

İlkbahar Dönemi Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Fidesi Yetiştiriciliğinde Farklı Işık Kaynaklarının Fide Kalitesine Etkileri

Murat DEMİRSOY*, Metin AYDIN

Selçuk Üniversitesi, Sarayönü MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Konya, Türkiye
[ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4973-2600> (M. Demirsoy), 0000-0002-8390-611X (M. Aydın)]

*Sorumlu yazar: mdemirsoy@selcuk.edu.tr

Özet

Bu çalışma güneş ışığına ek ışık kaynakları kullanımının hıyar (Beith Alpha F1) fidelerinin kalitesi üzerine etkilerinin tespiti amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada akkor telli lamba (ATL), yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba (HPS) ve ışık yayan diyot (LED) lamba ek ışık kaynağı olarak kullanılmış, kontrol bitkileri için hiçbir ek ışıklandırma uygulaması kullanılmamıştır. Hıyar fideleri yetiştirilirken her bir ek ışık kaynağı 6 saat/gün (06:00-09:00/18:00-21:00) olarak uygulanmıştır. Hıyarda en yüksek fide boyu (16.17 cm), oransal gövde ağırlığı (OGA) değeri 0.3196, özgül yaprak alanı (ÖYA) değeri 212.51 cm²g⁻¹ ve oransal yaprak alanı (YAO) (99.65 cm²g⁻¹) değerleri ATL ışık kaynağı altında yetiştirilen fidelerden elde edilmiştir. Çalışmada en yüksek oransal yaprak ağırlığı (OYA) değeri 0.5123 ve yaprak alanı (YA) değeri 28.86 cm² ile LED uygulaması altında yetiştirilen fidelerden elde edilmiştir. Çalışmada en yüksek kök uzunluğu (KU) 19.42 cm, yaprak kuru ağırlığı (YKA) 0.1575 g, fide gövde kuru ağırlığı (GKA) 0.1015 g, fide kök kuru ağırlığı (KKA) 0.0996 g, toplam fide kuru ağırlığı (TFKA) 0.3587 g, oransal kök ağırlığı (OKA) 0.2778 ve yaprak kalınlığı (YK) 0.0070 g/cm² değerleri ile HPS uygulaması altında yetiştirilen fidelerde elde edilmiştir. Çalışma sonucunda büyüme kriterleri açısından genel olarak HPS ile yapılan ek aydınlatmanın önemli derecede öne çıktığı belirlenmiş ve tavsiye edilebilir nitelikte görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Ek aydınlatma, Fide yetiştiriciliği, Fide kalitesi, *Cucumis sativus*

The Effects of Different Light Sources on Seedling Quality Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Seedling in Spring Culture

Abstract

This study was carried out to determine the effects of using additional light sources on sunlight on the quality of cucumber (Beith Alpha F1) seedlings. In the study, incandescent lamp (IL), high pressure sodium lamp (HPS) and light emitting diode (LED) lamp were used as additional light sources, and no additional lighting applications were used for control plants. While growing cucumber seedlings, each additional light source was applied for 6 hours / day (06: 00-09: 00/18: 00-21: 00). The highest seedling height (SH) (16.17 cm), stem weight ratio (SWR) value of 0.3196 and leaf area ratio (LAR) (99.65 cm²g⁻¹) values were obtained from seedlings grown under IL light source. In the study, the highest leaf weight ratio (LWR) value was obtained from seedlings grown under LED application with a value of 0.5123 and leaf area (YA) value of 28.86 cm², specific leaf area (SLA) value of 212.51 cm²g⁻¹. In the study the highest root length (RL) 19.42 cm, leaf dry weight (LDW) 0.1575 g, seedling stem dry weight (SDW) 0.1015 g, seedling root dry weight (RDW) 0.0996 g, total seedling dry weight (TDW) 0.3587 g, root weight ratio (RWR) 0.2778 and leaf thickness (LT) 0.0070 g/cm² were obtained in seedlings grown under HPS application. As a result of the study, it has been determined that the additional lighting made with HPS lamps in terms of growth criteria has been significantly highlighted and can be recommended.

