

## **Araştırma Makalesi** (Research Article)

Gölgen Bahar ÖZTEKİN<sup>1a\*</sup>

Kevser TÜRE<sup>1b</sup>

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova-İzmir

<sup>1a</sup> **Orcid No:** 0000-0001-6023-013X

<sup>1b</sup> **Orcid No:** 0000-0002-7276-5390

**sorumlu yazar\*:** [golgen.oztekin@ege.edu.tr](mailto:golgen.oztekin@ege.edu.tr)

### **Anahtar Sözcükler:**

Işık, LifeLite, klorofil, biyokütle, kalite indeksi

### **Keywords:**

Light, LifeLite, chlorophyll, biomass, quality index

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.,2019, 56 (4):437-445 DOI: [10.20289/zfdergi.534300](https://doi.org/10.20289/zfdergi.534300)

## **Tam Spektrumlu Gün Işığı Floresan Lamba ile Yapay Işıklandırmanın Marulda Fide Kalitesine Etkisi**

The Effect of Artificial Lighting with Full Spectrum Daylight Fluorescent Lamp on Seedling Quality of Lettuce

**Alınış** (Received): 01.03.2019

**Kabul Tarihi** (Accepted): 22.05.2019

### **ÖZ**

**Amaç:** Bitkiler büyüme ve gelişmeleri için ışığa ihtiyaç duymaktadırlar. Ancak, kış aylarındaki kısa ve bulutlu gün sayısından kaynaklanan doğal ışık miktarındaki azalma bitkilerde büyüme ve gelişmeyi sınırlandırmaktadır. Bu durumda elektriksel yolla yapay ışıklandırma yapılabilmektedir.

**Materyal ve Metot:** 2016 yılı Aralık ayında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü fide üretim seralarında yürütülen bu çalışmada, 1-2 gerçek yapraklı genç marul fideleri dikim büyüklüğüne gelene kadar (1) karanlık koşulda lamba kullanılarak (2) gün ışığı ile birlikte lamba kullanılarak ve (3) gün ışığı (kontrol) altında yetiştirilmiştir. Karanlık koşul fidelerin üstüne konulan ahşap iskeletin siyah örtüyle kaplanmasıyla, yapay ışıklandırma LifeLite negatif iyon yüklü tam spektrumlu gün ışığı floresan lambası kullanımı ile sağlanmıştır. Fideler bir ay boyunca yetiştirilmiş ve haftada bir defa marul için kullanılan kışık besin solüsyonu reçetesine göre hazırlanmış besin solüsyonu ile sulanmıştır. Dikime hazır hale gelen fidelerde morfolojik gelişim, biyolojik kütle, klorofil ve renk ölçümleri yapılmıştır.

**Bulgular:** Karanlık koşulda lamba kullanımı ile fideler daha uzun boylu ve daha açık renkli, fide kalitesi diğer uygulamalardan daha düşük olmuştur. En iyi fide gelişimi ve kalitesi gün ışığı + lamba uygulamasından elde edilmiş; bunu gün ışığı uygulaması izlemiştir.

**Sonuç:** Çalışma sonucunda gün ışığına ilaveten tam spektrum lamba ile yapılan ilave yapay ışıklandırmanın marulda fide gelişimi ve kalitesini artırdığı belirlenmiştir.

### **ABSTRACT**

**Objective:** Plants need light for their growth and development. However, the decrease in the amount of natural light caused by the number of short and cloudy days in winter limits the growth and development of plants. In this case, artificial lighting can be done electrically.

**Material and Methods:** In this study carried out in seedling production greenhouses of Ege University Faculty of Agriculture Department of Horticulture Department in December 2016, 1-2 real-leaf young lettuce seedlings were grown under (1) under dark conditions using lamp, (2) lamp with day light and (3) only day light (control). Dark condition was provided by covering the wooden skeleton with black cover placed on top of the seedlings. Artificial lighting was provided by the use of full-spectrum daylight fluorescent lamp with LifeLite negative ion loaded. Seedlings were grown for one month and watered once a week with nutrient solution prepared according to the winter lettuce recipe. When the seedlings were ready to planting, morphological development, biological mass, chlorophyll and color measurements were measured.

**Results:** The seedlings were longer and lighter in color with the use of the lamp in the dark condition, but the quality of the seedlings was lower than the other treatments. The best seedling development and quality were obtained from day light + lamp treatment followed by daylight (control) treatment.

**Conclusion:** As a result of the study, it was determined that artificial lighting with full spectrum lamp with day light increased seedling growth and quality in lettuce.

## GİRİŞ

Bahçe bitkileri sektöründe, gerek açıkta sebzeçilikte ve gerekse örtüaltında yoğun bir emek ve maliyet kapsayan bir tarım kolu olan sebze tarımında, üretimdeki riski en aza indirmek için doğrudan tohum ekimi yerine daha çok fide dikimi ile üretime başlanmaktadır. Fide kalitesinin yetiştiricilikte başarı için önemli olması ve gerekse de fide yetiştiriciliği için altyapı masraflarından kurtulmak adına kullanılan hazır fide ile tohum sarfiyatı azalmakta, yazlık sebzeler için erken ilkbahar döneminde düşük sıcaklık riski ortadan kalkmakta, düşük ve düzensiz çimlenme ve çıkışlar önlenmekte, erkencilik sağlamakta, toprak koşullarının tohum ekimine uygun olmadığı koşullarda dikim yapılabilen, üretim sezonunu daha iyi değerlendirmekte ve işçilik masrafları azalmakta, en önemlisi de homojen ve sağlıklı bitki materyali ile üretime başlanabilmektedir (Tüzel ve ark., 2010; Balkaya ve ark., 2015). Bilinen bu avantajları nedeni ile sebze üretiminde doğrudan tohum ekimi yerine hazır fide kullanımı her geçen gün artmaktadır. Nitekim ülkemizde 1996 yıllarında 3 fide firması ile 30 da alanda 30 milyon fide üretilirken (Yelboğa, 2014); 2016-2017 yıllarında aktif işletme sayısı 123 olup toplam 2500 da alanda yaklaşık 3.5 milyar fide üretilmektedir (FİDEBİR, 2017).

