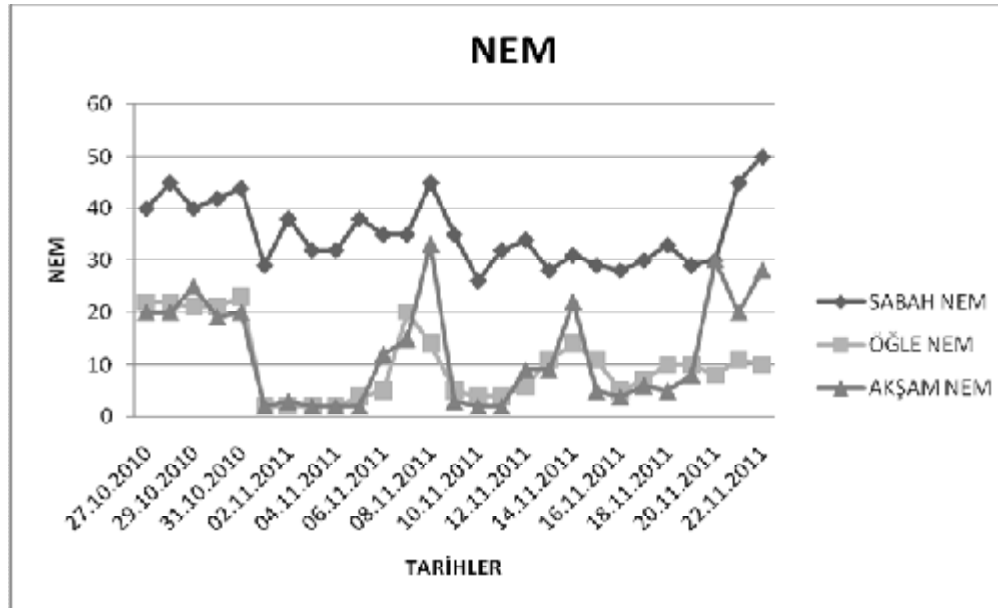
Şekil 3.10. Denemede kullanılan *Chlorella vulgaris* stok çözeltilerinden bir görüntü

3.2.3. İklim Değerlerinin Kaydedilmesi

Deneme serasındaki sıcaklık ve nem değerleri bir min.–max. termometre ve bir higrometre ile sabah, öğlen ve akşam olmak üzere 3 kez kaydedilmiştir.



Şekil 3.11. Serada yetiştirilen kıvrıkcık marul bitkilerinin vejetasyon süresince sıcaklık değerleri



3.2.4. Hasat

Denemede hasat aşamasına gelen, çeşide özgü büyüklüğe ulaşan kıvırcık marul bitkileri dikimden 30 gün sonra, 22.11.2010'da hasat edilmiş adet ve ağırlıkları kaydedilmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13.Kıvırcık marul bitkileri hasat edilirken bir görünüm

3.2.5. Denemede Yapılan Ölçüm ve Analizler

3.2.5.1. Bitki Boyu (cm)

Bitki boyu 1cm duyarlılıkta metre ile cm cinsinden ölçülmüştür.

3.2.5.2. Yaprak Sayısı (adet / bitki)

Kıvırcık marul bitkilerinin yaprak sayısı teker teker sayılarak belirlenmiştir.

3.2.5.3. Yaprak Alanı (cm² / bitki)

Bölümdeki yaprak alan ölçer cihazını kullanamadığımız için bitkilerin yapraklarını ölçmek için bir yöntem geliştirilmiştir. Buna göre marul bitkisinin farklı yaşlardaki yapraklarından alanı bilinen metal bir çember ile kesitler alınmıştır, bunların ağırlığı tartılmıştır. Daha sonra bu alan ve ağırlık ilişkisine göre tüm bitkinin yaprak ağırlığına oranlanarak bütün bitkinin yaprak alanı hesaplanmıştır (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Kıvırcık marul bitkilerinin yaprak alanı ölçümü için yapılan işlemler

3.2.5.4. Bitki/Yaprak Taze Ağırlığı (g/bitki)

Bütün yaprak ağırlığı 0.1 hassasiyetteki bir terazide tartılarak kaydedilmiştir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Kıvırcık marul bitkilerinin yaprak taze ağırlığı tartımı

3.2.5.5. Bitki/Yaprak Kuru Ağırlıkları (g/bitki)

Bütün yaprak ağırlığı 0.01 hassasiyetteki bir terazide tartılarak kaydedilmiştir.

3.2.5.6. Bitkilerin Çevresi (cm)

Marul bitkilerinin çevresi 1cm duyarlılıkta metre ile cm cinsinden ölçülmüştür.

3.2.5.7. Kuru Madde Üretimi (%)

Hasat marul bitkileri serada hemen tartılmış ve taze ağırlık kaydedilmiştir. Laboratuara getirilen marul yaprakları etüvde 65°C'de 48 saat kurutulmuş ve kuru ağırlıkları kaydedilmiştir. Kaydedilen bitki taze ve kuru ağırlıklarından % kuru madde oluşturma oranları hesaplanmıştır.

3.2.5.8. SÇKM (Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı) (%)

Kıvırcık marul bitkilerinin genç, orta yaşlı ve yaşlı yaprakları hasat zamanı örneklemeler yapılarak alınmış ve katı meyve suyu çıkaracağında suyu çıkarılarak SÇKM bir el refraktometresi ile ölçülmüştür.

3.2.5.9. Klorofil Miktarı (mg klorofil/g taze ağırlık)

Marul bitkileri 4 eşit parçaya ayrılacak ve ¼'lük kısım %80'lik aseton ile homogenizasyon yapılarak elde edilen bitki ekstratından 652 nm dalga boyunda spektrofotometrede klorofil analizi yapılmış ve taze ağırlık başına hesaplanma yapılarak toplam klorofil miktarı hesaplanmıştır (Dasgan, 2003).

3.2.5.10. Nitrat Miktarı (ppm)

Marul bitkilerinin eşit olarak ayrılmış ¼'lük kısmı kullanılarak nitrat analizi salisilik asitin nitritleşmesi yoluyla kolorimetrik olarak Cataldo ve ark. (1975)'e göre yapılmıştır.

3.2.5.11. C vitamini (L-Askorbik Asit) içeriği (mg/100g)

Marul bitkileri katı meyve sıkacağından geçirilerek suyu çıkarılmıştır. 1 ml marul ekstraktı üzerine 45 ml % 0.4 oksalik asit eklenip filtre kağıdından süzölmüştür. Elde edilen süzöntüden 1 ml alınarak üzerine 9 ml boya çözeltilisi eklenmiş 502 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır. Standart olarak 1 ml süzöntü üzerine 9 ml saf su eklenmiş çözeltili kullanılmıştır (Dündar, 1995). Vitamin C okumaları spektrofotometre cihazında yapılmıştır (Şekil 3.16)



Şekil 3.16. Vitamin C analizinden görüntüler

3.2.5.12. Yaprakta Besin Elementi Analizleri

Farklı uygulamaların kıvrıcık marul bitkilerinde beslenme üzerine etkilerini ortaya koymak için hasat zamanında makro ve mikro element analizleri yapılmıştır. Bu amaçla her tekerrürden 10 bitkide $\frac{1}{4}$ kısım alınarak analizler gerçekleştirilmiştir.

Azot (N), fosfor (P), potasyum (K), magnezyum (Mg), kalsiyum (Ca), sodyum (Na), demir (Fe), mangan (Mn), bakır (Cu) ve çinko (Zn) için analizler yapılmıştır. Seradan alınan yapraklar kontaminasyona karşı %0.1 lik deterjan ile yıkanmış ve durulandıktan sonra sonra 3 kez saf su ile yıkanmış etüvde 48 saat 65°C 'de kurutulmuştur. Kurutulan örnekler yaprak öğütme değirmeninde öğütülmüştür. Öğütülmüş örnekler 550°C 'de 8 saat süreyle yakılmış ve oluşan kül % 3.3'lük (hacim/hacim) HCl asitte çözülerek atomik absorpsiyon spektrometrede K, Ca, Mg ve Na okumaları emisyon modunda, Fe, Mn, Zn ve Cu okumaları ise absorbans modunda okunmuştur. Fosfor analizleri yukarıda hazırlanan ekstrakt kullanılarak Barton yöntemine göre spektrofotometre ile gerçekleştirilmiştir. Kıvrıcık salata yapraklarındaki azot konsantrasyonları ise Kjeldal yöntemine göre yaş yakma ile belirlenmiştir (Şekil 3.17 ve Şekil 3.18).



Şekil 3.17. Azot analizinin yaş yakma, destilasyon ve titrasyon aşaması



Şekil 3.18. Azot dışında diğer mineral element analizleri için kuru yakma yapılması ve Atomik absorpsiyon spektrofotometrede okunması için süzük işlemlerinin yapılması

3.2.5.13. Verilerin Değerlendirilmesi

Deneme tamamlanınca elde edilen veriler JUMP paket programına tabi tutularak istatistiksel analizleri yapılmış, ortalamalar LSD testine göre karşılaştırılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Büyüme Parametreleri

4.1.1. Bitki Boyu (Yaprak Boyu) Ölçümleri

Farklı uygulamaların bitki boyu üzerindeki etkileri Çizelge 4.1.'de verilmektedir. Uygulamaların bitki boyu üzerine olan etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar 18.28 cm ve 24.49 cm arasında değişmiştir. (Çizelge 4.1).