Keywords: Additional lighting, Seedling growing, Seedling quality, *Cucumis sativus*

1.Giriş

Başarılı bir sebze yetiştiriciliğinde, uygun nitelikli çeşit seçimi ve kaliteli fide kullanımı büyük bir önem taşımaktadır. Bahçe bitkileri sektöründe, küçük alanlarda yüksek girdi ile ya da örtü altında yoğun bir emek ve maliyet kapsayan tarım kolu olarak yapılan sebze tarımında, yetiştiriciliğe sağlıklı ve kaliteli tohum ile kaliteli fide kullanarak başlamak büyük bir önem arz eder (Balkaya ve ark., 2015). Sağlıklı ve kaliteli fide için en önemli etmenlerden biride uygun ışıklanmadır (Demirsoy ve ark., 2017). Işık enerjisi organik madde üretimi açısından da fotosentez için önemlidir (He ve ark., 2016). Az ışıkta bitkiler ince ve soluk renkli gövde, düşük karbonhidrat ihtiva eden yapraklar meydana getirmektedir. Aynı zamanda kök ve gövde gelişmesi yavaşlamaktadır (Ertekin, 2002). Sebzeler de diğer bitkilerde olduğu gibi yaşamlarını sürdürebilmeleri için güneş ışığını enerji kaynağı olarak kullanmaktadırlar. Sebze yetiştiriciliğinde değişik aşamalarda üretim amacına uygun ışık kaynaklarını kullanmak başarıyı artırmaktadır (Çakırer ve ark., 2017; Demirsoy ve ark., 2018). Örtüaltı yetiştiriciliğinde kış ve ilkbahar aylarında ışık seviyesinin yetersiz olması bitkilerin büyümesini ve gelişimini olumsuz etkilemektedir. Bu dönemlerde bitki büyüme ve gelişimi açısından yapay aydınlatma sistemleri seraların önemli bir bileşeni olarak kullanılmaktadır (Bayhan ve Avcı, 2019; Burattini ve ark., 2017; Dayıoğlu ve Silleli, 2012). Bu bağlamda seraların belirtilen amaca göre planlanmaları, projelendirilmeleri ve yönetilmeleri gerekmektedir. Sera yetiştiriciliğinin planlanmasında incelenmesi gereken en önemli etmenler havalandırma, ısıtma, soğutma ve ışıklandırma (Arıcı, 1999; Gómez ve Izzo, 2018).

Gün ışığı, yapay ışıklandırmaya göre bitkinin ihtiyacı olan ışığı daha geniş spektrumlu bir kaynak olduğundan tabii olarak tercih edilmektedir. Tek bir kaynaktan yansıyan ışık yerine, yayılarak gelen bir ışık bitkinin her tarafına eşit olarak geleceğinden daha yararlı olmaktadır. Böylece alt yapraklara erişim daha kolay olacaktır. Ancak gün ışığının mevsim veya gün içindeki farklılıkları nedeni ile yeterli olmaması halinde yapay ışık kullanılmalıdır (Tuna ve ark., 2015). Düşük ışık koşullarında yaprakların absorbe ettiği ışık miktarı ışık kalitesi ile doğrusal orantılı olduğu bildirilmiştir. Yaprakların absorbe ettiği ışık miktarının aynı zamanda yaprakların pigment içeriğine de

bağımlı olduğu belirtilmiştir (Hogewoning ve ark., 2010). Bitkilerin yaprak alanı ve fotosentez kapasiteleri bitkinin büyüme hızı açısından önemli bir göstergedir (Beyhan ve ark., 2008).