Hazır fide üretiminde özelleşmiş fide serasının yapısal özellikleri yanında kullanılan tohumun kalitesi, fide yetiştirme ortamı, iklim faktörleri (ışık, sıcaklık, nem, havalandırma ve hava hareketi) ve bakım işlemleri (sulama, besleme, budama, büyüme kontrol uygulamaları vs) fide büyüme ve gelişmesini etkilemektedir (Doolan et al., 1999; Demir ve Çakırer, 2015).

Işık, bitkisel üretimde sıcaklıktan sonra gelen en etkili çevresel faktörlerden biridir. Bitkiler ancak yeterli ışık altında sağlıklı bir şekilde büyüebilirler. Işık sadece fotosentezde enerji kaynağı olarak değil, tohum çimlenmesinden bitki ölümüne kadar olan süreçte büyüme ve gelişme, kalite ve verimde artış, fotoperiyot zamanlarını ayarlama ve çeşitli metabolik ve fotokimyasal olaylarda etkilidir (Taiz and Zeiger, 2008). Bitkilerin ışığa tepkileri farklı olup, fotosentetik pigmentlerle ışığı tutabilme kabiliyetleri türlere göre değişiklik göstermektedir. Klorofil pigmentleri tarafından maksimum ışık absorpsiyonu görünür ışık spektrumunun mavi ve kırmızı bölgelerinde meydana gelmektedir (McCree, 1972; Taiz and Zeiger, 2008). Fotorespiratörü fitokromlar olan kırmızı ışık bitkide fotosentez, bitki büyümesi, çiçeklenme ve bitkinin besin içeriğine

etkilerde bulunurken (Chaves et al., 2011; Fraikin et al., 2013), fotorespiratörü kriptokromlar, fototropinler ve F-box proteinler olan mavi ışık fotosentez, fototropizm, gövde uzaması, fide büyümesi, stoma kontrolü, ve bitkilerin besin içeriklerinde (Massa et al., 2008; Kopsell et al., 2015) etkili olmaktadır.

Bitkiler için doğal ışık kaynağı tükenmez ve en ucuz enerji olarak kabul edilen güneş ve bitkilerin güneş ışığı spektrumuna fotoreseptörleri ile verdikleri tepkiler de farklı olabilmektedir. Güneş ışığı spektrumu; morötesi veya ultraviyole (100-400 nm), görünür ışık (400-700 nm) ve kızılötesi (>700 nm) olmak üzere üç kısımdan oluşur. Bu spektrumun bitkiler tarafından fotosentezde kullanılan kısmı PAR (fotosentetik aktif radyasyon) ışığı olarak adlandırılan 400-700 nm'lik kısmıdır. Bir gün boyunca PAR bölgesinden alınan kümülatif ışık miktarı, diğer bir deyişle bir günde birim alana gelen fotonların sayısı "günlük ışık integrali (DLI)" olarak isimlendirilir. Dış koşullarda ortalama DLI 5-60 mol/m<sup>2</sup>/gün'dür. Seralarda DLI oranı kış ve bahar aylarında düşmekte ve 1-10 mol/m<sup>2</sup>/gün seviyelerine inmektedir. Ancak bitki türlerine göre değişmekle birlikte, bitkiler günde en az 10-12 mol/m<sup>2</sup>/gün DLI'ye ihtiyaç duymaktadırlar. DLI fiderde kök ve sürgün gelişimi, çeliklerde köklenme ve gövde çapı, dallanma ve çiçek sayısı gibi bitkilerde kalite faktörleri üzerinde etkili olabilmektedir (Ciolkosz, 2008; Lopez and Runkle, 2008; Dayoğlu ve Silleli, 2012).

Gerek fide ve gerekse bitki yetiştiriciliğinde yoğun bir şekilde kullanılan seralarda güneşten gelen ışık seviyesi, seranın bulunduğu yere, ışığın gelme açısına, gün uzunluğuna, güneşli saatlerin uzunluğuna, bulutluluk durumuna, sera iskeletinin yapısal gölgelemesinin olup olmasına, sera içindeki bitki yoğunluğuna, örtü malzemesi ve örtünün kirlilik durumuna göre %35-75 oranında azalabilmektedir (Sevgican, 2002; Fisher and Runkle, 2004; Karakaş, 2008; Dayoğlu ve Silleli, 2012), dolayısı ile DLI oranı da azalmaktadır. Ortalama güneşlenme süresi 4.5 saatten az olan yerlerde elektrikli yolla yapay ışıklandırma yapılması olumlu sonuçlar vermektedir (Dayoğlu ve Silleli, 2012; Argus, 2017).

Seralarda ilk yapay ışıklandırma çalışmaları 1980'li yılların başlarında Japonya'da yapraklı sebzelerde uygulanmıştır (Goto, 2002). Zamanla süs bitkileri yetiştiriciliğinde, meyve fidanı ve sebze fidesi üretiminde de kullanılmaya başlanmıştır. Ancak fide üretiminde çok sayıda bitkinin bir araya getirilmesi, dar bir alanda daha az elektrik enerjisi kullanımına olanak sağladığı için bitkisel üretimde ekonomik olarak en çok fide üretiminde kullanılmaktadır. Farklı dalga boyunda yapılan aydınlatma uygulamalarının fiderde özellikle;

yaprak alanı, taze sürgün ağırlığı ve kök kuru ağırlığı gibi morfolojik özellikleri önemli ölçüde etkilediği bildirilmiştir (Demir ve Çakırer, 2015).

Yapay ışıklandırma gün ışığına ilave ışık verilerek bitki için uygun ışık spektrumunun artırılması şeklinde uygulanabileceği gibi, gün uzunluğunun ve ışık şiddetinin artırılması veya çiçeklenme gibi bitkisel tepkilerin olabilmesi için fotoperiyodik ışıklandırma uygulaması şeklinde de yapılabilir. Bu amaçlar için akkor telli lambalar, metal halojen (MH) lambalar, yüksek basınçlı sodyum buharlı deşarj (LPS, HPS) lambaları, floresan lambalar ve LED (ışık yayan diyot) lambalar ve kullanılabilir (Koç ve ark., 2009; Dayıoğlu ve Sillesi, 2012; Çakırer ve ark., 2017). Uygulamada performans açısından güneş ışığına en yakın spektruma sahip HSP lambalar ile son zamanlarda LED lambalar öne çıkmaktadır (Demirsoy ve ark., 2016). Hangi tür lamba kullanılacaksa kullanılsın yapay ışıklandırma lambalarının yüksek PAR çıkışı (Çakırer ve ark., 2017); klorofil oluşumu, çiçeklenme ve dokuların oluşması üzerine etkili olan mavi ve kırmızı-mavi ışık spektrumlu olması (Demirsoy ve ark., 2016; Taiz and Zeiger, 2008) gerekmektedir.

