

T. C.
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI RENKLERDEKİ LED İŐIKLARIN *RHODODENDRON*
LUTEUM SWEET TOHUMLARININ ÇİMLENMESİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

MURAT ÜNSAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

KIRŞEHİR 2018

T. C.
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI RENKLERDEKİ LED İŐIKLARIN *RHODODENDRON*
LUTEUM SWEET TOHUMLARININ ÇİMLENMESİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

MURAT ÜNSAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

DANIŐMAN

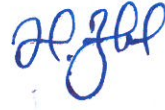
Dr. Öğr. Üyesi Bahadır ALTUN

KIRŞEHİR 2018

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Bu çalışma jürimiz tarafından TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Dr. Öğr.Üyesi Hamdi ZENGİNBAL



Üye: Dr. Öğr. Üyesi Hakan BAŞAK



Üye: Dr. Öğr. Üyesi Bahadır ALTUN



Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

...../...../2018

Prof. Dr. Yılmaz ALTUN

Enstitü Müdür

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Murat ÜNSAL

FARKLI RENKLERDEKİ LED IŞIKLARIN *Rhododendron luteum* *Sweet* TOHUMLARININ ÇİMLENMESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Murat ÜNSAL

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Temmuz 2018

ÖZET

Işık enerjisi tarımsal üretimde en önemli etmenlerden biridir. Işık bitkilerin büyüme ve gelişmelerinde ışıklanma süresi, ışığın şiddeti ve ışığın dalga boyu olmak üzere üç önemli ekolojik özelliği ile etki etmektedir. Her geçen gün gelişen teknoloji ile birlikte güneş ışığına takviye olarak veya kapalı ortamlarda ışık kaynağı olarak yapay ışıklar kullanılmaktadır. Bu amaçla kullanılan en son teknoloji ürünü yapay ışık kaynağı ise Işık Yayan Diyotlar (LED)' dir.

Bu araştırma farklı renklere sahip (Gün ışığı LED, Mavi LED, Kırmızı LED ve Mavi LED+Kırmızı LED (%50+%50)) LED ışıklarının *R. luteum* tohumlarının çıkış oranları ve fide gelişimleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

LED ışıkları, köpük kaplarda asidik torf üzerine yüzeysel olarak ekilen tohumlara 16/8 saat (ışık/karanlık) şeklinde uygulanmıştır. Çalışmada elde edilen çıkış oranları veriler değerlendirildiğinde Gün ışığı, Kırmızı LED, Kırmızı+Mavi LED, Mavi LED ışıklarda çıkış oranı sırasıyla (%61, %45.66, %43, %35) olarak belirlenmiştir.

Çalışmada bitki boyu üzerine yapılan analizlerde, farklı ışık renklerinin bitki boyları üzerine etkisinin istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) olduğu belirlenmiştir. Araştırmada en uzun boylu bitkiler incelendiğinde Kırmızı+mavi LED, Kırmızı LED, Mavi LED, Gün ışığı LED'lerde sırasıyla (10.342 cm, 10.262 cm, 7506 cm, 7.139cm) verileri elde edilmiştir.

Fidelerin çap ölçümlerine ait bulgularda ise, farklı ışık renklerinin fide çapları üzerine etkisinin istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) düzeyde olduğu belirlenmiştir. En

kalın fide apıları Gün ışığı, Mavi LED, Kırmızı LED, Kırmızı+Mavi LED'lerinde sırasıyla (0.147mm, 0.104mm, 0.085mm, 0.077mm) tespit edilmiştir..

Diğer parametrede ise yaprak sayıları incelenmiş ve fidelerdeki yaprak sayısı miktarına, ışık renklerinin çok önemli düzeyde ($p<0.01$) etkisinin olduğu tespit edilmiştir. En fazla yaprağın Gün ışığı, Mavi LED, Kırmızı+Mavi LED, Kırmızı LED'lerde sırasıyla (3.547, 2, 1.550, 1.302) adet olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada sonuç olarak çıkış oranı ve fide büyüme parametreleri göz önüne alındığında en yüksek çıkış oranının ve en iyi fide gelişiminin gün ışığı uygulamasında meydana geldiği tespit edilmiştir. Her ne kadar en uzun boylu fideler Kırmızı+Mavi LED ve Kırmızı LED uygulamalarında meydana gelse de bu ortamlardaki fidelerin cılız olduğu gövde çaplarının ve yaprak sayılarının düşük olduğu belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: *Rhododendron luteum*, imlenme, Yapay ışık, LED

The Effects of LED lights in different colours on germination of

***Rhododendron luteum* Sweet Seeds**

(Master of Science Thesis)

Murat ÜNSAL

Kırşehir Ahi Evran University

Institute of Natural and Applied Sciences

July 2018

ABSTRACT

Light energy is one of the most important factors in agricultural production. The light period in the growth and development of plants affects the three important ecological features of light, the intensity of light and the wavelength of light. Artificial lights are used as a supplement to sunlight with the ever-developing technology or as a light source in indoor environments. The state-of-the-art artificial light source used for this purpose is Light Emitting Diodes (LED).

This research was conducted to determine the effect of LED lights on the emergence rates of *R. luteum* seeds and on seedling development with different colors (Daylight LED, Blue LED, Red LED and Blue LED + Red LED (50% + 50%)).

The LED lights were applied to the seeds grown on the acidic peat in foam cups superficially in the form of 16/8 hours (light / dark). The output rates of Daylight, Red LED, Red + Blue LED and Blue LED light were determined as 61%, 45.66%, 43%, 35%, respectively.

In the analysis of plant height in study, it was determined that the effect of different light colors on plant height was statistically significant ($p < 0.01$). When the longest plants in the study were examined, data were obtained (10.342 cm, 10.262 cm, 7.506 cm, 7.139 cm) in Red + Blue LED, Red LED, Blue LED and Daylight LED respectively.

In the findings of diameter measurements of seedlings, it was determined that the effect of different light colors on seedling diameters was statistically significant ($p < 0.01$). When the thickest seedling diameter was examined, the data obtained from

Daylight, Blue LED, Red LED, Red + Blue LED were obtained respectively (0.147mm, 0.104mm, 0.085mm, 0.077mm).

In the other parameter, the leaf counts were examined and it was determined that the number of leaves in the fidelity was very significant ($p < 0.01$). It has been determined that the maximum number of leaves is (3.547, 2, 1.550, 1.302) in daylight, blue LED, red + blue LED and red LED respectively.

As a result, in this study, it was determined that the exit rate and seedling growth parameters in this study were the most affected by exit rate and best seedling growth during daylight application. Although the tallest fidelity tallies in the applications of Red + Blue LED and Red LED, it was determined that the fuselage in this environment is weak and the stem diameters and leaf counts are low.

Key words: *Rhododendron luteum*, germination, Artificial light, LED

TEŐEKKÜR

Araştırma alışmalarımın her aşamasında yakın ilgisini, ynlendirici katkılarını ve sınırsız desteğini benden esirgemeyen, “araştırmacı zgr olur ve zgr alışır” ruhunu aşılayan danışman hocam, Dr. ğr. yesi Bahadır ALTUN’a sonsuz teőekkr ediyorum. Hayatımın her döneminde koşulsuz desteklerini gördüğüm anneme ve babama, teőekkür ediyorum.

Murat NSAL



İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKÜR	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
1.GİRİŞ	1
1.1. TARIMSAL ÜRETİMDE KULLANILAN YAPAY IŞIK KAYNAKLARI.....	3
1.1.1. Akkor Telli Lambalar.....	3
1.1.2.Metal Halojen Lambalar.....	4
1.1.3. Yüksek Basıncılı Sodyum Buharlı Deşarj Lambalar(HPS).....	5
1.1.4. Floresan Lambalar.....	6
1.1.5. LED Lambalar.....	7
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	11
2.1. ORMAN GÜLLERİ.....	17
3. MATERYAL VE METOD	22
3.1. MATERYAL.....	22
3.1.1. Bitki Materyali.....	22
3.1.2. Çimlendirme ve Çıkış Ortamı.....	22

3.1.3. Denemede Kullanılan Cihazlar ve Kullanım Amaçları.....	22
3.2. METOD.....	23
3.2.1. Tohumların Toplanması ve Ekime Hazır Hale Getirilmesi.....	23
3.2.2. Kabinlerin Hazırlanması.....	24
3.2.3. Tohum Ekimi.....	28
3.2.4. Veri Toplama.....	28
3.2.5. İstatistiki Analiz.....	30
3.2.6. Büyüme Kabini İklim Değerleri.....	30
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	32
4.1.BULGULAR.....	32
4.1. TOHUM ÇIKIŞ ORANI.....	32
4.1.2. FİDELERİN MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ.....	33
4.2.TARTIŞMA.....	34
4.2.1. TOPLAM ÇIKIŞ ORANI.....	34
4.2.2. FİDELERİN MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ.....	36
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	39
6. KAYNAKLAR.....	41

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.1.1. Akkor telli lamba Yapısı.....	4
Şekil 1.1.2.1. Metal Halojen Lamba Yapısı.....	5
Şekil 1.1.3.1. Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı Deşarj Lamba Yapısı.....	6
Şekil 1.1.4.1. Floresan Lamba Yapısı.....	7
Şekil 1.1.5.1. LED'lerin yaydıkları ışık renkleri ve bu renklere ait dalga boyları.....	8
Şekil 1.1.5.2. LED Lambanın Yapısı.....	9
Şekil 3.2.1.1. Olgunlaşmış orman gülü tohum kapsülleri.....	24
Şekil 3.2.2.1 Yetiştirme Kabinleri.....	25
Şekil 3.2.2.2 Gün Işığı LED'li Kabin.....	26
Şekil 3.2.2.3 Mavi LED Işıklı Kabin.....	26
Şekil 3.2.2.4 Kırmızı LED Işıklı Kabin.....	27
Şekil 3.2.2.5 Kırmızı + Mavi LED Işıklı Kabin(%50+%50).....	27
Şekil 3.2.4.1 Fide Çap Ölçümü.....	29
Şekil 3.2.4.2 Fide Boy Ölçümü.....	30
Şekil 3.2.6.1.Büyüme kabinlerinden elde edilen sıcaklık (°C) ve nem değerleri(%).....	31
Şekil 4.4.1.1. Farklı Renkte Işık Uygulanan Tohumların Çıkış Oranları (%).....	32

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.1.1. Orman gülü tohumlarının alındıkları yere ait veri.....	22
Çizelge 3.1.3.1. Araştırmada kullanılan cihazlar ve kullanım amaçları.....	22
Çizelge 4.2.1. Bitki istatistikleri.....	33



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%

Mg

g

pH

Cm

Mm

Açıklamalar

Yüzde

Miligram

Gram

Hidrojen Potansiyeli

Santimetre

Milimetre

Kısaltmalar**Açıklama**

AC	Alternatif akım
DC	Doğru akım
°K	Kelvin
W	Watt
V	Volt
PAR	Fotosentezde etkili olan spektrum
nm	Nano metre
UV	Ultraviyole
IR	Kızılötesi
°C	Santigrat derece
MS	Murashige ve Skoog
Nmol	Nanomol
µg	Mikrogram
LED	Light Emitting Diode/Işık Yayan Diyot

1.GİRİŞ

Bitkilerin bütün hayat döngülerinde yani büyüme ve gelişmeleri, hatta bazı tohumların çimlenebilmeleri için dahi mutlaka ışığa gerek vardır. Bahçe bitkilerinde mantarlar dışındaki diğer bütün bitkilerin temel fizyolojik olaylarını (fotosentez, respirasyon, asimilasyon ve transpirasyon) yönlendiren enzim ve hormonlar ile başta klorofil olmak üzere birçok renk pigmentinin oluşumu için de ışığa mutlak ihtiyaç vardır (Ağaoğlu ve ark, 2001). Kısaca bir enerji biçimi olarak tanımlanabilen ışık, bitkilerin büyüme ve gelişmelerine üç önemli ekolojik özelliği ile etki etmektedir. Bu etkiler, aydınlanma süresi, ışığın şiddeti ve ışığın dalga boyu olarak ifade edilebilir (Kevseroğlu, 2004). Doğal ışık kaynağı düşünüldüğünde bu özellikler bulutluluk, yöney, bitkinin yetiştiği yer ve mevsimlerdeki gün uzunluğuna bağlı olarak değişebilmektedir. Hemen hemen bütün bitkiler ışıklanma süresine karşı çeşitli biyolojik tepkiler vermekte ve bu şekilde yaşamlarını sürdürmektedirler. Bitkilerin ışıklanma süresine veya bir başka deyişle gün uzunluğuna karşı verdikleri bu tepkiye Fotoperiyodizm denilmektedir (Koç ve ark, 2009). Bitkilerin büyüüp geliştikleri evre ise fotoperiyot olarak adlandırılmaktadır. Fotoperiyot bitkilerde büyüme, gelişme, çiçeklenme, meyve bağlama, meyvelerin renklenmesi, yaprakların sararması, dökülmesi ve bitkilerin durgunluk dönemine girmeleri gibi birçok fizyolojik olay üzerine etkilidir (Anonim, 2017a).

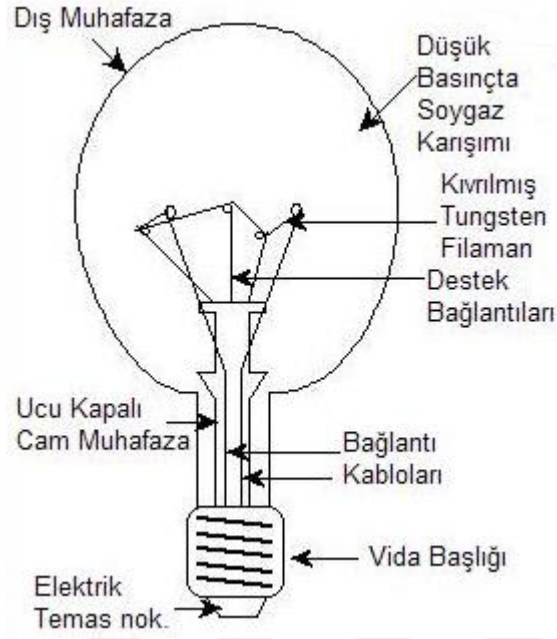
Işığın bitkilerdeki en önemli etkisi ise fotosentez üzerinedir. Bütün canlılar gibi bitkiler de yaşamlarını sürdürebilmek için mutlak surette enerjiye ihtiyaç duymaktadırlar. Bitkiler için gerekli olan bu enerji, bitkilerin organlarında, organik maddelerin içerisinde meydana getirdikleri ve depoladıkları kimyasal gıda enerjisinden sağlanmaktadır. Organik maddelerde depo edilmiş bu kimyasal enerjinin ana kaynağı ise güneştir. Güneşin fiziksel enerjisi yeşil bitkiler tarafından sentezlenen organik maddeler içerisinde kimyasal enerjiye dönüştürülmektedir. Bitkilerin kloroplastları içerisinde bulunan foto sentetik pigmentler ışık enerjisini kimyasal enerjiye dönüştüren temel organlardır (Kaçar ve ark, 2010).