Denemede, aynı besin dozunda *Chlorella vulgaris* eklenen yetiştirme ortamlarında, alg eklenmeyen kontrollerine göre marul bitkilerinin daha uzun boylu olduğu belirlenmiştir. Buna göre; %100 B+A uygulaması alg eklenmeyen %100 B uygulamasına göre %13.75 oranında, %80 B+A uygulaması alg eklenmeyen %80 B uygulamasına %15.49 oranında, %60 B+A uygulaması alg eklenmeyen %60 B uygulamasına %13.54 ve %40 B+A uygulaması alg eklenmeyen %40 B uygulamasına göre %19.58 oranında daha uzun bitki boyuna sahip olmuşlardır.

Rathore ve ark., (2009) soya bitkisinde deniz yosunu ekstraktının verim, bitki büyümesi ve besin alımına etkilerini araştırmışlardır. Deniz yosunu ekstraktı sprey şeklinde farklı konsantrasyonlarda (% 0- 2.5- 5.0- 7.5-10- 12.5 ve 15) uygulanmıştır. Yapılan çalışmada %15 konsantrasyonda uygulanan deniz yosunu ekstraktında en yüksek bitki boyu değerini vermiştir. Farklı alg uygulamalarının tümü kontrol bitkilerine göre daha yüksek bitki boyu değerleri elde edilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı uygulamalar ile yetiştirilen kıvırcık marul bitkilerinin hasat zamanında kaydedilen bitki boyu değerleri

Uygulamalar	Bitki boyu(cm)
%100 B*+A**	24.49 a
%100 B	21.53 bc
%80 B+A	22.81 ab
%80 B	19.75 cd
%60 B+A	20.97 bc
%60 B	18.47 d
%40 B+A	21.86 b
%40 B	18.28 d
P	0.0001
LSD _{0.05}	1.942

*: Besin dozu

** : Alg (*Chlorella vulgaris*)

4.1.2. Bitkide Yaprak Miktarı

Deneme tamamlanıp kıvırcık marul bitkileri hasat edilince her bitkideki tüm yapraklar ayrılarak sayılmıştır. Çalışmadaki azaltılmış besin dozu ve alg uygulamalarının kıvırcık marullardaki yaprak sayısı üzerine etkileri istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Yaprak miktarları bakımından farklı uygulamalara ait ortalamalar ve istatistiksel ifadeler Çizelge 4.2.'de verilmektedir. Yaprak sayısı bakımından en yüksek değer % 100 B+A uygulamasında adet/bitki birimi ile 20.25 ve en düşük değer % 80 B uygulamasında 15.75 olarak belirlenmiştir.

Yukarıda incelenen bitki boyu verilerinde olduğu gibi bitki başına düşen yaprak miktarında da aynı besin dozunda *Chlorella vulgaris* eklenen yetiştirme ortamlarında, alg eklenmeyen kontrollerine göre marul bitkilerinin daha fazla yaprak sayısına sahip olduğu belirlenmiştir. Buna göre %100 B+A uygulaması kendi kontrol uygulamasına göre %14.08, %80 B+A uygulaması kendi kontrol uygulamasına göre % 19.04, %60 B+A uygulaması kendi kontrol uygulamasına göre % 12.50 ve % 40 B+A uygulaması kendi kontrol uygulamasına göre % 6.15 daha fazla yaprak üretmiştir. Ayrıca yaprak miktarı parametresinin ilginç yönü %40

B+A uygulamasının %100 B uygulaması ile aynı sayıda yaprak sayısına sahip olduğudur. Kıvırcık marul da yaprak miktarı üzerine *Chlorella vulgaris* mikro alginin artı katkısı besin dozu %60 azaltıldığında bile mutlak olarak görülmektedir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Denemede farklı uygulamalar ile yetiştirilen kıvırcık marul bitkilerinin hasat zamanında kaydedilen yaprak miktarları

Uygulamalar	Yaprak sayısı (adet/bitki)
%100 B*+A**	20.25 a
%100 B	17.75 b
%80 B+A	18.75 b
%80 B	15.75 c
%60 B+A	18.00 b
%60 B	16.00 c
%40 B+A	17.75 b
%40 B	16.25 c
P	0.0001
LSD _{0.05}	1.2785

*: Besin dozu

** : Alg (*Chlorella vulgaris*)

4.1.3. Yaprak Taze Ağırlığı (Verim)

Kıvırcık marul bitkisinde toplam yaprak taze ağırlığı, tarımsal anlamda ürün verimliliği anlamına da gelmektedir. Denemede farklı uygulamaların marulda verim üzerine etkileri Çizelge 4.3.'de sunulmaktadır.

Verim veya toplam bitki yaprak taze ağırlığı bakımından en yüksek değer g/bitki birimi ile %80 B+A uygulamasında 243.31 g (a) ve en düşük verim ise %40 B uygulamasında 205.82 g (c) olarak belirlenmiştir. Besin dozunun %20 oranında azaltılıp *Chlorella vulgaris* eklenen %80 B+A uygulamasından, kontrol %100 B ile aynı verim alınmıştır. Daha sonra %40 B+A, %100 B+A ve %60 B+A uygulamalarından sırasıyla 239.01 g, 238.69 g ve 237.56 g marul verimi elde

edilmiştir. Bu marul verimi değerleri istatistiksel olarak aynı gruptadır. Besin dozunun %100 olduğu ortama *Chlorella vulgaris* eklendiğinde fazla etkin olmadığını söyleyebiliriz. Belki de kimyasal sentetik gübrelerin fazla olması algin yaşamayı ve çoğalması için olumsuz bir ortam oluşturmuş olabilir. Çünkü %100 B+A uygulamasının verim değerleri, %60 B+A ve %40 B+A ile hemen hemen aynıdır. Buradaki diğer bir tespit besinin %60 oranında azaltıldığı %40 B+A uygulamasında bile verim değerleri, besin dozu %40 azaltılan %60 B+A uygulaması ile aynı görülmektedir. Bu da bize su kültürü ortamında kıvırcık marul yetiştirirken kimyasal gübreleri %40 ile %60 azaltmanın aynı etki yaptığını göstermektedir. Çizelge 4.3'e tekrar bakıldığında marul verimliliğinde düşük değerlerin algsiz uygulamalardan sırasıyla %80 B uygulamasında 222.77 g %60 B uygulamasından 211.81g ve son olarak en düşük değer %40 B uygulamasından 205.82 g ile olduğu görülmektedir.

Denemedeki farklı uygulamaların kıvırcık marulda verim üzerine etkisi değerlendirildiğinde, %100 uygulaması hariç diğer tüm uygulamalarda aynı besin dozunda *Chlorella vulgaris* eklenenler, eklenmeyenlerden daha yüksek verim oluşturmuştur. %80 besin dozunda *Chlorella vulgaris* eklenen uygulama eklenmeyen kontrolüne göre % 9.2 daha yüksek verim oluşturmuştur. %60 besin dozuna bakıldığında *Chlorella vulgaris* eklendiğinde eklenmeyen kontrolüne göre % 12.2 daha yüksek verim oluşturmuştur. Son uygulamalar olan %40 besin dozunda ise *Chlorella vulgaris* eklendiğinde eklenmeyen kontrolüne göre % 16.1 daha yüksek verim oluşturmuştur. Bu durum açıkça göstermektedir ki aynı besin dozunda *Chlorella vulgaris* ortama eklenince kıvırcık marulda verimlilik %9 ile 16 arasında artmıştır. İlginç bulgu besin dozu %100'den %40'a doğru azaltıldıkça *Chlorella vulgaris*'in algsiz uygulamaya göre daha artan oranlarda bitki ağırlığını başka bir deyişle verimliliği artırdığı görülmüştür. Tam besin maddelerini içeren %100 uygulamasına alg eklendiğinde iyi çalışmadığını ve algsiz uygulamada bitki ağırlığının biraz daha yüksek olduğunu görüyoruz (Çizelge 4.3).

Denemedeki farklı uygulamalar içerisinde %100 besin maddeleri içeren ve kontrol uygulaması kabul edilen %100 B uygulamasına göre, *Chlorella vulgaris* içeren azalan besin dozları gerçekten de denemenin ilginç ve pratikte sera topraksız

marul üreticilerine önerilebilir bulunmuştur. Alg içeren bu azalan besin dozları aslında istatistiksel olarak da aynı grupta bulunmuştur. Buna göre kontrol uygulaması kabul ettiğimiz %100 B uygulamasına göre %80 B+A uygulamasında kullanılan besin maddeleri miktarında %20 tasarruf sağlanmış ve verim % 0.39 artmıştır. Besin miktarı %40 azaltılan %60 B+A uygulamasında verimlilik %100 B uygulamasına göre sadece % 2 azalmıştır. Besin maddeleri miktarı %60 azaltılan %40 B+A uygulamasında ise besin maddeleri tasarrufu %60 olmuştur buna karşılık kıvırcık marul verimi %100 B uygulamasına göre sadece %1.4 azalmıştır.