Bahsedilen bu temel lambalar dışında geliştirilen değişik lambalarda piyasada ticari olarak bulunabilmektedir. Hâlihazırda kullanılan yapay ışıklandırma lambalarına alternatif negatif iyon jeneratörlü tam spektrumlu gün ışığı floresan lambasının (LifeLite, Elit Mühendislik, İstanbul) da piyasada sera aydınlatmasında ve bitki yetiştirme odalarında kullanıldığı görülmektedir. Güneş ışığına en yakın aydınlatmayı sağlayan Lifelite lamlalar, üretici firma beyanına göre sahip olduğu yüksek kontrast ve renk sunumu ile görüşü mükemmelleştirmekte, tam spektrum, melatonini bastırıldığından insanların uyanık kalmasını sağlamaktadır. Mevsimsel duyu bozukluğu (seasonal affective disorder) tedavisinde de kullanılmaktadır (ELITMUH, 2018). Ancak bitkisel üretimdeki etkisine yönelik çalışmalara rastlanmamıştır. Yürütülen bu çalışmada LifeLite negatif iyon jeneratörlü tam spektrumlu gün ışığı floresan lambasının, bitkisel üretimde yapay ışıklandırmada kullanım olanağı ve sağladığı yapay ışığın marulda fide kalitesi üzerine belirlenmesi amaçlanmıştır.

## METARYAL ve YÖNTEM

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne (Bornova-İzmir) ait fide üretim serasında yürütülen bu araştırma, kış döneminde 24 Kasım - 27 Aralık 2016 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada, bitkisel materyal olarak 1-2 yapraklı, henüz dikim olgunluğuna ulaşmamış ve hazır fide firmasından (Ege Fide A.Ş., İzmir) temin edilen temin edilen Yedikule 5701 (Küçük Çiftlik Tohumculuk, Balıkesir) marul çeşidi; yapay ışıklandırma için negatif iyon jeneratörlü tam spektrumlu gün ışığı floresan lambası (LifeLite, Elit Mühendislik, İstanbul) kullanılmıştır. Spiral desenli LifeLite lambalara ait teknik özellikler şöyledir: 158 mm uzunluk, 60 mm çap, 85-260 Volt, 26 Watt, 1300 Lumen, 90 CRI (renk dönüşüm indeksi), 20 cm mesafede 3.000.000 negatif iyon/cm<sup>3</sup>, ozon konsantrasyonu <0.01 ppm (ELITMUH, 2018).

Fide yetiştirme masalarına yerleştirilen viyoldeki genç marul fideleri, dikim büyüklüğüne gelene kadar (1) karanlık koşulda lamba kullanılarak (2) gün ışığı ile beraber lamba kullanılarak ve (3) gün ışığı (kontrol) altında yetiştirilmiştir. Karanlık koşul fidelerin üstüne konulan 2 m yükseklik ve 2 m genişlikteki ahşap iskeletin siyah örtüyle kaplanması ile sağlanmıştır. Floresan lamba askı sisteminden yararlanılarak fidelerin 50 cm üstüne asılmıştır. Viyoller birbirinin ışığından etkilenmemesi için birer masa atlanarak, 1.5 m ara ile ayrı fide masalarına konulmuştur. Işıklıdırma zamanlayıcı kullanarak sadece gündüz saatlerinde yapılmıştır. Zamanlayıcı 16 : 8 saat karanlık : aydınlık olacak şekilde ayarlanmıştır.

Temin edilen fideler ilgili düzenekler altına 24.10.2016 tarihinde yerleştirilmiş ve 27.12.2016 tarihine kadar (64 gün) büyütülmüştür. Bu süre zarfında fidelere su rampası (boom sistemi) aracılığı ile haftada 3 defa su, 1 defa Gül (2008)'e göre hazırlanan kışlık marul reçetesine (mg/L: N 150, P 50, K 150, Ca 150, Mg 50, Fe 5.0, Mn 0.50, Zn 0.05, B 0.50, Cu 0.03, Mo 0.02) göre hazırlanmış besin çözümü verilmiştir.

Dikim büyüklüğüne gelen 5-6 geçek yapraklı fidelerden her konunun her tekrarından 20 fide alınarak, kökleri yıkanmış torf ortamı temizlenmiştir. Fidelerde şerit metre yardımı ile fide boyu (kök başlangıç noktasından yaprakların en uç noktasına kadar); kök uzunluğu (kök boğazından en uç kök noktasına kadar) ölçülmüş, yaprak sayıları belirlenmiştir. Fidelerin yaprak kalınlığı mikrometre (Mitutoyo, IP65, Japonya); toplam klorofil miktarı SPAD cihazı (Konica Minolta, SPAD-502 Plus, Japonya) ile ölçülmüş ve ortalama değer verilmiştir. Yaprak rengi renkölçer ile (CR-400, Minolta Co., Tokyo, Japan) L, a\*, b\* olarak ölçülmüştür. L, siyah:0'dan beyaz:100'a olacak şekilde rengin açıklık veya koyuluğunu, a\* ve b\* ise L'ye dik bir renk düzleminde rengi belirler. Eksenin tam ortasında renk (a\*:0, b\*:0) renksiz (gri-akromatik)'dir. Yatay eksende pozitif a\* kırmızıyı, negatif a\* yeşili; dikey eksende

pozitif  $b^*$  sarı ve negatif  $b^*$  ise maviyi göstermektedir. Rengin temel bileşenlerini belirleyen *hue* açısı ( $h^\circ$ ) ( $0^\circ$ :kırmızı-pembe,  $90^\circ$ :sarı,  $180^\circ$ :yeşil ve  $270^\circ$ :mavi) ve rengin doygunluğunu, canlılığını belirleyen *kroma* ( $C^*$ ) *değerleri*  $a^*$  ve  $b^*$ 'den aşağıdaki formüllere göre hesaplanarak elde edilmiştir (McGuire, 1992).

$$h^\circ = 180 + \tan^{-1}(b^*/a^*) \quad (1)$$

$$C^* = [(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}] \quad (2)$$

Ölçümleri tamamlanan fidelerin toprak üst kısmı (vegetatif aksam: yaprak+gövde) ve kökleri ayrılıp, hassas tartı yardımı ile yaş ağırlıkları belirlendikten sonra, etüvde  $65^\circ C$ 'de sabit ağırlığa gelene kadar bekletilerek kuru ağırlığı kaybettirilmiştir. Fidelerin günlük kuru madde üretimi toplam kuru ağırlık ve 64 günlük yetiştirme süresi üzerinden hesaplanmıştır.