Yapay ışık kullanımı ile verim artışı ortaya çıkabilmektedir. Yapay ışık genelde süs bitkilerinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Günümüzde domates, hıyar, biber ve marul gibi sebzelerde artan bir şekilde kullanılmaya başlamıştır. Çeşitli anatomik, morfolojik, fizyolojik, fotosentetik ve metabolik parametrelere yapay aydınlatmanın olumlu yönde etki yaptığı ve yapay ışığın gelecekte bitkilerde daha yaygın bir biçimde kullanılacağı öngörülmektedir (Bantis ve ark., 2018; Dorais, 2003). Bitkilerin büyüme ve gelişmesinde ışığın etkisi düşünüldüğünde her bitki türü için mümkün olduğunca kontrollü çevre şartlarında farklı denemeler yapılması kaçınılmaz bir zorunluluktur (Colantoni ve ark., 2018). Sıcaklık ve hava oransal neminin bitkiler üzerindeki etkileri üzerine yıllardır birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen ülkemizde ışık kaynaklarının bitki büyüme ve gelişmesi üzerine etkileri konusunda çok fazla çalışma yapılmamıştır (Bian ve ark., 2015; Brazaityté ve ark., 2016; Laktionov ve ark., 2019). Bu tür çalışmalar fide kalitesinin ve buna bağlı olarak birim alandan alınan verimin artırılmasına yardımcı olacaktır. Çalışma güneş ışığına ek ışık kaynakları kullanımının hıyar (Beith Alpha F1) fidelerinin kalitesi üzerine etkilerinin tespit edilmesi amacıyla yürütülmüştür.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışma, Selçuk Üniversitesi, Sarayönü Meslek Yüksekokulu'na ait uygulama arazisinde bulunan 420 m²'lik yan ve üst havalandırmaya sahip polikarbon serada 2015 yılında yürütülmüştür. "Beith Alpha F1" hıyar çeşidi bitkisel materyal olarak, akkor telli lamba (ATL), yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba (HPS) ile ışık yayan diyot (LED) lamba ise ek ışık kaynağı olarak kullanılmıştır. Ek ışık kaynağı kullanılmadan sadece gün ışığı ile üretilen fideler ise kontrol (KT) olarak kullanılmıştır. Sera içerisinde uygulamaların birbirine olan etkisini ortadan kaldırmak amacıyla ek ışık kaynakları ve kontrol grubu parselleri sunta tabakalarla birbirinden ayrılarak yetiştirme bölmeleri oluşturulmuştur. Gün içerisinde güneş ışığından faydalanan fidelere 06:00-09:00/18:00-21:00 saatleri arasında ek aydınlatma otomatik bir sistem yardımıyla uygulanmış ve fidelerin

ışıklandırma süresi günlük 15 saat olacak şekilde planlanmıştır. Denemede ışık faktörü hariç diğer koşullar eşit olacak şekilde uygulama yapılmıştır. Ek aydınlatmada; ATL kaynağı olarak “Philips 140 Watt E27 klasik halojen ampul, HPS kaynağı olarak Pelsan 50 W Son-T E27 duylu sodyum buharlı ampul ve LED lamba kaynağı olarak Smd Marka 50 W LED projektör lambalar kullanılmıştır. Işık kaynaklarının bitkiler üzerine etkilerinin ışık şiddeti açısından eşit düzeylerde olabilmesi için fide yetiştirme tezgâhlarına göre mesafeleri ((Işık şiddeti)=1/d² (d=yükseklik)) ters kare kanununa göre hesaplanmış ve buna göre düzenleme yapılmıştır.

Deneme 3 farklı ışık kaynağı, 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 60 bitki olacak şekilde toplam 540 fide ile yürütülmüştür. Her bir yetiştirme bölmesinden ve ek ışık kaynağı uygulanmamış olan yetiştirme bölmesinden (kontrol) ışık, nem ve sıcaklık ölçümleri ayrı cihazlarla sürekli olarak kayıt altına alınmıştır. Çalışmada yetiştirme ortamı (3 birim torf ve 1 birim perlit) karışımı 9x10 cm boyutlarındaki plastik bardaklara üzerlerinde 1.5 cm boşluk kalacak şekilde doldurulmuştur. Hıyar tohumları her bir plastik bardağa bir tohum olacak şekilde ilkbahar

döneminde 12.03.2015 tarihinde ekilmiştir. Ekim derinliği tohum büyüklüğünün yaklaşık üç katı olacak şekilde yapılmıştır.