Oysa %100 B uygulamasına göre *Chlorella vulgaris* içermeyen uygulamalarda verim azalması %80, %60 ve %40 uygulamalarında sırasıyla %8.1, % 12.6 ve % 15.1 oranlarında olmuştur. Aynı uygulamalara alg eklendiğinde yukarıda bahsedildiği gibi %80 uygulamasında % 0.39 artmış, %60 ve %40 uygulamalarında ise %2 ve %1.4 azalmıştır.

Bu durumda serada hidroponik kültürde kıvırcık marul yetiştiriciliğinde besin çözeltisine eklenen gübreler %40 ve %60'a varan oranlarda azaltılabilir. Ortama eklenen *Chlorella vulgaris* mikroalgi sayesinde verim sadece %1.4 -2.0 oranlarında azalmaktadır.

Rathore ve ark., (2009) soya bitkisinde deniz yosununun farklı oranlarda (%2.5-%5-%7.5-%10.0- %12.5 ve %15) uyguladıkları çalışmada dozlardan %12.5 ile %15 alg uygulamaları en yüksek verim değerlerini oluşturmuş ve algsiz kontrol grubuna kıyasla %57 ve %46 oranında daha fazla verim alındığı bildirilmiştir.

Çizelge 4.3. Denemede farklı uygulamalar ile yetiştirilen kıvırcık marul bitkilerinin hasat zamanında kaydedilen toplam yaprak taze ağırlığı veya tarımsal anlamda ürün verimi

Uygulamalar	Toplam yaprak taze ağırlığı veya Verim (g/bitki)
%100 B+A	238.69 ab
%100 B	242.35 a
%80 B+A	243.31 a
%80 B	222.77 bc
%60 B+A	237.56 ab
%60 B	211.81 c
%40 B+A	239.01 ab
%40 B	205.82 c
P	0.0005
LSD _{0.05}	17.283

4.1.4. Bitki Kök Taze Ağırlığı

Kıvırcık marul bitkileri hasat edilince besin çözültisi içerisindeki kökler yapraklar ile birleşme yerinden kesilmiş taze ve kuru ağırlıkları tartılarak kaydedilmiştir. Kök taze ağırlıkları bakımından farklı uygulamalara ait ortalamalar ve istatistiksel ifadeler Çizelge 4.4.'de verilmektedir.

Kök taze ağırlığında en yüksek değer g/bitki birimi ile %100 B+A uygulamasından 21.55, en düşük değer ise %60 B uygulamasında 13.43 değeriyle yer almıştır.

Denemede farklı uygulamaların kıvırcık marulda bitki kök taze ağırlığı üzerine etkisi değerlendirildiğinde tüm uygulamalarda, *Chlorella vulgaris* eklenen besin dozları, eklenmeyen kendi kontrollerinden daha yüksek kök taze ağırlığına sahip olmuşlardır. %100 besin dozunda *Chlorella vulgaris* eklenen uygulama eklenmeyen kontrolüne göre % 17.25 daha yüksek ağırlık oluşturmuştur. %80 besin dozuna bakıldığında *Chlorella vulgaris* eklendiğinde eklenmeyen kontrolüne göre % 44.40 daha yüksek ağırlık oluşturmuştur. Uygulamalarda %60 besin dozunda

Chlorella vulgaris eklendiğinde eklenmeyen kontrolüne göre % 28.74 daha yüksek kök taze ağırlığı oluştururken, son uygulama olan %40 besin dozunda ise *Chlorella vulgaris* eklendiğinde eklenmeyen kontrolüne göre % 14.01 daha yüksek kök taze ağırlığı oluşturmuştur. Bu durum açıkça göstermektedir ki aynı besin maddeleri miktarı kullanıldığı durumda *Chlorella vulgaris* ortama eklenince kıvırcık marulda kök taze ağırlığı %14 ile 44 arasında artmıştır. Bu oranlara bakıldığında su kültürü ortamında kıvırcık marul yetiştiriciliğinde ortama eklenen *Chlorella vulgaris*'in bitkinin yeşil aksamından daha fazla oranlarda kök gelişmesine de katkı yaptığı görülmektedir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Denemede farklı uygulamalar ile yetiştirilen kıvırcık marul bitkilerinin hasat zamanında kaydedilen kök taze ağırlık miktarları

Uygulamalar	Kök taze ağırlığı (g/bitki)
%100 B+A	21.55 a
%100 B	18.38 ab
%80 B.+A	20.62 a
%80 B	14.28 bc
%60 B+A	17.29 abc
%60 B	13.43 c
%40 B+A	17.90 abc
%40 B	15.70 bc
<i>P</i>	0.0126
<i>LSD</i> _{0.05}	4.518

4.1.5. Kıvırcık Marul Bitkisinde Yaprak ve Kök Kuru Ağırlıkları

Farklı uygulamalar ile yetiştirilen marul bitkilerinin yaprak kuru ağırlıkları Çizelge 4.5'te sunulmaktadır.

Yaprak kuru ağırlığında en yüksek değer g/bitki birimi ile %100 B uygulamasında 8.20 ile en küçük değer ise %80 B uygulamasında 3.81 olarak belirlenmiştir. Denemede %100 uygulaması hariç, diğer uygulamalarda azalan

besin maddeleri dozuna *Chlorella vulgaris* eklendiğinde bitkinin kuru madde üretimi artmaktadır. Buna göre %80 uygulamasına alg eklendiğinde eklenmeyen kontrolüne göre kuru ağırlık %83.2, %60 uygulamasına alg eklendiğinde eklenmeyen kontrolüne göre % 51.9 ve son olarak %40 uygulamasına alg eklendiğinde eklenmeyen kontrolüne göre kuru ağırlık % 38.6 artmıştır. Çizelge 4.5'de de açıkça görüldüğü gibi su kültüründe yetiştirilen kıvırcık marulların yetiştirme ortamına *Chlorella vulgaris* eklendiğinde bitkinin yeşil aksam kuru ağırlığı artmaktadır. Aynı besin maddeleri miktarı kullanıldığı durumda %100 uygulaması dışında, *Chlorella vulgaris* ortama eklenince kıvırcık marulda yaprak kuru ağırlığı %39 ile 83 arasında artmıştır.

Çizelge 4.5'de kök kuru ağırlık verileri de sunulmaktadır. Kök kuru ağırlıkları 0.51 g/bitki ile 0.76 g/bitki arasında değişmiştir. Her ne kadar uygulamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmasa da, aynı besin dozunda alg eklenen uygulama eklenmeyen kendi kontrolünden daha fazla kök kuru ağırlığı oluşturmuştur.

Sonuç olarak, su kültürü ortamında kıvırcık marul yetiştiriciliğinde ortama eklenen *Chlorella vulgaris* %100 uygulamalar hariç azaltılan besin dozlarında bitkinin hem yeşil aksam ve hem de kökte kuru madde oluşturmasına artı katkılar sağlamakta ve bitkiyi desteklemektedir.

Çizelge 4.5. Denemede farklı uygulamalar ile yetiştirilen kıvırcık marul bitkilerinin hasat zamanında kaydedilen yaprak ve kök kuru ağırlık miktarları

Uygulamalar	Yaprak kuru ağırlık (g/bitki)	Kök kuru ağırlık (g/bitki)
%100 B.+A	6.80 ab	0.57 abc
%100 B	8.20 a	0.71 ab
%80 B+A	6.98 ab	0.73 a
%80 B	3.81 c	0.59 abc
%60 B+A	7.29 ab	0.74 a
%60 B	4.80 c	0.51 c
%40 B+A	6.53 b	0.76 a
%40 B	4.71 c	0.53 bc
<i>P</i>	0.0001	0.0494
<i>LSD</i> _{0.05}	1.4222	0.1969

4.1.6. Yaprakta Kuru Madde Oluşturma Oranı

Deneme sonunda kıvırcık marul bitkisinin yaprakları taze ve kurutularak tartılmış ve kuru madde oluşturma oranları farklı uygulamalarda % olarak hesaplanmıştır veriler Çizelge 4.6'da sunulmaktadır. Yaprakta kuru madde oluşturma oranları % birimi 2.29 ve 3.42 arasında değişmektedir.

Çizelge 4.6.da da görüldüğü gibi aynı dozdaki alg içeren besin dozları, içermeyen uygulamalara göre daha yüksek kuru madde oluşturmuştur. Denemedeki %100 uygulaması hariç, diğer uygulamalarda azalan besin dozlarına *Chlorella vulgaris* eklendiğinde bitkinin kuru madde oluşturma oranı yükselmektedir. Buna göre %80 uygulamasına alg eklendiğinde kontrolüne göre kuru madde oluşturma oranı %56.8, %60 uygulamasına alg eklendiğinde eklenmeyen kontrolüne göre % 37.6 ve son olarak %40 uygulamasına alg eklendiğinde eklenmeyen kontrolüne göre % 17.7 artmıştır. Çizelge 4.6'da de açıkça görüldüğü gibi su kültüründe yetiştirilen kıvırcık marulların yetiştirme ortamına *Chlorella vulgaris* eklendiğinde bitkinin kuru madde oluşturma kapasitesi artmaktadır.

