



**FARKLI LED İŞIKLARI VE AZOT UYGULAMALARININ  
MARUL BİTKİSİNİN GELİŞİMİ VE YAPRAK NİTRAT  
KONSANTRASYONU ÜZERİNE ETKİLERİ  
SEVGİ DİNÇER SEÇKİN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI  
Doç. Dr. Sezer ŞAHİN  
Nisan - 2019  
Her hakkı saklıdır**

T.C.  
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI LED İŞIKLARI VE AZOT UYGULAMALARININ MARUL BİTKİSİNİN  
GELİŞİMİ VE YAPRAK NİTRAT KONSANTRASYONU ÜZERİNE ETKİLERİ

SEVGİ DİNÇER SEÇKİN

TOKAT

Nisan - 2019

Her hakkı saklıdır

Sevgi Diñer SEÇKİN tarafından hazırlanan “FARKLI LED IŞIKLARI VE AZOT UYGULAMALARININ MARUL BİTKİSİNİN GELİŞİMİ VE YAPRAK NİTRAT KONSANTRASYONU ÜZERİNE ETKİLERİ” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 19.04.2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Danışman

Doç. Dr. Sezer ŞAHİN

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Prof. Dr. Naif GEBOLOĞLU

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Doç.Dr. Ayhan HORUZ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

İmza







ONAY

Prof. Dr. CETİN ÇEKİC  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



## **TEZ BEYANI**

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

**Sevgi DİNÇER SEÇKİN**

**2 Nisan 2019**

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### FARKLI LED IŞIKLARI VE AZOT UYGULAMALARININ MARUL BİTKİSİNİN GELİŞİMİ VE YAPRAK NİTRAT KONSANTRASYONU ÜZERİNE ETKİLERİ

SEVGİ DİNÇER SEÇKİN

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. SEZER ŞAHİN)

**Özet:** Seralarda yapay ışıklandırma bitki gelişiminde son dönemlerde kullanılmaya başlanmış kültürel uygulamalar arasındadır. Led ışıklandırmalar bitkinin ışıklandırma süresini artırmayı hedefleyip ürünün erken yetiştirme süresi ve mineral madde içeriği üzerine etkili olmayı hedeflemektedir. Bu amaçla, bir yıl içerisinde serada topraksız yetiştiricilik şartlarında ilkbahar ve sonbahar döneminde yapay ışıklandırmanın bitki gelişimi üzerine etkileri belirlenmiştir. Funnly F1 marul çeşidi 2:1 oranında kokopit ve perlitin karışımı yetiştirme ortamında PVC saksılarda damlama sulama sistemi kullanılarak yetiştirilmiştir. Her parselin üzerine kırmızı, mor, mavi ve sarı olmak üzere 4 farklı Led ışık kaynağı yerleştirilerek 3 saksı bir parsel olarak kabul edilmiştir ve her saksıda 3 bitki olacak şekilde oluşturulmuştur. Led ışıklarına ilave olarak azotlu gübrenin etkisini görebilmek için 3 farklı N dozu (50, 100 ve 150 ppm) uygulaması yapılmıştır. Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine uygun şekilde 3 tekrarlı olarak düzenlenmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda, farklı led ışıklarının pazarlanabilir bitki baş ağırlığı, bitki çapı ve klorofil oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup SÇKM, pH ve titre edilebilir asit oranları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Ortalamalar dikkate alındığında 50 ppm N uygulamasında baş ağırlık 435 gr/adet iken 150 ppm N uygulamasında 832 gr/adet baş ağırlık elde edilmiştir. Işık uygulamalarından kırmızı led ışık uygulaması kontrole göre verim artışı sağlamıştır. 50 ppm N uygulamasında marulun yaprak nitrat içeriği ortalamalar dikkate alındığında 1213.2 ppm olurken 150 ppm uygulamasında 1935 ppm olarak ölçülmüştür. Kontrole göre farklı led ışıkları kontrole göre yaprak nitrat miktarlarında düşüslere neden olmuştur.

2019, 35 sayfa

**ANAHTAR KELİMELELER:** Topraksız tarım, Işık yayan diyot (LED), Kıvırcık marul, Azot dozları

## ABSTRACT

### MASTER THESIS

#### EFFECTS OF DIFFERENT LED LIGHT AND NITROGEN APPLICATION ON GROWTH OF LETTUCE PLANTS AND LEAF NITRATE CONTENT

SEVGİ DİNÇER SEÇKİN

TOKAT GAZİOSMANPAŞA UNIVERSITY  
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

DEPARTMENT OF SOIL SCIENCE AND PLANT NUTRITION

(SUPERVISOR:) ASSOC. PROF. DR. SEZER ŞAHİN

**Abstract:** Artificial lighting in greenhouse plant growth come into use culture introduction between recently. Led lighting plant aim to lighting period to increase goods early cultivation period and mineral material included above have influence. To this end, one year inside greenhouse landless cultivation conditions has been determined spring and autumn under artificial lighting plant growth above influence. Funnily F1 lettuce has been cultivation 2:1 in proportion cocopeat and perlite mixed habitat PVC nodule drip irrigation system use. Every parcel above sustained red, purple, blue and yellow impending 4 different led light source to place 3 nodule one parcel as and every nodule establisher 3 plant. Plants in all observed. Experiment as regulation coincidence parcel experiment desing properly 3 repetitive. This study as a result of different led light marketable plant sports heavy weight, plant diameter, plant height and chlorophyll content above to the effect statistical as find unimportant SÇKM, pH and titratable acidity rates above effective statistical find important.

2019, 35 pages

**KEYWORDS:** Soilless culture, led light, crisp lettuce,

## ÖNSÖZ

Tezin yürütülmesi ve tamamlanmasına kadar her aşamada yardım ve desteğini esirgemeyen ailem, eşim ve sayın danışmanım Doç Dr. Sezer ŞAHİN'e teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

**Sevgi DİNÇER SEÇKİN**

**2 Nisan 2019**

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>iii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iv</b>
<b>SİMGE VE KISALTMALAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÇİZELGE LİSTESİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ</b> .....	<b>4</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>9</b>
3.1. Materyal.....	9
3.2. Yöntem.....	13
3.3. İstatiki Analiz.....	14
<b>4. BULGULAR</b> ..	<b>14</b>
4.1. Işık Uygulamaları ve Azot Dozlarının Marul Bitkisinin Verim, Bazı Özellikleri ve Yaprak Nitrat Miktarı Üzerine Etkisi .....	14
4.1.1. Uygulamaların Baş Ağırlığı ve Bitki Çapı Üzerine Etkisi.....	14
4.1.2. Uygulamaların Yaprak Nitrat İçeriği ve Yaprak SPAD Değeri Üzerine Etkisi .....	16
4.2. Işık Uygulamaları ve Azot Dozlarının Marul Bitkisinin Yapraklarının Besin Elementi Konsantrasyonlarına Etkisi.....	18
<b>5. SONUÇ ve TARTIŞMA</b> .....	<b>21</b>
<b>6. KAYNAKLAR</b> .....	<b>24</b>
<b>7. ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>28</b>



## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

LED:

### Açıklama

Işık yayan diyot

PAR:

Fotosentetik Aktif Işık

N:

Azot

P:

Fosfor

K:

Potasyum

Ca:

Kalsiyum

Zn:

Çinko

Fe:

Demir

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekiller

Sayfa



## ÇİZELGE LİSTESİ

<b>Çizelge</b>		<b>Sayfa</b>
Çizelge 1.1.	Türk Gıda Kodeksi 2002 yılı verilerine göre bazı gıdalarda nitrat için kabul edilebilir en yüksek değerler.....	14
Çizelge 3.1.	Denemede kullanılacak besin çözeltilisinin element içeriği.....	14
Çizelge 4.1.	Işık uygulamalarının ve farklı azot dozlarının ilkbahar yetiştiricilikte marul bitkisinin baş ağırlık üzerine etkisi.....	15
Çizelge 4.2.	Işık uygulamalarının ve farklı azot dozlarının ilkbahar yetiştiricilikte marul bitkisinin yapraklarının çapı üzerine etkisi.....	16
Çizelge 4.3.	Işık uygulamalarının ve farklı azot dozlarının ilkbahar yetiştiricilikte marul bitkisinin yapraklarının nitrat içeriği üzerine etkisi.....	17
Çizelge 4.4.	Işık uygulamalarının ve farklı azot dozlarının ilkbahar yetiştiricilikte marul bitkisinin yapraklarının yaprak spad düzeyine etkileri.....	17
Çizelge 4.5.	Işık uygulamaları ve azot dozlarının ilkbahar döneminde yetiştirilen marul bitkisinin yapraklarının % N, P, K, konsantrasyonlarına etkisi (50 ppm N Uygulaması).....	19
Çizelge 4.6.	Işık uygulamaları ve azot dozlarının ilkbahar döneminde yetiştirilen marul bitkisinin yapraklarının % N, P, K, konsantrasyonlarına etkisi (100 ppm N Uygulaması).....	19
Çizelge 4.7.	Işık uygulamaları ve azot dozlarının ilkbahar döneminde yetiştirilen marul bitkisinin yapraklarının % N, P, K, konsantrasyonlarına etkisi (150 ppm N Uygulaması).....	20
Çizelge 4.8.	Işık uygulamaları ve azot dozlarının ilkbahar döneminde yetiştirilen marul bitkisinin yapraklarının % N konsantrasyonlarına etkisi.....	21

## 1. GİRİŞ

Azotlu gübrelerin bitkilerin gelişim döneminde fazla uygulanması yeşil yapraklı sebzelerde nitrat birikimine neden olmaktadır. Nitrat iyonları doğrudan toksik etkiye sahip değildir. Nitrit hemoglobinin ile reaksiyona girerek methemoglobin oluşumuna neden olmaktadır. Hemoglobindeki  $Fe^{+2}$  yükseltgenerek  $Fe^{+3}$ 'e dönüşmekte böylece kanın oksijen taşınması azalmakta bu durum methaemoglobinaemia olarak bilinmekte olup çocuklar için tehlikelidir ve mavi bebek sendromu olarak bilinmektedir (Cemek ve ark., 2007). Nitrit sekonder aminlerle tepkimeye girerek nitrozaminlerin oluşmasını sağlar ve oluşan bu bileşikler ise potansiyel kanserojen veya mutajen teratojendir (Robert ve Dainty, 1991; Connolly ve ark., 2001). Bu duruma toplum sağlığı açısından bakıldığında nitrat-mide kanseri arasındaki ilişki ön plana çıkmaktadır. Midenin pH'sı 5.5'in üzerine çıktığında bakteriyel gelişime bağlı olarak nitrat nitrite dönüşmekte ve nitrit ise nitrozaminlerin oluşumuna neden olmaktadır (Prasad ve Chetty, 2008).