Fidelerin Dickson kalite indeksi (DQI) aşağıdaki formüle göre belirlenmiştir (Dickson et al., 1960). Formülde TKA, toplam kuru ağırlık (g); FB, fide boyu (cm); GÇ, gövde çapı (mm); ÜKA, üst aksam kuru ağırlık (g) ve KKA, kök kuru ağırlığı (g) olarak belirtilmiştir.

$$DQI = (TKA) / ((FB/GÇ) + (ÜKA/KKA)) \quad (3)$$

Araştırmada fide firmasından gelen viyoller üçe her tekrerde 120 fideye yer verilmiştir. Tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulan denemden elde edilen verilere bilgisayarda JMP (sürüm 5.0.1) istatistiksel analiz paket programı kullanılarak varyans analizi uygulanmıştır. F testine göre öd değeri istatistiksel anlamda önemsiz, \* değeri alfa %5 seviyesinde önemli ( $P \leq 0.05$ ) ve \*\* değeri alfa %1 seviyesine göre önemli ( $P \leq 0.01$  veya  $P \leq 0.001$ ) olarak belirtilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıkları belirlemek için %5 önem düzeyinde Tukey testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar önem derecesi üzerinden yorumlanmış, önemsiz çıkan sonuçlar üzerinde durulmamıştır.

## ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### Fide Morfolojisi

Uygulamaların fide boyuna ( $P:0.001$ ), kök boyuna ( $P:0.015$ ), yaprak sayısına ( $P:0.0004$ ) ve yaprak kalınlığına ( $P:0.0006$ ) etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Şekil 1).

En uzun fide boyu karanlık koşulda uygulanan tam spektrumlu floresan lamba koşulundan sağlanırken, en kısa boylu fideler gün ışığı koşulunda lamba uygulaması yetiştirilen kontrol fidelerinden elde edilmiştir. Gün

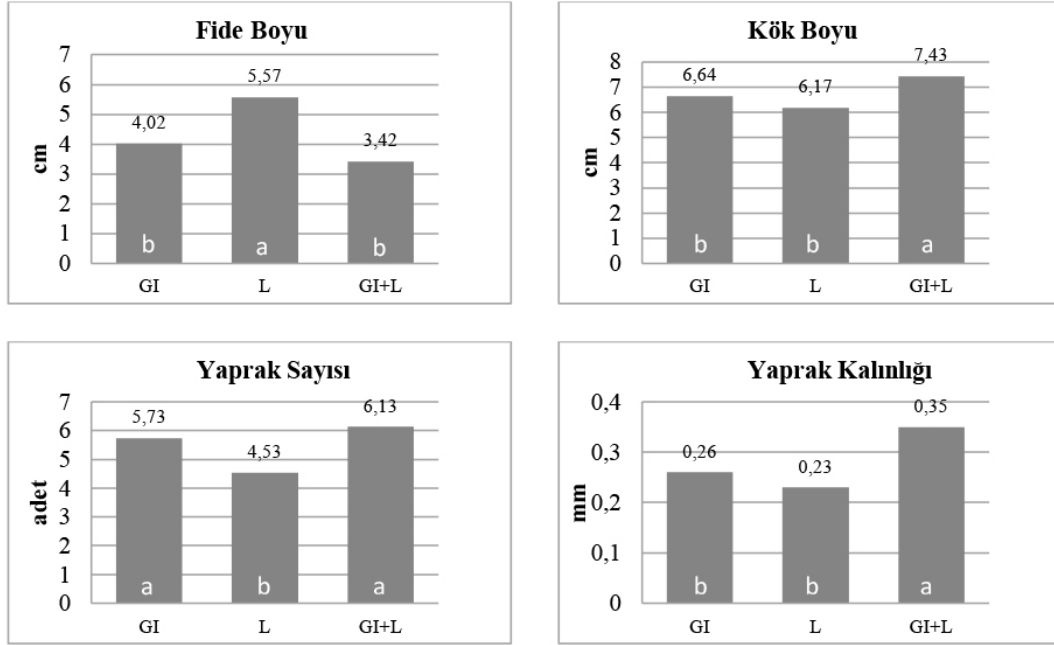
ışığı koşulunda lamba uygulaması gün ışığında yetiştirilen fidelere göre fide boyunu %14.9 oranında azaltmıştır (Şekil 1). Benzer sonuçlar gövde çapı için de sağlanmıştır (sunulmamış bilgi). Bu sonuç, yapay ışıklandırmanın fide boyunu ve gövde çapını azalttığını gösteren diğer çalışmalar (Uzun 1996; Sarıbaş, 2013) ile uyumlu olmuştur. Nitekim, Demirsoy ve ark. (2016) patlıcan fidelerinde yapay ışıklandırmanın büyüme parametrelerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, fide boyu üzerine farklı yapay ışıklandırma kaynaklarının etkisinin farklı olduğunu, akort telli lamba uygulamaları altında fidelerin en kısa boya; gövde çapı açısından kontrol uygulamalarının ek ışık kaynağı kullanılan uygulamalara göre daha ince gövde çapı değerlerine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Kandemir (2005), yapay ışıklandırma ile ışık şiddetinin artmasının, biber bitkilerini bodurlaştırarak gövde çaplarını artırdıklarını; düşük ışıkta ince gövdeli bitki oluşumunun söz konusu olduğunu bildirmiştir.