Çizelge 4.6. Farklı uygulamaların kıvırcık marul bitkisinin yapraklarında kuru madde oluşturma oranı üzerine etkileri

Uygulamalar	Kuru madde oranı (%)
%100 B.+A	2.85 abc
%100 B	3.42 a
%80 B+A	2.90 abc
%80 B	1.85 d
%60 B+A	3.11 ab
%60 B	2.26 cd
%40 B+A	2.73 bc
%40 B	2.32 cd
P	0.0013
LSD _{0.05}	0.6442

4.1.7. Yaprak Alanı

Farklı uygulamaların bitki gelişimi üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada, tüm bitki yaprak alanı belirlenmiş ve farklı uygulamalardan elde edilen veriler Çizelge 4.7’de gösterilmiştir. Denemede farklı uygulamalardan bitki toplam yaprak alanı değerleri 1649 cm²/bitki (%40 B) ile 2063 cm²/bitki (%100 B+A) arasında değişmiştir. Aynı besin maddeleri içeren dozlarda *Chlorella vulgaris* içeren yetiştirme ortamlarındaki marulların, içermeyen kontrollerinden biraz daha fazla yaprak alanı oluşturduğu görülmekle beraber uygulamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.7. Denemede farklı uygulamaların marul bitkisinde toplam yaprak alanı üzerine etkileri

Uygulamalar	Yaprak alanı (cm ² /bitki)
%100 B+A	2063
%100 B	1922
%80 B+A	1956
%80 B	1939
%60 B+A	1996
%60 B	1927
%40 B+A	1947
%40 B	1649
P	Ö.D.
LSD _{0,05}	613

4.1.8. Bitki Çevresi

Farklı uygulamaların bitki çevresi üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada, tüm marul bitkilerinin çevresi mezüre ile ölçülerek belirlenmiş ve farklı uygulamalardan elde edilen veriler Çizelge 4.8' de gösterilmiştir.

Denemede en yüksek bitki çevresi cm birimi ile %100 B+A uygulamasında 38.16 değerinde gözlenmiştir. En düşük bitki çevresi %40 B uygulamasında 27.22 olarak tespit edilmiştir. Denemede alg uygulanan besin çözeltilerinde alg uygulanmayan kendi kontrollerine kıyasla kısmen bitki çevresi daha fazla olmuştur. %100 B+A uygulaması alg uygulanmayana kontrolüne göre % 22.66, %80 B+A uygulaması alg uygulanmayan kontrolüne göre % 3.49 ve %40 B+A uygulaması kontrolüne göre % 11.13 daha fazla bitki çevresi oluşturmuştur.

Çizelge 4.8. Denemede farklı uygulamalar ile yetiştirilen kıvırcık marul bitkilerinin hasat zamanında kaydedilen bitki çevresi

Uygulamalar	Bitki çevresi (cm)
%100 B+A	38.16 a
%100 B	31.11 b
%80 B+A	32.05 b
%80 B	30.97 b
%60 B+A	28.97 bc
%60 B	28.61 bc
%40 B+A	30.25 bc
%40 B	27.22 c
P	0.0423
LSD _{0.05}	3.5502

4.1.9. SÇKM (Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı)

Hasat edilen marul bitkileri laboratuara getirilerek, yaprakların suyu çıkarılmış ve el refraktometresi ile SÇKM ölçümü yapılmıştır. Farklı uygulamaların SÇKM üzerindeki etkileri Çizelge 4.9.'da verilmektedir.

Denemede en yüksek suda çözünebilir kuru madde yüzdesi % 3.70 ve % 4.15 arasında değişmektedir. *Chlorella vulgaris*'in daha önceki verilerde incelenen toplam kuru madde üretimine önemli katkısı olmasına rağmen, kıvırcık marullarda suda çözünebilir kuru madde miktarının artmasındaki su kültürü ortamına algin faydası olmadığı görülmektedir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9..Denemede farklı uygulamalar ile yetiştirilen kıvrıcık marul bitkilerinin refraktometrede ölçülen SÇKM değerleri

Uygulamalar	SÇKM %
%100 B+A	3.70 d
%100 B	3.83 cd
%80 B+A	3.96 bc
%80 B	3.73 d
%60 B+A	4.05 ab
%60 B	4.06 ab
%40 B+A	4.15 a
%40 B	4.00 b
P	0.0001
LSD _{0.05}	0.1438

4.1.10. Marul Bitkilerinde Yaprakta Klorofil Miktarı

Hasat edilen marul bitkileri klorofil analizi için laboratuara getirilmiştir. Marul bitkileri üzerindeki farklı yaş grubundaki yaprakları temsil edecek şekilde kesit alınarak klorofil analizi yapmak üzere örnekleme yapılmıştır. Denemede farklı uygulamaların klorofil miktarı üzerine etkileri Çizelge 4.10.'da sunulmaktadır.

Denemede en yüksek klorofil miktarı içeren en yeşil yapraklar mg/g birimi ile %100 B+A uygulamasından 0.94 ile en düşük değer ise %40 B uygulamasında 0.40 olarak elde edilmiştir

Çizelge 4.10 incelendiğinde su kültüründe yetiştirilen kıvrıcık marul bitkilerinin yapraklarında klorofil miktarının artmasında yetiştirme ortamına eklenen *Chlorella vulgaris* mikroalginin artırıcı etkisi olduğu görülmektedir. Buna göre, %100 besin dozunda alg eklenen uygulama eklenmeyene göre %38 artış göstermiştir. Diğer uygulamalarda %80, %60 ve %40 besin dozlarında alg eklenen dozlarda eklenmeyenlere göre klorofil artışları sırasıyla %27, %42 ve %73 oranlarında gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.10. Denemede farklı uygulamalar ile yetiştirilen kıvırcık marul bitkilerinin spektrofotometrede cihazında okunan klorofil değerleri

Uygulamalar	Klorofil mg/gr
%100 B+A	0,94 a
%100 B	0,68 bc
%80 B+A	0,56 bcd
%80 B	0,44 d
%60 B+A	0,68 bc
%60 B	0,48 cd
%40 B+A	0,69 b
%40 B	0,40 d
P	0.0003
LSD _{0.05}	0.2002

4.1.11. Marul Yapraklarında Vitamin C Miktarı

Su kültürü tekniği ile marul yetiştirilen ortama *Chlorella vulgaris* eklendiğinde vitamin C miktarının kısmen arttığı Çizelge 4.11’de görülmektedir. Denemede en yüksek vitamin C miktarı mg/100 g birimi ile %100 B+A uygulamasından 6.35 olarak alınmıştır. %40 B uygulamasında 4.5 olarak gözlenmiştir.

Chlorella vulgaris kıvırcık marullarda vitamin C miktarı artmasına üzerine hafif etkide bulunmuştur (Çizelge 4.11). Aybak (2002)’a göre 100 g yenilebilir salata ve marulun çeşit ve yetiştirilme sezonu, koşullarına bağlı olarak içerdiği vitamin C miktarı 6-18 mg arasında olabileceği bildirilmektedir.

Çizelge 4.11. Denemede farklı uygulamalar ile yetiştirilen kıvırcık marul yapraklarında vitamin C miktarları

Uygulamalar	Vitamin C miktarı (mg/100g)
%100 B+ A	6.35 a
%100 B	6.25 a
%80 B+A	6.18 a
%80 B	6.13 a
%60 B+A	5.93 a
%60 B	5.75 a
%40 B+A	5.00 b
%40 B	4.50 b
P	0.0002
LSD _{0.05}	0.7297

4.1.12. Marul Yapraklarında Nitrat Miktarı

Denemede farklı uygulamaların nitrat miktarı üzerine etkileri Çizelge 4.12.'de sunulmaktadır. Kıvırcık marul yapraklarındaki nitrat miktarları 2481 ve 3592 olarak gözlenmiştir.

Denemede %80 besin dozuna *Chlorella vulgaris* eklendiğinde nitrat miktarı azalırken, %60 ve %40 gibi besin dozlarının giderek azaltıldığı iki uygulamada alg eklendiği durumda nitratın arttığı görülmektedir. Ancak her halükarda denemede nitrat miktarları insan sağlığı için risk oluşturacak düzeyde değildir.

Türkiye'de 2002 yılında yayınlanan Türk Gıda Yönetmeliği'ne göre, marul ve taze ıspanakta en fazla bulunabilecek nitrat miktarı 3500 mg/kg (taze ağırlık başına), lahanada ise 875 mg/kg (taze ağırlık başına) olarak bildirilmektedir (Anonim, 2002). Rusya federasyonunun uyguladığı standartlarda ise marul, ıspanak ve maydanozlarda maksimum nitrat miktarının 2000 ppm, Avrupa birliğinde ise maksimum nitrat konsantrasyonu ülkelere göre farklılık göstermekle birlikte marulda 907-4674 olarak bildirilmektedir (Anonim, 2006).