Bitkide fazla olan nitratın olumsuz etkisi bitkiyi tüketen canlılar için tehlike yaratmaktadır. Gıdalardaki nitrat çalışmaları içeriğinde fazla nitrat bulundurmaları nedeniyle sebzelere yoğunlaşmıştır. Sebzeler içinde ıspanak ve marul bitkilerinde çalışmalar yoğunlaşırken hayvan beslenmesinde ise azda olsa genç çim bitkilerinde araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Çizelge 1'de Türk Gıda Kodeksine göre bazı gıdalardaki nitrat için kabul edilebilir en yüksek değerler verilmiştir. Marul ve ıspanak bitkileri için en yüksek değerlerde sınır değerler verilmiştir

Çizelge 1. Türk Gıda Kodeksi 2002 yılı verilerine göre bazı gıdalarda nitrat için kabul edilebilir en yüksek değerler (Anonim, 2002).

Gıda	Nitrat (mg/kg)
Marul	3500
Bebek devam formülleri	250
Bebek mamaları	40
Diğer bebek ve çocuk gıdaları	400
İspanak	3500
Kırmızı pancar suyu	2500
Rezene	2000
Çin lahanası	1500
İspanak (konserve veya dondurulmuş)	1500
Lahana	875

Sebzelerdeki nitrat birikimine çeşitli faktörler etki etmektedir. Özellikle yetiştirme süresince uygulanan azotlu gübrenin miktarı arttıkça nitrat konsantrasyonu artmaktadır. Toprak özellikleri, toprakta bulunan mineral maddeler özellikle mangan ve molibden miktarındaki azalış nitrat birikimini artırmaktadır. Bitkilerin ışıklandırma miktarı ve süresi nitrat metabolizmasında etkilidir (Beever and Hageman, 1972). Işık nitrat redüktaz aktivitesini artırarak nitrat konsantrasyonunu düşürmektedir.

Bu bağlamda sebzelerdeki nitrat konsantrasyonunu azaltmaya yönelik kültürel uygulamaların geliştirilmesi gereklidir. Bitkideki nitrat konsantrasyonunu azaltmada son yıllarda optimal azot uygulaması ve bitkiye ilave ışık çalışmaları ön plana çıkmaktadır.

Işık enerjisi tarımsal üretimin en önemli girdilerinden biridir. Güneşten gelen enerjiye destek olmak amacıyla kullanılan yapay ışık kaynakları fotobiyolojik olayların oluşumunu desteklemektedirler. Yapay aydınlatmada kullanılan ışık kaynaklarının canlıların gereksinmelerine uygun, emniyetli, çevreci ve düşük enerji ihtiyacına sahip olmaları çok büyük önem taşımaktadır (Yağcıoğlu, 2009).

Belirli ışınım dağılımı ve yüksek ışık akısı çıktıları nedeni ile LED'ler son yıllarda tarımda özellikle seralarda, fide üretiminde ve doku kültürü ile bitki üretiminde yapay ışık kaynakları olarak kullanılmaktadır (Hsu, 2011). Işık kaynakları; doğal ve yapay olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Güneşten gelen ışık doğal ışık olarak ifade edilirken, yapay aydınlatma kaynaklarından yayılan ışık ise yapay ışık olarak tanımlanır. Flüorışıl lambalar, metal halojen lambalar ve LED'ler gibi ışık kaynakları yapay ışık kaynaklarına örnektir (Ünal, 2009).

LED ışık kaynakları diğer elektrikli yapay ışık kaynaklarına göre birçok üstünlüğü bulunmasının yanı sıra, fotosentez yapan canlıların gereksinimlerine uygun dalga boylarında (renklerde) yapay aydınlatma olanağı vermeleri ile de iyi bir alternatif oluşturmaktadır. Ayrıca, bu lambalar, canlıda meydana gelmesi muhtemel ışık stresinin azaltılması, diğer lambalara oranla hem üretim hem de kullanım aşamalarında çevreci olmaları, temin edilme kolaylığı, küçük olmaları nedeniyle her yere kolay

takılabilmeleri ve buldukları ortamı diğer lambalarda olduğu gibi aşırı derecede ısıtmamaları gibi özellikleriyle de öne çıkmaktadırlar (Koç ve ark., 2009).

Bu çalışmada; topraksız tarımda marul bitkisinin gelişimi ve yaprak nitrat konsantrasyonu üzerine farklı azot dozları ve değişik renkteki led ışıkları uygulamalarının etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.



## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

İnal ve Güneş (1995), azotun şeker pancarında verim ve yaprak nitrat kapsamına olan etkisinin araştırmak için bir çalışma yürütmüşlerdir. Azot toprağa 0, 5, 20, 50, 100, 200, 500 mg/kg düzeylerinde ikiye bölünerek uygulanmıştır. Araştırmada bitkilerin yaprak ve kök ağırlıkları, yaprak ve kökün toplam-N ve NO<sub>3</sub>-N kapsamaları belirlenmiştir. Araştırmacılar azot dozları arttıkça şeker pancarının yaş ve kuru ağırlıklarının, yaprak nitrat ile yaprak azot konsantrasyonlarının arttığını bildirmişlerdir. Araştırmada 200 ve 500 mg/kg azot uygulamasının şeker pancarında en yüksek ürün elde ettiğini bildirmişlerdir.

Kim ve ark. (2004), in vitro ortamında krizantem çeliklerinin 35 günlük yetiştirilme süresince florasan ışık (LB), mavi led (B), kırmızı led (R), kırmızı mavi led (RB), kırmızı ve far-kırmızı (RFr) ve kırmızı ve mavi far kırmızıdır (BFr) ışık kombinasyonlarında yetiştirmişlerdir. Araştırmacılar kırmızı ve kırmızı florasan ışık uygulamalarını boy uzamasını teşvik ettiğini bildirmişlerdir. Boy uzaması ile bitkilerde kırılmaların görüldüğünü tespit etmişlerdir.

Li ve Kubota (2009), büyüme odası içerisinde ışık ana kaynağı olarak beyaz florasan ışık lambası altında ve fotokimyasal içerisinde yüksek dikim yoğunluğunda gelişen Red Cross küçük yapraklı marul için farklı tamamlayıcı ışık kalitesinin etkilerini incelemişlerdir. Işık akışına ek olarak sırasıyla 18, 130, 130, 130 ve 160  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  UV-A, B, G, R ve FR ledler eklemişlerdir. Beyaz kontrol ışığı kapsayan bütün örneklerde fotosentetik ışık akışı (PPF, 400-700nm), ışıklandırma süresi ve hava sıcaklığı 300  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , 16s ve 25 °C/20 °C dir. Farklı ek ışık kalitesi altında fotokimyasal içerisindeki değişim mekanizmaları iyi bilinmemesine rağmen, beyaz ışık altında küçük yapraklı marulun gelişimi ve besin değerini artırmada kullanılan ilave ek ışık kalitesinin kullanılabilir olduğunu saptamışlardır.

Macedo ve ark. (2011), farklı renkteki ışıkların in vitro'da gelişen *Alternanthera brasiliana* Kuntze'nin (Amaranthaceae) yaprak gelişimine etkisini araştırmışlardır. Bitkinin biomas ağırlığı kırmızı ışık altında düşmüştür. Araştırmacılar

mavi ışığın yaprak sayısı boyu ve ağırlığı üzerine olumlu etkide bulunduğunu bildirmişlerdir.

Johkan ve ark. (2012), marul bitkisinin gelişimi ve fotosentez miktarı üzerine farklı dalga boyları ve yeşil led ışıklarının etkisini araştırmışlardır. G530 (532 nm; dalga boyu, 510 nm; yarım band genişliğinde tepe yüksekliği, 18nm), G520 (524nm; 30nm) ve G530 (532nm; 36nm) 100, 200 ve 300  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  fotosentetik ışık akışı (PPF) sırasıyla G530'dan azami 260 PPF çıkan yeşil ledler kullanmışlardır. Kontrol şartlarına göre yeşil led ışıkların marul bitkisinin gelişimini teşvik ettiği ve dalga boyu olarak da kısa boylu dalga yeşil ışıkların bitki gelişiminde daha kullanılabilir olduğunu bildirmişlerdir.

Xu ve ark. (2012), son zamanlardaki çalışmalarda kullanılan Arabidopsisin mavi ışıkta bitki içerisinde proteinin taşınmasını düzenlediği ve psikolojik ve morfolojik düzenleyicileri teşvik ettiği görülmüştür. Bu teorinin bitkisel üretiminde kullanılabilir olup olmadığının bilinmesi önemlidir. Bu çalışmada ledden yayılan mavi ışığın kuraklık stresi düzenleyicisi olarak iki saatlik ışıklanmadan sonra domates üretiminde canlandırıcı olarak kullanmışlardır. 0.48 W, 24 V ve 45  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  özelliğe sahip mavi beyaz (450 nm) ve kırmızı (660 nm) led lambaları ile ışıksız kontrol koşullarını karşılamışlardır. Sonuç olarak, mavi led ışıkları ile yapılan ek aydınlatma domates üretiminde hastalıklara direnci geliştirme kadar kaliteyi artırma ve meyve verimini artırmada da etkili olmuştur.