Gün ışığı ile beraber tam spektrumlu floresan lamba kullanımının kök boyunu artırdığı, bu artışın gün ışığı altındaki kontrol bitkilerine kıyasla %11.9 olduğu saptanmıştır. Karanlık koşulda lamba uygulaması ile kontrol koşulu arasında kök boyu arasında istatistiksel anlamda bir farklılık gözlenmemesine rağmen, en düşük kök boyu karanlıkta lamba uygulamasından elde edilmiştir. İlkbahar döneminde sera sebze türlerinde fide aşamasında ilave ışıklandırma uygulamalarının kök uzunluğunu olumlu yönde etkilediğini bildiren çalışmalar (Eltez, 1995) araştırma bulgularımızı doğrular nitelikte olmuştur. Demirsoy ve ark. (2016) patlıcan fidelerin kök uzunlukları üzerine HPS uygulamalarının olumlu yönde etki meydana getirdiğini bildirmişlerdir.

Araştırmada fide yaprak sayısı 6.13 ile 4.53 arasında değişmiş, en fazla yaprak sayısı gün ışığı ile beraber lamba uygulamasından elde edilirken, bunu sırası ile gün ışığı ve karanlıkta lamba uygulaması izlemiştir. Gün ışığı ile beraber tam spektrumlu floresan lamba kullanımının yaprak kalınlığını da artırdığı gözlenmiştir. Bu artış gün ışığı altındaki fide yapraklarına göre %34.6; karanlıkta lamba uygulaması altında yetişen fide yapraklarına göre %52.2 olmuştur. Yapay ışıklandırmanın yaprak sayı ve kalınlığı üzerine olumlu etkisi olduğu belirlenmiştir. Benzer sonuç Eltez (1995)'in yapmış olduğu çalışmadan da elde edilmiş, fidelere ilave aydınlatma uygulamalarının fide başına düşen yaprak sayısını ve yaprak alanlarını artırdığı belirlenmiştir. LED ışıkla yapılan yapay ışıklandırma ile alçak plastik tünel altında yetiştirilen domates bitkilerinde yaprak sayısı kontrol grubuna göre %17.3 oranında artış göstermiştir (Köksal ve ark., 2013). Ohasi-Kaneko et al. (2017), marulda ve iki

farklı ıspanak türünde yaptığı çalışmada bitkilere kırmızı, mavi, kırmızı+mavi ışık uygulamış, beyaz ışıklı floresan lamba ışığını kontrol olarak kabul etmiştir. Yaprak alanı, bitki yaprak sayısı, uzunluk ve genişlik indeksinin her iki türde de ışık rengine göre değiştğini belirtmiştir.

Sarıbaş (2013), yüksek ışık şiddeti altında patlıcan fidelerinde yaprak kalınlığının en yüksek değerlere ulaştığını bildirmiştir. Yaprak kalınlığı üzerine yetiştirme dönemi, ışık kaynağı ve uygulanan ışık renginin de etkili olduğu ortaya konulmuştur (Demirsoy ve ark., 2016).



**Şekil 1.** Uygulamaların fide morfolojisi üzerine etkileri (GI: gün ışığı-kontrol, L: karanlık ortamda floresan lamba, GI+L: gün ışığı ile beraber floresan lamba kullanımı)

**Figure 1.** Effects of treatments on seedling morphology (GI: day light-control, L: fluorescent lamp under dark, GI+L: day light with fluorescent lamp)

### Fide Biyokütlesi

Uygulamaların kök ve üst aksam yaş ve kuru ağırlığı ile kuru ağırlık yüzdesi ve günlük kuru madde üretimi üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Kök ve üst aksam yaş ağırlıkları karanlık koşuda lamba kullanımına kıyasla gün ışığı ve lamba kullanımı ile belirgin ölçüde artmıştır. En fazla fide biyokütlesi tam spektrumlu floresan lambanın gün ışığı ile beraber kullanıldığı uygulamadan elde edilmiştir. Bunu gün ışığına maruz kalan fideler izlemiştir. Kök ve üst aksam kuru ağırlıklarında da benzer durum görülmüştür. Kök ve üst aksam kuru ağırlık yüzdeleri gün ışığı koşullunda artış göstermiş; en yüksek değer yapay ışıklandırmasız gün ışığı koşulunda, en düşük değer karanlıkta lamba uygulamasında yetişen fidelerden elde edilmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar yapay ışıklandırmanın fide biyokütlesini arttırdığına dair yapılan

önceki çalışmalar ile doğrulanmıştır. Fide döneminde sera sebze türlerinde HPS lambalar ile (Eltez, 1995), hıyarda LED lambalar ile HPS lambaların birlikte uygulandığında (Novičkovas et al., 2012), patlıcanda dönemlere, fide kısımlarına ve ışık kaynağına göre göre değişmekle birlikte ATL, HPS ve LED lambalarla sağlanan yapay ışıklandırmanın (Demirsoy ve ark., 2016) fide kök ve sürgün biyokütlesini arttırdığını ortaya koymuştur. Kırmızı-turuncu ışık veren LED lamba ile ek ışıklandırma yapılan ve alçak plastik tüneller altında yetiştirilen domates bitkilerinde de bitki biyokütlesinin ışıklandırma yapılmayan bitkilere göre %24 oranında arttığı belirlenmiştir (Köksal ve ark., 2013). Elde edilen bu sonuçlar; fide/bitki büyüme ve gelişmesinde kullanılan ışık kaynağının, ışığın dalga boyunun ve ışık şiddetinin etkilerinin farklı olacağını ortaya koymuştur (Johkan et al., 2012).

Fidelerin günlük kuru madde üretimi 0.27 ile 1.50 mg arasında değişmiş, gün ışığının uygulandığı fidelerde günlük kuru madde miktarının arttığı görülmüştür. En yüksek günlük kuru madde üretimi tam spektrumlu floresan lambanın gün ışığı ile beraber kullanıldığı uygulamadan elde edilirken,

en düşük karanlıkta lamba uygulamasından elde edilmiştir. Uzun (1996), ışığın bitki büyüme ve gelişimine olan etkisi ile ilişkili olarak düşük ışık koşullarında bitkinin genellikle vejetatif büyüdüğünü böylece daha az kuru madde birikiminin meydana geldiğini belirtmiştir.