Bitki hayatı için bu denli önemli olan ışığın ana kaynağının güneş olduğu belirtilmiştir. Özellikle seracılık tekniğinin ilerlemesiyle doğal ışık kaynağı olan güneşin battığı, güneşten gelen ışık miktarının yetersiz olduğu mevsimlerde veya kapalı ortam yetiştiriciliğinde yapay ışıklandırmaya gereksinim duyulmuş ve bu işlevi yerine getirebilecek teknolojiler geliştirilmeye başlanmıştır. Başlangıçta yapay ışık kaynağı olarak farklı özellikteki elektrikli lambalar kullanılmıştır. Bu amaçla bitkisel üretimde yapay ışık kaynağı olarak en fazla kullanılan lambalara örnek olarak akkor telli lambalar, metal halojen lambalar, floresan lambalar, yüksek basınçlı sodyum buharlı deşarj lambaları ve gelişen teknolojiye paralel olarak son yıllarda da LED lambalar verilebilir (Çakırer ve ark, 2017). Ancak kullanılan bu yapay ışık kaynaklarından akkor telli lambalar gibi bazılarının aşırı enerji tüketimi, özellikle küçük alanlarda ortamı aşırı ısıtması gibi dezavantajları da vardır. Bu gibi dezavantajlar göz önüne alındığında gelişen teknoloji ile beraber, düşük enerji tüketimleri, istenilen dalga boyunda ışık verebilmeleri, kolay kurulum ve kullanımları gibi avantajları ile Işık Yayan Diyotlar (LED) alternatif ışık kaynağı olarak tarım sektöründe yerini almaktadır.

1.1.TARIMSAL ÜRETİMDE KULLANILAN YAPAY IŞIK KAYNAKLARI

1.1.1. Akkor Telli Lambalar

Oldukça düşük üretim maliyetine sahip olan bu lambalar, akkor telli (flamanlı), enkandesan lambalar veya ampul olarak bilinmektedir. Argon gazı doldurularak, havası alınmış bir cam bir kürenin (ampulün) içine konulan flaman telinin yüksek sıcaklıklarla ısıtılması ve bu ısınma sonucunda flaman telinin ışımaya başlaması esasına dayanmaktadır. Ampulün içerisine flaman olarak isimlendirilen ve genellikle yüksek sıcaklıklara dayanabilme özelliğinde olan çok ince tungsten metalinden yapılmış olan bir tel yerleştirilmektedir. Bir metalin üzerinden elektrik akımı geçirildiğinde o metal geçen akıma karşı bir direnç göstermekte ve sonuçta ısınmaktadır. Bu mantıkla, flamandan geçirilen elektrik akımı sonucunda, metal aşırı (flaman) derecede ısınarak (yaklaşık 3000 °C) akkor haline gelmekte ve sonuçta ışımaya başlamaktadır. Akkor lambalar hem AC hem de DC gerilim altında çalışabilme özelliğinde olan yapay ışık kaynaklarıdır. Geçmiş yıllarda yapımının ve yapısının basitliği ve kullanım kolaylığı gibi nedenlerle yapay ışık kaynağı olarak oldukça sık bir şekilde kullanılmakta olan bu lambalar, günümüz koşullarında enerjinin verimli kullanılması adına, dünyanın birçok ülkesinde üretimi, ithalatı ve satışı yasaklanmıştır. Tarımsal faaliyetlerde de yatırım maliyetleri düşük olmasına rağmen, yüksek enerji tüketimleri nedeni ile hem işletme maliyetlerinin fazla olması hem de aşırı ısı yaymaları gibi nedenlerle yerlerini diğer ışık kaynaklarına bırakmaktadırlar (Uysal, 2011;Anonim, 2017b; Anonim, 2017c).

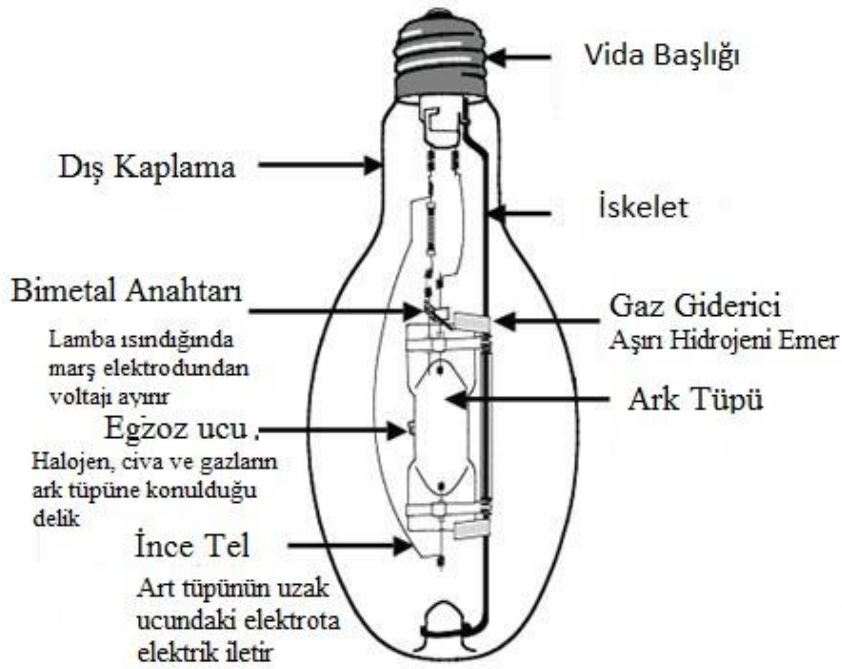


Şekil 1.1.1.1. Akkor telli lamba Yapısı (Anonim, 2017d)

1.1.2. Metal Halojen Lambalar

Akkor telli lambaların geliştirilmiş şekli olan Halojen lambalarda cam haznenin içi halojen gazı ile doldurulmuştur. Metal halojen lambaların içerisine cıva buharı ve argona ilave olarak indiyum, sodyum, talyum gibi metal halojenler konulmaktadır. Lamba içerisindeki bu metal halojenler lambanın çalışma sıcaklığına ulaşmasıyla buharlaşır. Bu halojen buharının sıcaklığı, deşarj yüksek sıcaklık eşiğine ulaşmasıyla halojen ve metal molekülleri ayrışarak metal molekülleri kendi spektrumlarını yaymaya başlar. Birbirinden ayrılmış olan metal ve halojenler lambaya verilen enerjinin kesilmesiyle soğuyan lambada veya lambanın deşarj tüpünün dış duvarı gibi daha soğuk bölümlerine difüzyon ve konveksiyonla geçerek, çevrimi yeniden başlatmak üzere birleşirler (Büyükkınacı, 2008). Bu lambalar tarımsal faaliyetlerde kullanılan diğer lambalara göre en iyi genel spektral dağılımı sağlar. Renk sıcaklıkları genel amaçlı kullanımlarda 3600- 4200 °K arasında olan ve güçleri 35W ile 20000W arasında değişen bu lambaların özellikle sarı-kırmızı spektrumlarında Fotosentezde etkili olan spektrum (PAR) aralığında enerji dönüşümü yüksek basınçlı sodyum lambalar kadar etkili değildir (Çakırcı ve ark, 2017).

Halojen lambaların 230 V şebeke gerilimi ile çalışanlarının yanı sıra; 6, 12 ya da 24 V gerilimlerle çalışan tipleri mevcuttur (Anonim, 2017e). Metal Halojen lambalar genel olarak mavi spektrumlarda ışık yaydığından, vejetatif veya yaprak gelişmesi istenen ve marul, ıspanak vb. bitkilerin üretiminde kullanılabilir. Vejetatif büyüme üzerine son derece etkili olan bu lambalar, dallar arasındaki boğum aralıklarının kışalmasına ve bitkilerin gelişimlerinin ileri aşamalarında meyve ve çiçek gelişimini destekleyecek dal ve büyük yapraklar oluşturmalarına imkan sağlarlar (Anonim,2017f) .



Şekil 1.1.2.1. Metal Halojen Lamba Yapısı (Anonim, 2017g)

1.1.3. Yüksek Basıncılı Sodyum Buharlı Deşarj Lambalar (HPS)

Yüksek basınçlı sodyum lambalar, sodyum kullanarak ışık üreten gazlı deşarj lamba tipidir. Sodyum buharlı lambaların yüksek basınç ve düşük basınç olmak üzere iki tipi vardır. Yüksek basınçlı sodyum lambaları diğer yüksek yoğunluklu deşarj lambalarından farklı olarak, ksenon ve sodyum-cıva karışımı içerdiğinden turuncumsu bir parlaklığı yayar (Anonim, 2017h). Emisyon spektrumu sarı-turuncu-kırmızı aralığında (500-650nm) yoğunlaşmış olan yüksek basınçlı sodyum lambalar bitkisel üretim uygulamalarında en fazla tercih edilen yapay ışık kaynaklarıdır. HPS lambaların ürettiği oldukları sarı-turuncu-kırmızı spektrumundaki ışığı, bitkiler üreme süreçlerinde kullanmaktadırlar. Dolayısıyla diğer şartlarda uygun olduğunda,

HPS ampuller bitkilerin daha fazla çiçek ve meyve üretmesine katkı sağlamaktadır (Anonim, 2017f). Mavi spektrumu oldukça düşük olan HPS lambalar eğer tarımsal faaliyetlerde kullanılacak ise mavi ışığın yüksek olduğu diğer ışık kaynakları ile takviye edilmesi önerilmektedir. (Çakırer ve ark, 2017).

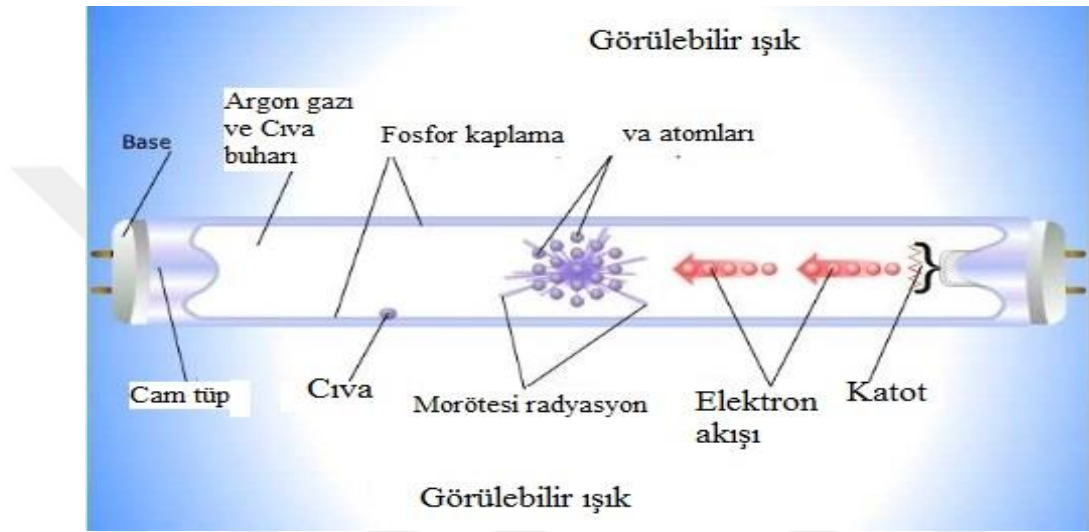


Şekil 1.1.3.1. Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı Deşarj Lamba Yapısı (Anonim, 2017h)

1.1.4. Floresan Lambalar

Bütün elektrik deşarjlı lambalarda olduğu gibi floresan lambalarda da ışık, elektrik akımının elektrotlar arasında geçmesi ile elde edilmektedir. Elektrik akımının uygulanması ile yapısal değişime uğrayan atomların, normal yapılarına dönüşümleri esnasında çıkarmış oldukları enerji yardımıyla ışık üretilir. Gerek tarımsal faaliyetlerde gerekse diğer aydınlatmalarda, floresan lambalar, elektrik deşarjlı ışık kaynakları içerisinde en çok bilinen ve kullanılan grubu oluşturmaktadır (İmal ve Bektaş, 2014). Mavi, yeşil ve kırmızı renk spektrumunda ışık yayabilen bu lambalar, lamba tüplerinin iç kısımlarında UV radyasyonu görünür ışığa çeviren kimyasal bir katmana sahiptir. Lambanın rengini ve renksel geriverim özelliklerini ise bu kimyasal katmanın içeriği belirlemektedir (Anonim, 2017e). Yapay ışık kaynağı olarak Floresan ışık kullanılmasının enerji tasarrufu sağlaması ve nispeten ilk kurulum masrafının düşük olması gibi bazı avantajları vardır. Ayrıca birçok bitkinin yetişmesine uygun olanak sağlayan geniş bir ışık spektrumuna sahip olmasının yanında, çalışma süresince etrafa çok az ısı yayması da en büyük

avantajlarından birisini oluşturmaktadır. Birçok kaynağa göre etkin bir ışık üretimine sahip olan floresan ışık kaynakları genç bitkilerin yetiştirilmesinde başarılı bir şekilde kullanılabilir (Anonim, 2017f). Yetiştiricilikte gerekli olan PAR aralığında oldukça dengeli bir spektrum oluşturan floresan lambalar, aydınlatma yaparken ısı üretmemelerinden dolayı iklim odalarında ve özellikle de çok katlı yetiştiriciliğin yapıldığı sistemlerde bitkilere yakın olarak monte edilebilmesine olanak sağlamaktadır (Çakırer ve ark, 2017).



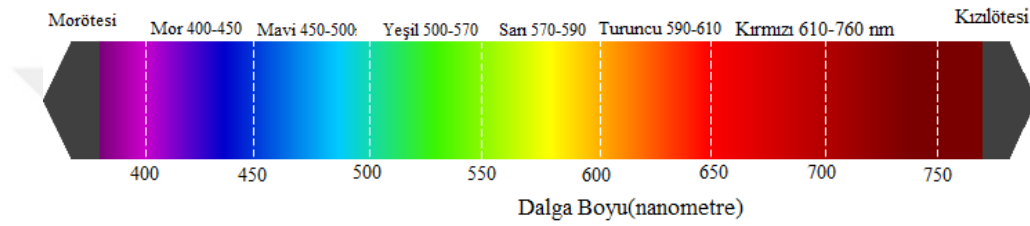
Şekil 1.1.4.1. Floresan Lamba Yapısı (Anonim, 2017)

1.1.5. LED Lambalar

İngilizcede Light Emitting Diodes kelimelerinin baş harflerinin kullanılması ile kısaca LED olarak isimlendirilen bu ışık kaynakları “ışık yayan diyot” olarak Türkçeleştirilmiştir. Yarı-iletken bir ışık kaynağı olan LED'lere gerilim uygulandığında elektronlar harekete geçmekte ve LED ışın yaymaya başlamaktadır (Anonim, 2017j). Bir LED yapı itibarı ile N ve P tipi yarı iletken katmanlar arasında yerleştirilmiş bir aktif katman tabakasından ve bunların elektriksel bağlantılarından oluşan elektronik bir devre elemanı olarak tanımlanabilmektedir. LED'den doğru yönde bir akım geçirildiğinde harekete geçen elektronlar aktif katmanı uyarmakta ve aktif katmanda ışık üretilmektedir. LED ışığının rengini ise aktif katmanda kullanılan materyaller belirlemektedir. Yüksek seviyede ışık veren renkli LED'lerde aktif katman olarak GaAs (Gallium arsenide), GaP (Gallium(III) phosphide), GaN (Gallium(III) nitride), AlGaInP (Aluminium gallium indium phosphide) ve InGaN

(Indium gallium nitride) gibi farklı materyaller kullanılabilir (Anonim, 2017e; Anonim, 2017j)

LED'lerin görünür ışık bölgesini de kapsayan, morötesinden (UV) kızılötesine (IR) kadar uzanan geniş bir aralıkta ışık üretimi bulunmaktadır. Bu durum gerek bitkisel üretimde gerekse aydınlatma çalışmalarında araştırmacılara oldukça geniş bir yelpaze sunmaktadır. LED'lerin yaydıkları ışık renkleri ve bu renklere ait dalga boyları Şekil 1.1.5.1 'de verilmiştir.