Lin ve ark. (2013), marul yapraklarında çözünür klorofil, karatenoid, proteinler ve şekerler, nitrat birikimi ve bitkisel biyokütle üzerinde üç farklı ışığın (kırmızı, mavi ve beyaz led ışıkları) etkisini araştırmışlardır. Bitkiler su kültüründe (ekimden 15 gün sonra) 20 günlük yetiştirme odaları içerisinde kırmızı mavi led ve beyaz led ve bir florasan lamba altında 24/20  $^{\circ}\text{C}$  de 16 saatlik ışıklanma periyodu, % 75 nem değeri, 900  $\mu\text{mol m}^{-1} \text{CO}_2$  seviyesi ve 210  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  ışık akışı yoğunluğu ile yetiştirmişlerdir. Kontrol şartlarına göre bitkinin gelişimini led ışıkları ile arttığını ve besin maddesi miktarının ilave led ışıkları ile artabileceğini bildirmişlerdir.



Liu ve ark. (2014), marul bitkisinin gelişimde kontrole göre organik, inorganik azot kaynağı ve sıvı azotlu gübre kullanılması ile gelişim ve nitrat birikimine etkisini incelemişlerdir. Çalışmalarında 200 ve 400 kg/ha N amonyum nitrat kaynağından, ticari organik gübreden 200 ve 400 kg/ha ve organik gübre dozlarına ek olarak üç günde bir 160 ml sulandırılmış azot bitkilere uygulanmıştır. Kontrol uygulaması sonucu yetişen marulların yaprak nitrat içeriği  $1391 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , en yüksek kimyasal gübre uygulamasında yaprak nitrat içeriği  $6100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  olarak bulunmuştur.

Chen ve ark. (2014), marul bitkisinin gelişiminde aydınlatma ve aydınlatma süresinin bitki gelişimi üzerine etkilerini çalışmışlardır. Bitkisel üretim için kırmızı- mavi led ve beyaz florasan ışıklarını karşılaştırmışlardır. Her bir ışık altında  $600 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  ışık şiddetli 4 ışıklandırma zamanı (12 s, 16 s, 20 s ve 24 s) uygulayarak marul bitkisinin gelişimini sağlamışlardır. Kontrol şartlarında marul bitkisi gelişimi için marul yetiştiriciliğinde en uygun ışıklandırmanın 24 saatlik kırmızı-mavi led aydınlatmasının olduğunu ispatlamışlardır.

Chen ve ark. (2014), Gren OakLeaf marul çeşidinin tohumlarını 6 ışık tarafından gelen farklı ışık spektrumu altında şaşırılma olmadan 50 günlük ekim ve su kültüründe yetiştirmişlerdir. Farklı üretim koşullarında güneşlenme ışığına eşdeğer kullanılan ışıklar; kırmızı led florasan (FLR), mavi led etkili florasan ışığı (FLB), monokromik kırmızı (R) ya da mavi (B) led, kırmızı ve mavi led (RB) karışımı ve florasan (FL) ışığı. Sonuç olarak, FLR ve FLB den morfolojik, biyokütle artışı ve marulun pigment oranının monokromik R, B, FL yada RB FL karışımı ile R ya da B ledlerinden daha çok artırdığı sonuçlanan ledler Gren OakLeaf marulun su kültüründe etkili ışık kaynağı olarak kullanılabilir olduğunu kanıtlamışlardır.

Hernandez ve Kubota (2014), seralarda led kullanımı çoğunlukla tamalayıcı olarak kullanılmaktadır. çalışmada ihtiyaçları karşılamak için, biber (*Cucumis sativus L. cv. Cumlaude*) tohumları sera içerisinde farklı günlük güneş ışığı altında kırmızı ışık akış oranı ve farklı mavi led ışıklarına ihtiyaç duyulmadan yetiştirmişlerdir. Sera koşullarında ihtiyaç duyulan ışıklandırma kullanıldığı zaman kırmızı ledin %100ünün

kullanımı biber tohumları için tercih etmişlerdir ve ek olarak mavi led yarar sağlamamıştır.

Köksal ve ark. (2014), yaptıkları çalışmada led lambaların domates bitkisinin (*Lycopersicon esculentum L.*) gelişimi üzerine etkisini incelemiştir. Bitkilerin geliştiği ortamlarda ışık kaynakları olarak doğal güneş ışığı (kontrol grubu), gündüz saatlerinde güneş ışığı, güneş battıktan sonra ise kırmızı-turuncu ışık veren LED lambalar (623 nm) kullanmışlardır. Çalışma sonucunda, kırmızı-turuncu LED ışığı ile ek aydınlatmanın, bitki boyu, yaprak sayısı, çiçek sayısı ve biomas ağırlığı bakımından kırmızı-turuncu LED ışık ile yapılan ek aydınlatmanın istatistiksel olarak farklılık yarattığını belirlemiştir.

Liu ve ark. (2014), Asya'nın büyük bir kısmında, balon çiçeği (*Platycodon grandiflorum* (Jacq.) A.DC., *P. grandiflorum*) süs bitkisi ve tedavi edici özelliğe sahip olduğundan dolayı oldukça değerlidir. Önceki çalışmalarda yenileyici ve üretilen bitki olarak tanımlanmasına rağmen, farklı ışık etkisi altında belgelendirilememiştir.  $50 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  luk fotosentetik ışık akışı yoğunluğunda olan led ışıkları altında yetiştirilen yapay ortam üretiminde kullanılan yaprakların morfolojik, anatomik ve kimyasallar üzerine ışık spektrumunun etkisini araştırmışlardır. Monokromatik mavi ışık (B), % 75 mavi + % 25 kırmızı ışık (BR 31), % 50 mavi + % 50 kırmızı ışık (BR 11), % 25 mavi + % 75 kırmızı ışık (BR 13) ve monokromatik kırmızı ışık (R) muameleleri yapılmıştır. Beyaz florasan ışık kontroler olarak kullanılmıştır. Sonuç olarak, güçlü spektrumlu ışık invitro kültüründe üretilen *P. grandiflorum* bitkilerinin gelişim ve morfolojisini etkilemekte olduğunu göstermiştir.

Lominadze ve Nakashidze (2016), Washington portakalının genç ve yaşlı yapraklarında nitrat birikimi üzerine farklı azot formlarının etkisini belirlemek için çalışma yürütmüşlerdir. Uygulamalarda her ağaç başına 75, 150, 300 ve 450 gr amonyum sülfat ve amonyum nitrat kaynağından gübreler uygulamışlardır. İlk yılında genç ve yaşlı yapraklarda amonyum nitrat ile yapılan ağaçların nitrat içerikleri yüksek çıkmıştır.

Bian ve ark. (2016), marul bitkisinin nitrat içeriği, bitkideki antioksidant aktivitesi üzerine kırmızı, mavi ve yeşil ledlerin etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar yeşil

ışıġa göre kırmızı ve mavi ışıkların marul bitkisinin yapraklarının nitrat içeriklerini düşürdüklerini bildirmişlerdir. Araştırmacılar led ışık kullanımı ile marul bitkisinin kalitesinde artışların görüldüğünü de bildirmişlerdir. Araştırmacılar 24 saat led ışıklandırmanın yapılmasını tavsiye etmişlerdir.

Wojciechowska ve ark. (2016), led aydınlatma sistemlerinin nitrat konstrasyonu ve metabolizması üzerine nasıl bir etki yaptığını araştırmak için *Valerianella locusta L.* Kuzu marulu üzerinde 30 ve 60 günlük gün ortasında ve akşam saatlerinde çalışmak üzere Led ve Sodyum ampül (HPS) lambalarını kullanmışlar. İki yıllık çalışma verilerine göre led aydınlatmalar sonbahar aylarında nitrat içeriğini daha fazla düşürürken ilkbahar döneminde kontrol şartlarına göre bu düşüş % 10'larda olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar 30 günlük ışık uygulamasında 60 günlük ışık uygulamasına göre daha fazla nitrat birikimi tespit etmişlerdir.

Zhang ve ark. (2018), su kültüründe marul bitkisinin gelişimine, fotosentez oranına ve meyve kalite özellikleri üzerine led ışıkları ve normal florasanın etkilerini araştırdığı bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmalarında led ışıklarının mavi ve kırmızı renk tonlarını seçmişler ve ışık düzeyleri olarak  $150 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ ,  $200 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ ,  $250 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ , and  $300 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$  ışık düzeylerini seçmişlerdir. Tüm uygulamalarda  $250 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ , and  $300 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$  ışık düzeylerinin bitki verimi, C vitamini, çözülebilir şeker miktarı, kuru madde miktarları en yüksek bulunmuştur. Marulun yaprak nitrat düzeylerinin ışık düzeyleri arttığında düştüğünü bildirmişlerdir. Florosanla en düşük ışık uygulamasında yaprak nitrat miktarı  $783 \text{ mg kg}^{-1}$  iken en yüksek uygulamada sırasıyla  $339$  ve  $292 \text{ mg kg}^{-1}$  bulunmuştur. Led aydınlatma ile yapılan konuda ise en düşük ışık uygulamasında yaprak nitrat miktarı ( $150 \mu\text{mol}/\text{m}^2$ )  $810 \text{ mg kg}^{-1}$  iken en yüksek ışık düzeyinin ( $300 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ ) olduğu konuda yaprak nitrat miktarı  $456 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak bulunmuştur.