**Çizelge 1.** Uygulamaların fide üst aksam (yaprak + gövde) ve kök yaş ve kuru ağırlıkları, kuru ağırlık yüzdeleri ve günlük kuru madde üretimi üzerine etkileri

**Table 1.** Effects of treatments on shoot (leaf + stem) and root fresh and dry weights, dry weight percentages and daily dry matter production of seedling

Uygulamalar	Üst Aksam			Kök			Günlük kuru madde üretimi (mg/gün)
	Yaş ağırlık (g)	Kuru ağırlık (g)	Kuru ağırlık yüzdesi (%)	Yaş ağırlık (g)	Kuru ağırlık (g)	Kuru ağırlık yüzdesi (%)	
Gün ışığı	0.49 b	0.054 a	10.99 a	0.49 a	0.032 a	7.78 a	1.347 a
Lamba	0.36 c	0.014 b	3.98 c	0.12 b	0.003 b	2.17 b	0.268 b
Gün ışığı+Lamba	0.63 a	0.060 a	9.5 b	0.57 a	0.036 a	6.57 a	1.505 a
P	0.0049	0.0004	<0.0001	0.0048	<0.0001	0.0025	<0.0001

Gün ışığı: kontrol, Lamba: karanlık ortamda floresan lamba kullanımı, Gün ışığı + Lamba: gün ışığı il beraber floresan lamba kullanımı

### Klorofil ve Renk Değerleri

Yaprak klorofil miktarı ve renk değerleri üzerine uygulamaların etkisinin önemli olduğu görülmüştür. Gün ışığının uygulandığı fidelerde klorofil miktarının arttığı; gün ışığı ile birlikte tam spektrumlu floresan lamba kullanımının marul yapraklarının klorofil içeriğini gün ışığına göre %9.4, karanlıkta lamba uygulamasına göre %78.1 oranında arttırdığı görülmüştür (Çizelge 2). Çalışmamızı destekler nitelikte, Tang et al. (2011)'nin hıyar fidelerinde kırmızı, mavi, kırmızı+mavi (9:1, 8:2, 7:3, 6:4, 5:5) ve floresan lamba uygulamalarını denedikleri bir çalışmada, kırmızı+mavi ışık uygulamalarının bitki büyümesini teşvik ettiği; kırmızı+mavi 7:3 uygulamasında yaprak ağırlığı yanında klorofil içeriğinin de arttığı belirtilmiştir. Hasperué et al. (2016) depolanan brokolilere yapay ışıklandırma ile düşük yoğunlukta (20 mmol/m<sup>2</sup>/s) beyaz ve mavi LED uygulamasının klorofil seviyesinde artış sağladığını bildirmiştir. Ancak, klorofil miktarı yapay ışıklandırmada kullanılan ışık kaynağına göre değişebilmektedir. %52 kırmızı + %48 mavi LED; soğuk beyaz (6500 K) LED ve soğuk beyaz (6500 K)

floresan altında büyütülen domates ve biber fidelerinde, en yüksek klorofil miktarı soğuk beyaz LED ışığı altında yetişen fidelerden elde edilirken, en düşük ise soğuk beyaz floresan ışık altında yetişen fidelerden elde edilmiştir (Çağlayan ve ark., 2017).

Tam spektrumlu floresan lamba uygulamasının gerek karanlıkta ve gerekse gün ışığı ile beraber kullanıldığında yüksek L değeri ile yaprak parlaklığını saptanmıştır. Yaprak yeşil renk değeri (a\*) gün ışığı olan koşulda artmış, gün ışığı ve gün ışığı + lamba uygulamalarındaki fidelerde a\* değeri aynı istatistiksel grupta yer almıştır. a\*/ b\* renk indeksi -0.55 ile -0.64 arasında değişmiş ve en yüksek değer tam spektrumlu floresan lambanın gün ışığı ile beraber kullanıldığı uygulamadan elde edilmiştir. h° değeri a\* değeri ile paralellik gösterirken, C° değeri b\* değeri ile benzerlik göstermiştir. Rengin temel bileşenlerini oluşturan h° değeri 90° (sarı) - 180° (yeşil) arasında değişmiş, yapraklar sarımtırak yeşil olarak belirlenmiştir. Rengin doygunluğunu belirleyen kroma değeri (C\*) en yüksek karanlıkta lamba uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** Uygulamaların yaprak klorofil ve renk değerlerine etkisi**Table 1.** Effects of treatments on leaf chlorophyll content and color values

Uygulamalar	Klorofil (SPAD)	L	Renk				
			a*	b*	a*/ b*	h°	C*
Gün Işığı	29.88 b	35.99 b	-17.43 a	27.40 b	-0.64 b	122.5 a	32.47 b
Lamba	18.36 c	45.21 a	-16.07 b	34.40 a	-0.64 b	118.9 b	39.31 a
Gün Işığı+Lamba	32.69 a	36.69 b	-17.58 a	27.33 b	-0.55 a	122.6 a	32.44 b
<i>P</i>	<0.0001	0.0219	0.0090	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0002

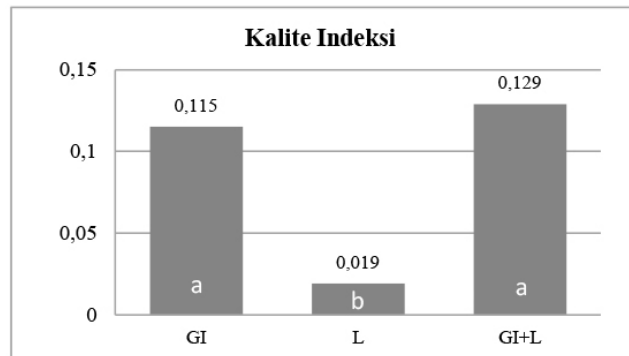
Gün ışığı: kontrol, Lamba: karanlık ortamda floresan lamba kullanımı, Gün ışığı + Lamba: gün ışığı il beraber floresan lamba kullanımı

### Dickson Fide Kalite İndeksi

Fide kalitesini belirlemede önemli bir kriter olan kalite indeksi üzerine uygulamaların etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ( $P$ : <0.0001). Fide kalite indeksi 0.019 ile 0.129 arasında değişmiş, en kaliteli fideler aralarında istatistiksel fark bulunmayan gün ışığı ve gün ışığı ile beraber lamba uygulamasından elde edilirken, karanlıkta lamba uygulaması kalite bakımından ikinci sınıfta yer almıştır. Gün ışığı koşullarında tam spektrumlu floresan lamba kullanımı gün ışığındaki kontrol bitkilerine göre kaliteyi %12.2 oranında arttırmıştır (Şekil 2).