Her bir uygulamada aynı süre yetiştirilmiş 3-4 gerçek yapraklı hale gelen fideler 3’erli gruplar halinde köklerine zarar verilmeyecek bir şekilde sökülülmüştür. Sökülen bitkilerde fide kalitesini tespit etmek amacıyla ölçümler yapılmıştır. Her bir fidenin kök, gövde ve yaprakları ayrı ayrı JSR marka JSON-150 model etüvde 80°C’de yaklaşık 72 saat kurutulmuştur. Daha sonra kuru ağırlıkları Precisa marka XB 220A model, 0.0001 g hassasiyette 220 g kapasiteli hassas terazide tartılarak tespit edilmiştir. Fide gövde boyu (GB) (cm), gövde çapı (GÇ) (mm), kök uzunluğu (KU) (cm) ve yaprak sayısı (YS) (adet) fide büyüme dönemi boyunca haftalık olarak tespit edilmiştir. Toplam kök kuru ağırlığı (TKKA) (g), toplam gövde kuru ağırlığı (TGKA) (g), toplam yaprak kuru ağırlıkları (TYKA) (g), toplam bitki kuru ağırlığı (TBKA) (g) ve toplam yaprak alanı (TYA) (cm²) parametreleri fide söküm zamanında belirlenmiştir. Bu veriler ışığında büyüme analizleri Uzun (1996)’a göre yapılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Kantitatif analizlerde kullanılan bitki büyüme parametreleri ve hesaplama modelleri.

Table 1. The plants growth parameters for quantitative analysis.

Parametreler Parameters	Hesaplama modelleri Calculation models
Oransal Yaprak Alanı (YAO) (cm ² g ⁻¹) Leaf area ratio (LAR) (cm ² g ⁻¹)	Toplam Yaprak Alanı (cm ²) / Toplam Bitki Kuru Ağırlığı (g) Total plant leaf area (cm ²)/Total plant dry weight (g)
Özgül Yaprak Alanı (ÖYA) (cm ² g ⁻¹) Specific leaf area (SLA) (cm ² g ⁻¹)	Toplam Yaprak Alanı (cm ²) / Toplam Yaprak Kuru Ağırlığı (g) Total leaf area (cm ²)/Total leaf dry weight (g)
Oransal Yaprak Ağırlığı (OYA) Leaf weight ratio (LWR)	Toplam Yaprak Kuru Ağırlığı (g) / Toplam Bitki Kuru Ağırlığı (g) Total leaf dry weight (g)/Total plant dry weight (g)
Oransal Kök Ağırlığı (OKA) Root weight ratio (RWR)	Toplam Kök Kuru Ağırlığı (g) / Toplam Bitki Kuru Ağırlığı (g) Total root dry weight (g)/Total plant dry weight (g)
Oransal Gövde Ağırlığı (OGA) Stem weight ratio (SWR)	Toplam Gövde Kuru Ağırlığı (g) / Toplam Bitki Kuru Ağırlığı (g) Total stem dry weight (g)/Total plant dry weight (g)
Yaprak Kalınlığı (YK) Leaf thickness (LT)	1 / Özgül Yaprak Alanı 1/ Specific leaf area

Araştırma sonucunda ek aydınlatma sistemi altında yetiştirilen fideler ile kontrol fideleri arasındaki gelişme farkları kantitatif analiz yöntemleri ile belirlenmiştir. Parametrelerdeki Varyans Analizi (Anova Testi) ve Duncan Testi SPSS for Windows 22.0 programı yardımı ile uygulanmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel karşılaştırılmalarında P<0.05 düzeyinde harflendirme yapılmıştır.

3.Bulgular ve Tartışma

Hıyarda en yüksek fide boyu değeri (16.17 cm) ATL ışık kaynağı altında yetiştirilen fidelerde elde edilmiştir. Bu ışık kaynağını sırasıyla KT ve LED uygulamasının takip ettiği belirlenmiştir. Tespit edilen en düşük değer ise (13.00 cm) HPS’den elde edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde gövde çapı açısından istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamış olsa da en yüksek gövde çapı değeri 3.94 mm HPS