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

Çalışma 2015 yılında Mart ayında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü topraksız tarım deneme serasında yürütülmüştür. Funnly F1 marul çeşidi denemede kullanılmıştır. Bitki yetiştirme ortamı olarak, topraksız tarım çalışmalarında yaygın olarak kullanılan kokopit ve perlitin 3:1 oranındaki karışımı kullanılmıştır. Bitki yetiştirme derinliği 18 cm, iç genişliği 20 cm ve iç uzunluğu 71 cm olan yaklaşık 25,6 litre hacimli ayaklı sert PVC saksı kullanılmıştır. Bitkilerin sulanmasında ve gübrenmesinde damlama sulama sistemi kullanılmıştır. 2 tonluk besin çözeltisinin bulunduğu tanktan elektroomotopomp sistemi ile damla sulama sistemi çalıştırılmıştır. Kontrol, kırmızı, mavi, sarı, mavi-sarı-kırmızı, mavi-kırmızı, sarı-mavi ve kırmızı-sarı 8 farklı Led ışık kaynağı kullanılmıştır. Her parselin üzerine Led ışıkları şerit halinde 4 sıra yerleştirilecektir. Çalışmada led ışıkları ile azot ilişkisini belirlemek için saksılara 50, 100 ve 150 mg/l N dozları uygulanmıştır ve diğer makro ve mikro elementlerin düzeyleri Çizelge 1’de verilmiştir.

#### **3.2. Yöntem**

Deneme, tesadüf bloklarında faktöriyel deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak düzenlenmiştir (Düzgüneş ve ark., 1987). Deneme 8 led ışık uygulaması x 3 azot dozu x 3 tekerrürlü: 72 parsel olacak şekilde planlanmıştır. Ele alınan led renk faktörünün seviyeleri aşağıda belirtilmiştir. Led uygulamaları ile ilgili aynı alanda sadece led ışıkları ile yapılmış çalışma Şekil 1’de verilmiştir.

1. Mavi renkli led
2. Kırmızı renkli led
3. Sarı renkli led
4. Kontrol
5. Mavi-Sarı-Kırmızı led
6. Mavi-kırmızı led
7. Sarı-mavi led
8. Kırmızı-sarı led

Saksılar sıra arası mesafe 1 m olacak şekilde dizilmiştir. Her 3 saksı bir parsel olarak kabul edilmiş ve sıra üzerinde 1'er metre aralıklarla 3 parsel oluşturulmuştur. Her saksıda 3 bitki olmak üzere bir parseldeki bitki sayısı toplam 9 ve bu bitkilerin tamamında gözlem yapılmıştır.

Denemede bitki beslemede kullanılacak suyun kimyasal analizi yapılarak içerisindeki besin elementleri değerleri tespit edilmiştir. Bu değerler özellikle uygulanacak kalsiyum miktarının verilmesinde kullanılmıştır. Daha önceki çalışmalarda şebeke suyunun Ca konsantrasyonu 50 ppm olarak ölçülmüştür ve verilecek kalsiyum miktarından çıkarılmıştır. Aşağıdaki tabloda verilen konsantrasyonlar oluşturulacak şekilde kimyasal gübre ilavesi yapılmıştır.

Çizelge 1. Denemede kullanılacak besin çözeltisinin element içeriği (mg/l)

Element	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
<b>Marul</b>	50										
Doz (mg/l)	100 150	60	150	150	50	5	0.5	0.5	0.5	0.03	0.02

(Kaynak: Resh 1991; Kahraman, 1997; Gül ve ark. 2003; Gül ve ark. 2005)

Şerit ledler şeffaf flexiglass cam şeritler altına yapıştırılarak ve bu plakalar çatıya bir zincir yardımı ile asılarak bitkilerin 40 cm üzerine yerleştirilmiştir. Ledler sadece gündüz saatlerinde sabah 7 ile akşam 24 arasında çalıştırılmıştır. Güneş ışığına ek olarak uygulanmıştır.

Denemede elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve varyans analizlerinde (ANOVA) SPSS (Version 12.00; Chicago, IL, USA) istatistik yazılımı kullanılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılması Duncan testine göre  $P \leq 0,05$  düzeyinde yapılmıştır.

#### **Denemede Yapılan Gözlemler ve Yöntemleri;**

**Pazarlanabilir Baş Ağırlığı (g):** Hasat edilen bitkiler dış yaprakları ve kökleri uzaklaştırıldıktan sonra tartılacak ve her parsel için ortalama pazarlanabilir baş ağırlığı belirlenmiştir.

**C Vitamini (mg/100g):** C vitamini içeriği Spektrofotometrik yöntemle Pearson ve Churchill (1970 ) tespit edilmiştir. Tüm yetiştirme periyodu süresince ve aylık olarak hesaplanmıştır. Çalışmada Shimadzu UV-1208 marka spektrofotometre kullanılmıştır. Bu yöntemin uygulanması için öncelikle 4 çözelti hazırlanmıştır. Bu çözeltiler ve hazırlanma şekilleri aşağıda sunulmuştur:

1. % 0.4' lük Okzalik Asit Çözeltisi: 4 gr okzalik asit tartılır balon jöje içerisine alınır ve saf su içerisinde eritilerek 1000 ml' ye tamamlanır.

2. Stok Askorbik Asit Çözeltisi: 100 mg askorbik asit bir balon jöje içerisine alınır ve üzeri saf su ile 100 ml' ye tamamlanır.

3. Standart Askorbik Asit Çözeltisi: Hazırlanan stok askorbik asit çözeltisinden sırasıyla 1, 2, 3, 4, 5, ml alınarak daha önceden numaralandırılmış balon jöjeler içerisine aktarılarak üzerleri %0.4' lük okzalik asit çözeltisi ile 100' ml ye tamamlanır.

4. Standart Boya Çözeltisi: 12 mg 2.6. diklorofenolindofenol tartılarak saf su içerisinde eritilir ve üzeri saf su ile 1000 ml ye tamamlanır.

Standart Kurvenin Hesaplanması: 4 adet tüp alınır ve bunlara 1, 2, 3, 4 yazılarak numaralama işlemi gerçekleştirilir. Daha sonra 1 nolu tüp içerisine 10 ml saf su konulur. 2 nolu tüpe 1 ml %0.4' lük oksalik asit ve 9 ml standart boya çözeltisi ilave edilir (L1). 3 nolu tüpe 1 ml standart askorbik asit çözeltisi ve 9 ml saf su konulur. 4 nolu tüp içerisine ise 1ml standart askorbik asit çözeltisi ve 9 ml standart boya çözeltisi (L2) ilave edilir. Spektrofotometre çalışmaya başlamadan 15- 20 dakika önce açılmış, dalga boyu 254 nm' ye ayarlanmış ve 1 nolu tüp kullanılarak sıfırlanmıştır. 2 nolu tüp ile L1 okuması yapılmıştır. Ancak 1 ml % 0.4' lük oksalik asitin üzerine 9 ml standart boya çözeltisi eklendikten sonra 15 saniye içerisinde okuma yapılmalıdır. 3 nolu tüp kullanılarak spektrofotometre tekrar sıfırlanmış ve daha sonra 4 nolu tüp ile L2 okuması yapılmıştır. Her bir standart askorbik asit çözeltisi için ayrı ayrı L2 ve (L2-L1) değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra kurve faktörü hesaplanmıştır.

Askorbik asit içeriği=(L2-L1) x Kurve Faktörü / Seyreltme Faktörü x 100 formülüne göre hesaplanmıştır.

**Suda Çözünebilir Kuru Madde (SÇKM) (%):** Meyvelerin katı meyve sıkacağı ile parçalanması ile elde edilen meyve suyundan el refraktometresi ile ölçülerek belirlenmiştir. Refraktometre prizması üzerine 1-2 damla gelecek şekilde damlatılmıştır.

**pH:** pH metre yardımı ile ölçüm yapılmıştır. Her parsel için ayrı ayrı alınan bitki örnekleri bir blenderda suyu çıkarılacak şekilde öğütülmüş ve elde edilen bitki öz suyunda pH metre yardımı ile ölçüm yapılmıştır.

**Titre Edilebilir Asitliği (TA) (%):** pHmetrik yöntemle hesaplanmıştır. Her bir çeşit için 1 ml meyve suyu alınmış ve üzerine 50 ml saf su eklenmiştir. Üzerine renk dönüşümünü sağlaması için 1- 2 damla fenol fitaleyn damlatılmıştır. Daha sonra meyve suyu örnekleri 0,1 N` likNaOH ile pH 8.1 olana kadar titre edilerek harcanan sodyum hidroksit oranı belirlenmiştir. Hesaplamalar sitrik asit cinsinden yapılmıştır.

% Asit = Sitrik Asit Sabiti (0.007) x Harcanan NaOH x NaOH Faktörü x 100 Kullanılan Meyve Suyu Miktarı formülü ile hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2007).

**Nitrat Analizi:** Bitkide nitrat birikimi salisilik asitin nitritleşmesi yoluyla kolometrik olarak Cataldo ve ark. (1975)'e göre spektrofotometrik yöntemle yapılmıştır. Taze bitki örneğinden 1 g alınıp üzerine 10 ml saf su eklenerek homojenize edilmiştir. Bir tüp içerisine alınan homojenize edilmiş örnekler inkübatörde 45 °C sıcaklıkta 1 saat bekletilmiş, daha sonra 5000 devirde 15 dakika santrifüj edilerek bitki parçacıkları içermeyen süzük elde edilmiştir. Süzükten 0.2 ml alınarak 50 ml'lik erlenmayere konulup, üzerine 0.8 ml salisilik sülfürik asit ilave edilerek iyice karışması için hafifçe çalkalanmış ve oda sıcaklığında 20 dakika bekletilmiştir. Daha sonra 19 ml 2 N NaOH çözeltisi hafif çalkalanarak konulmuş ve örnekler oda sıcaklığına gelinceye kadar beklenildikten sonra 410 nm dalga boyuna ayarlı Shimadzu model UV 1201 spektrofotometresinde okunmuştur. Standart nitrat stok çözeltisinden bir seri 50 ml' lik ölçü balonuna konularak 0, 2, 4, 6, 8, 10 ve 12 mg L<sup>-1</sup> NO<sub>3</sub><sup>-</sup>N içeren standartlar hazırlanmış ve örneklerle aynı işlemlere tabi tutulmuştur.

**SPAD Değeri (Klorofil Miktarı) :** Spad ölçümü, yapraktaki klorofil miktarını dolaylı olarak ölçen, taşınabilir klorofil metre cihazı (SPAD-502, Konica Minolta Sensing, Inc. Japan) ile yapılmıştır.