Çizelge 4.12. Denemede farklı uygulamalar ile yetiştirilen kıvırcık marul bitkilerinin nitrat değerleri

Uygulamalar	Nitrat miktarı (mg nitrat/kg kuru ağırlık)
%100 B+A	2579 de
%100 B	2825 de
%80 B+A	3105 bcd
%80 B	3395. ab
%60 B+A	3592 a
%60 B	2896 cd
%40 B+A	3274 abc
%40 B	2481 e
P	0.0001
LSD _{0,05}	13,035

4.2. Marul Bitkilerinde Besin Maddeleri Analizleri

Denemede kıvırcık marul yapraklarında besin maddeleri analizleri yapılmış ve farklı uygulamalarda marul yapraklarının besin elementi içeriği yönünden durumları karşılaştırılmıştır.

4.2.1. Yaprakta Azot (N) Konsantrasyonu

Uygulamaların marul yapraklarında azot konsantrasyonu üzerine etkileri istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Azot konsantrasyonları %3.66 ile %4.59 arasında değişmiştir. Kıvırcık marul yapraklarındaki azot içeriğine bakıldığında %100 uygulamaları hariç diğerlerinde, aynı besin dozunda *Chlorella vulgaris* eklenen uygulamalar kendi kontrollerine göre daha yüksek azot içermiştir (Çizelge 4.13).

Denemede %80 B+A uygulaması kendi kontrolü yani %80 B uygulamasına göre %13.61, %60 B+A uygulaması kendi kontrolü %60 B uygulamasına göre %0.90 ve %40 B+A uygulaması kendi kontrol uygulamasına göre %15.85 daha

yüksek azot konsantrasyonuna sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda yetiştirme ortamına eklenen algin bitkinin azot beslemesine artı bir katkı sağladığı söylenebilir.

Jones (1991)'e göre marul bitkilerinde yeterli azot beslenmesi halinde yaprak N değerleri % 4.00-5.00 arasında belirtilmekte ve % 2.5 altına düşerse bitkilerin azot bakımından noksanlık çektikleri bildirilmektedir.

Çizelge 4.13. Denemede marul bitkilerinden alınan yaprak örneklerinde belirlenen azot (N) konsantrasyonları

Uygulamalar	N (%)
%100 B+A	4.44 abc
%100 B	4.55 ab
%80 B+A	4.59 a
%80 B	4.04 d
%60 B+A	4.44 abc
%60 B	4.40 bcd
%40 B+A	4.24 cd
%40 B	3.66 e
P	0.0001
LSD _{0.05}	0.2850

4.2.2. Yaprakta Fosfor (P) Konsantrasyonu

Denemede farklı uygulamalar ile yetiştirilen marul yapraklarının P içerikleri istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Fosfor değerleri %0.31 ile %0.54 arasında değişmiştir. Tam besin dozu olan %100 uygulamaları hariç, diğer azaltılmış besin uygulamalarında aynı besin dozunda ortama *Chlorella vulgaris* eklendiğinde kendi kontrolünden daha yüksek P içerdiği görülmüştür (Çizelge 4.14).

Denemede %80 B+A uygulaması kendi kontrolü %80 B uygulamasına göre %19.05, %60 B+A uygulaması kendi kontrolü %60 B uygulamasına göre %17.95 ve %40 B+A uygulaması kendi kontrolü %40 B uygulamasına göre %12.90 daha fazla konsantrasyonda fosfor ihtiva ettiği tespit edilmiştir. Bu durumda yetiştirme

ortamına eklenen algin bitkinin fosfor beslemesine artı bir katkı sağladığı söylenebilir.

Jones (1991)'e göre marul bitkilerinde yeterli fosfor beslenmesi halinde yaprak P değerleri % 0.40-0.60 arasında belirtilmekte ve bu değer % 0.20 altına düşerse bitkilerin fosfor bakımından noksan beslendikleri bildirilmektedir..

Çizelge 4.14. Denemede marul bitkilerinden alınan yaprak örneklerinde belirlenen fosfor (P) konsantrasyonları

Uygulamalar	P (%)
%100 B+A	0.53 a
%100 B	0.54 a
%80 B+A	0.50 ab
%80 B	0.42 bcd
%60 B+A	0.46 abc
%60 B	0.39 cde
%40 B+A	0.35 de
%40 B	0.31 e
<i>P</i>	0.0001
<i>LSD</i> _{0.05}	0.0884

4.2.3. Yaprakta Potasyum (K) Konsantrasyonu

Farklı uygulamaların yaprakta potasyum konsantrasyonu üzerine etkileri istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ve veriler Çizelge 4.16.'de sunulmaktadır. Denemede yetiştirilen marulların yaprak K içerikleri %5.64 ile %7.06 arasında değişmektedir. Yukarıda incelenen N ve P elementlerinde olduğu gibi K bakımından *Chlorella vulgaris*'in marul bitkilerinin beslenmesine artı bir katkı sağladığı net bir şekilde görülememiştir. Sadece %60 B+A uygulaması kendi kontrolü olan %60 B uygulamasına göre % 8.6 daha fazla K içermiştir (Çizelge 4.15).

Jones, Wolf ve Mills (1991)'e göre marul bitkilerinde yeterli potasyum beslenmesi halinde yaprak K değerleri optimum % 6-7 arasında belirtilmekte ve bu

değerin % 5.5 altına düşerse bitkilerin potasyum bakımından noksan beslendiklerini bildirilmektedir.

Çizelge 4.15. Denemede marul bitkilerinden alınan yaprak örneklerinde belirlenen potasyum (K) konsantrasyonları

Uygulamalar	K (%)
%100 B+A	5.64 c
%100 B	6.32 b
%80 B+A	6.47 ab
%80 B	6.52 ab
%60 B+A	7.06 a
%60 B	6.49 ab
%40 B+A	6.45 b
%40 B	6.50 b
P	0.0113
LSD _{0.05}	0.6011

4.2.4. Yaprakta Kalsiyum (Ca) Konsantrasyonu

Kalsiyum içeriği üzerine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Denemede marul bitkilerinin Ca konsantrasyonları %0.64 ile %1.04 arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.16).

Çalışmadaki marul bitkilerinin yapraklarındaki Ca konsantrasyonlarına bakıldığında aynı besin dozunda *Chlorella vulgaris* eklenen uygulama kendi kontrolünden daha fazla Ca içermiştir (Çizelge 4.16).

Jones, (1991)'e göre marul bitkilerinde yeterli kalsiyum beslenmesi halinde yaprak Ca değerleri % 2.30-3.50 arasında belirtilmekte ve bu değer % 1.2 altına düşerse bitkilerin kalsiyum bakımından noksan beslendiklerini bildirilmektedir.

Demir ve ark. (2003), 6 farklı organik gübre kombinasyonu ve geleneksel NPK gübre kullanılarak lital ve iceberg tipi marul yetiştirdikleri çalışmalarında,

deniz yosunu uygulanan organik üretim parsellerindeki marul yapraklarında kalsiyum içeriğini ortalama % 1.33 olarak bildirmişlerdir.

Çizelge 4.16. Denemede marul bitkilerinden alınan yaprak örneklerinde belirlenen kalsiyum (Ca) konsantrasyonları

Uygulamalar	Ca (%)
%100 B+A	0.84 bcd
%100 B	0,78 cde
%80 B+A	0.90 bc
%80 B	0.75 de
%60 B+A	1.04 a
%60 B	0.93 ab
%40 B+A	0.77 de
%40 B	0.64 e
P	0.0001
LSD _{0.05}	0.1196

4.2.5. Yaprakta Sodyum (Na) Konsantrasyonu

Denemedeki farklı uygulamaların yaprakta sodyum konsantrasyonu üzerine etkileri Çizelge 4.17.'de verilmektedir.

Çalışmada kıvırcık marul bitkileri yapraklarındaki sodyum (Na) konsantrasyonları bakımından uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark önemli bulunmuştur. Denemede en yüksek değer %60 B+A uygulamasında %1.48 olurken, en düşük değer ise %40 B uygulamasında %0.81 olarak gözlenmiştir.

Bergman (1992)'e göre genel olarak bitkilerde Na konsantrasyonunun %0.004 ile %2.0 arasında olduğu bildirilmektedir. Su kültürü marul yetiştiriciliğinde *Chlorella vulgaris* kullanımı bitkilerde herhangi bir Na eksikliği veya fazlalığına neden olmadığı ve tuzluluk etkisi oluşturmadığı tespit edilmiştir.

Ancak alg uygulamaları yaprak dokularındaki Na'ı artırmıştır. Denemede %100 B+A uygulaması kendi kontrolü %100 B uygulamasına göre %22.63, %80

B+A uygulaması kendi kontrolü %80 B uygulamasına göre % 18.42 ve %60 B+A uygulaması kendi kontrolü %60 B uygulamasına göre %41.22, %40 B+A uygulaması kendi kontrol uygulamasına göre %4.71 daha fazla konsantrasyonda sodyum ihtiva ettiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.17. Denemede marul bitkilerinden alınan yaprak örneklerinde belirlenen sodyum (Na) konsantrasyonları

Uygulamalar	Na (%)
%100 B+A	1.37 ab
%100 B	1.06 abc
%80 B+A	1.14 abc
%80 B	0,94 bc
%60 B+A	1.48 a
%60 B	0.87 c
%40 B+A	0.85 c
%40 B	0.81 c
P	0.0303
LSD _{0.05}	0.4937

4.2.6. Yaprakta Magnezyum (Mg) Konsantrasyonu

Çalışmada farklı uygulamaların kıvrıkcık marul yapraklarında magnezyum konsantrasyonu üzerine etkileri Çizelge 4.18.'de verilmektedir. Uygulamaların magnezyum içerikleri %0.09 ile %0.30 arasında değişmiştir.