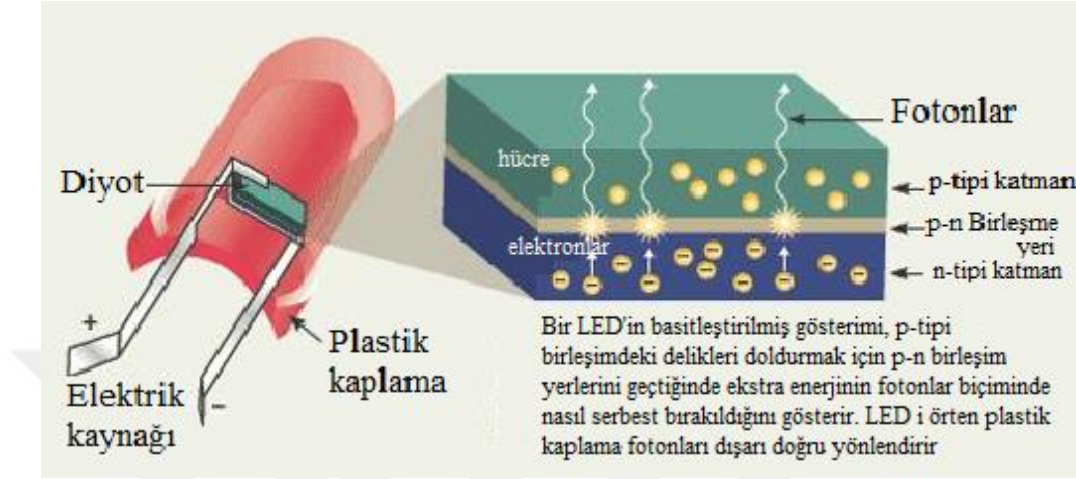


Şekil 1.1.5.1. LED'lerin yaydıkları ışık renkleri ve bu renklere ait dalga boyları (Anonim, 2017k)

Doğal ortamlardan izole edilmiş odalarda bitki yetiştiriciliği, üretim maliyetlerini aşırı derecede artıracak otomatik aydınlatma sistemlerinin kurulmasını gerektirmektedir. Bu durumda, Işık Yayan Diyotlar (LED), tarımsal faaliyetlerde kullanışlı ve verimli aydınlatma yöntemi olarak ön plana çıkmaktadır. LED'lerin tarımsal aydınlatmada yapay ışık kaynağı olarak kullanılmasının diğer ışık kaynaklarına göre bazı avantajları vardır. Bunlar (Uysal, 2011);

- Uzun ömürlüdürler (35.000-50.000 saat)
- Oldukça düşük düzeyde enerji tüketmektedirler
- Işık verimlilikleri oldukça yüksektir
- Hemen her türlü ortamda kullanılacak minimal boyutlara sahiptir
- Farklı renk sıcaklıklarında geniş bir renk yelpazesi sunarlar
- Cam, flaman gibi kırılabilir elemanlara sahip olmadıklarından, şok ve titreşimlere karşı daha dayanıklıdır
- Çalışırken herhangi bir ses çıkarmazlar
- Yapılarında cıva gibi ağır metaller ve halojen gazlar bulundurmamaları için çevre dostudurlar,

- Titreşimsiz çalışma özelliğine sahiptirler, sürekli ve kesintisiz ışık verirler
- Kurulumları ve kullanımları kolaydır



Şekil 1.1.5.2. LED Lambanın Yapısı(Anonim, 2017)

Yapay ışıklandırma ilk olarak 1980'li yıllarda Japonya'da, marul gibi yapraklı sebzelerin yetiştiriciliğinin yapıldığı seralarda uygulanmaya başlanmıştır. 2000'li yılların başında ise meyve fidanları ve sebze fidelerinin üretiminde ticari olarak kullanılmaya başlanmıştır. 2000'li yılların sonunda ise ışık yayan diyotlar (LED'ler) bitki seralarında daha verimli bir ışık kaynağı olarak kabul edilmeye ve tanıtılmaya başlanmıştır (Goto, 2012). Yapay ışıklandırma şekli ve süresi türlerin ışık gereksinimlerine göre değişiklik göstermektedir (Demirsoy ve ark, 2016). Günümüzde yapay ışıklandırma gittikçe önem kazanmakta, seralarda, doku kültürü çalışmalarında, özel yetiştirme kabinlerinde tohum çimlendirme veya fide fidan yetiştiriciliğinde ve hayvan yetiştiriciliğinde olmak üzere tarımın her alanında kullanılmaktadır.

Araştırmada bitkisel materyal olarak kullanılan *Rhododendron luteum* Sweet orman gülü türü, ülkemizin doğal bitkilerinden birisidir. Fundagiller (Ericaceae) familyasının bir üyesi olan bu tür ülkemizde Artvin'den başlayarak Ispiranca Dağlarına kadar ve daha güneyde Kaz dağlarının güney yamaçlarında da

görülebilmektedir. Ülkemizde doğal olarak yayılış gösteren orman gülleri arasında yaprak dökken tek türdür. Sarı çiçekli orman gülü, zifin, ağı gibi çeşitli isimlerle tanınan bu tür çalı şeklinde bir gelişim göstermektedir. Oldukça değerli bir süs bitkisi olan *R. luteum* bir çok faktörün yanında çoğaltma ve yetiştirme yöntemlerinin henüz tam olarak çözülememesinden dolayı ülkemiz kentsel peyzaj alanlarına taşımamıştır (Altun ve ark, 2016).

Bu araştırma ile farklı renklere sahip LED ışıklarının *R. luteum* türünün tohumlarının çıkış gücü ve fide gelişimi üzerine etkilerini ortaya koymak ve bu konuda ileride yapılacak olan çalışmalara bir temel oluşturmak amaçlanmıştır.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

İki farklı LED ışık kaynağının *Arabidopsis* büyümesi ve gelişme süresi üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada, kontrol olarak beyaz floresan lamba kullanılmıştır. Işık kaynağı olarak LED-1 kombinasyonunda, kırmızı (449nm), beyaz (660nm) ve kırmızı FAR LED (733nm) kullanılmış, LED-2 kombinasyonunda ise, kırmızı (465nm), mavi (665nm) ve kırmızı FAR LED (733nm) kullanılmıştır. Sonuç olarak, LED-2 kombinasyonunda çiçeklenme süresi, bitki boyu, sap çapı, dal sayısı, kapsül sayısı, toprak üstü aksamalarının taze ve kuru ağırlık miktarları ve tohum verimi bakımından kontrole göre daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. LED-1 kombinasyonunda çiçek açma süresi, dal sayısı ve kapsül sayısı bakımından kontrol grubuna göre daha iyi sonuçlar alınırken incelenen diğer parametreler bakımından kontrol grubuna göre daha düşük sonuçlar elde edilmiştir. Klorofil içeriği bakımından kontrole göre LED-1 ve LED-2 uygulamalarında daha düşük sonuçlar elde edilmiştir (Li ve ark., 2017).

LED (Light-emitting diodes) spektrumlarının *Stevia rebaudiana* tohumlarının çimlenmesi, fide büyümesini ve bazı morfolojik ve biyokimyasal parametreler üzerine etkisini araştırılmıştır. 4 haftalık *Stevia* bitkilerinde Mavi LED ışığının tohum çimlenmesini arttırdığı ve yaprak ve kök gelişimini etkilediği belirlenmiştir. Aynı zamanda stomaların sayısını ve açılması üzerine de en olumlu etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, kırmızı LED ışığının, yaş ağırlık ile korelasyon olmamasına rağmen, gövdelerin ve köklerin uzunluğunu önemli ölçüde arttırdığı belirlenmiştir. *Stevia* fidelerinde en yüksek yaş ağırlık 20°C sıcaklıkta kırmızı ve beyaz LED ışığı kombinesi altında ve 25°C sıcaklıkta beyaz flüoresan ışığı altında elde edilmiştir. Mavi LED ışığı karotenoid konsantrasyonunu olumlu yönde etkilerken, klorofil a ve b'nin en yüksek konsantrasyonu beyaz floresan ışığı altında yetiştirilen bitkilerden elde edilmiştir. İncelenen pigmentlerin sentezi üzerinde kırmızı LED ışığının daha az olumlu etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Simlat ve ark., 2016).

LED ışığına maruz bırakılan *Polygonum multiflorum* bitkilerin agronomik karakterleri ve biyolojik aktivitelerini geliştirmek amacıyla bir çalışma

yürütülmüştür. Floresan ışık uygulanan (kontrol) tohumların çimlenmesine (%13±4.2) kıyasla, LED ışık uygulanan tohumların çimlenmesi %17.3 ± 4.7 oranında arttığı tespit edilmiştir. Elde edilen bitkilerin toprak üstü aksamalarının biyokütle değerinin kontrol ile kıyaslandığında LED ışık uygulamasında büyük oranda arttığı ve gövde uzunluğunun 65.6±4.2 cm ve yaprak uzunluğunun ise 5.4±1.3 cm değerlere ulaştığı tespit edilmiştir. Kontrol uygulamasında ise gövde uzunluğu 14.7±4.5 cm, yaprak uzunluğu ise 4.6±1.2 cm olarak belirlenmiştir. Araştırma sonucunda yapılan fizyolojik analizlere göre *P. multiflorum*'un biyokütle ve biyolojik aktivitesinde LED ışığı uygulamasının önemli düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir (Seong ve ark., 2015).

Picea abies L. ve *Robinia pseudoacacia* L. ile ilgili yapılan çalışmada, tohumların çimlenmeleri ve fidelerin büyümeleri üzerine farklı renkte LED (kırmızı, sarı, yeşil ve mavi) aydınlatmasının etkileri araştırılmıştır. Araştırmada kontrol ışık uygulaması olarak beyaz ışık kullanılmıştır. Beyaz ışığın fidelerin büyümesinde ve çoğunlukla kotiledonlarda olmak üzere yeşil veya karotenoid özümleme pigmentlerin birikiminde optimal gelişme koşulları sağlandığı tespit edilmiştir. Ladin'de, beyaz ışığa maruz bırakılanlarla karşılaştırıldığında, ultra parlak yeşil LED ışığı ile aydınlatılmış ortamda, çimlendirilmiş tohumlar saksılarda veya in vitro koşullarda yetiştirilen bitkilerde, bitkilerin büyümesine ultra parlak yeşil LED ışığın % 7-8'lik bir olumlu etki yaptığı, kırmızı ve mavi ışığın ise vejetatif aksamın büyümesini % 3 oranında engellediği tespit edilmiştir. Ladinlerde maksimum yararlı etkilerin sarı LED ışık altında ve buna kıyasla daha fazla etkinin ise yeşil ışık altında olduğu tespit edilmiştir. Saksılardaki çalışmalarda sarı ışık fidelerin büyümesini %51 oranında artırdığı, kırmızı ışığın ise bitki gelişimini %52 oranında engellediği bildirilmiştir. Bu etkilerin steril koşullarda yetiştirilen bitkilerde daha az görüldüğü bildirilmiştir. (Cachița ve ark., 2015)

Enache ve Livadariu (2016), Farklı LED ışık renklerinin *Artemisia dracunculus* L., tohumlarının çimlenmesi üzerine etkileri araştırmışlardır. LED ışığına maruz kalmanın büyüme, metabolizma ve biyoaktif maddelerin birikim kalitesini artırdığını bildirmişlerdir. *Artemisia dracunculus* L. tohumlarını yedi gün boyunca beyaz, kırmızı, mavi veya yeşil LED ışığına maruz bırakmışlar ve 16 saatlik

bir ışık periyodu uygulamışlardır. Kırmızı LED uygulamasında, daha yüksek derecede çimlenme ve daha uzun hipokotil yüksekliği tespit etmişlerdir. Kotiledonların ise Mavi LED ışığında daha iyi geliştiğini belirlemişlerdir.

Viola tricolor yetiştiriciliğinde ve üretiminde farklı LED ışık kalitesinin uygulanmasında teorik referanslar sağlamak amacıyla beş çeşit LED ışığı (kırmızı, mavi, yeşil, sarı ve beyaz), 6, 12, 24 ve 48 saat sürelerle *V. tricolor* tohumlarına uygulanmıştır (Liu ve ark., 2017). Araştırmada, tohumların çimlenme oranı, çimlenme potansiyeli, çimlenme indeksi, tohum canlılık indeksi, fidelerin uzunluğu, kök uzunluğu ve fidelerin taze ağırlığı gibi parametreler incelenmiştir. En yüksek çimlenme oranı (% 78.89) sarı ışık ve 48 saat, en yüksek çimlenme potansiyeli ise (% 62.22) mavi ışık ve 48 saat uygulamasından elde edilmiştir. En yüksek çimlenme indeksi (24.790 0) kırmızı ışık ve 48 saat, en yüksek tohum canlılığı indeksi (54.361 8) yeşil ışık ve 48 saat, en yüksek fide uzunluğu (2.490 ± 7 cm) beyaz ışık ve 24 saat uygulamalarından elde edilmiştir. Kök uzunluğu bakımından en iyi sonuç (3.240 ± 7) kırmızı ışık ve 6 saat uygulamasından elde edilmiştir. Fidelerde en yüksek taze fide ağırlığı (0.018 ± 4 g) yeşil ışık ve 24 saat uygulamasından meydana gelmiştir.

Bazı tek yıllık çiçek tohumlarının çimlenme hızını ve fidelerinin morfolojik özellikleri üzerine farklı ışık koşullarının etkisi belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışmada bitkisel materyal olarak *Tagetes patula* L., *Calendula officinalis* L., *Nigella damascena* L., *Centaurea cyanus* L., *Petunia* Juss., *Impatiens walleriana* L. kullanılmıştır. Deneme, her ışık uygulaması ve her çiçek türü için üç tekerrürlü olacak şekilde kurulmuştur. Tohum ekimleri yapılan petri kapları 12saat / 12saat (ışık/karanlık) ışık periyodu uygulanan büyüme kabinleri içerisinde, yapay beyaz ve mavi ışık koşullarında çimlendirme testine tabi tutulmuşlardır. Araştırma sonucunda çimlenme enerjisi bakımından türler arasında önemli bir farklılık ortaya çıkmazken, LED ışık koşullarında *Nigella damascena* L. ve *Centaurea cyanus* L.'nin tohumlarının çimlenmelerinin önemli ölçüde düştüğü belirlenmiştir. Araştırmaya konu bütün türlerin fidelerinin hipokotilleri floresan ışık koşullarında daha uzun olduğu tespit edilmiştir. Kök uzunluğu bakımından *Tagetes patula* L.'nin LED ışığında, diğer türlerin ise floresan ışık koşullarında daha uzun bir köke sahip oldukları belirlenmiştir. *Centaurea cyanus* L., *Petunia* Juss., *Impatiens walleriana* L.

fide kütlelerinin floresan ışık koşullarında önemli düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tkalec ve ark., 2017).

Çalışma, farklı *Tagetes tenuifolia* genotiplerinin petal doku karotenoid profillerini ve konsantrasyonlarını karakterize etmek ve basit LED aydınlatma teknikleri kullanılarak karotenoid konsantrasyonlarını artırma potansiyelini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada kadife çiçeğinin 'Limon Gem', 'Tangerine Gem' ve 'Red Gem' çeşitleri kullanılmıştır. Bitkiler sera ortamında besin solüsyonu içerisinde yetiştirilmiştir. Çiçekler dikimden 60 gün sonra hasat edilmiş ve karotenoidler miktarları ölçülmüştür. İncelenen karatonoidlerden α -carotene, β -carotene, lutein, zeaxanthin, antheraxanthin, violaxanthin, ve neoxanthin içeriği bakımından en yüksek konsantrasyonlar sırasıyla Red Gem, Tangerine Gem ve Lemon Gem çeşitlerinin petallerinden elde edilmiştir. Lemon Gem ve Tangerine Gem çeşitleri kontrollü şartlarda 12 saatlik fotoperiyot uygulamasında ve 250 $\mu\text{mols m}^{-2} \text{s}^{-1}$ toplam ışık yoğunluğunda yetiştirilmiştir. Işık uygulamaları şu şekildedir: (1) floresan / akkor ışık; (2) % 10 mavi (447 \pm 5nm) / % 90 kırmızı (627 \pm 5nm) LED ışık; (3) % 20 mavi /% 80 kırmızı LED ışık; ve (4) tek kaynak aydınlatma olarak % 40 mavi /% 60 kırmızı ışık yayan diyot (LED) ışığı. Çalışma sonucunda her iki genotipteki petal karotenoid pigmentlerinin, LED ışığında çok daha yüksek olduğu ve % 20 mavi ışık uygulamasında en yüksek seviyeye ulaştığı bildirilmiştir (Kopsell ve ark., 2016).