**Işık Yoğunluğu:** Muamelelerin ışık yoğunluğu planimetre ile ölçülecektir. Her gün saat 10 ile 15 de günde iki kere ışık yoğunlukları not edilmiştir.

**Bitkide Azot, Fosfor, Kalsiyum, Magnezyum ve Potasyum analizi:** Azot analizi standart kjeldahl yöntemi 1 gr olarak tartılan kuru, öğütölmüş örnekler yaş yakma tüplerine konmuş ve katalizatör olarak 5 gr K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> kullanılmıştır. Tüplere 15 ml derişik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eklenmiş ve bu tüpler yaş yakma ünitesine konularak yakma işlemleri tamamlanmıştır. Soğuduktan sonra tüplere 75 ml saf su eklenmiştir. Çözelti, damıtma ünitesinde derişik NaOH ile 5 dakika distile edilmiş ve daha sonra 0.2 ml HCl ile titre edilerek, % azot miktarı hesaplanmıştır. Diğer elementler için numuneler 0.5 gr numune+1 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+5 ml HNO<sub>3</sub> asit eklenerek, mikrodalga yakma cihazının uygulama kitabındaki uygun yakma programında yakılarak hazırlanmıştır. Oluşan çözelti 25 ml'ye tamamlanarak cihaza verilmiştir. Analizleri ICP-OES cihazı kullanılarak yapılmıştır. Potasyum (K), fosfor (P) ve kalsiyum (Ca) analizleri radyal modda; magnezyum (Mg) aksiyal modda; Ca 317.933, Fe 238.204, K 766.490, Mg 285.213 ve P214.914 dalga boylarında yapılmıştır.

### **3.3. İstatistik Analizi**

Denemede elde edilen verilerin değerlendirmesi ve varyans analizlerinde (ANOVA) SPSS (Version 12.00; Chicago, IL, USA) istatistik yazılımı kullanılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılması Duncan testine göre  $P \leq 0,05$  ve  $P \leq 0,01$  düzeyinde yapılmıştır.



## 4. BULGULAR

### 4.1. Işık Uygulamaları ve Azot Dozlarının Marul Bitkisinin Verim, Bazı Özellikleri ve Yaprak Nitrat Miktarı Üzerine Etkisi

#### 4.1.1. Uygulamaların baş ağırlığı ve bitki çapı üzerine etkisi

Farklı renkteki LED ışıklarının ve azot dozlarının kullanıldığı bu çalışmada ilkbahar döneminde yetiştirilen kıvrıkcık yapraklı baş salata bitkisinin baş ağırlık miktarları Çizelge 4.1’de verilmiştir. İlkbahar döneminde yapılan denemede ışık uygulamaları % 5 önem düzeyinde, azot dozları ise marul baş ağırlığı üzerine % 1 önem düzeyinde etkili olmuştur. Ortalamalar dikkate alındığında en düşük N dozlarında (50 ppm) marul baş ağırlığı 435 gr/adet olarak bulunurken, 100 ppm N uygulamasında 559 gr/adet ve 150 ppm N dozu uygulamasında ise marul baş ağırlığı 832 gr/adet olarak belirlenmiştir. Işık uygulamalarında tüm ortalamalar dikkate alındığında kırmızı renkteki led ışık altında yetiştirilen marulun baş ağırlığı 624.6 gr/adet olurken, mavi+kırmızı kombiasyonunda 615 gr/adet olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.1. Işık uygulamalarının ve farklı azot dozlarının ilkbahar yetiştiricilikte marul bitkisinin baş ağırlık üzerine etkisi

Işık Uygulamaları	Marul baş ağırlık (gr/adet)			Ortalama**
	N0	N1	N2	
<b>Kontrol</b>	410	548	820	<b>592,6 d</b>
<b>Mavi</b>	418	565	834	<b>605,6 c</b>
<b>Sarı</b>	428	562	825	<b>605 c</b>
<b>Kırmızı</b>	457	572	845	<b>624,6 a</b>
<b>Mavi + Kırmızı</b>	438	551	856	<b>615 b</b>
<b>Sarı + Mavi</b>	449	555	834	<b>612,6 bc</b>
<b>Kırmızı + Sarı</b>	425	567	836	<b>609,3 bc</b>
<b>M + S + K</b>	431	569	825	<b>608,3 bc</b>
<b>Ortalama**</b>	<b>435 C</b>	<b>559 B</b>	<b>832 A</b>	

Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir. Ö.D: Önemli Değil; \*P<0.05; \*\*P<0.01 önemlidir;

Kontrol (LED ışık uygulaması yapılmayan) uygulamasında marul baş ağırlığı 592.6 gr/adet olarak tespit edilmiştir. Işık ve Azot dozları interaksiyonuna bakıldığında kırmızı ve kırmızının kombinasyonlarında kontrole göre bir artış yaşanmıştır.

Çizelge 4. 2. Işık uygulamaları ve farklı azot dozlarının ilkbahar yetiştiricilikte marul bitkisinin çapı üzerine etkisi

Işık Uygulamaları	Marul çapı (cm)			Ortalama Ö.D.
	N0	N1	N2	
<b>Kontrol</b>	18.4	24.3	31.3	<b>24.3</b>
<b>Mavi</b>	18.4	24.8	32.5	<b>24.6</b>
<b>Sarı</b>	17.6	25.4	32.6	<b>25.1</b>
<b>Kırmızı</b>	17.5	24.6	31.9	<b>24.8</b>
<b>Mavi + Kırmızı</b>	17.2	24.7	32.6	<b>24.7</b>
<b>Sarı + Mavi</b>	18.2	24.5	32.5	<b>25.4</b>
<b>Kırmızı + Sarı</b>	17.3	25.5	32.3	<b>25.4</b>
<b>M + S + K</b>	17.6	24.5	31.9	<b>24.6</b>
<b>Ortalama **</b>	<b>17.9 C</b>	<b>24.5 B</b>	<b>31.3 A</b>	

Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir. Ö.D: Önemli Değil; \*P<0.05; \*\*P<0,01 önemlidir;

Marul bitkisinin çapı üzerine ışık uygulamalarının etkisi önemli olmazken azot uygulamalarının etkisi % 1 önem düzeyinde etkili olmuştur (Çizelge 4.2.). Bitkilere uygulanan azot miktarı arttıkça vejetatif aksam artmakta dolayısıyla bitkinin oluşturduğu biomas ve dokular artmaktadır. 50 ppm N uygulamasında marulun çapı ortalamalar dikkate alındığında 17.9 cm iken 100 ppm N uygulamasında 24.5 ve 150 ppm N uygulamasında 31.3 cm olarak ölçülmüştür. Marul bitkisi için topraksız tarımda ideal N uygulaması 100 ile 150 ppm arasında değişmektedir. Marulun yetiştirme periyodu bu miktarı etkileyen unsurlardan bir tanesidir. Kış döneminde gelişim yavaş olacağı düşünülürse uygulanacak N dozunun düşürülmesi yaprakta birikebilecek nitrat miktarını arttıracaktır.

#### 4.1.2. Uygulamaların yaprak nitrat içeriği ve yaprak SPAD değeri üzerine etkisi

Çizelge 4.3’de görüldüğü gibi marul bitkisine uygulanan azot dozları arttıkça yaprak nitrat içerikleri istatistiksel olarak % 1 önem seviyesinde artış göstermiştir. 50 ppm N dozlarında yaprak nitrat içeriği ortalama 1213 ppm iken 100 ppm de 1541 ppm ve 150 ppm N uygulamasında 1935 ppm olarak ölçülmüştür. Bitkinin besin çözeltisini alacağı ortamdaki mineral madde miktarı bitkinin büyüme parametrelerini değiştirmektedir. Bitki büyüdükçe içeriğindeki mineral maddeler yeni hücrelere yeni organlara taşınmaktadır. Azot bitkide hareketli bir elementtir. Verim artışı ile birlikte dokusundaki nitratın ilgili organlara taşınması söz konusudur. Artan azot dozlarına bağlı olarak bitkinin biyomasının artmasıyla daha fazla nitrat biriktirdiği çalışmamızda görülmektedir. Işık uygulamaları ortalamalar dikkate alındığında kontrol uygulamasında 1676.2 ppm nitrat belirlenirken bitkilere ışık uygulamasıyla nitrat değerlerinde düşüşler görülmektedir (P<0.05).

Çizelge 4.3. Işık uygulamalarının ve farklı azot dozlarının ilkbahar yetiştiricilikte marul bitkisinin yapraklarının nitrat içeriği üzerine etkisi

Işık Uygulamaları	Nitrat miktarı mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> kg <sup>-1</sup> **			Ortalama*
	N0	N1	N2	
<b>Kontrol</b>	1324.4	1654.4	2050.5	<b>1676.2 a</b>
<b>Mavi</b>	1295.4	1648.4	1975.5	<b>1649.3 b</b>
<b>Sarı</b>	1278.5	1612.4	2024.8	<b>1614.3 bc</b>
<b>Kırmızı</b>	1248.6	1578.4	1924.5	<b>1602.1 c</b>
<b>Mavi + Kırmızı</b>	1312.4	1575.6	1878.8	<b>1598.2 c</b>
<b>Sarı + Mavi</b>	1254.2	1589.5	1975.5	<b>1586.2 cd</b>
<b>Kırmızı + Sarı</b>	1245.6	1573.2	1898.7	<b>1578.3 cd</b>
<b>M + S + K</b>	1223.1	1548.3	2020.5	<b>1568.6 d</b>
<b>Ortalama **</b>	<b>1213.2 C</b>	<b>1541.2 B</b>	<b>1965.8 A</b>	

Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir. Ö.D: Önemli Değil; \*P<0.05; \*\*P<0,01 önemlidir;

Çizelge 4.4. Işık uygulamalarının ve farklı azot dozlarının ilkbahar yetiştiricilikte marul bitkisinin yapraklarının yaprak spad düzeyine etkileri