Fide kalitesi fidelerin fizyolojik ve morfolojik özelliklerine göre değişebilmektedir. Her ne kadar fide kalitesinin en doğru ölçüsü ikisinin birlikte değerlendirilmesi olsa da morfolojik görünüm fide fizyolojisinden daha kolay ölçülebilir ve pratik olması nedeni ile tercih edilmektedir. Fide kalitesini belirlemede agro-morfolojik özelliklere dayalı birçok standart mevcuttur. Bu karakterler değerlendirilirken hangi kriterlerin ön planda tutulacağı türün özelliğine

göre değişmektedir (Bozokalfa ve Eşiyok, 2010). Halen kullanılmakta olan özellikler arasında fide boyu, gövde çapı, kök uzunluğu, yaş ve kuru ağırlık, sürgün-kök oranı ve yaprak sayısı vs yer almaktadır. Morfolojik derecelendirmeleri iyi olan fideler, daha sonra tarlaya dikildiklerinde tutunma ve hayatta kalmada belirgin farklılıklar ve pozitif ilişkiler göstermektedirler. Dickson et al. (1960) tarafından geliştirilen kalite indeksi fidelerde geliştirilmiş olmasına rağmen fideler için de kullanılabilir ölçümler içermektedir. Formülize edilen indeks, fide kalitesi ile ilgili daha önceki çalışmalarda belirtilen bazı morfolojik özelliklere dayandırılan entegre bir indekstir. Fidanlar/fideler kalite gruplarına göre iyi (>0.3), orta (0.1-0.3) ve kötü (<0.1) olarak gruplanmaktadır. Her bir kalite grubu değer aralığının türlere, bakım işlerine (sulama, gübreleme vs) ve çevresel koşullara göre değişeceği kabul edilmektedir. Yürütülen çalışmada gün ışığı koşullarında tam spektrumlu floresan lamba kullanımı ve lamba kullanılmadan gün ışığında yapılan yetiştiricilikte fide kalitesi orta kalitede, karanlıkta lamba altında yapılan yetiştiricilikte ise fide kalitesi kötü olarak belirlenmiştir.



**Şekil 2.** Uygulamaların fide kalite indeksi üzerine etkisi (GI: güneş ışığı-kontrol, L: karanlık ortamda floresan lamba, GI+L: gün ışığı il beraber floresan lamba kullanımı)

**Figure 2.** Effects of treatments on seedling quality index (GI: day light-control, L: fluorescent lamp under dark, GI+L: day light with fluorescent lamp)

## SONUÇ

Elde edilen tüm sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde fide gelişiminde ışığın önemli bir faktör olduğu ve fide kalitesinin yapılacak ilave aydınlatma ile artırılabilceğini belirlenmiştir. Bununla birlikte ışık kaynağı, rengi ve şiddetinin bitki gelişiminde önemli olduğu unutulmamalıdır. Gün ışığına ilaveten yapılan yapay ışıklandırmanın yaprak sayısı ve klorofil miktarını arttırarak fotosentez oranını arttırdığı, yapay ışıklandırmada kullanılan ışık kaynağının da fide

gelişimi ve kalitesinde etkili olduğu belirlenmiştir. Karanlık koşulda sadece yapay ışıklandırma ile yapılan aydınlatmanın fide kalitesini olumsuz etkilediğini belirlenmiştir.