Akbarian ve ark. (2016) çalışmalarında, farklı ışık kaynaklarının tohum çimlenmesi ve kaliteli çiçek fidesi üretimi üzerine etkisini incelemişlerdir. Farklı ışık kaynakları ile donatılmış 4 büyütme kabini içerisinde yürüttükleri çalışmalarında, ışık kaynağı olarak kırmızı, mavi, kırmızı+mavi (%25 mavi+%75 kırmızı) kombinasyonu ve florasan lamba kullanmışlardır. Bitkisel materyal olarak *Impatiens balsamina*, *Zinnia elegans*, *Petunia* \times *hybrida*, *Verbena aubletia* çiçek tohumları kullanılmıştır. Bitkilere günde 12 saat fotoperiyot uygulanmıştır. Araştırma sonucunda en yüksek oranda çıkış yüzdesi kırmızı ışık uygulaması altında yetiştirilen fideden elde edilmiştir. Bitkilerin uygulanan ışığa göre farklı tepkiler verdiği ve büyüme karakteristiklerinin türler bazında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Mavi ışığın *Impatiens* ve *Zinnia* türlerinde yaprak sayısını önemli düzeyde artırdığı

belirlenmiştir. Kırmızı ışık İmpatieste gövde çapını arttırırken, Petunyanın gövde çapı ise mavi ışık koşullarında artmıştır. Kırmızı + mavi ışık kombinasyonunun türlerin çoğunda hipokotil ve sürgün boylarını azalttığı, ancak taze kök ağırlığını ve kök uzunluklarını ise artırdığı belirlenmiştir. Işık kalitesinin, tohumların çıkış gücü, gerçek yaprak aşaması, dört yaprak aşaması ve sürgünlerin taze ağırlıkları üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Araştırma sonucunda kontrollü bir ortamda LED'lerin, kaliteli çiçek fidelerinin üretimi için etkili ve güvenilir bir aydınlatma kaynağı olabileceği bildirilmiştir. Kırmızı ışığın tohumların çıkış gücünü artırdığı ancak kaliteli fide eldesi için kırmızı+mavi kombinasyonunun kullanılabilceği bildirilmiştir.

Calanthe discolor Lindl türünün olgunlaşmamış tohumlarında, embriyo büyümesi ve tohum çimlenmesi üzerine Sodyum hipoklorit (NaOCl) ve kültür ortamının etkileri incelenmiş ve tohumlarının şişme ve protokorm oluşumunu belirlemek için bir yöntem geliştirilmiştir. Ayrıca, in vitro kültürde beyaz floresan ışığı ve kırmızı ve mavi LED ışıklarının fide büyümesi üzerine olan etkileri incelenmiştir. Olgunlaşmamış tohumların NaOCl ile muamele edilmesi, NaOCl ile muamele edilmeyen tohumlara kıyasla embriyo büyümesi ve protokorm oluşumunu arttırmıştır. 12 haftalık çalışmanın sonunda, fide büyümesi için en uygun koşulun kültür ortamı ve kırmızı LED ışığı uygulaması olduğu bildirilmiştir (Bae ve ark, 2015).

Wongnok ve ark. (2008), Floresan ve LED ışık kaynaklarının *Phalaenopsis* hybrid (cv. Cassandra Rose) soğanları ve tohumlarının çimlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada, dört farklı LED ışık kaynağı karşılaştırmışlardır. LED ışıkları % 100 kırmızı, % 90 kırmızı +% 10 mavi, % 80 kırmızı +% 20 mavi ve % 50 kırmızı +% 50 beyaz olarak kombine edilmiştir. Çimlenmeden 2 ay sonra bütün ışık kaynaklarında protokorm gelişimlerinin meydana geldiği tespit edilmiştir. Protokormların büyüme ve gelişmelerinin, çimlenmeden 4 ay sonra VW ortamında (10 gr süktroz litre-1) ve % 80 kırmızı +% 20 mavi LED ışığı altında en yüksek seviyeye ulaştığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada ve aynı ışık kaynakları altında, sap boğumları da sürgün üretimini ve gövde benzeri protokorm (PLB) oluşumunu tespit etmek amacıyla in vitro koşullarda kültüre alınmıştır. Bu çalışma sonucunda en fazla sürgün

sayısı % 90 kırmızı +% 10 mavi LED ışığı altında elde edilmiştir. Genç sürgünlerden yapılan uç kesimlerinin kırmızı ve Mavi LED ışıkları altında en fazla PLB oluşturduğu (%48), PLB yaş ağırlıklarının ise yine kırmızı ve mavi LED ışık koşullarında en yüksek değere ulaştığı belirlenmiştir. Ayrıca, LED ışıklarının fide büyümesi üzerine olan etkileri de çalışılmıştır. Kültüre alma tarihinden 4 ay sonra yapılan değerlendirmelerde LED ışıklarına maruz kalan bitkiler, floresan ışığa maruz kalan bitkilerden daha fazla ortalama taze ağırlık, boy ve yaprak uzunluğu sergilediği tespit edilmiştir.

Amaranth (*Amaranthus* spp.) tohumlarının çimlenmesi ve fizyolojik aktivitesi üzerine LED ışıklarının ve ışık yoğunluğunun etkisini incelemek amacıyla yapılan bu çalışmada, mavi, yeşil, kırmızı, beyaz, sarı ve kırmızı+mavi renkli ışıklar kullanılmıştır. Ayrıca bu ışıklar 14/10 (ışık/karanlık) saat süre ile uygulanmış ve ışık uygulamasında sıcaklık 25°C'de, karanlık uygulamasında ise 18°C'de tutulmuştur. Işık kaynaklarından bağımsız tüm Amaranth tohumlarının çimlenmesi, ekimden sonraki 3 gün içinde gerçekleşmiştir. Işık uygulamaları arasında önemli bir fark çıkmamasına rağmen, sürgünlerin yaş ağırlıklarında artışlar meydana gelmiştir. Bununla birlikte fizyolojik aktiviteler bakımından farklı ışık uygulamalarının etkisinin önemli düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir. Toplam fenol bileşiklerin mavi ve mavi+kırmızı LED ışığında yetiştirilen sürgünlerde önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir. Yine kontrolle kıyaslandığında toplam flavonid içeriğinin mavi+kırmızı LED ışığında önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir (Cho ve ark., 2008).

İki hafta boyunca MS ortamında, 25°C'de ve 16 saatlik fotoperiyot uygulamasında, *Rosa rugosa* tohumlarında sağlam veya yarı kesilmiş tohumların çimlenme yüzdeleri araştırılmıştır. Tohumların yarı kesilerek embriyolarının ışık almaları sağlanan ve besi ortamına ekilen tohumlarda bir hafta içinde %100 çimlenme gerçekleştiği belirlenmiştir. Işık renginin çimlenme üzerine etkisini belirlemek amacıyla yarı kesilmiş tohumlar çeşitli LED ışıkları (kırmızı, mavi, sarı, yeşil ve beyaz) ile aydınlatılmıştır. Kültüre alınmış *R. rugosa* tohumlarının mavi LED ışığı altında bir haftada en yüksek çimlenme oranına (% 90) ulaştığı ve bu fidelerin istikrarlı bir büyüme gösterdiği belirlenmiştir (Lee ve ark., 2011).

Araştırma, *Bidens tripartita* tohumlarının çimlenmesi üzerine için ışık, oksijen ve tohumları gömmenin etkisini belirlemek amacıyla laboratuvar koşullarında yürütülmüştür. Tohum dormansilerinin kırılmasında Kırmızı LED ışığının, kırmızı far LED ışığına veya mavi ışığa göre daha etkili olduğu belirlenmiştir (Benvenuti ve Macchia, 1997).

2.1. ORMAN GÜLLERİ

Liu ve ark. (2013), in vitro koşullarında yaptığı bir çalışmada, farklı renkte ışık veren LED ışık kaynaklarının *Rhododendron* fide gelişimlerine ve yaprak yenilenmesine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada kontrol olarak floresan lamba kullanılmış, Kırmızı, mavi ve bu ikisinin kombinasyonu (Kırmızı+Mavi3:1) LED'ler de diğer ışık kaynakları olarak kullanılmıştır. Fidelerin sürgün sayısı ve sürgün başına düşen yaprak sayısı kırmızı ve mavi ışık kombinasyonunda kontrole göre önemli ölçüde artarken, kırmızı ve mavi ışık uygulamalarında kontrole göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Gövde uzunluğu, yaprak uzunluğu, yaprak genişliği köklenme oranı en fazla kırmızı ışıkta meydana gelmişken, en ince gövde çapı ve fidelerde en zayıf köklenme yine kırmızı ışık uygulamasından elde edilmiştir. Kırmızı mavi ışık kombinasyonuna maruz bırakılan fidelerden kontrol uygulamasına göre daha güçlü bir gelişim ve daha yüksek bir klorofil içeriği elde edilmiştir. Çalışma sonucunda Kırmızı mavi ışık kombinasyonunun *Rhododendron* fidelerinin morfolojisi ve klorofil sentezi üzerine olumlu etkiler yaptığı ve doku kültürü çalışmalarında ışık kaynağı olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.

Rhododendron dauricum L. ve *Rhododendron mucronulatum* Turcz. Türlerinin fotosentetik parametrelerini incelemek için üç farklı ışık rejimi (% 100 ışık,% 50 ışık ve gölgeleme) uygulanmıştır. Işık yoğunluğunun türlerin fotosentezini önemli ölçüde etkilerken, solunumu üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Bitkilerde fotosentez ve solunum olayları üzerine ışık koşullarının etkisinin bağımsız etki gösterdiği ortaya çıkarılmıştır. Bitki büyümesi açısından en iyi büyüme her iki türde de 50% ışık uygulamasından elde edilmiştir. *R. mucronulatum*'un farklı uygulamalar altında fotosentez, solunum ve terleme oranlarının ve *R. dauricum* türüne göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Diğer uygulamalarla kıyaslandığında *R. mucronulatum* türünün %50 ışık uygulanmasında daha yüksek stomal iletkenliğe

ve daha yüksek hücreler arası CO₂ konsantrasyonuna sahip olduğu belirlenmiştir. Her iki türün yetiştiriciliğinde de ışık uygulamasının önemli bir faktör olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda her iki türün de ağaç altlarına dikilerek yetiştirilmesinin uygun olduğu bildirilmektedir (Cao ve ark., 2008).

R. agastum orman gülü türünün yapay ışıklandırma koşulları altında, saksı denemeleri ile farklı gölgelendirme koşullarının tohum çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Tohum çimlenme oranı ve çimlenme indeksi bakımından en yüksek değerlerin %30 gölgeleme uygulamasından sırasıyla %90 ve 2.46 olarak elde edildiği, ışık yoğunluğunun azalması ile çimlenme oranı ve çimlenme indeksinin de azaldığı ve en düşük çimlenme oranı ve indeksinin %80 gölgeleme uygulamasında sırasıyla %40 ve 0.27 olduğu tespit edilmiştir. Zayıf ışığın çimlenme sürecini kesin bir şekilde azalttığı belirlenirken çimlenme gücü indeksini de düşürdüğü ortaya çıkarılmıştır. *R. agastum* türünde farklı gölgeleme uygulamalarının morfolojik esnekliği önemli ölçüde değiştirdiği, kökçük uzunluğu, hipokotil uzunluğu, güç indeksi ve genç yaprak genişliğinin %30 gölgeleme uygulamasında ful ışık uygulamasından sırasıyla %60.71, %29.91, %52.26 ve %33.33 daha yüksek olduğu, en düşük sonuçların alındığı %80 gölgeleme uygulamasında ise ful ışık uygulamasından sırasıyla %59.09, %54.88, % 74.32 ve %66.67 daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Gölgeleme derecesi artmasıyla, fidelerin kök güçlerinin azaldığı, toplam klorofil miktarı ilk önce arttığı ve sonra azaldığı, kök gücünün %30 gölgeleme uygulamasında en yüksek [3.49mg/(g.h)] olduğu, MDA içeriğinin %80 gölgeleme uygulamasında en yüksek (13.42nmol / g FW) klorofil içeriğinin %50 gölgeleme uygulamasında en yüksek (75.32µg/g) olduğu belirlenmiştir. Saksı kültüründe *R. agastum* fideleri için %30 gölgelendirme işleminin uygun olduğu tespit edilmiştir (Zhou ve ark., 2015).

Dört *Rhododendron* türünün tohumlarının çimlendirilmesi üzerine yapılan bu çalışma, BOD inkübatöründe 20°C ± 1°C sıcaklıkta sürekli ışık altında ve laboratuvar koşullarında 25°C ± 2°C sıcaklıktaki gerçekleştirilmiştir. BOD inkübatöründe *Rhododendron anthopogonun* türünün tohumlarında en fazla %76.25 çimlenme kaydedilmiş bunu %61.5 ile *R. campanulatum* ve %59.25 ile *R. barbatum* takip etmiştir. En düşük çimlenme oranı ise %53.5 ile *R. arboreum*'da kaydedilmiştir.

Bunun la birlikte açık laboratuvar koşullarında (25°C±2°C) maksimum çimlenme %56.5 lik bir oran ile *R. anthopogon* türünde kaydedilmişken, bunu %47.5 lik oran ile *R. barbatum* izlemiştir. Minimum çimlenme ise %41.0 lik oran ile *R. campanulatum* türünden elde edilmiştir (Sajad ve ark., 2012).

Dört ormangülü türünün (*Rhododendron decorum*, *R. irroratum*, *R. agastum*, *R. delavayi*) tohumlarının bazı morfolojik özelliklerini belirlemek ve tohumlardaki çimlenme oranları üzerine farklı ışıklandırma koşulları ve farklı çimlendirme ortamlarının etkisini tespit etmek amacıyla bir araştırma yapılmıştır. *Hymenanthes* (Blume) K. Koch alt cinsi içerisinde yer alan dört türün tohumlarında yapılan morfolojik incelemeler sonucunda, tohum şekillerinin oval veya uzun oval, tohumların her iki kenarının da zar şeklinde kanatlarının olduğu ve tohum yüzeylerinde ise dikey şeritlerin olduğu tespit edilmiştir. Tohumların 1000 tane ağırlıkları karşılaştırıldığında *Rhododendron decorum* > *R. irroratum* > *R. agastum* > *R. delavayi* şeklinde olduğu belirlenmiştir. Bütün türlerin tohumlarındaki ful ışık ve yarı ışık uygulamalarındaki çimlenme oranlarının koyu gölgeleme uygulamasına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun sonucunda çalışılan bütün türlerin tohumlarının çimlenebilmesi için ışığa ihtiyaç duyduğu ortaya çıkarılmıştır. Bütün türlerin tohumlarındaki çimlenme oranının torf + dağ toprağı karışımına veya dağ toprağına göre karşılaştırıldığında torf ortamında en yüksek orana sahip olduğu belirlenmiştir (Zhang ve ark., 2012).