Işık Uygulamaları	SPAD değerleri			Ortalama Ö.D.
	N0	N1	N2	
<b>Kontrol</b>	5.6.	8.1	12.1	<b>8.6</b>
<b>Mavi</b>	5.7	8.8	12.2	<b>8.9</b>
<b>Sarı</b>	5.9	9.2	12.3	<b>9.1</b>
<b>Kırmızı</b>	5.5	8.8	12.4	<b>9.0</b>
<b>Mavi + Kırmızı</b>	5.9	9.3	12.3	<b>9.1</b>
<b>Sarı + Mavi</b>	5.8	9.1	12.5	<b>9.1</b>
<b>Kırmızı + Sarı</b>	5.5	9.3	12.3	<b>9.0</b>
<b>M + S + K</b>	5.6	9.2	12.2	<b>9.0</b>
<b>Ortalama **</b>	<b>5.7 C</b>	<b>9.0 B</b>	<b>12.3 A</b>	

Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir. Ö.D: Önemli Değil; \*P<0.05; \*\*P<0,01 önemlidir;

Yaprağın yeşil renk yoğunluğunun (SPAD) klorofil konsantrasyonuyla yakın ilişkisi bulunmaktadır. Kıvırcık yapraklı baş salata bitkisinin dikiminden sonraki ilk haftalar bitkinin yapraklarının ve taç oluşum sürecinin devam ettiği dönemlerdir. Kıvırcık yapraklı baş salata bitkisi beslenme şartları devam ettiği sürece iyi bir gelişim göstermekte ve son dönemlerinde yapraklarında özellikle azot bileşiklerinin birikip rengin koyulaşması sağlanmaktadır. Hasat öncesi yaprak SPAD değerleri ölçülmüş ve değerlendirilmiştir. Bitkinin gelişimi ve içindeki azot miktarına bağlı olarak yaprak SPAD değerleri değişmektedir. Azot dozlarındaki artış yaprakların SPAD değerlerini istatistiksel olarak artırmıştır (P<0,01). 50 ppm uygulamasında yaprakta ortalamalar dikkate alınırsa 5.7, 100 ppm N uygulamasında 9.0 ve 150 ppm N uygulamasında 12.3 olarak

ölçülmüştür. Işık uygulamaların etkisi ortalamalar dikkate alındığında önemsiz çıkmıştır.

#### 4.2. Işık Uygulamaları ve Azot Dozlarının Marul Bitkisinin Yapraklarının Besin Elementi Konsantrasyonlarına Etkisi

Işık uygulamaları ve azot dozlarının marul bitkisinin yaprak N, P ve K konsantrasyonları üzerine etkileri Çizelge 4.4, 4.5 ve 4.6'da verilmiştir. Bu çizelgelerde Azotun farklı dozları bireysel olarak incelenmiştir. Işık uygulamalarının yaprak besin konsantrasyonları üzerine etkisi önemsiz çıkmıştır. Çizelge 4.7'de ise ışık uygulamaları ile azotun farklı dozlarının etkileri yer almaktadır. Azot uygulamaları arttıkça bitkinin yapraklarının azot konsantrasyonu istatistiksel olarak artış göstermektedir ( $P<0,01$ ).

Çizelge 4.5. Işık uygulamaları ve azot dozlarının ilkbahar döneminde yetiştirilen marul bitkisinin yapraklarının % N, P, K, konsantrasyonlarına etkisi (**50 ppm N Uygulaması**)

<b>Işık Uygulamaları</b>	<b>% N (Ö.D.)</b>	<b>% P (Ö.D.)</b>	<b>% K (Ö.D.)</b>
Kontrol	2.25	0.44	3.25
Mavi	2.03	0.46	3.14
Sarı	2.16	0.40	3.33
Kırmızı	2.05	0.48	3.12
Mavi + Kırmızı	2.08	0.45	3.34
Sarı + Mavi	2.20	0.48	3.33
Kırmızı + Sarı	2.26	0.43	3.23
M + S + K	2.17	0.47	3.12
<b>Ortalama</b>	<b>2.16</b>	<b>0.45</b>	<b>3.23</b>

Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir.

Ö.D: Önemli Değil; \* $P<0.05$ ; \*\* $P<0,01$  önemlidir;

Çizelge 4.6. Işık uygulamaları ve azot dozlarının ilkbahar döneminde yetiştirilen marul bitkisinin yapraklarının % N, P, K, konsantrasyonlarına etkisi (**100 ppm N Uygulaması**)

<b>Işık Uygulamaları</b>	<b>% N (Ö.D.)</b>	<b>% P (Ö.D.)</b>	<b>% K (Ö.D.)</b>
Kontrol	2.44	0.53	3.16
Mavi	2.53	0.56	3.21
Sarı	2.46	0.56	3.25
Kırmızı	2.44	0.54	3.14
Mavi + Kırmızı	2.46	0.57	3.13
Sarı + Mavi	2.42	0.52	3.21
Kırmızı + Sarı	2.48	0.56	3.14
M + S + K	2.47	0.56	3.23
<b>Ortalama</b>	<b>2.45</b>	<b>0.55</b>	<b>3.18</b>

Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir.

Ö.D: Önemli Değil; \*P<0.05; \*\*P<0,01 önemlidir;

Çizelge 4.6. Işık uygulamaları ve azot dozlarının ilkbahar döneminde yetiştirilen marul bitkisinin yapraklarının % N, P, K, konsantrasyonlarına etkisi (**150 ppm N Uygulaması**)

<b>Işık Uygulamaları</b>	<b>% N (Ö.D.)</b>	<b>% P (Ö.D.)</b>	<b>% K (Ö.D.)</b>
Kontrol	2.63	0.61	3.33
Mavi	2.64	0.64	3.45
Sarı	2.58	0.61	3.53
Kırmızı	2.56	0.59	3.52
Mavi + Kırmızı	2.61	0.64	3.46
Sarı + Mavi	2.48	0.62	3.48
Kırmızı + Sarı	2.47	0.63	3.54
M + S + K	2.63	0.62	3.56
<b>Ortalama</b>	<b>2.57</b>	<b>0.63</b>	<b>3.55</b>

Her sütunda ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir.

Ö.D: Önemli Değil; \*P<0.05; \*\*P<0,01 önemlidir;

Çizelge 4.7. Işık uygulamaları ve azot dozlarının ilkbahar döneminde yetiştirilen marul bitkisinin yapraklarının % N konsantrasyonlarına etkisi

Işık Uygulamaları	% N konsantrasyonu			Ortalama Ö.D.
	N1 (50 ppm)	N2 (100 ppm)	N3 (150 ppm)	
<b>Kontrol</b>	2.25	2.44	2.63	<b>2.44</b>
<b>Mavi</b>	2.03	2.53	2.64	<b>2.40</b>
<b>Sarı</b>	2.16	2.46	2.58	<b>2.40</b>
<b>Kırmızı</b>	2.05	2.44	2.56	<b>2.35</b>
<b>Mavi + Kırmızı</b>	2.08	2.46	2.61	<b>2.38</b>
<b>Sarı + Mavi</b>	2.20	2.42	2.48	<b>2.36</b>
<b>Kırmızı + Sarı</b>	2.26	2.48	2.47	<b>2.40</b>
<b>M + S + K</b>	2.17	2.47	2.63	<b>2.42</b>
<b>Ortalama **</b>	<b>2.16 C</b>	<b>2.45 B</b>	<b>2.57 A</b>	

Bitkilere verilen besin çözeltisi içerisindeki azot miktarı arttıkça yaprak N konsantrasyonları arasında farklar gerçekleşmiştir. 50 ppm N uygulamasında yaprak N konsantrasyonu % 2.16 iken, 100 ppm N uygulamasında % 2.45 ve 150 ppm N uygulamasında % 2.57 olarak ölçülmüştür. Bitkide ölçümü yapılan nitrat içeriği ile bitkinin N konsantrasyonu paralellik göstermektedir.

## 5. SONUÇ ve TARTIŞMA

Çalışmada bitkinin 50 cm üst kısmına farklı renkte LED ışıkları koyarak sera içerisinde daha fazla ışık alması sağlanması hedeflenmekteydi. Amaç ışıklanma süresini artırarak bitki gelişimde artışları yakalamaktı. Çalışma sonuçları sera ortamında ek ilave ışık kullanarak verimde artışlar yaşandığını göstermiştir. Bitki baş ağırlığı dikkate alındığında kontrol şartlarında 592.6 gr/adet gelirken kırmızı led uygulamasında 624.6 gr/adet olarak ölçülmüştür. Ortalamalar dikkate alındığında azot dozlarının artışı ile vegetatif akşamlarda artış gerçekleşmiştir. 50 ppm N uygulamasında 435 gr/adet, 100 ppm N uygulamasında 559 gr/adet ve 150 ppm N uygulamasında 832 gr/adet marul baş ağırlığı tespit edilmiştir. Topaksız üretimde marul bitkisinden ilkbahar yetiştiriciliğinde 100 ppm üzerine çıkıldığında ekonomik anlamda bir kazancın sağlandığı çalışmadaki veriler ile ortaya konmuştur. Bitkilerin gelişimde ışık fotosentez miktarını artırırken, yaprak alanının artmasına sebep olmakta ve solunum olaylarının artmasını sağlamaktadır. Dolayısıyla bitkinin kökleri vasıtasıyla su ve besin elementi alımlarının artmasını sağlamaktadır (Decoteau ve ark., 1988; Blom ve ark., 1995; Chia ve Kubota, 2010). Son yıllarda LED ışık teknolojisinin gelişimi, yaydıkları ışık miktarının yüksekliğinin artırılması ile bu teknolojinin bitkisel üretimde (sera içerisinde) kullanılması ticari anlamda gelişmektedir (Morrow, 2008; Folta and Childers, 2008; Stute, 2009).