## TEŞEKKÜR

Çalışmada kullandığımız LifeLite negatif iyon jeneratörlü tam spektrumlu gün ışığı floresan lambasını tarafımıza ücretsiz sağlayan **Elit Mühendislik** (İstanbul) firmasına teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Argus, 2017. Light and lighting control in greenhouses. Argus Control Ltd. Canada, p.1-36. <https://www.arguscontrols.com/resources/Light-and-Lighting-Control-in-Greenhouses.pdf> (Erişim Tarihi: 10 Ocak 2019)
- Balkaya, A., Kandemir, D. ve Sarıbaş, Ş. 2015. Türkiye sebze fidesi üretimindeki son gelişmeler. TÜRKTOB-Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi, Yıl:4, 13:4-8.
- Bozokalfa, M.K. ve Eşiyok, D. 2010. Biber (*Capsicum annuum* L.) aksesyonlarında genetik çeşitliliğin agronomik özellikler ile belirlenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 47 (2): 123-134.
- Çakırer, G., Akan, S., Demir, K. ve Yanmaz, R. 2017. Bahçe bitkilerinde kullanılan ışık kaynakları. Akademik Ziraat Dergisi, 6 (Özel Sayı):63-70.
- Chaves, I., Pokorny, R., Byrdin, M., Hoang, N., Ritz, T., Brettel, K., Essen, L.O., van der Horst, G.T.J., Batschauer, A. and Ahmad, M. 2011. The cryptochromes: Blue light photoreceptors in plants and animals. Annual Review of Plant Biology, 62:335-364.
- Ciolkosz, D. 2008. Desing daylight availability for greenhouses using supplementary lighting. Biosystem Engineering, 100:571-580.
- Çağlayan, N., Ertekin, C. ve Kotan, R. 2017. LED ışık kaynaklarının domates ve 36 biber bitkilerinin gelişimi üzerine etkileri. Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, ICAE - IWCB Özel Sayı: 297-307.
- Fisher, P. and Runkle, E. 2004. Lighting Up Profits: Understanding Greenhouse Lighting. Meister Media Worldwide, Willoughby/Ohio, p. 98.
- Fraikin, G.Y., Strakhovskaya, M.G. and Rubin, A.B. 2013. Biological photoreceptors of light-dependent regulatory processes. Biochemistry, 78(11):1238-1253.
- Goto, E. 2012. Plant production in a closed plant factory with artificial lighting. Acta Horticulturae, 956:37-49.
- Gül, A. 2008. Topraksız Tarım. ISBN:978-975-8377-66-4, Hasad yayıncılık, İstanbul, 144 s.
- Dayıoğlu, M.A. ve Silleli, H. 2012. Saralar için yapay aydınlatma sistemi tasarımı: Günlük ışık integrali yönetimi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 8 (2):233-240.
- Demir, K. ve Çakırer, G. 2015. Kaliteli fide üretimini etkileyen faktörler. TÜRKTOB-Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi, Yıl:4, 13:4-8.
- Demirsoy, M., Balkaya, A. ve Uzun, S. 2016. Farklı ışık kaynağı ve renk uygulamalarının patlıcan (*Solanum melongena* L.) fidelerinin büyüme parametreleri üzerine etkileri. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, 3(2): 238-247
- Dickson, A., Leaf, A.L. and Hosner, J.F. 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. The Forest Chronicle, 36(1):10-13.
- Doolan, W.D., Leonardi, C. and Baudoin, W.O. 1999. Vegetable Seedling Production Manual. FAO Plant Production and Protection Paper, 155, 72 p.
- Eltez, R.Z. 1995. Bazı sera sebze türlerinde ilkbahar yetiştiriciliğinde fide döneminde yapılan ilave aydınlatmanın kalite ve verime etkileri üzerinde araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir.
- ELITMUH, 2018. Elit Mühendislik. <http://www.elitmuh.com.tr/lifelite.html>. (Erişim: 01.10. 2018).
- FİDEBİR, 2017. Fidebirlik: Fide Üreticileri Alt Birliği. [www.fidebirlik.com](http://www.fidebirlik.com). (Erişim: 16.05.2017).
- Hasperué, J.H., Guardianelli, L., Rodoni, L.M., Chaves, A.R. and Martínez, G.A. 2016. Continuous white/blue LED light exposition delays postharvest senescence of broccoli. LWT-Food Science and Technology, 65: 495-502.
- Johkan, M., Shoji, K., Goto, E., Hahida, S. and Yoshihara, T. 2012. Effect of green light wavelength and intensity on photomorphogenesis and photosynthesis in *Lactuca sativa*. Environmental and Experimental Botany, 75: 128-133.
- Kandemir, D. 2005. Sera şartlarında sıcaklık ve ışığın biberde (*Capsicum annuum* L.) büyüme ve verim üzerine kantitatif etkileri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Samsun.
- Karakaş, A. 2008. Sera Aydınlatmacılığı. Elektrik Mühendisliği, Ağustos-434: 142-144.
- Koç, C., Vatandaş, M. ve Koç, A.B. 2009. LED aydınlatma teknolojisi ve tarımda kullanımı. 25. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi (01-03 Ekim 2009), Isparta.
- Kopsell, D.A., Sams, C.E. and Morrow, R.C. 2015. Blue wavelengths from LED lighting increase nutritionally important metabolites in specialty crops. Hortscience, 50(9): 1285-1288.
- Köksal, N., İncesu, M. ve Teke, A. 2013. LED aydınlatma sisteminin domates bitkisinin gelişimi üzerine etkileri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 6 (2): 71-75.
- Lopez, G.R. and Runkle, E.S. 2008. Photosynthetic daily light integral during propagation influences rooting and growth of cuttings and subsequent development of New Guinea impatiens and petunia. HortScience, 43:2052-2059.
- Massa, G.D., Kim, H.H., Wheeler, R.M. and Mitchell, C.A. 2008. Plant productivity in response to LED lighting. HortScience, 43(7):1951-1956.



- McCree, K.J. 1972. Test of current definitions of photosynthetically active radiation against leaf photosynthesis data. *Journal of Agricultural Meteorology*, 10: 443-453.
- McGuire, R.G. 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27(12):1254-1255.
- Novičkovas, A., Brazaitytė, A., Duchovskis, P., Jankauskienė, J., Samuolienė, G., Virsilė, A. and Zukauskas, A. 2010. Solid-state lamps (LEDs) for the short-wave length supplementary lighting in greenhouses: experimental results with cucumber. In XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010): *Acta Horticulturae*, 927:723-730.
- Ohasi-Kaneko, K., Takase, M., Kon, N., Fujiwara, K. and Kurata, K. 2007. Effect of light quality on growth and vegetable quality in leaf lettuce, spinach and komatsuna. *Environmental Control in Biology*, 45: 189-198.
- Sarıbaş, H.ř. 2013. Organik domates (*Solanum lycopersicum* L.) ve patlıcan (*Solanum melongena* L.) fidesi üretiminde fide kalitesi ile çevre şartları arasındaki ilişkilerin belirlenmesi ve üretimin planlanması. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Samsun.
- Sevgican, A. 2002. Örtüaltı Sebzeçiliđi (Topraklı Tarım), Cilt I. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No:528. ISBN: 975-483-384-2. Ege Üniv. Basımevi. Bornova-İzmir
- Taiz, L. and Zeiger, E. 2008. Bitki Fizyolojisi (Üçüncü baskıdan çeviri; Çeviri editörü İsmail Türkan). Palme Press, Ankara/Turkey, 690 s.
- Tang, D., Zhang, G.B., Zhang, E., Pan, X.M. and Yu, J.H. 2011. Effects of different LED light qualities on growth and physiological and biochemical characteristics of cucumber seedlings. *Journal of Gansu Agricultural University*, 01. [http://en.cnki.com.cn/Article\\_en/CJFDTotal-GSND201101011.htm](http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTotal-GSND201101011.htm) (Erişim: 05.03.2018)
- Tüzel, Y., Gül, A., Dařan, H.Y., Öztekin, G.B., Engindeniz, S., Boyacı, H.F., Ersoy, A., Tepe, A. ve Uđur, A. 2010. Örtüaltı Yetiřtiriciliđinin Gelişimi. VII. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi (11-15 Ocak 2010), Ankara, 1: 559-578.
- Uzun, S. 1996. The quantitative effects of temperature and light environment on the growth, development and yield of tomato and aubergine. The University of Reading, PhD Thesis, (Unpublished), England.
- Yelboğa, K. 2014. Tarımın Büyüyen Gücü: Fide Sektörü. *Bahçe Haber*, 3(2): 13-16.