Shairi ve ark., (2014), *Rhododendron arboreum* türünün çoğalma ve büyüme davranışlarını anlamaya yönelik olarak, doğal koşullarda ve kontrollü koşullarda bir araştırma yapmıştır. Doğal koşullarda yapılan çalışmalarda orman içi açık alan, orman altı ve orman çevresi koşulları kullanılırken kontrollü koşullarda ise gölgeleme filesi altında farklı eğimli araziler (yüksek, orta ve düşük) kullanılmıştır. Ormanı oluşturan ağaçların *Myrica* ssp. ve *Castanopsis* ssp. türlerinin olduğu bildirilmiştir. Laboratuvar çalışmalarında oda sıcaklığı koşullarında çimlenme oranının %54 olduğu tespit edilmiştir. Tohumlardaki canlılık oranının iki yıllık muhafaza sonunda %15 olduğu belirlenmiştir. Fidelerin yaşama başarısının her iki ormanda da orman içi açık alanlarda yüksek olduğu (%72-76), yaşama başarılarının orman çevresinde %31-40 arasında, ağaç altlarında ise %11-33 arasında olduğu tespit

edilmiştir. Fide ölümlerinin yağmurlu periyot süresince yüksek olduğu ortaya çıkarılmıştır. Fidelerin hayatta kalma ve büyüme başarılarının yüksek ışık koşullarında daha iyi olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, sıcaklığın yanında, toprak nemi ve besin maddelerinin ve ışığın her iki ormandaki farklı ortamlarda da, fide canlılığı ve büyümesi için anahtar faktör olduğunu tespit edilmiştir.

Chita ve Primorsky (Rusya) bölgelerinin doğal popülasyonlarından toplanan *Rhododendron dauricum*, *R. mucronulatum* ve *R. sichotense* (Ericaceae) tohumlarının çimlenmesi çalışılmıştır. Çalışma sonucunda bütün tohumların ışığa duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Çimlenmede sıcaklığının optimum 20 - 23°C arasında olduğu belirlenmiştir. Türlerle bağlı olmakla birlikte çimlenme oranlarının %73 ile %90 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Vologdina, 2006).

Rhododendron vaseyi A. Gray (pinkshell açelya) tohumlarının 25°C' de veya 30/20°C sıcaklıklarda 8/16 saat süreyle termoperiyot uygulamasında ve her sıcaklık derecesinde günlük olarak uygulanan 0 (tamamen karanlık), 1/2, 1, 2, 4, 8, 12, ve 24 saat fotoperiyot uygulamasında çimlendiği bildirilmiştir. Çimlenme değerleri 30 gün boyunca her 3 günde bir alınmıştır. Tohum alınan popülasyon veya uygulanan sıcaklık ne olursa olsun çimlenme için ışığın mutlaka gerekli olduğu tespit bildirilmiştir. Fotoperiyotun artışıyla çimlenmenin de arttığı belirlenmiştir. En yüksek çimlenme oranı (30 günlük toplamda) 24 saat fotoperiyot ile birlikte 30/20 °C sıcaklık uygulamasından elde edilmişken 1. ve 2. popülasyon için çimlenme yüzdelerinin sırasıyla %45 ve %50 olduğu belirlenmiştir. Çimlenme için sıcaklık ve fotoperiyot gereksinimlerinin genel olarak iki popülasyon arasında da farklı olmadığı ortaya çıkarılmıştır (LeBude ve ark., 2008).

Zhejiang Eyaleti, Linhai, Taizhou Koleji'nde yapılan bir araştırmada *Rhododendron fortunei*'nin tohumlarının çimlenmesi, fide gelişimi ve şaşırtma üzerine farklı yetiştirme ortamların ve farklı ışıkların etkisi araştırılmıştır. Sonuçlar, en iyi ortamın yaprak çürüntüsü + talaş ve yaprak çürüntüsü + yosun karışımlarının olduğunu gösterirken bu ortamlarda en yüksek tohum çimlenme oranının sırasıyla %38,6 ve %38,2 olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar tohum çimlenmesinde ortamın önemli bir faktör olduğunu ve yaprak çürüntüsü + talaş karışımının yaprak çürüntüsü + yosun karışımına göre daha iyi bir çimlendirme ortamı olduğunu

göstermiştir. Tohum çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine ayrıca ışığın da çok önemli bir faktör olduğu bildirilmektedir. Nisan'dan Mayıs'a nakledilen fidanların hayatta kalma oranları %90'ın üzerinde olarak tespit edilmiştir. Ancak kuru ve sıcak iklim şartlarında, güçlü aydınlatma, yapraklarda solmalara ve klorofilin azalmasına neden olmuş; hatta bitkilerin soldukları gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, aydınlatma ve nem oranının fidan gelişimi için önemli çevresel koşullar olduğu saptanmıştır (Jin ve ark., 2007).



3. MATERYAL VE METOD

3.1. MATERYAL

3.1.1. Bitki Materyali

Araştırmada bitki materyali olarak 1120500 No'lu "Türkiye Orman Güllerinde (*Rhododendron* ssp.) genotipleri belirleme, morfolojik ve moleküler tanımlama, çoğaltma ve ex- situ muhafaza çalışmaları" isimli TÜBİTAK projesi kapsamında Artvin'in Şavşat ilçesinde doğal yayılış alanlarından toplanan *Rhododendron luteum* Sweet tohumları kullanılmıştır. Tohumlar, arazi çalışmaları sırasında Çizelge 3.1.1.1.' de belirtilen koordinatlardan toplanmıştır.

Çizelge 3.1.1.1. Orman gülü tohumlarının alındıkları yere ait veri

Tür	Rakım	Koordinatlar	Alındığı yer
<i>R. luteum</i> Sweet	1671 m	41° 10'424'' K 42° 18'943'' D	Şavşat

3.1.2. Çimlendirme ve Çıkış Ortamı

Çalışmada Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe bitkileri bölümüne ait laboratuvarında bulunan 75 x 65 x 60 cm ölçülerindeki dört adet iklim kabini ve asidik torf tohum çimlendirme ve çıkış ortamı olarak kullanılmıştır.

3.1.3. Denemede Kullanılan Cihazlar ve Kullanım Amaçları

Denemede kullanılan cihazlar ve kullanım amaçları çizelge 3.1.3.1' verilmiştir.

Çizelge 3.1.3.1. Araştırmada kullanılan cihazlar ve kullanım amaçları

Cihaz adı	Kullanım amacı
Büyütme Kabinleri (04 adet)	Farklı ışık uygulamalarının yapılarak tohumların çimlendirilmesi ve fidelerin büyütülmesi amacı için kullanılmıştır
İklim veri kaydedici (Air Guardian MİC MERTER)	Kabinlerin içerisinde ısı, nem ve CO ₂ değerlerini ölçmek ve kaydetmek için kullanılmıştır
Digital Illimuanace Meter	Kabin içi ışık yoğunluğunu ölçmek amacı için kullanılmıştır

3.2. METOD

3.2.1. Tohumların Toplanması ve Ekime Hazır Hale Getirilmesi

Araştırmada kullanılacak olan *R. luteum* Sweet orman gülü türüne ait tohumlar 1120500 No'lu "Türkiye Orman Güllerinde (*Rhododendron* ssp.) genotipleri belirleme, morfolojik ve moleküler tanımlama, çoğaltma ve ex- situ muhafaza çalışmaları" isimli Tübitak projesi kapsamında yapılan arazi çalışmaları sırasında Artvin ili Şavşat ilçesi florasında yayılış gösteren bitkilerden toplanarak elde edilmiştir.

Orman gülü tohumlarını taşıyan kapsüller meyve yapısı olarak septisit kapsül grubunda yer alır (Yıldız ve Aktoklu, 2010; Bozcuk, 2013). Bu tohum kapsülleri olgunlaşarak kahverengine dönmekte ve açılarak tohumlar etrafa yayılmaktadır. Tohum toplama işlemleri içerisinde tohum ihtiva eden kapalı kahverengi kapsüllerin (Şekil 3.2.1.1) bitkilerden budama makası yardımı ile kesilmesi şeklinde yapılmıştır. Alınan kapsüller kuru kese kağıtlarına konulmuş ve deneme alanına bu şekilde taşınmıştır (Altun, 2011).



Şekil 3.2.1.1. Olgunlaşmış orman gülü tohum kapsülleri

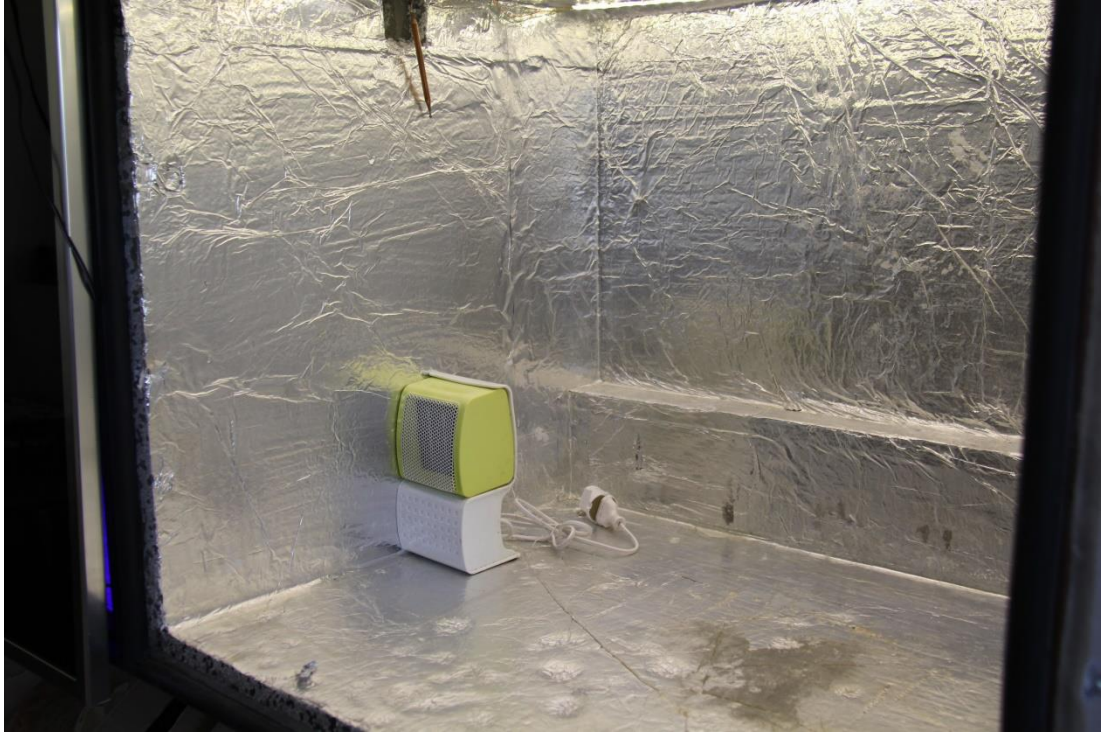
Ahi Evran üniversitesi Bahçe Bitkileri Laboratuvarında bulunan deneme alanına getirilen tohum kapsülleri oda şartlarında geniş saksı altlıklarına konulmuş ve kapsüller tamamen açılana kadar zaman zaman el ile karıştırma işlemi yapılmıştır. Düzenli yapılan kontrollerle tohum kapsüllerinin tamamen açıldığı tespit edildiğinde, kapsüller el ile kap içerisine ters çevrilerek hafifçe sallanmış ve tohumların kapsüllerden ayrılarak kap içerisine dökülmeleri sağlanmıştır. Dökülen tohumların içerisinde bulunan yabancı maddelerin temizlenebilmesi için, tohumlar 0.850 mm'lik gözeneklere sahip elek ile elenmiş ve ekime hazır temiz tohumlar elde edilmiştir.

3.2.2. Kabinlerin Hazırlanması

Araştırmada bitki çimlendirme ve büyütme amacı için 75 x 65 x 60 cm ölçülerindeki dört adet iklim kabini kullanılmıştır (Şekil 3.2.2.1). Kabinlerin içerisine soğutma için fan kullanılmıştır. Her kabindeki fan bakır elektrotlu termostata bağlanarak ve kabin içi ısı 25°C üzerine çıktığında fanın çalışması; düştüğünde ise kapanması otomatik olarak sağlanmıştır. Farklı renklerde ışık elde edebilmek için -5 ile +35 °C ler arasında çalışan IP65 – 4.8W/M, silikonlu, üç çipli 60 LED/m özelliklerine sahip şerit LED (AL-SMD-2835 A6, LEDON Advanced Technology, China) kullanılmıştır. Birinci kabin için gün ışığı (Şekil 3.2.2.2) , ikinci kabin için Mavi (Şekil 3.2.2.3), üçüncü kabin için Kırmızı (Şekil 3.2.2.4), dördüncü kabin için ise bir sıra mavi bir sıra kırmızı rengi (Şekil 3.2.2.5) veren LED şeritlerinden, 60 cm uzunluğunda 4 adet şerit kesilmiş ve kabinin tavanına 15'er cm aralıklarla yapıştırılmıştır. Her kabindeki şeritlerin uçları kablolarla birbirine seri bağlanarak lehimlenmiştir. Yapışkanlıklarını kaybedip düşmemeleri için saydam silikon kullanılarak tavana sabitlenmiştir. Şeritlerin bir ucu adaptörlere bağlanmıştır. Adaptörler ise zaman ayarı yapılabilen bir prize takılmış ve 16/8 saat ışık/karanlık uygulaması yapılmıştır.