Bazı araştırmacılar ışık ile yaptıkları çalışmalarda zıt sonuçlar bulmuşlardır. Dougher ve Bugbee (2004) mavi ışık uygulamasının kıvrıkcık yapraklı baş salata bitkisinin gelişimde ve yaprak alanı gelişiminde düşüslere neden olduğunu bildirirken; Son ve Oh (2013) mavi ışık uygulaması ile kıvrıkcık yapraklı baş salata bitkisinin biomas ve yaprak alanında artışlara neden olduğunu bildirmiştir. Snowden (2015), yaptığı çalışmada mavi ve yeşil ışığın farklı bitkiler üzerine etkilerini araştırmıştır. Mavi ışığın bitki gelişimi üzerine etkisinin yeşil ışıktan daha fazla olduğunu bildirmiştir. Bitkinin ışıklanma oranı arttıkça bitkilerin kuru madde, yaprak alanı ve net asimilasyon oranının arttığını bildirmiştir. Wyżgolik ve ark. (2008), plastik seralarda farklı ışık koşullarında yetiştirilen biberde düşük PAR değeri altında yetişen bitkilerde bitki boyu uzama hızının daha yavaş olduğunu bildirmişlerdir.



Işık uygulamalarının yetiştiricilik dönemleri içerisinde Kıvırcık yapraklı baş salata ve biber bitkisinin yapraklarında incelenen SÇKM, titredilebilir asit, pH, C vitamini ve yaprak SPAD değeri üzerine ışık uygulamalarının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çalışmamızın bir diğer hedefi ise yaprağı yenen sebzelerden kıvırcık yapraklı baş salata bitkisinin yaprak nitrat miktarları üzerine ışık uygulamasının etkilerini belirlemektir. Yapraktaki nitratin birikmesinde başta bitkilerin azotlu gübrenmesi ve ışık yetersizliği gibi sebepler gelmektedir. Nitrat, bitki besini olarak organik yapılara girmek ve bitkideki temel fonksiyonlarını yerine getirmek için öncelikle amonyağa indirgenmek zorundadır. Bitki hayatı için nitratin amonyağa indirgenmesi ve özümlenmesinin önemi, karbondioksitin indirgenmesi ve özümlenmesine eşdeğerdedir (Arslan ve Gülyüz, 2002). Nitrat Redüktaz (NR), nitratin nitrite indirgenmesini katalizlemektedir. Nitrit Redüktaz (NiR) ise nitratin amonyağa indirgenmesinden sorumludur. Bitki dokularındaki nitrat redüktaz aktivitesini uyaran faktörlerden biri ışıktır (Marschner, 1995). Bitkilerin nitrat içeriğini belirleyen temel faktörlerden biri ışıktır. Bitkilerdeki nitrat içerikleri ışık yoğunluğu, fotoperyot ve fotoperyot sırasındaki ışık süresi tarafından etkilenmektedir. Yapılan araştırmalar ile kış mevsimi gibi ışık yoğunluğunun düşük olduğu şartlarda nitrat akümüasyonu (birikiminin) arttığı, yüksek ışık yoğunluklarında ise, nitrat içeriğinin azaldığı belirlenmiştir (Cantliffe, 1973).

Çalışmamızda ışık uygulamaların yaprak nitrat miktarı üzerine etkisi negatif anlamda görülmüştür. Ortalamalar dikkate alındığında kontrol uygulamasında yaprak nitrat içeriği 1602 ppm iken en düşük yaprak nitrat içeriği mavi sarı kırmızın kombinasyonunda 1568 ppm olarak tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada ortamdaki azot miktarı düşük olduğunda yaprak nitrat içeriğinin düşük çıktığı görülmüştür. 50 ppm uygulamasında 1213.2 ppm iken 150 ppm N uygulamasında 1965 ppm nitrat içeriği ölçülmüştür. Bian ve ark. (2016) ve Zhang ve ark., (2018) yaptıkları çalışmalarda özellikle bitkilere verilen ışık miktarının yüksekliği arttıkça yaprakta nitrat konsantrasyonunun düştüğünü bildirirken kırmızı ve mavi ışığın diğer ışıklardan nitrat miktarının düşmesinde daha etkili olduğunu yaptıkları çalışmalarda bildirmişlerdir. Bu

sonucun çıkmasında bitkinin ilkbahar döneminde daha fazla ışık aldığı ışık ölçmeleri ile test edilmiştir.

Uygulamalarda nitrat konsantrasyonlarında kontrol şartlarına oranla led ışık uygulamalarında dşlere neden olmuştur. Diğer araştırmacıların yaptıkları çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Samueline ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada Kırmızı led ışıkları altında yetiştirilen bitkilerde nitrat konsantrasyonunda % 65 oranında azalma olduğunu gözlemlemişlerdir. Samuoliene ve ark. (2011), yaptıkları çalışmada kırmızı ve yeşil yapraklı maruldaki nitrat içeriğini sırasıyla % 56.2 ve % 20.0'a dşrken düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Bitkisel retimde LED ışıkları kullanımı yapılan çalışmada verimi kontrol şartlarına göre artırmıştır. LED ışıklarının tarımda kullanımının ve bu türlü çalışmaların detaylı bir şekilde çalışılması gerekliliği bu ve diğer çalışmalar ile gerekliliği anlaşılmaktadır. Kış aylarında (Aralık, Ocak, şubat, Mart) ışık şiddeti düştüğü için seralarda bitki yetiştiriciliğinde ek ışıklandırma ihtiyacı bulunmaktadır. Led ışıklandırma ile yapılan çalışmalarda fide döneminde yapılan ışıklandırmaların büyüme ve gelişimine etkisinin oldukça yüksek olduğu bildirilmiştir (Hernandez ve Kubota, 2014; Köksal ve ark., 2014). Buna karşın verim üzerine yapılan çalışmalarda da bitkinin hem biomas hem de meyve verimi üzerine etki ettiği çok sayıda çalışmalar literatür özetlerinde verilmiştir.

Sonuçlar sera içerisinde bitkisel üretim sürecinde kırmızı LED ışıkların kullanılabilirliğini ortaya koyarken, ileride yapılacak olan çalışmalara da bu ışık ve kombinasyonunun kullanılabilirliği temelini oluşturmaktadır. Enerji kaynağı olarak güneş enerjisinin kullanılması ek ışıklandırmanın bitki yetiştiriciliğinde daha etkin olarak kullanılması için bir çözüm olabilecek niteliktedir. Bu sebeple çalışmada LED'lerin tüketeceği enerji, temiz enerji kaynağı olan güneş enerjisine dikkat çekmek için güneş paneli sistemi aracılığıyla sağlanmalıdır. Burada sonuçları verilen araştırma ile kıvrıcık yapraklı baş salata bitkisinin yetiştirme sürecinde kırmızı ve kırmızının farklı kombinasyonları LED ışıkların kullanımının bitki toplam ağırlığı, baş ağırlığı, meyve verimi parametreleri açısından farklılık yarattığını ortaya konmuştur.

## KAYNAKLAR

- Anonim, 2002. Türk Gıda Koteksi. (<http://www.resmigazete.gov.tr>)
- Arslan, H. ve Gülerüz., 2002., Bitkilerde azot asimilasyonu. Anadolu University Journal of Science and Technology, 3(1); 13-30.
- Berkovich, Y. A., Krivobok, N. M., Smolyanina, S. O. ve Erokhin, A. N., 2005. Kosmicheskie oranzherei: nastoyashchee budushchee Space Greenhouses, Now and in Future, Moscow.
- Beevers, L., Hageman, R.H., 1972. The role of light in nitrate metabolism in higher plants. *Plant Physiology* 7: 85-113.
- Blom, T.J., Tsujita, M.J. ve Roberts, G.L., 1995. Far-red at end of day and reduced irradiance affect plant height of easter and asiatic hybrid lilies. *HortScience* 30, 1009-1012.
- Bian, Z.H., Cheng, R.F., Yang, Q. C., Wang, J. ve Lu, C. 2016, Continuous light from red, blue, and green light-emitting diodes reduces nitrate content and enhances phytochemical concentrations and antioxidant capacity in lettuce. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* March 2016 141,186-195.
- Cantliffe, D.J. 1973 Nitrate accumulation in table beets and spinach as affected by nitrogen, phosphorus and potassium nutrition and light intensity. *Agronomy Journal* 65, 563-565.
- Cataldo, D.A., Haroon, M., Schrader, L.E. ve Youngs, V.L., 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 6 (1), 71-80.
- Cemek, M., Akkaya, L., Birdane, Y.O., Seyrek, K., Bulut, S. ve Konuk, M., 2007. Nitrate and nitrite levels in fruit and natural mineral waters marketed in western Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis* 20: 236-240.
- Cemeroğlu, B., 2007. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No:34, 535s, Ankara.
- Chen, X., Guo, W., Xue, X., Wang, L. ve Qiao, X., 2014. Growth and quality responses of 'Green Oak Leaf' lettuce as affected by monochromatic or mixed radiation provided by fluorescent lamp (FL) and light emitting diode (LED), *Scientia Horticulturae* Volume 172, 9 June 2014, 168–175.
- Chia, P.L. ve Kubota, C., 2010. End-of-day far-red light quality and dose requirements for tomato rootstock hypocotyl elongation. *HortScience* 45, 1501-1506.
- Connolly, D. ve Paul, B., 2001. Rapid determination of nitrate and nitrite in drinking water samples using ion-interaction liquid chromatography. *Analytica Chimica Acta* 441: 53-62.
- Dayıoğlu, M.A. ve Silileli, H., (2012). Seralar için yapay aydınlatma sistemi tasarımı : günlük ışık integrali yöntemi. *Tarım Makinaları Bilim Dergisi Journal of Agricultural Machinery Science* 2012, 8 (2), 233-240.
- Decoteau, D.R., Kasperbauer, M.J., Daniels, D.D. ve Hunt, P.G., 1988. Plastic mulch color effects on reflected light and tomato plant-growth. *Sci.Hortic* 34, 169-175.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F., 1987. Araştırma ve deneme metodları. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın No: 1021. Ankara.
- Eriş, A., 2007. Bahçe Bitkileri Fizyolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:11, Ders Kitabı: 152, Bursa.