Denemedeki marul bitkilerinin yapraklarındaki Mg konsantrasyonlarına bakıldığında, aynı besin dozunda *Chlorella vulgaris* içeren uygulamalarda Mg içeriğinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Jones (1991)'e göre marul bitkilerinde yeterli magnezyum beslenmesi halinde yaprak Mg değerleri % 0.50-0.80 arasında belirtilmekte ve bu değer % 0.30 altına düşerse bitkilerin magnezyum bakımından noksan beslendiklerini bildirilmektedir.

Denemedeki %100 B+A uygulaması dışındaki diğer uygulamalar da yaprak Mg değerleri belirtilen eşik değerinin altında çıkmışlardır.

Çizelge 4.18. Denemede marul bitkilerinden alınan yaprak örneklerinde belirlenen magnezyum (Mg) konsantrasyonları

Uygulamalar	Mg (%)
%100 B+A	0.30 a
%100 B	0.25 b
%80 B+A	0.24 b
%80 B	0.18 c
%60 B+A	0.15 de
%60 B	0.12 ef
%40 B+A	0.16 cd
%40 B	0,09 f
P	0.0001
LSD _{0.05}	0.03095

4.2.7. Yaprakta Mikro Element Konsantrasyonları

Denemedeki farklı uygulamaların kıvrıkcık marul yapraklarındaki bakır konsantrasyonları 12.97 ppm ile 17.26 ppm arasında değişmiştir. Çalışmadaki marul bitkilerinin yapraklarındaki Cu konsantrasyonlarına bakıldığında, %60 uygulamaları hariç, aynı besin dozunda *Chlorella vulgaris* içeren uygulamalarda Cu içeriğinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Denemede %100 B+A uygulaması kendi kontrolü %100 B uygulamasına göre %1.23, %80 B+A uygulaması kendi kontrolü %80 B uygulamasına göre %3.51 ve %40 B+A uygulaması kendi kontrol uygulamasına göre %9.59 daha fazla konsantrasyonda bakır konsantrasyonuna sahip olduğu tespit edilmiştir. Jones (1991)'e göre marul bitkilerinde yeterli bakır beslenmesi halinde yaprak Cu değerleri 8-25 ppm arasında belirtilmekte ve bu değer 5 ppm altına düşerse bitkilerin potasyum bakımından noksan beslendiklerini

bildirmektedir. Demir ve ark. (2003), deniz yosunu uygulanan ve organik üretilen marul yapraklarında bakır içeriğini ortalama 20.35 ppm olarak bildirmektedir.

Farklı uygulamaların yaprakta mangan konsantrasyonu üzerine etkileri Çizelge 4.20.'de verilmektedir. Çalışmadaki marul bitkilerinin yapraklarındaki Mn içerikleri 132.76 ppm ile 222.78 ppm arasında değişmiştir. Çalışmadaki marul bitkilerinin yapraklarındaki Mn konsantrasyonlarına bakıldığında, aynı besin dozunda *Chlorella vulgaris* içeren uygulamalarda Mn içeriğinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Denemede %100 B+A uygulaması kendi kontrolü %100 B uygulamasına göre %8.35, %80 B+A uygulaması kendi kontrolü %80 B uygulamasına göre % 13.90, %60 B+A uygulaması kendi kontrolü %60 B uygulamasına göre %38.47 ve %40 B+A uygulaması kendi kontrol uygulamasına göre %8.95 daha fazla konsantrasyonda mangan ihtiva ettiği anlaşılmıştır.

Jones (1991)'e göre marul bitkilerinde yeterli mangan beslenmesi halinde yaprak Mn değerleri 15-250 ppm arasında belirtilmekte ve bu değer 10 ppm altına düşerse bitkilerin mangan bakımından noksan beslendiklerini bildirilmektedir. Demir ve ark. (2003), deniz yosunu uygulanan ve organik üretilen marul yapraklarında Mn içeriğini ortalama 61.91 ppm olarak tespit etmişlerdir.

Kıvırcık marul yapraklarındaki demir konsantrasyonu üzerine uygulamaların etkileri Çizelge 4.20.'de sunulmaktadır. Farklı uygulamalarda marul yapraklarının Fe içerikleri 64.39 ppm ile 128.06 ppm arasında değişmiş olamakla beraber istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Buna rağmen denemedeki marul bitkilerinin yapraklarındaki Fe konsantrasyonları, aynı besin dozunda *Chlorella vulgaris* içeren uygulamalarda kendi kontrollerine göre daha fazla Fe içeriği görülmektedir. Denemede %100 B+A uygulaması kendi kontrolü %100 B uygulamasına göre %34.04, %80 B+A uygulaması kendi kontrolü %80 B uygulamasına göre % 10.33 ve %60 B+A uygulaması kendi kontrolü %60 B uygulamasına göre %18.87 daha fazla konsantrasyonda demir içerdiği tespit edilmiştir. Jones (1991)'e göre marul bitkilerinde yeterli demir beslenmesi halinde yaprak Fe değerleri 50-100 ppm arasında belirtilmekte ve bu değer 40 ppm altına düşerse bitkilerin demir bakımından eksik beslendiklerini bildirilmektedir. Demir ve ark. (2003), deniz yosunu uygulanan

ve organik üretilen marul yapraklarında Fe içeriğini ortalama 172.72 ppm olarak belirlemiştir.

Denemedeki farklı uygulamaların kıvırcık marul yapraklarında çinko konsantrasyonu üzerine etkileri Çizelge 4.20.'de verilmektedir. Çinko konsantrasyonuna uygulamaların etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek çinko konsantrasyonu %60 B uygulamasında 54.88 ppm ve en düşük çinko konsantrasyonu ise % 100 B 31.63 ppm olarak belirlenmiştir. Denemede *Chlorella vulgaris* içeren sadece %100 B+A uygulamasında kendi kontrolü %100 B uygulamasına göre %50.23 daha fazla konsantrasyonda çinko içerdiği tespit edilmiştir. Diğer alg içeren uygulamalarda kontrollerine göre bir artış görülmemiştir. Jones (1991)'e göre marul bitkilerinde yeterli çinko beslenmesi halinde yaprak Zn değerleri 25-250 ppm arasında belirtilmekte ve bu değer 20 ppm altına düşerse bitkilerin çinko bakımından eksik beslendiklerini bildirilmektedir. Demir ve ark. (2003), deniz yosunu uygulanan ve organik üretilen marul yapraklarında Zn içeriğini ortalama 46.72 ppm olarak belirlemiştir.

Çizelge 4.19. Denemede marul bitkilerinden alınan yaprak örneklerinde belirlenen mikro elementlerin konsantrasyonları

Uygulamalar	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)
%100 B+A	14.83 b	143.85 b	86.31	47.52 ab
%100 B	14.65 b	132.76 b	64.39	31.63 b
%80 B+A	12.97 b	162.12 b	103.14	40.54 ab
%80 B	12.53 b	142.34 b	93.48	47.54 ab
%60 B+A	13.07 b	197.12 b	123.81	41.11 ab
%60 B	13.62 b	142.36 b	104.13	54.88 ab
%40 B+A	17.26 a	222.78 a	68.74	42.92 a
%40 B	15.75 b	204.48 b	128.06	42.91 ab
P	0.0115	0.0152	Ö.D	0.0407
LSD _{0.05}	9.3388	95.3178	77.7133	25.6355

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Denemedeki farklı mikroalg uygulamaların bitki boyu, yaprak miktarı, yaprak taze ağırlığı, verim, kök taze ağırlığı, kök kuru ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı, kuru madde oluşturma oranına, bitki çevresi ve yaprakta klorofil miktarı üzerine etkisi olumlu ve artırıcı yönde bulunmuştur.

Alg eklenen gruplar kontrol gruplarına göre daha yüksek bitki boyuna sahip olmuşlardır. Denemede en yüksek bitki boyu %100 B+A uygulamasında gözlenmiştir. %100 B+A uygulaması kendi kontrolü %100 B uygulamasına göre %13.75 oranında, %80 B+A uygulaması kendi kontrolü %80 B uygulamasına %15.49 oranında, %60 B+A uygulaması kendi kontrolü %60 B uygulamasına %13.54 ve %40 B+A uygulaması kendi kontrolü %40 B uygulamasına göre %19.58 oranında daha uzun bitki boyuna sahip olmuşlardır.

Yaprak miktarı en yüksek %100 B+A uygulamasında görülmüştür ve %100 B+A uygulaması kendi kontrol uygulaması %100 B uygulamasına göre %14.08 daha fazla yaprak sayısına sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yaprak miktarı parametresinin ilginç yönü %40 B+A uygulamasının %100 B uygulaması ile aynı sayıda yaprak sayısına sahip olmuştur.