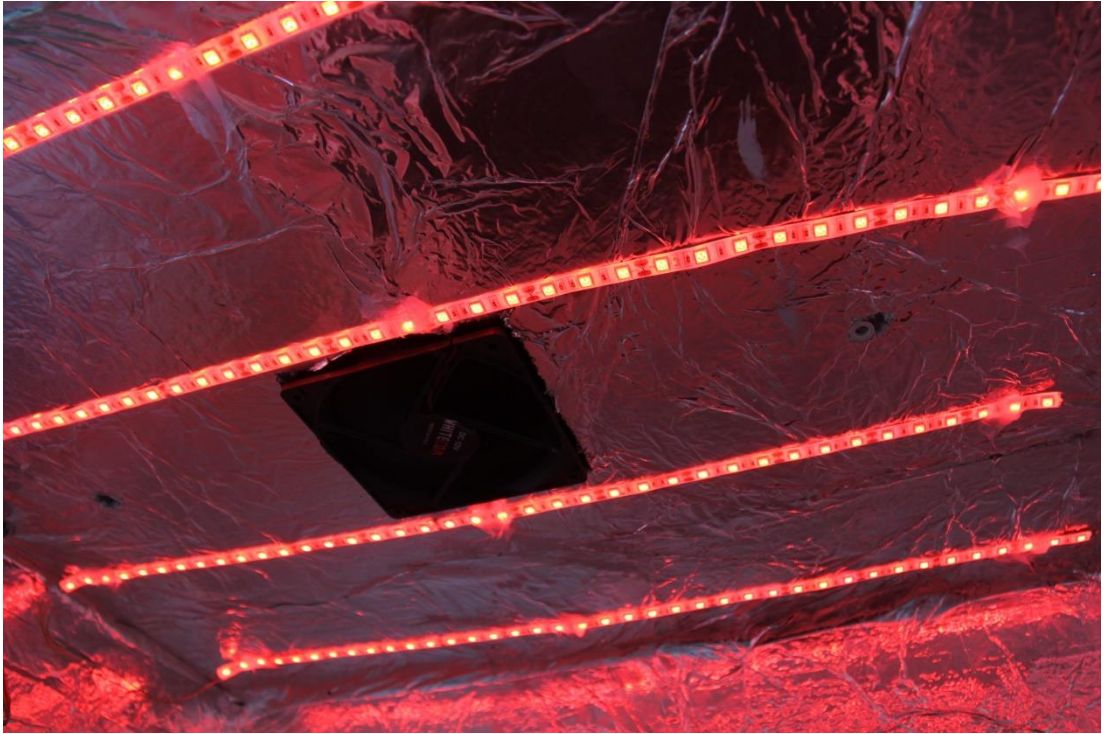
Şekil 3.2.2.1 Yetiştirme Kabinleri



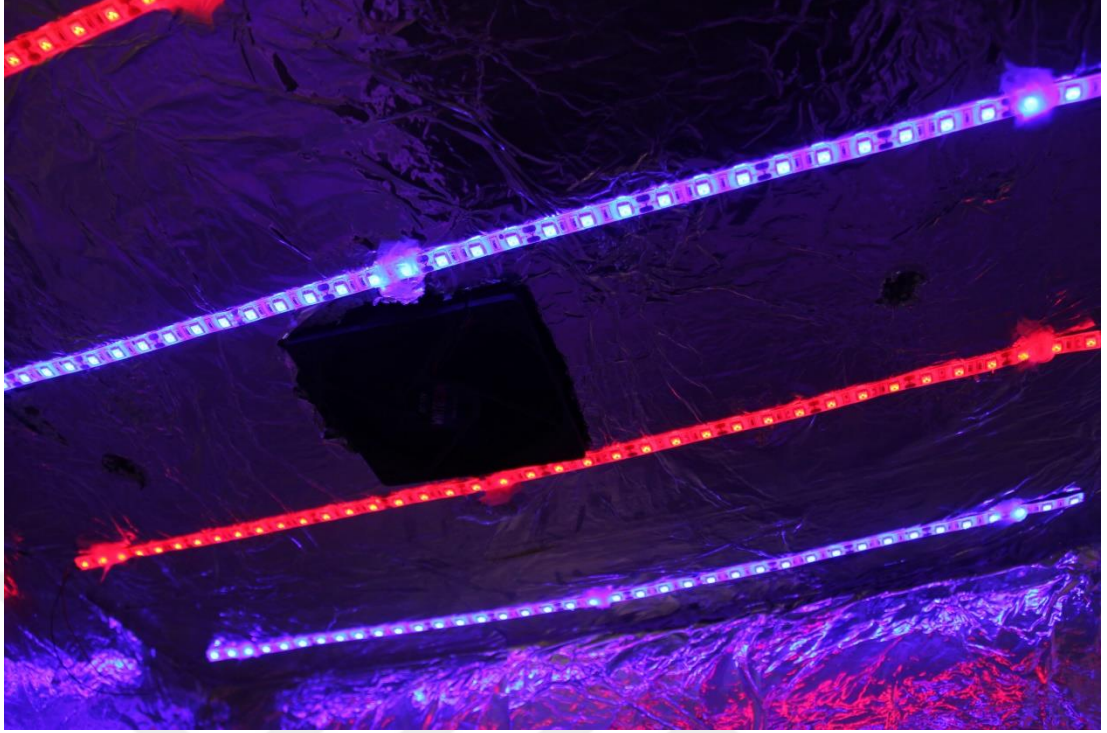
Şekil 3.2.2.2 Gün Işığı LED'li Kabin



Şekil 3.2.2.3 Mavi LED Işıklı Kabin



Şekil 3.2.2.4 Kırmızı LED Işıklı Kabin



Şekil 3.2.2.5 Kırmızı + Mavi LED Işıklı Kabin(%50+%50)

3.2.3. Tohum Ekimi

Ekime hazır hale getirilen tohumlar, pH değeri 3.5-4.5 arasında olan steril asidik torf ile doldurulmuş 30x50cm'lik köpük kasalara 14 Temmuz 2017 tarihinde ekilmiştir. Küçük kağıtlar içerisine sayılarak konulan tohumlar sıraya yüzeysel olarak kağıtlardan dökme şeklinde el ile yapılmıştır. Deneme her kabinde dört tekerrürlü olarak ve her tekerrürde 75 adet tohum olacak şekilde Tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre kurulmuştur. Can suyu ve sulamalar ekilen tohumların üzerine el pülverizatörü ile püskürtme şeklinde yapılmıştır.

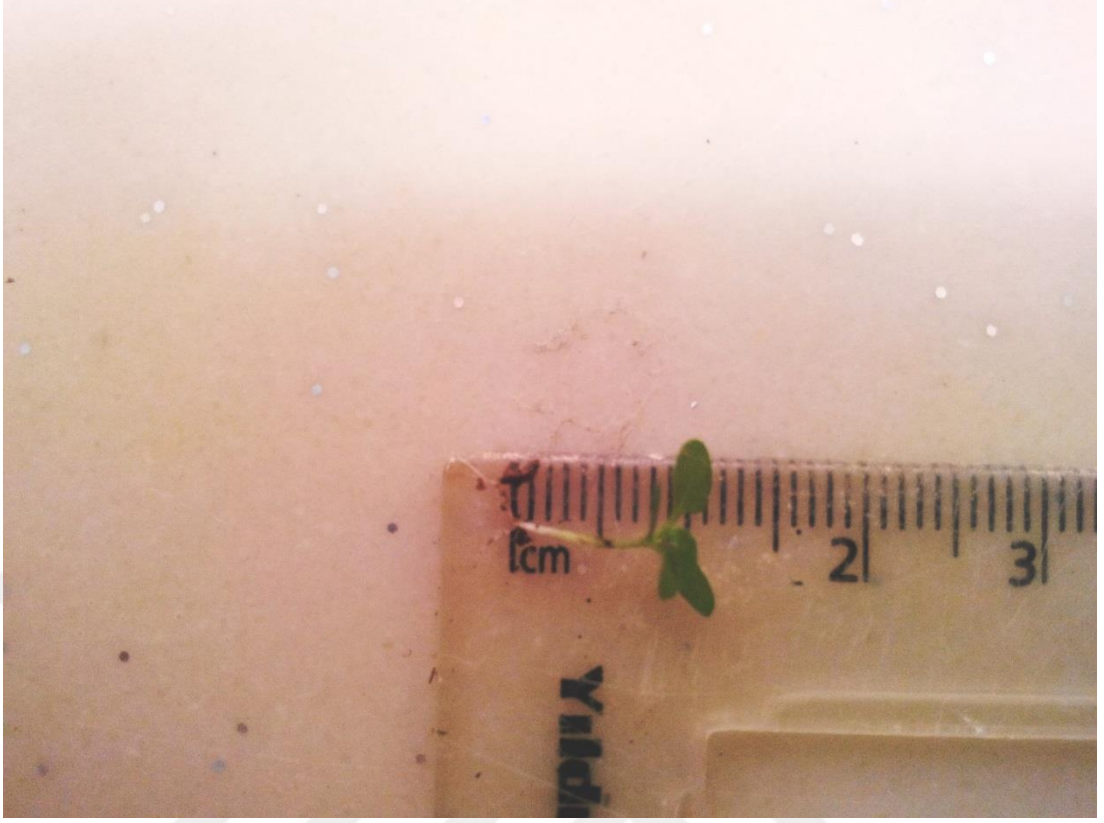
3.2.4. Veri Toplama

Çimlendirme ve çıkış testlerine tabi tutulan tohumlar, tohum ekiminden itibaren düzenli olarak her 7 günde bir çimlenen ve çıkış yapan tohum sayısı büyüteç yardımıyla sayılmıştır. Sayma işlemlerine sayılan çimlenmiş tohum ve fide sayısı sabitleninceye kadar devam edilmiştir. Elde edilen çimlenme ve çıkış değerleri her sayımda hazırlanan tablolara kaydedilmiştir. Fide çap ölçümleri yapraklarla kök boğazı arasında kalan gövdenin orta noktasından dijital kumpas yardımıyla

ölçülmüştür (Şekil 3.2.4.1). Fide boy ölçümleri kök boğazı ile en üstteki yaprağın üst noktası arasında kalan bölge cetvel yardımı ile ölçülerek belirlenmiştir (Şekil 3.2.4.2).



Şekil 3.2.4.1 Fide Çap Ölçümü



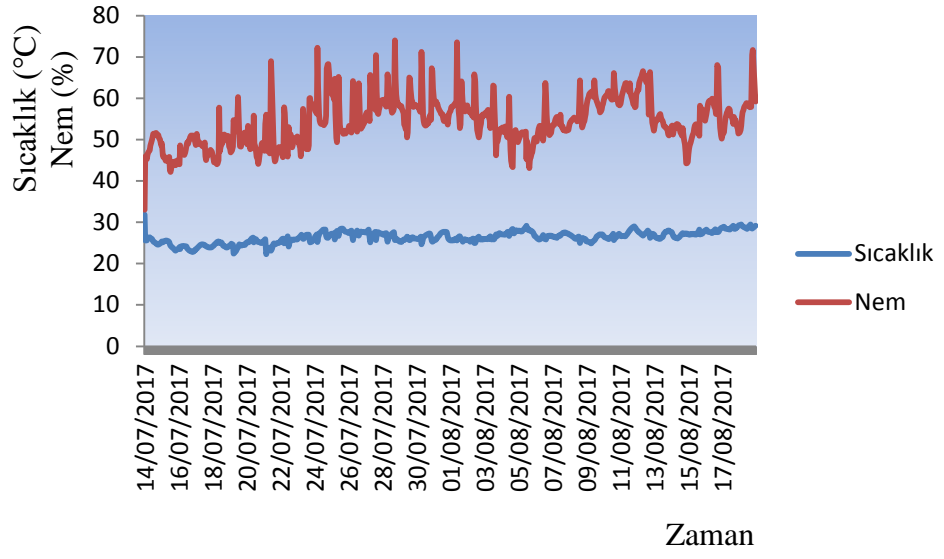
Şekil 3.2.4.2 Fide Boy Ölçümü

3.2.5. İstatistiki Analiz

Araştırmadan elde edilen veriler yüzde değerler olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler cetvel yardımı ile “arcsin $\sqrt{\text{ }}$ ” transformasyonu uygulandıktan sonra, ANOVA, SPSS istatistik yazılımı (SPSS'in Windows sürümü, yayın 16.00) kullanılarak tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş ve farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile aynı yazılımda ortaya konulmuştur.

3.2.6. Büyüme Kabini İklim Değerleri

Deneme süresince büyüme kabini içerisine yerleştirilen data logger (MIC METTER, Air Quality Guardian) vasıtasıyla her saat başında kabin içerisindeki sıcaklık ve nem değerleri alınmış ve kaydedilmiştir. Elde edilen sıcaklık ve nem değerleri Şekil 3.2.6.1’de verilmiştir.



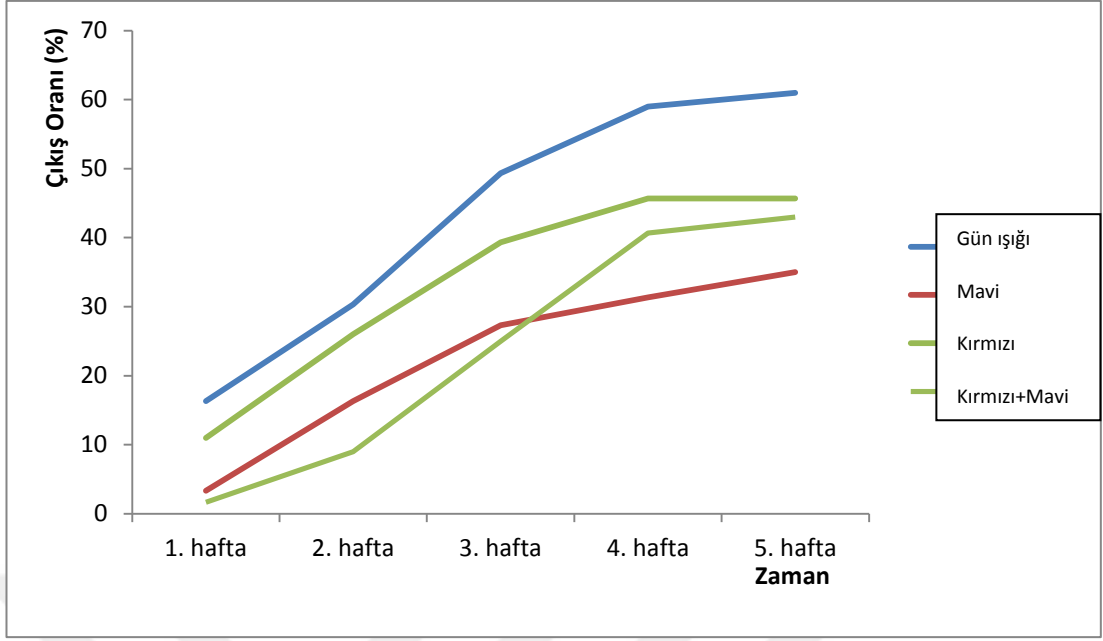
Şekil 3.2.6.1. Büyüme kabinlerinden elde edilen sıcaklık (°C) ve nem değerleri (%)

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1.BULGULAR

4.1.1. TOHUM ÇIKIŞ ORANI

Tohum ekiminden (14 Temmuz 2017) sonra her 7'şer gün aralıklara sayımlar yapılarak, çıkış yapan fide sayıları tespit edilmiştir. Fide sayılarının sabitlendiği 5. haftanın sonunda (18 Ağustos 2017) ise sayım işlemlerine son verilmiştir. Ekilen tohumlarda, ekimden bir hafta sonra çıkışların başladığı gözlemlenmiştir. Tohumlardan ilk sayımda, Gün ışığı LED uygulamasında %16.33, mavi LED ışıkta %3.33, Kırmızı LED ışıkta %11.00 ve Kırmızı + Mavi LED ışıkta ise %1.66 oranında çıkış meydana geldiği belirlenmiştir. Tohum çıkış oranları haftalar bazında incelendiğinde, beş haftanın sonunda en fazla çıkış oranına sahip (%61) gün ışığı LED uygulamasından, haftalar ilerledikçe tohumlardaki çıkışlarda azalan oranlarda artışların meydana geldiği tespit edilmiştir. Diğer ışık uygulamalarında ise sayımın yapıldığı ikinci haftada, ilk haftaya göre tohum çıkışlarının oldukça yüksek oranda meydana geldiği ancak takip eden haftalarda çıkışlardaki artışların azalan oranlarda olduğu ve 5. haftanın sonunda çıkışların sabitlendiği tespit edilmiştir. Beşinci haftanın sonunda en fazla çıkış oranı %61 ile Gün ışığı uygulanan kabin içerisinde meydana gelmişken, en düşük çıkış oranının %35 ile Mavi ışık uygulanan kabin içerisinde meydana geldiği tespit edilmiştir. Kırmızı LED ışığında %45.66 olan çıkış oranı; Kırmızı + Mavi LED ışığı uygulanan kabinde %43 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.1.1.1. Farklı Renkte Işık Uygulanan Tohumların Çıkış Oranları (%)

4.1.2. FİDELERİN MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, farklı ışık renklerinin bitki boyları üzerine etkisinin istatistiki anlamda çok önemli ($p < 0.01$) düzeyde olduğu belirlenmiştir. En uzun boylu bitkiler (10.342 cm) Kırmızı+Mavi ışığın uygulandığı kombinasyondan elde edilmiştir. Kırmızı ışığın tek başına uygulandığı kabinde ise 10.262 cm bitki boyu elde edilmiş ve istatistiki olarak en iyi sonuçla (Kırmızı+Mavi) aynı grup içerisinde yer almıştır. En düşük bitki boyları ise Mavi ışık ve Gün ışığı uygulamalarından elde edilmiştir. Sırasıyla (Mavi ışık ve Gün ışığı) 7.506 cm ve 7.139 cm olarak elde edilen bu değerler istatistiki olarak aynı grup içerisinde yer almıştır (Çizelge 4.1.2.1).

Fide çaplarının ölçülmesi sonucu elde edilen değerlere yapılan istatistiki analizler sonucunda, farklı ışık renklerinin fide çapları üzerine etkisinin istatistiki anlamda çok önemli ($p < 0.01$) düzeyde olduğu belirlenmiştir. En kalın fide çapının 0.147 mm ile gün ışığı uygulanan kabinden elde edildiği tespit edilmiştir. En ince fide çapları ise Kırmızı+Mavi LED ışığına maruz bırakılan bitkilerden elde edilmiş (0.077mm) ve Kırmızı LED ışığı uygulamasından elde edilen değerle (0.085 mm) istatistiki anlamda aynı grup içerisinde yer almıştır (Çizelge 4.1.2.1).