- Fan, X., Xu, Z., Liu, X., Tang, C., Wang, L. ve Han, X., 2013. Effects of light intensity on the growth and leaf development of young tomato plants grown under a combination of red and blue light *Scientia Horticulturae*, 153(4); 50-55.
- Folta, K.M. ve Childers, K.S., 2008. Light as a growth regulator: controlling plant biology with narrow-bandwidth solid-state lighting systems. *HortScience* 129; 467-472.
- Genç, E., 1985. Seracılık ve Sera Sebzeçiliği. Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı Yayınları:19, Yalova.
- Gül, A., 1991. Topraksız Kültür Yöntemiyle Yapılan Sera Domates Yetiştiriciliğine Uygun Agregat Seçimi Üzerine Araştırmalar, (Doktora Tezi) (Yayınlanmamış), Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, İzmir.
- Gül, A., Tüzel, İ.H., Tüzel, Y ve Eltez, R., Z., 2003. Ülkemiz seracılığına uygun topraksız yetiştirme sistemlerinin geliştirilmesi üzerinde araştırmalar. Türkiye IV Bahçe Bitkileri Kongresi, 416-418.
- Gül, A., 2008. Topraksız Tarım. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti. Bilnet Matbaacılık. 114s, İstanbul.
- Hernandez, R. ve Kubota, C., 2014. Growth and morphological response of cucumber seedlings to supplemental red and blue photon flux ratios under varied solar daily light integrals. *Scientia Horticulturae* 173, 92-99.
- Hsu, Yi-Cheng. 2011. An optimum design and fabrication of lens on luminous uniformity and light extraction of high-power light-emitting diode. *Optical review*, Vol. 18, No. 1 (2011) 27–33.
- Johansen, N.S., Eriksen, A.S. ve Mortensen, L., 2011. Light quality influences trap catches of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) and *Trialetrodes vaporariorum* (Westwood). *Integrated control in protected crops, temperate climate IOBC/wprs Bulletin* 68, 89-92.
- Johkan, M., Shoji, K., Goto, F., Hahida, S. ve Yoshihara, T., 2010. Blue light-emitting diode light irradiation of seedlings improves seedling quality and growth after transplanting in red leaf lettuce. *HortScience* 45, 1809-1814.
- Jones, Jr., J. B., 1983. *A Guide For The Hydroponic & Soilless Culture Grower*. ISBN, 0-917304- 49-7. Timber Press. Oregon.
- Jones, J. B. Jr., B. Wolf and H. A. Milis, 1991. *Plant Analysis Handbook*. Micro Macro Publishing, Inc.
- Kahraman, O., 1997. Bazı Topraksız Kültür Sistemlerinin Sera Kıvrıkcık yapraklı baş salata Yetiştiriciliğinde Kullanım Olanakları. (Yüksek Lisans Tezi), Ege Üniv. Fen Bilimleri Ens., İzmir.
- Kim, H.H., Goins, G.D., Wheeler, R.M. and Sager, J.C., 2004. Green-light supplementation for enhanced lettuce growth under red- and blue-light-emitting diodes. *HortScience* 39, 1617-1622.
- Kinoshita, T., Yamazaki, H., Inamoto, K. ve Yamazaki, H., 2016. Analysis of yield components and dry matter production in a simplified soilless tomato culture system by using controlled-release fertilizers during summer-winter greenhouse production. *Scientia Horticulturae* 202, 2016, 17-24.
- Koç, C., Vatandaş, M. ve Koç, A.B. 2009. Led aydınlatma teknolojisi ve tarımda kullanımı. 25. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi. 153-158.
- Köksal, N., İncesu, M. ve Teke, A., 2014. LED Aydınlatma Sisteminin Domates Bitkisinin Gelişimi Üzerine Etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 7(1); 53-57.

- Li, Q. ve Kubota, C., 2009. Effects of supplemental light quality on growth and phytochemicals of baby leaf lettuce Environmental and Experimental Botany, Volume 67, Issue 1, November 2009, 59-64.
- Li, H., Xu. Z. ve Tang, C., 2013. The effects of different light qualities on rapeseed (*Brassica napus L.*) plantlet growth and morphogenesis in vitro Scientia Horticulturae, Volume 150, 4 February 2013, 117-124.
- Lin, K., Huang, M., Huang, W., Hsu, M., Yang, Z. ve Yang C.,2013. The effects of red, blue, and white light-emitting diodes on the growth, development, and edible quality of Hydroponically grown lettuce (*Lactuca sativa L. var. Capitata*) Scientia Horticulturae, Volume 150, 4 February 2013, 86-91.
- Liu, M. , Xu, Z.,Guo, S., Tang, C., Liu, X. ve Jao, X., 2014. Evaluation of leaf morphology, structure and biochemical substance of balloon flower (*Platycodon grandiflorum (Jacq.) A. DC.*) plantlets in vitro under different light spectra Scientia Horticulturae, Volume 174, 22 July 2014, 112-118.
- Lominadze, S. ve Nakashidze L., The influence of nitrogen fertilizers on nitrate accumulation in leaves of orange Washington Navel, Annals of Agrarian Science (14)233-236.
- İnal, A. ve Güneş, A., 1995. Effects of nitrogenous fertilization on yield and nitrate accumulation in sugar beet. Tarım Bilimleri Dergisi , 11 27-30.
- Macedo, A.F., Leal-Costa, M.V., Tavares, E. S., Lage, C. L. S. ve Esquibel, M. A., 2011. The effect of light quality on leaf production and development of in vitro-cultured plants of *Alternanthera brasiliana* Kuntze Environmental and Experimental Botany, Volume 70, Issue 1, January 2011, 43-50.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd Print, Academic Press. London.
- Morrow, R.C., 2008. LED lighting in Horticulture. HortScience. 43, 1947-1950.
- Papadopoulos, A.P., 1994. Growing Greenhouse Seedless Cucumbers in Soil and Soilless Media. Agriculture and Food Canada Pub. No. 1902/E,126. Canada.
- Prasad, S. ve Chetty, A.A., 2008. Nitrate-N determination in leafy vegetables: Study of the effects of cooking and freezing. Food Chemistry 106: 772-780.
- Resh, H.M., 1991. Hydroponic Food Production. Woodbridge Press Pub. Com. California.
- Roberts, T.A. ve Dainty, R.H., 1991. Nitrate and nitrite as food additives: rationale and mode of action. Nitrates and Nitrites in Food and Water, Ed. Michael J. Hill, Ellis Horwood Series in Food Science and Technology, 113-124.
- Samuoliene, G., Urbonaviciute, A., Duchovskis, P., Bliznikas, Z., Vitta, P. ve Zukauskas, A., 2009. Decrease in nitrate concentration in leafy vegetables under a solid-state illuminator. HortScience 44, 1857-1860.
- Sevgican, A., 1990. Neden Topraksız tarım I. Seracılık Sempozyumu Kitabı, 395-400, İzmir.
- Sevgican, A., 2000. Örtüaltı Sebzeçiliği (Topraksız Tarım) Cilt II. Ege Üniversitesi Basımevi, 130s, Bornova-İzmir.
- Sevgican, A., 2003. Örtüaltı Sebzeçiliği (Topraksız Tarım) Genişletilmiş 2. Basım. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:526.İzmir.
- Snowden, M.C., 2015. Effects of Blue and Green Light on Plant Growth and Development at Low and High Photosynthetic Photon Flux. All Graduate Theses and Dissertations. 4613.

- Stutte, G.W., 2009. Light-emitting diodes for manipulating the phytochrome apparatus. *HortSci*. 44, 231-234.
- Ünal, A., 2009. Aydınlatma Tasarımı ve Proje Uygulamaları. Birsen Yayınevi, Umut Matbaası, 613 sayfa. İstanbul.
- Variş, S., 1991. Topraksız kültür ve ülkemiz seralarının dünü, bugünü ve yarını, *Hasat Aylık Tarım Dergisi*; sayı:75.
- Wassink, E. C. ve Stolwijk, J. A. J., 1956. Effects of light quality on plant growth. 373-400.
- Wojciechowska, R., Kolton, A., Dlugozs-Grochowska, O. ve Knop, E., 2016. Nitrate content in *Valerianella locusta* L. Plants is affected by supplemental LED lighting. *Scientia Horticulturae*, 211; 179-186.
- Wyżgolik, G., J. Nawara ve M. Leja, 2008. Photosynthesis and some growth parameters of sweet pepper grown under different light conditions. *Scientific works of the Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture. Sodininkystė ir Daržininkystė*, 27: 93-98.
- Xu, H., Xu, Q., Li, F., Feng, Y., Qin, F. ve Fang, W., 2012. Applications of xerophytophysiology in plant production—LED blue light as a stimulus improved the tomato crop *Scientia Horticulturae*, 148(4); 190-196.
- Yağcıoğlu, A., 2009. Sera Mekanizasyonu. Ege Üniversitesi Basımevi, 562, 383 sf. Ege Üniversitesi Yayınları.
- Yeah, N. ve Chung, J., 2009. High-brightness LEDs—Energy efficient lighting sources and their potential in indoor plant cultivation *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 13, Issue 8, October 2009, 2175-2180.
- Zhang, T., Shil., Y., Piaol, F. ve Sun, Z., 2018, Effects of different led sources on the growth and nitrogen metabolism of lettuce, plant cell, tissue and organ culture (PCTOC), 134; 231–240.
- Zhang, X., He., D., Niu, G., Yan, Z. ve Song, J., 2018. Effects of environment lighting on the growth, photosynthesis, and quality of hydroponic lettuce in a plant factory. *Int J. Agric. and Bio. Eng.*, 12 (2), 33-40.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Sevgi DİNÇER SEÇKİN

Doğum tarihi-Yeri: 01.07.1987

Lisans: Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi. Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi

Yüksek Lisans: Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Besleme

Anabilim Dalı

Çalıştığı Kurum: Samsun DSİ-Ziraat Mühendisi