Yaprak taze ağırlık yani verim bakımından en yüksek değer %100 B ve %80 B+A uygulamalarında görülmüştür. %80 B+A uygulaması kendi kontrolü %80 B uygulamasına kıyasla %9.2 oranında daha yüksek verim alınmıştır. Marul veriminde %100 B uygulamaları dışında tüm uygulamalarda besin çözeltilerine mikro alg *Chlorella vulgaris* eklenmesi uygulanması marul verimini artırmıştır. %60 B+A uygulaması kendi kontrolü %80 B uygulamasına göre %12.2 oranında ve %40 B+A uygulaması ise kendi kontrolü %40 B uygulamasına göre %16.1 oranında daha fazla verim gözlenmiştir.

Marul veriminde bir başka ilginç bulgu ise %80 B+A uygulamasının komple %100 B çözeltilisine kıyasla %0.40 oranında daha yüksek verim gözlenmiş ve %40 B+A uygulaması ise komple uygulanan %100 B uygulamasına göre sadece %1.38 daha az verim gözlenmiştir, bu sonuç kıvrıcık marulda *Chlorella vulgaris* verime olan artırıcı etkisi olmuştur.

Kök taze ağırlığı bakımından kıvırcık marul bitkilerinde en yüksek değer %100 B+A uygulamasında görülmüştür. %100 B+A uygulaması alg eklenmeyen %100 uygulamaya göre %17.25 oranında daha yüksek kök taze ağırlığına sahip olmuştur. Kök taze ağırlığı bakımından diğer algli uygulamalarda da kendi kontrol uygulamalarına kıyasla daha yüksek kök teze ağırlığı oluşturmuştur. %80 B+A uygulaması kendi kontrolü %80 B uygulamasına göre %44.40, %60 B+A uygulaması kendi kontrolü %60 B uygulamasına göre %28.74 ve %40 B+A uygulaması ise kendi kontrolü %40 B uygulamasına göre %14.01 daha yüksek kök taze ağırlığına sahip olmuştur. Bu da *Chlorella vulgaris* mikro alg uygulaması kıvırcık marul bitkisinde köklerde saçaklanmayı artırdığı ve marul bitkilerinin besin çözeltilerinden besini daha kolay aldıkları düşünülebilir.

Yaprak kuru ağırlığı bakımından denemede %100 B uygulaması hariç diğer uygulamalarda azalan besin dozuna *Chlorella vulgaris* eklendiğinde kıvırcık marul bitkisinin kuru ağırlık miktarı artmaktadır. %80 B+A uygulaması alg eklenmeyen uygulamaya göre %83.2, %60 B+A uygulaması alg eklenmeyen uygulamaya göre %51.9 ve %40 B+A uygulaması alg eklenmeyen uygulamaya göre %38.6 oranında yaprak kuru ağırlığını artırmıştır.

Kıvırcık marul bitkilerinde yaprakta kuru madde oranında en yüksek değer %100 B uygulamasında gözlenmiştir. %100 B uygulaması hariç tüm uygulamalarda ise *Chlorella vulgaris* mikro alg uygulaması kontrol uygulamalarına kıyasla daha yüksek kuru madde oluşturmuşlardır. %80 B+A uygulaması kendi kontrol uygulamasına göre %56.8, %60 B+A uygulaması kendi kontrol uygulamasına göre %37.6 ve %40 B+A uygulaması kendi kontrol uygulamasına kıyasla %17.7 daha fazla kuru madde oluşturmuşlardır.

Kıvırcık marul bitkilerinde bitki çevresine baktığımızda en yüksek değer %100 B+A uygulamasında gözlenmiştir. %100 B+A uygulaması alg uygulamayana oranla %22.66 daha büyük bitki çevresine sahip olmuştur. Bitki çevresi parametresinde dikkati çeken dipnot ise %80 B+A uygulamasının komple %100 B uygulamasına kıyasla %3.02 daha büyük bitki çevresine sahip olmuştur.

Denemede yaprakta klorofil miktarı değerlerine bakıldığında en yüksek değer %100 B+A uygulamasında gözlenmiştir. %100 B+A uygulaması kendi kontrol

uygulamasına göre % 38 oranında artış gözlenmiştir. Diğer uygulamalar %80 B+A, %60 B+A ve %40 B+A uygulamaları sırasıyla kendi kontrol uygulamalarına kıyasla sırasıyla % 27, % 42 ve % 73 oranlarında artış gerçekleşmiştir. Bu sonuçlar azalan besin dozlarında ortamda mikrobiyal gübre olarak kullandığımız *Chlorella vulgaris* mikro alginin, kıvırcık marulda yaprak klorofil miktarını artırıcı etkisi olduğu gözlenmiştir.

Denemede ölçülen vitamin C üzerine alg etkisi az bulunmuş; yaprak alanı, SÇKM değeri üzerine uygulamaların etkisi önemsiz bulunmuştur.

Denemede farklı uygulamaların marul bitkisi yapraklarında azot içeriği bakımından en yüksek değer %100 B ve % 80 B+A uygulamalarında gözlenmiştir. Denemede %100 B+A dışındaki algli uygulamalar yaprakta marul içeriğini artırmıştır. % 80 B+A uygulaması alg uygulanmayana göre %13.61, %60 B+A uygulaması alg uygulanmayana göre % 0.90 ve % 40 B+A uygulaması alg uygulanmayana göre % 15.85 daha yüksek azot konsantrasyonu gözlenmiştir.

Denemede marul bitkilerinin element düzeyinde P içeriklerine bakıldığından en yüksek değer %100 B uygulamasında gözlenmiştir. %100 uygulamaları dışında kalan uygulamalarda yaprakta marul içerikleri algli uygulamalarda algsiz uygulamalara kıyasla daha yüksek çıkmıştır. %80 B+A uygulaması kendi kontrolü %80 B uygulamasına göre %19.05, %60 B+A uygulaması kendi kontrolü %60 B uygulamasına göre % 17.95 ve %40 B+A uygulaması kendi kontrolü %40 B uygulamasına göre %12.90 daha fazla konsantrasyonda fosfor içermiştir.

Denemede marul bitkilerinin yapraklarında Na içeriği olarak en yüksek değer %60 B+A uygulamasında gözlenmiştir. Denemede %100 B+A uygulaması kendi kontrolü %100 B uygulamasına göre %22.63, %80 B+A uygulaması kendi kontrolü %80 B uygulamasına göre % 18.42 ve %60 B+A uygulaması kendi kontrolü %60 B uygulamasına göre %41.22, %40 B+A uygulaması kendi kontrol uygulamasına göre %4.71 daha fazla sodyum konsantrasyonu bulunmuştur. Bergman, (1992) bildirdiğine göre genel olarak bitkilerde Na konsantrasyonun %0.004 ile % 2.0 arasında olduğu bildirmiştir ve yapılan çalışmada tüm uygulamalar da bu istenilen aralıkta Na içermiştir, toksik etki yaratmamıştır.

Denemede marul bitkisinin yaprak Ca içeriğinde algli tüm uygulamalar algsiz uygulamalara göre yüksek çıkmıştır. aynı şekilde marul bitkilerinin yapraklarında Mg içeriği algli besin uygulamaları algsiz besin uygulamalarına göre yüksek çıkmıştır.

Denemede farklı uygulamaların mikro element bazında Cu, Mn ve Zn elementlerinde etkisi önemli bulunmuştur. Denemede farklı uygulamaların marul bitkisi yapraklarında mikro element içerikleri bakımından *Chlorella vulgaris* içerenlerin kendi kontrollerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Denemede kullanılan *Chlorella vulgaris* mikrolağinin azalan besin dozlarında dahi marul bitkisinde büyüme ve gelişmeyi, ürün verimini, bitkinin beslenmesini artırmasının sebebini 3 şekilde açıklamaya çalışabiliriz;

- 1) Mikroalgler su kültürü ortamına salgıladıkları ligantlar (şelatlar) sayesinde ortamdaki besin çözeltisindeki besin maddelerinden bitkinin dahi iyi faydalanmasına hizmet etmesi; besin maddelerinin köklere taşınmasında kolaylık, böylece alımda kolaylık ayrıca şelatlar besin maddelerinin bitki içerisinde taşınmasına da olumlu katkılarda bulunmaktadır,
- 2) Mikroalgler ürettikleri organik maddeler veya ölen alglerden sağlanan organik maddeler, çözünerek ve inorganik maddelere ayrışarak yine bitkilerin beslenmesine artı katkıda bulunurlar,
- 3) Son olarak mikrolağlerin ürettikleri bir takım enzimler ve hormonlar bitkilerin büyüme ve gelişmesinde ürün veriminde katkı sağlayabilir.

Bu tez çalışmasının sonucunda, *Chlorella vulgaris* mikroalgi ile serada topraksız marul yetiştiriciliğinde bitki beslemede kullanılan sentetik kimyasal gübrelere önemli oranlarda ekonomi yapılabileceği belirlenmiştir. Ayrıca temiz bir çevre sağlama, toprak ve yer altı su kaynaklarının gübrelere ile kirlenmesini önleme anlamında doğa dostu bir uygulama olacağı da düşünülmektedir. Çıkan sonuçlar, azaltılan besin dozlarında kullanıldığında, marul bitkilerinin büyüme ve gelişme parametrelerinde, bitkinin beslenmesinde, ürün verimliliği ve kalite parametrelerinde olumlu ve başarılı olduğunu göstermektedir.