Fidelerdeki yaprak sayısını ışık renklerinin önemli düzeyde ($p<0.01$) etkilediği ve en fazla yaprağın (3.547 adet/fide) Gün ışığı uygulamasında olduğu yapılan analizler sonucunda ortaya çıkarılmıştır. En az yaprak ise (1.302 adet/fide) Kırmızı LED ışığı uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.1.2.1).

Çizelge 4.1.2.1. Bitki istatistikleri

	Gün Işığı	Mavi	Kırmızı	Kırmızı +		SEM	P
				Mavi			
Boy (cm)	7.139 b	7.506 b	10.262 a	10.342 a	0.400076	0.000	
Çap (mm)	0.147 a	0.104 b	0.085 c	0.077 c	0.007139	0.000	
Y. Sayısı (adet)	3.547 a	2.000 b	1.302 d	1.550 c	0.226793	0.000	

4.2. TARTIŞMA

4.2.1. TOPLAM ÇIKIŞ ORANI

Türkiye doğal florasının bir elemanı olan *Rhododendron luteum* Sweet, türüne ait tohumlar farklı renkli LED lerle ışıklandırılan (Gün ışığı, Kırmızı, Mavi ve Mavi + Kırmızı (%50+%50)) kabinler içerisine 14 Temmuz 2017 tarihinde, asidik torf üzerine yüzeysel olarak ekilmiştir. Tohumlara ait çıkış değerleri tohum ekiminden sonra 7'şer gün aralıklarla sayılmış ve fide sayısı sabitleninceye kadar sayma işlemine devam edilmiştir. Kabin içerisine konulan veri kaydedici ile kabin içi sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) ve nem değerleri (%) kaydedilmiştir.

Çalışmanın beşinci haftasında kabinlerde çıkış yapan fide sayılarının sabitlendiği belirlenmiştir. Elde edilen veriler yüzde olarak hesaplanmış ve en fazla çıkış oranının %61 ile Gün ışığı LED uygulanan kabin içerisinde meydana geldiği tespit edilmiştir. Kırmızı LED ışığı uygulanan kabinde %45.66 olan çıkış oranının, Kırmızı + Mavi LED ışığı uygulanan kabinde ise %43 olduğu belirlenmiştir. En düşük çıkış oranı ise Mavi LED ışığı uygulanan kabin içerisinde (%35) meydana geldiği tespit edilmiştir. Sakharova (1993) *R. luteum* tohumlarından %71 çimlenme elde edildiğini bildirmiştir. Altun ve Çelik (2016) kış aylarında ve ısıtmasız sera

koşullarında, orman gülü tohumları ile yaptıkları çimlendirme çalışmalarında ilk çıkışların tohum ekiminden 21 gün sonra *R. luteum* türünde meydana geldiğini, çalışma sonucunda aynı türde en yüksek çıkış oranının %76 olduğunu bildirmişlerdir. Yine Altun ve ark. (2016) *R. luteum* orman gülü tohumları ile yaptıkları çalışmada en yüksek çıkış oranının %67.5 ile 24/0 ışık/karanlık uygulamasından elde ettiklerini bildirmişlerdir. Caprar ve ark. (2013) dört farklı lokasyondan topladıkları *R. luteum* tohumlarını 21-24°C sıcaklıklarda, sera şartlarında ve dört farklı çimlendirme ortamında (50% torf +30% perlit + 20% yaprak çürüntüsü, 40% torf + 30% yaprak çürüntüsü + 30% kum, 60% torf + 30% yaprak çürüntüsü + 10 % kum ve 50% torf + 30% yaprak çürüntüsü + 20 % perlit) çimlendirmişler ve %38-%48 arasında çimlenme elde etmişlerdir. Elde ettiğimiz bulgular araştırmacıların bulgularıyla kıyaslandığında, çıkış oranı olarak bazı araştırma sonuçları ile paralellik gösterirken bazı araştırma sonuçlarına göre daha düşük düzeyde bir sonuç elde edildiği görülmektedir. Sakharova (1993) aralarında *R. luteum*' unda bulunduğu altı orman gülü türü tohumları ile yaptığı çalışmada, çimlenme başarısının, yıl (hava durumu), hasat zamanı, çimlenme sıcaklığı ve çimlenme ortamının pH'sına bağlı olduğunu bildirmektedir. Çıkış oranındaki düşüklüklerin Sakharova (1993)'un bildirdiği diğer parametrelerin yanında kabin içi sıcaklık değerinden kaynaklanıyor olabileceği varsayılmaktadır. Nitekim çalışmamızda, araştırma süresince kabin içi ortalama sıcaklık değerinin 26.38 °C olduğu, kabin içi ortalama nem değerinin ise % 54.25 olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.2.6.1). *Rhododendron protistum* var. *giganteum* türü orman gülü tohumları ile yaptıkları çalışmada; Shen ve ark. (2015) yaptıkları 45 günlük çimlendirme çalışmasında, tohum çimlenmesi için optimum sıcaklığın 15°C ve 20°C olduğunu, en yüksek çimlenme oranının %77 ile 25 derece elde edildiğini ve yüksek sıcaklıkların çimlenmeyi negatif yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Zhao (2014) *R. purdomii* tohumları ile yaptığı çalışmada diğer sıcaklık uygulamalarına göre 20°C'de çimlendirilen tohumların çimlenme oranlarının önemli düzeyde yüksek olduğunu, 30°C sıcaklık uygulamasında ise en düşük seviyede çimlenme meydana geldiği bildirilmiştir. Dolayısıyla mevcut çalışmada kabin içi sıcaklığının tohumların çıkış gücünü olumsuz etkilemiş olabileceği söylenebilir. Ancak yine de farklı LED ışık renklerinin uygulandığı çalışmada Gün ışığı LED uygulanan kabindeki çıkış oranlarının yukarıda belirtilen bir çok çalışma ile paralellik göstermesi, diğer ışık

renklerinin uygulandığı kabinlerdeki çıkış oranlarının ise daha düşük düzeyde kalması, *R. luteum* tohumlarının çıkış güçleri üzerine ışık renklerinin mutlak düzeyde etkisinin olduğunun bir göstergesi olarak değerlendirilebilir.

4.2.2. FİDELERİN MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Araştırmamız sonucunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde, farklı ışık renklerinin bitki boyları üzerine etkisinin istatistiki anlamda çok önemli ($p < 0.01$) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Araştırmamızda en uzun boylu bitkiler (10.342 cm) Kırmızı+Mavi (%50+%50) ışığın uygulandığı kombinasyondan elde edilmiştir. Kırmızı ışığın tek başına uygulandığı kabinde ise 10.262 cm bitki boyu elde edilmiş ve istatistiki olarak en iyi sonuçla (Kırmızı+Mavi) aynı grup içerisinde yer almıştır. En düşük bitki boyları ise Mavi ışık ve Gün ışığı uygulamalarından elde edilmiştir. Akbarian ve ark. (2016), bitkilerin uygulanan ışık kaynağına göre farklı tepkiler verdiği ve büyüme karakteristiklerinin türler bazında değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Simlat ve ark. (2016), *Stevia* bitkilerinde kırmızı LED ışığının gövdelerin ve köklerin uzunluğunu önemli ölçüde arttırdığı bildirmişlerdir. Enache ve Livadariu, (2016) *Artemisia dracuncululus* L. tohumları ile yaptıkları araştırmalarında Kırmızı LED uygulamasında, diğer uygulamalara oranla daha yüksek derecede çimlenme ve daha uzun hipokotil yüksekliği tespit etmişlerdir. Liu ve ark. (2013), in vitro koşullarında farklı renkte ışık veren LED ışık kaynaklarının *Rhododendron* fide gelişimlerine ve yaprak yenilenmesine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, gövde uzunluğu, yaprak uzunluğu, yaprak genişliği köklenme oranı en fazla kırmızı ışıkta meydana geldiğini bildirmişlerdir. Her ne kadar çalışığımız tür diğer araştırmacıların çalıştığı türler hatta cinsler düzeyinde farklı olsa da, fide boylarına dair bulgularımız araştırmacıların bulguları ile paralellik göstermektedir.

Tohumların çimlenmesi sonucu elde edilen fidelerin çap ölçümlerine ait bulgular değerlendirildiğinde, farklı ışık renklerinin fide çapları üzerine etkisinin istatistiki anlamda önemli ($p < 0.01$) düzeyde olduğu belirlenmiştir. En kalın fide çapının 0.147 mm ile gün ışığı uygulanan kabinden elde edildiği tespit edilmiştir. En ince fide çapları ise Kırmızı+Mavi LED ışığına maruz bırakılan bitkilerden elde edilmiş (0.077 mm) ve Kırmızı LED ışığı uygulamasından elde edilen değerle (0.085 mm) istatistiki anlamda aynı grup içerisinde yer almıştır (Çizelge 4.1.2.1). Akbarian

ve ark. (2016), Kırmızı ışığın İmpatienste gövde çapını arttırırken, Petunyanın gövde çapının ise mavi ışık koşullarında arttığını bildirmişlerdir. Li ve ark. (2017) Arabidopsis bitkisinin büyümesi ve gelişme süresi üzerine, iki farklı LED ışık kaynağının etkilerinin incelemişler ve kontrol olarak beyaz floresan lamba kullanılmışlardır. LED-2 olarak bildirdikleri kombinasyonda, kırmızı (465nm), mavi (665nm) ve kırmızı Far LED (733nm) kullanmışlar ve sonuçta bu kombinasyonun kontrole göre çiçeklenme süresi, bitki boyu, sap çapı, dal sayısı, kapsül sayısı, toprak üstü aksamaların taze ve kuru ağırlık miktarları ve tohum verimi bakımından daha iyi sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir. Bulgularımız araştırmacıların bulguları ile farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıkların çalışılan türlerin farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim Akbarian ve ark. (2016) aynı çalışmada impatiens ve petunyanın gövde çaplarının farklı renkli ışık koşullarına göre değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Liu ve ark. (2013), *Rhododendron* fideleri ile yaptıkları araştırmada, gövde uzunluğu, yaprak uzunluğu, yaprak genişliği ve köklenme oranının en fazla kırmızı ışıkta meydana geldiğini, en ince gövde çapı ve fidelerde en zayıf köklenmenin de yine kırmızı ışık uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir. Gerek gövde uzunluğu gerekse çap inceliği bakımından elde ettiğimiz bulgular Liu ve ark. (2013)'ün bulguları ile paralellik arz etmektedir.

Çalışmamız sonucunda, fidelerdeki yaprak sayısı miktarına, ışık renklerinin önemli düzeyde ($p<0.01$) etkisinin olduğu ve en fazla yaprağın (3.547 adet/fide) Gün ışığı uygulamasında meydana geldiği belirlenmiştir. En az yaprak ise (1.302 adet/fide) Kırmızı LED ışığı uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.1.2.1). Yaprakların bitkilerin büyüme ve gelişmeleri için ne derece önemli olduğu düşünüldüğünde yaprak sayısının önemi açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Nitekim yaprak sayısındaki artış bitkilerin daha fazla fotosentez alanına sahip olması dolayısıyla da yapraklarda üretilen daha fazla besin maddesi anlamına gelmektedir. Akbarian ve ark, (2016) Mavi ışığın Impatiens ve zinnia türlerinde yaprak sayısını önemli düzeyde artırdığı bildirmişlerdir. Li ve ark. (2017) ışık kaynağı olarak, kırmızı (465nm), mavi (665nm) ve kırmızı Far LED (733nm) ışık kombinasyonunu kullandıkları çalışmalarında toprak üstü aksamaların taze ve kuru ağırlık miktarlarının kontrole göre (beyaz floresan lamba) daha iyi sonuçlar verdiği tespit etmişlerdir. Wongnok ve ark. (2008), *Phalaenopsis hybrid* (cv. Cassandra Rose) tohumlarının

çimlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada, in vitro koşullarda kültüre alma tarihinden 4 ay sonra yaptıkları değerlendirme sonucunda LED ışıklarına maruz kalan bitkilerin, flüoresan ışığa maruz kalan bitkilerden daha fazla ortalama taze ağırlık, boy ve yaprak uzunluğu sergilediği tespit edilmiştir. Liu ve ark. (2013), in vitro koşullarında yaptığı bir çalışmada, farklı renkte ışık veren LED ışık kaynaklarının Rhododendron fide gelişimine ve yaprak yenilenmesine etkileri araştırmışlar ve fidelerin sürgün sayısı ve sürgün başına düşen yaprak sayısı miktarının kırmızı + mavi ışık (3:1) kombinasyonunda kontrole (florasan lamba) göre önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmada incelenen bu parametrelerin kırmızı veya mavi ışığın tek başına kullanımıyla kontrole göre daha düşük sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Bulgularımız araştırmacıların bulguları ile farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıkların çalışmalar türlerin ışık renklerine karşı göstermiş olduğu farklı reaksiyonlardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bitkilerin hayat döngülerinin her aşamasında mutlaka ışığa ihtiyaç vardır. Işık bitkilerin büyüme ve gelişmelerinde aydınlanma süresi, ışığın şiddeti ve ışığın dalga boyu olmak üzere üç önemli ekolojik özelliği ile etki etmektedir. Her geçen gün gelişen teknoloji ile birlikte güneş ışığına takviye olarak veya kapalı ortamlarda ışık kaynağı olarak yapay ışıklar kullanılmaktadır. Bu amaçla kullanılan en son teknoloji ürünü yapay ışık kaynağı ise Işık Yayan Diyotlar (LED)'dir. Bu araştırma farklı renklere sahip (Gün ışığı LED, Mavi LED, Kırmızı LED ve Mavi LED+Kırmızı LED (%50+%50)) LED ışıklarının *R. luteum* tohumlarının çıkış oranları ve fide gelişimleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırma yukarıda özellikleri verilen şerit LED'lerin monte edildiği 4 adet kabin içerisinde yürütülmüştür. LED ışıkları, köpük kaplarda asidik torf üzerine yüzeysel olarak ekilen tohumlara 16/8 saat (ışık/karanlık) şeklinde uygulanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde tohumlardaki en yüksek çıkış oranı %61 ile Gün ışığı LED uygulamasından elde edilmiştir. En düşük çıkış oranı ise Mavi LED ışığı uygulanan kabin içerisinde (%35) meydana geldiği belirlenmiştir. Sıcaklık, nem gibi çimlenmeyi etkileyen diğer faktörlerin sabit olduğu kabinlerdeki çıkış oranlarındaki bu farklılıkların renklerle olan ilgisi bu çalışma ile açık bir şekilde ortaya konulmuştur. Elde edilen fidelerde incelenen parametreler üzerine de renk farklılıklarının istatistiki anlamda önemli düzeyde ($p<0.01$) etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Bu parametrelerden bitki boyu üzerine yapılan analizlerde, farklı ışık renklerinin bitki boyları üzerine etkisinin istatistiki anlamda önemli ($p<0.01$) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonucunda en uzun boylu bitkilerin (10.342 cm) Kırmızı+Mavi (%50+%50) ışık kombinasyonunun uygulandığı kabinden elde edildiği belirlenmiştir. Kırmızı ışığın tek başına uygulandığı kabinde ise 10.262 cm bitki boyu elde edilmiş ve istatistiki olarak Kırmızı+Mavi kombinasyon uygulaması ile aynı grup içerisinde yer almıştır. En düşük boylu bitkiler ise Mavi ışık ve Gün ışığı uygulamalarından elde edilmiştir. Fidelerin çap ölçümlerine ait bulgularda ise, farklı ışık renklerinin fide çapları üzerine etkisinin istatistiki anlamda çok önemli ($p<0.01$) düzeyde olduğu belirlenmiştir. En kalın fide çapının (0.147 mm) Gün ışığı LED uygulanan kabinden elde edildiği belirlenmiştir. En ince fide çapları ise en uzun bitki boylarının elde edildiği Kırmızı+Mavi LED ve Kırmızı LED (sırasıyla 0.077

mm ve 0.085 mm) ışığının tek başına uygulandığı kabinlerden elde edilmiştir. Diğer parametrede ise yaprak sayıları incelenmiş ve fidelerdeki yaprak sayısı miktarına, ışık renklerinin çok önemli düzeyde ($p<0.01$) etkisinin olduğu tespit edilmiştir. En fazla yaprağın (3.547 adet/fide) Gün ışığı LED uygulamasında meydana geldiği belirlenmiştir. En az yaprak ise (1.302 adet/fide) Kırmızı LED ışığı uygulanan kabinlerde yetişen fidelerden elde edilmiştir.