Denemede şu sonucunda; su kültüründe alg kullanarak gübrelemeden %20, %40 ve hatta %60 azaltma yoluna gidilebilir, bu durum üretimi olumsuz etkilemeyecektir.

Chlorella vulgaris sulu, ışık gören ve iyi havalandırılan ortamlarda üreyen ve besin oluşturan bir canlıdır. Çalışma su kültüründe yapılan ilk çalışma özelliğini taşımaktadır. Bu çalışmada, alg ve marul bitkisi arasında ilişkinin; *Chlorella vulgaris* marul bitki köklerine ligantlar (şelatlar) salmakta bitkinin besin maddelerini daha iyi almasını sağladığı fikrindeyiz. Aynı zamanda *Chlorella vulgaris* hücreleri öldüğünde organik maddeyi inorganik maddeye çözüyor, N, P, K, Ca, Mg gibi minerallere indiriyor bitkiler bu besin maddelerinden yararlandığını düşünüyoruz. Seralarda yapılan yoğun gübrelemenin bu tip mikrobiyal gübrelerle beraber daha sağlıklı ve daha ekonomik olacağını düşüncesindeyiz. Gelecek nesillere daha temiz bir dünya bırakılması çabalarına bu çalışmanın bir ışık tutacağına inanıyoruz.

Bundan sonra yapılacak çalışmalarda;

1. Kıvırcık marul dışında, su kültürü tekniği ile en fazla yetiştirilen yetiştiriciliğinde *Chlorella vulgaris* ile olan etkileşimleri çalışılmalıdır,
2. Sera içerisinde su kültürü yetiştirme tekniği kullanılarak, dışarıya daha az veya hiç atık verilmeden kapalı bir sistem oluşturulması, algin ve bitkilerin ortak yaşaması üzerine daha uzun soluklu çalışmalar planlanabilir.

KAYNAKLAR

- ANONİM, 2002. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. Resmi Gazete , sayı ,24885Tebliğ no 2002/63, 23.09.2002
- ANONİM, 2006. Rusya Federasyonu Sağlık Bakanlığı Rusya Federasyonu Baş Sıhhi doktoru kararı (Meyve-Sebze Ürünleri). T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı.Antalya Yaş Meyve Sebze İhracatçıları Birliği Üyeleri Sirküleri No:2006/91
- AYBAK, Ç.H.,2002. Salata ve Marul Yetiştiriciliği (Hasad Yayıncılık)
- BENNETT, A.J., 2000. Environmental Consequences of Increasing Production Some Current Perspectives. Agric. Ecosys. Environ. 82 (2000), pp. 89–95.
- BERGMANN, W., 1992. Evaluation of plant or leaf analysis results. In: Bergmann. W. (ed.). Nutritional disorders of plants. Gustav Fischer
- BAI N. R., CHRISTI R. M. and KALA , T. C.2011 Effect of Seaweed Concentrate of *Padina Pavonia* on the Growth and Yield of a Pulse Crop
- CATALDO D., HAROON, T., SCHADER, L.E. ve YOUNGS, V.L., 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. Communication of Soil sciences and Plant Analysis. 6: 71- 80.
- CIRIK S., GÖKPINAR Ş., 1999. Plankton Bilgisi ve Kültürü. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 47 Ders Kitabı Dizini No: 19
- DAŞGAN, H.Y., ÖZTÜRK L., ABAK K. ve CAKMAK İ. , 2003. Activities of Iron-Containing Enzymes in Leaves of Two Tomato Genotypes Differing in Their Resistance to Fe chlorosis. Journal of Plant Nutrition, Vol. 26, Nos.10 & 11: 1997-2007
- DEMİR, H., GÖLÜKÇÜ M.,TOPUZ, A.,ÖZDEMİR, F.,POLAT, E. ve ŞAHİN, H., 2003. Yedikule ve İceberg Tipi Marul Çeşitlerinin Mineral Madde İçeriği Üzerine Ekolojik Üretimde Farklı Organik Gübre Uygulamalarının Etkisi
- DEMİR, N., DURAL, B. and YILDIRIM, K., 2006. Effect of seaweed suspensions on seed germination of tomato, pepper and aubergine. Journal of Biological Sciences. 6 (6): 1130-1133, 2006.

- DÜNDAR , Ö 1995. Bearss laym 'nın (Citrus latifolia) muhafazası ve derim sonrası fizyolojisi üzerinde araştırmalar II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi 3-6 Ekim 1995 Cilt 1, 565-570 , Adana
- FAHEED, F.A., FATTAH, Z.A. 2008. Effect of Chlorella vulgaris as Bio-fertilizer on Growth Parameters and Metabolic Aspects of Lettuce Plant. Journal of Agriculture & Social Sciences.
- GÜL AYDOĞAN N., KIDOĞLU F., GÜL A., 2008. Survey on soilless cultivation companies in Turkey. Book of Abstracts, p. 140, Strategies Towards Sustainability of Protected Cultivation in Mild Winter Climate, April 6-11, 2008 Antalya.
- GÜL,, A. 2008. Topraksız Tarım (Hasad Yayıncılık)
- GÜL A., TÜZEL Y., TÜZEL İ.H., ELTEZ R.Z., MERİÇ M.K., AKAT Ö., DEMIRELLİ A. 2001. Ülkemiz Seracılığına Uygun Topraksız Yetiştirme Sistemlerinin Geliřtirilmesi Üzerinde Araştırmalar.
- GÜNER ve AYSEL 1996. Deniz Yosunlarının Organik Tarımda Kullanım Olanakları. Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu Bildirileri 14-16 Kasım 2001. <http://www.biyoteknoloji.gov.tr> (2011)
- MONIEM, E.A.A., ABD_ALLAH, A.S.E., AHMED, M.A., (2008) The Combined Effect of Organic Manures. Mineral N Fertilizers and Algal Cells Extract on Yield and Fruit Quality of Williams Banana Plants. American Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 4 (4): 417-426
- MONIEM ve ABD-ALLAH 2008. Effect of Green Alga Cells Extract as Folia Spray on Vegetative Growth, Yield and Berries Quality of Superior Grapevines. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 4 (4): 427-433
- OSWALD, W.J., 1980. Algal Production-Prpblem, Achievements and Potential. In: Algae Biomass, Production and Use (Leds: Shelef, F. Soeder, C.J.). 1-8, Elsevier/North-Holland Biomedical Press.
- RATHORE, S.S., CHAUDHARY, D.R., BORİCHA, G.N., GHOSH, A., BHATT, B.P., ZODAPE, S.T., PATOLİA, J.S., 2009. Effect of seaweed extract on the growth, yield and nutrient uptake of soybean (Glycine max) under rainfed South African Journal of Botany 75 (2009) 351-355.

- SHAABAN, M.M., 2001. Nutritional status and growth of maize plants as affected by green microalgae as soil additives. *Online Journal of Biological Sciences* 1 (6): 475-479, 2001.
- SCHON, M., 1992, in D. Schart (Ed.), *Proceedings of 13th Annual Conference on Hydroponics*, Hydroponic Society of America, San Ramon, CA.
- SUKATAR, A., 2002. Alg Kültür Yöntemleri Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No: 184
- TÜZEL, Y., GÜL, A., DAŞGAN, H.Y., ÖZTEKİN, G.B., ENGİNDENİZ, S., BOYACI, H.F., ERSOY, A., TEPE, A. ve UĞUR, A., 2010. Örtü Altı Yetiştiriciliğinin Gelişimi. Türkiye Ziraat Mühendisliği 7. Teknik Kongresi Cilt-1 sayfa 559-576.
- TÜZEL, Y.,GÜL, A.,DAŞGAN, H.Y.,ÖZGÜR, M.,ÖZÇELİK, M.,BOYACI F.H,ERSOY, A. 2009.Örtüaltında Yeni Gelişmeler.
- ÜNLÜ, H ve PADEM H. 2009. Organik Domates Yetiştiriciliğinde Çiftlik Gübresi, Mikrobiyal Gübre ve Bitki Aktivatörü Kullanımının Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri
- ZODAPE, S.T., KAWARKHE, V.J., PATOLIA, J.S. and WARADE, A.D., 2008. Effect of liquid seaweed fertilizer on yield and quality of okra (*Abelmoschus esculentus* L.). *Journal of Scientific & Industrial Research*, Vol. 67, pp. 1115-1117.
- ZODAPE, S.T., GUPTA, A., BHANDARI, S.C., RAWAT, U.S., CHAUDHARY, D.R., ESWARAN, K. and CHIKARA, J., 2011. Foliar application of seaweed sap as biositulant for enhancement of yield and quality of tomato. *Journal of Scientific & Industrial Research*, Vol. 70, pp. 215-219.

ÖZGEÇMİŞ

05/05/1985 yılında Niğde’de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Mersin’de tamamladı. 2004 yılında başladığı Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü’nden 2008 yılında mezun oldu ve 2009 yılı bahar dönemi Çukurova Üniversitesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında yüksek lisansa başlamış ve devam etmektedir. 2011 Eylül’de Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumunda Çorum İl Koordinatörlüğü’nde Ziraat Mühendisi olarak çalışmaya başladı. 2011 Eylül ayında Yüksek Lisans tez çalışmasını tamamlayarak, Ziraat Yüksek Mühendisi ünvanını almıştır.