Sonuç olarak çıkış oranı ve fide büyüme parametreleri göz önüne alındığında en çok çıkış oranının ve en iyi fide gelişiminin gün ışığı uygulamasında meydana geldiği tespit edilmiştir. Her ne kadar en uzun boylu fideler Kırmızı+Mavi LED ve Kırmızı LED uygulamalarında meydana gelse de bu ortamlardaki fidelerin cılız olduğu gövde çaplarının ve yaprak sayılarının düşük olduğu belirlenmiştir.

Özetle,

Araştırmada bitkisel materyal olarak kullanılan *R. luteum* orman gülü türü tohumlarının laboratuvar şartlarında iklim kabinleri içerisinde kolaylıkla çimlendirilebildiği,

En yüksek çıkış oranı eldesi için gün ışığı LED uygulamasının uygun olduğu,

Fidelerde en çok yaprak üretiminin gün ışığı LED uygulamasında meydana geldiği,

Fidelerin boy ve çapları dikkate alındığında en sağlıklı ve pişkin fidelerin gün ışığı LED uygulamasında meydana geldiği yapılan araştırma sonucunda tespit edilmiştir.

Araştırma sonucunda, *R. luteum* orman gülü türünün generatif yöntemle çoğaltılmasında yapay ışık kaynağı olarak gün ışığı LED'in kullanılabilceği önerilebilir. Ayrıca bundan sonraki çalışmalarda, gün ışığı LED'in hakim olduğu değişik oranlarda diğer renklerin takviye olarak kullanılabilceği renk kombinasyonlarının oluşturulması önerilebilir.

6. KAYNAKLAR

- Ağaoğlu, S.; Çelik, H.; Çelik, M.; Fidan, Y.; Gülşen, Y.; Günay, A.; Halloran, N.; Köksal, A.İ.; Yanmaz, R., 2001, *Genel Bahçe Bitkileri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, Ankara.
- Akbarian, B.; Matloobi, M.; Mahna, N., 2016, *Effects of LED light on seed emergence and seedling quality of four bedding flowers*. Journal of Ornamental Plants. Vol.6 No.2 pp.115-123 ref.29
- Altun, B.; Çelik, H., 2016, Determination of propagation performance from seeds in Rhododendron species. VII International Scientific Agriculture Symposium, "Agrosym 2016", 6-9 October 2016, Jahorina, Bosnia and Herzegovina. Proceedings pp.889-894 ref.27
- Altun, B.; Sağlam, S.; Gümüş, H.; Türet, M.; Çelik, H.; Eminağaoğlu, Ö.; Yazıcı, T.Y.; Kaya, İ.T., 2011, *Studies on the determination of genotypes of Rhododendrons (Rhododendron spp.), morphological and molecular identification, propagation and ex-situ conservation in Turkey*. The final report of research project (Reg. no:112O500, unpublished) of The Scientific and Technological Research Council of Turkey.
- Altun, B., 2011, *Türkiye Orman Güllerinin Toplanması ve Kültüre Alınması*, Doktora Tezi (Basılmamış), Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 247s
- Anonim, 2017a, Fotoperiyodizm. <http://www.biyolojiportali.com/konu-anlatimi/12/10/fotoperiyodizm> (Erişim Tarihi:25 Kasım 2017).
- Anonim, 2017b, Akkor Flamanlı - Enkandesan Lambalar 2.Bölüm, [http://www.elektrikport.com/universite/akkor-flamanli-\(enkandesan\)-lambalar-2-bolum/4159#ad-image-0](http://www.elektrikport.com/universite/akkor-flamanli-(enkandesan)-lambalar-2-bolum/4159#ad-image-0) (Erişim Tarihi:27 Kasım 2017).
- Anonim, 2017c, Söyle Ampul Nasıl Çalışır?, <http://www.soylenasil.com/bilim/ampulpr.htm> (Erişim Tarihi, 27 Kasım 2017).
- Anonim, 2017d, Önemli icatlar-ampul, <https://www.msxlab.org/forum/muhendislik-bilimleri/435407-onemli-icatlar-ampul.html> (Erişim Tarihi:1 Aralık 2017).
- Anonim, 2017e, Işık Kaynakları, http://www.veksan.com/tr/files/destek/isik-kaynaklari_442.pdf (Erişim Tarihi: 4 Aralık 2017).
- Anonim, 2017f, Bitki Yetiştirme Lambaları, <http://www.seraled.com/bitkilamba1.html> (Erişim Tarihi:4 Aralık 2017)

- Anonim, 2017g, Part V: Everything You Need to Know About Metal Halide Lamps and Ballasts, <http://reefkeeping.com/issues/2007-03/sj/index.php> (Erişim Tarihi: 4 Aralık 2017).
- Anonim, 2017h, HID Lights for Beginners – High Intensity Discharge Lamps Explained, <http://www.ledwatcher.com/high-intensity-discharge-lamps-explained> Erişim Tarihi: 4 Aralık 2017).
- Anonim, 2017i, Basic info on fluorescent lighting, <https://www.mjguide.com/tutorials/Lighting/1539.htm> Erişim Tarihi: 7 Aralık 2017
- Anonim, 2017j, Led’li Işık Kaynakları, http://www.emo.org.tr/ekler/11a405701da4a51_ek.pdf?tipi=2 (Erişim Tarihi 15 Aralık 2017)
- Anonim, 2017k, LED Wavelength vs. LED Colour, <https://www.rs-online.com/designspark/led-wavelength-vs-led-colour> (Erişim Tarihi 17 Aralık 2017)
- Anonim, 2017l, LED Lightbulbs, <https://www.ucsusa.org/publications/catalyst/fa12-how-it-works.html#.WljNwlRl-M8> (Erişim Tarihi:18 Aralık 2017)
- Bae, K.H.; Oh, K.H.; Kim, S.Y., 2015, *In vitro seed germination and seedling growth of Calanthe discolor Lindl.* Plant Breeding and Seed Science. Vol.71 pp.109-119 ref.48
- Benvenuti, S.; Macchia, M. *Germination ecophysiology of bur beggarticks (Bidens tripartita) as affected by light and oxygen.* Weed Science. 1997. Vol.45 No.5 pp.696-700 ref.35
- Bozcuk S., 2013, *Genel Botanik*, Hatipoğlu Basım ve Yayım san. Tic. Ltd. Şti Ankara
- Büyükkinacı, B., 2008, *Yol Aydınlatması Otomasyonu*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, 124s
- Cachița, D.; Burescu, L.; Crăciun, C., 2015, *Comparative data regarding the growth of spruce (Picea abies L) and black locust (Robinia pseudoacacia L) plantlets and their content in assimilating pigments in the 40st day of in situ or in vitro seed germination exposed to different wavelenght LED lighting.* Studia Universitatis Vasile Goldis Arad, Seria Stiintele Vietii. Vol.25 No.2 pp.105-117 ref.22.
- Cao Y.F.; Xu J.; Lin Y.M.; Wang X.W., 2008, *Effects of different light conditions on physioecological characteristics of Rhododendron dauricum and Rhododendron mucronulatum.* Journal of Northeast Forestry University. Vol.36 No.8 pp.19-20 ref.11

- Caprar, M.; Maria, C.; Sicora C., 2013, *Studies regarding vegetative propagation of Rhododendron sutchuenense Franchet species*. Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology, 17(2), 13- 16.
- Cho, J.Y.; Son, D.M.; Kim, J.M.; Seo, B.S.; Yang, S.Y.; Kim, B.W.; Heo, B.G., 2008, *Effects of LEDs on the germination, growth and physiological activities of amaranth sprouts*. Korean Journal of Horticultural Science & Technology. Vol.26 No.2 pp.106-112 ref.19
- Çakırer, G.;Akan, S.;Demir, K.; Yanmaz, R., 2017, Bahçe bitkilerinde kullanılan ışık kaynakları. Akademik Ziraat Dergisi. Cilt:6 Özel Sayı:63-70
- Demirsoy, M., Balkaya, A., Uzun, S., 2016, Farklı Işık Kaynağı ve Renk Uygulamalarının Patlıcan (*Solanum melongena L.*) Fidelerinin Büyüme Parametreleri Üzerine Etkileri. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, 3(2): 238-247
- Enache, I. M.; Livadariu., 2016, O. *Preliminary results regarding the testing of treatments with light-emitting diode (LED) on the seed germination of Artemisia dracunculus L. Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies. Vol.20 pp.51-56 ref.29*
- Goto, E., 2012, Plant production in a closed plant factory with artificial lighting. In VII International Sympos-ium on Light in Horticultural Systems 956, 37-49.
- İmal, N.; Bektaş, N., 2014, Deşarj Lambalarında Lamba-Balast Uyumluluğunun Regresyon Yaklaşımı Kullanılarak Analizi. Eleco 2014 Elektrik – Elektronik – Bilgisayar ve Biyomedikal Mühendisliği Sempozyumu, 27 – 29 Kasım 2014, Bursa
- Jin P.F.; Bian C.M.; Yang W.J.; Ke J.M., 2007, *Seed breeding and sapling transplantation of Rhododendron fortunei in Linhai*. Journal of Zhejiang Forestry Science and Technology. Vol.27 No.2 pp.34-36, 53 ref.10
- Kaçar, B.;Katkat, V.;Öztürk,Ş., 2010, *Bitki Fizyolojisi*. Nobel Yayın Dağıtım Tic.Ltd.Şti., Kızılay, Ankara
- Kevseroğlu, K., 2004, *Bitki Ekolojisi*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı,
- Koç, C.; Vatandaş, M.; Koç, A.B., 2009, Led Aydınlatma Teknolojisinin Tarımda Kullanımı. 25.Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, 01-03 Ekim 2009. Isparta
- Kopsell, D.; Belisle, C.; Lowery, H.; Whitlock, C.; Sams, C. E., 2016, *Genotype and lighting environment impact petal tissue pigmentation in Tagetes tenuifolia*. Acta Horticulturae. No.1134 pp.103-109 ref.28

- LeBude, A. V.; Blazich, F. A.; Walker, L. C.; Robinson, S. M., 2008, *Seed germination of two populations of Rhododendron vaseyi: influence of light and temperature*. Journal of Environmental Horticulture. Vol.26 No.4 pp.217-221 ref.19
- Lee, J.Y.; Lee, J.H.; Ki, G.Y.; Kim, S.T.; Han, T.H., 2011, *Improvement of seed germination in Rosa rugosa*. Korean Journal of Horticultural Science & Technology. Vol.29 No.4 pp.352-357 ref.22
- Li L.; Gao Q.; Yuan F.; Chen J.X. *Applied research on two LED light sources in Arabidopsis growth*, Acta Agriculturae Shanghai, 2017. Vol.33 No.3 pp.41-47 ref.32.
- Liu X.Q.; Su J.L.; Cheng S.P.; Li C.; Xiang L.P.; He L.S., 2013, *Responses to different LED light qualities of leaf regeneration and seedlings growth of Rhododendron in vitro*. Jiangsu Journal of Agricultural Sciences. Vol.29 No.6 pp.1451-1455 ref.23
- Liu Z.W.; Jia W.Q.; Sun L.; Li G., 2017, *Effects of different LED light quality on seed germination and seedling growth of Viola tricolor*. Guizhou Agricultural Sciences. Vol.45 No.1 pp.103-106 ref.14.
- Sajad R.; Shailesh P.; Nautiyal, S., 2012, *Studies of seed germination in four Rhododendron species of Garhwal Himalayas*. Indian Forester. Vol.138 No.3 pp.284-288 ref.8
- Sakharova, S. G., 1993, *Laboratory germination of Rhododendron seeds*. Byulleten' Glavnogo Botanicheskogo Sada. 167:124-129
- Seong E.S.; Hwang I.S.; Choi J.H.; Lee J.G.; Yoo J.H.; Ahn Y.S.; Park C.B.; Yu C.Y., 2015, *Enhanced biomass and biological activity of 'Hasuo' (Polygonum multiflorum Thunberg) grown under LED light*. Australian Journal of Crop Science. Vol.9 No.2 pp.168-174 ref.47
- Shairi N.; Krishna U.; Pandey, H. N., 2014, *Seed germination, seedling survival and growth of Rhododendron arboreum - a high altitude tree species of Meghalaya, northeast India*. International Journal of Ecology and Environmental Sciences. Vol.40 No.4 pp.255-260 ref.21
- Shen, S.K.; Wu, F.Q.; Yang, G.S.; Wang, Y.H.; Sun, W.B., 2015, *Seed germination and seedling emergence in the extremely endangered species Rhododendron protistum var. giganteum-the world's largest Rhododendron*. Flora (Jena). Vol.216 pp.65-70 ref.26

- Simlat, M.; Ślęzak, P.; Moś, M.; Warchoń, M.; Skrzypek, E.; Ptak, A., 2016, *The effect of light quality on seed germination, seedling growth and selected biochemical properties of Stevia rebaudiana Bertoni*. Scientia Horticulturae. Vol.211 pp.295-304.
- Tkalec, M.; Blazevic, M.; Babac, D.; Pavlovic, M.; Krajicak, J.; Zelikovic, S.; Vinkovic, T.; Paradikovic, N., 2017, Germination of Annual Flower Species under influence Of Led Light. 52. Hrvatski i 12. Medunarodni simpozij agronoma, 12. Do 17. Veljace 2017, Dubrovnik, Hrvatska. Zbornik radova. pp 315-319 ref.12
- Uysal, Ö., 2011, Tarımsal Aydınlatmada Led Işık Kaynaklarının Kullanım Olanakları, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta
- Vologdina, O.S., 2006, *Biology of Rhododendron dauricum, R. mucronulatum and R. sichotense (Ericaceae) seeds germination*. Rastitel'nye Resursy. Vol.42 No.2 pp.55-60 ref.12
- Yıldız, B., 2010, Aktoklu, E. *Bitki Sıstematiği İlkın Karasal Bitkilerden Bir Çeneklılere*. Palme Yayıncılık, Ankara
- Zhang J.L.; Wu Y.W.; Wu H.Z.; Zhao H.Z.; Wang Y.Y., 2012, *Studies on seed germination of four species of Subgen. Hymenanthes (Blume) K. Koch (Ericaceae) in Yunnan*. Journal of Yunnan Agricultural University. Vol.27 No.6 pp.875-881 ref.17
- Zhao, B., 2014, Effect of temperature and GA3 on seed germination and seedling establishment of Rhododendron purdomii Rehd. et Wils. Indian Journal of Horticulture. Vol.71 No.3 pp.437-440 ref.12
- Zhou Y.; Wei X.L.; Li C.C.; Chen X., 2015, *Effects of shade on seed germination and seedling growth in Rhododendron agastum*. Guizhou Agricultural Sciences. Vol.43 No.6 pp.149-152 ref.13
- Wongnok, A.; Piluek, C.; Techasilpitak, T.; Tantivivat, S., 2008, *Effects of light emitting diodes on micropropagation of Phalaenopsis orchids*. Acta Horticulturae. No.788 pp.149-156 ref.9