uygulanması altında yetiştirilen fidelerde elde edilmiştir. Tespit edilen en düşük değer ise 3.36 mm ATL'den elde edilmiştir (Çizelge 2). Organik hıyar fidesi yetiştiriciliğinde gölgelemenin fide kalitesine etkisi konusunda yapılan bir çalışmanın sonuçlarına göre en yüksek fide boyu (20.2 cm) 3 kat gölgeleme ile elde etmişlerdir. Hıyarda en yüksek gövde çapı değerinin kontrol uygulamasından elde edildiği belirtilmiştir (Sarıbaş ve ark., 2017). Düşük ışık koşullarında ince, soluk renkli gövde, düşük karbonhidrat ihtiva eden yapraklar meydana gelmekte ve gövde gelişmesini yavaşlatmaktadır. Işık şiddetinin artmasıyla bitkilerin bodurlaşarak gövde çaplarını artırdıklarını; düşük ışıkta ince gövdeli bitki oluşumunun söz konusu olduğunu bildirilmiştir (Kandemir, 2005). Bitki gövde çapı ile ışık şiddeti ile pozitif doğrusal bir ilişkisi bulunduğu kaydedilmiştir. Ayrıca bitki boyu üzerine ışık şiddetinin çok önemli interaktif etkisi olduğunu ve en yüksek bitki boyunun düşük ışık, yüksek sıcaklık şartlarında elde edildiği belirlenmiştir (Uzun, 2001). Patlıcan fidelerinde yapılan bir çalışmada; HPS ışık kaynağı uygulamalarının fide gövde çapını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir (Demirsoy ve ark., 2017). Çalışmada en yüksek kök uzunluğu (KU) değeri (19.42 cm) HPS altında yetiştirilen fidelerde elde edilmiştir (Çizelge 2). Domates fidesinde farklı fotosentetik ışık akısı yoğunluğa sahip lambaların fidelerin kök uzunluğunu etkilediğini tespit etmişlerdir (Fan ve ark., 2013). Domates yetiştiriciliğinde yetersiz ışıklandırmanın zayıf kök gelişimine neden olduğu bildirilmiştir (Demirsoy, 2016; Sevgican, 1999).

İlkbahar döneminde en yüksek fide yaprak kuru ağırlığı (YKA) değeri 0.1575 g ile yine HPS uygulaması altında yetiştirilen fidelerde elde edilmiştir. Bu ışık kaynağını LED uygulamasının

takip ettiği görülmektedir (Çizelge 2). İlkbahar yetiştiriciliğinde patlıcanda fide döneminde yapılan HPS ışık kaynağıyla ilave aydınlatmanın gövde yaş ve kuru ağırlığını olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir (Eltez, 1995). Hıyarda yapılan bir çalışmada farklı gölgeleme uygulamaları ile elde edilen en yüksek yaprak kuru ağırlığı değerini (0.33 g) diğer uygulamalara göre daha fazla ışık alan 1 kat gölgeleme uygulamasından elde edildiği saptanmıştır (Sarıbaş ve ark., 2017). Çalışmada en yüksek fide gövde kuru ağırlığı (GKA) 0.1015 g ile yine HPS uygulaması altında yetiştirilen fidelerde elde edilmiştir (Çizelge 2). Biber fidelerinde yapılan bir çalışmada ek ışık kaynağı kullanımının fide gövde kuru ağırlık değerlerini artırdığı belirtilmiştir (Demirsoy ve ark., 2018). İlkbahar döneminde en yüksek fide kök kuru ağırlığı (KKA) 0.0996 g ile yine HPS uygulaması altında yetiştirilen fidelerde elde edilmiştir (Çizelge 2). Patlıcanda yapılan bir çalışmada kök kuru ağırlığının ışık kaynaklarına, ışığın rengine, ortam sıcaklığına ve kullanılan türe göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Demirsoy ve ark., 2017). En yüksek toplam fide kuru ağırlığı (TFKA) 0.3587 g ile yine HPS uygulaması altında yetiştirilen fidelerde elde edilmiştir. Bu ışık kaynağını LED uygulamasının takip ettiği görülmektedir. Tespit edilen en düşük değer ise 0.2484 g ile ATL'den elde edilmiştir (Çizelge 2). Düşük ışık koşullarında fidelerde daha az kuru madde birikimi olacağı belirtilmiştir (Beyhan ve ark., 2008; Uzun, 1996). Işığın bitki morfolojisine olan etkisi sonucu, farklı yaprak kuru ağırlığı/toplam bitki kuru ağırlık oranları oluşabilmektedir. Düşük ışık koşullarında, bitkilerde daha az kuru madde birikimi olacağı belirtilmiştir (Uzun, 1996).

Çizelge 2. Farklı ışık kaynaklarının fide boyu (FB), gövde çapı (GÇ) ve kök uzunluk (KU), yaprak kuru ağırlığı (YKA), gövde kuru ağırlığı (GKA), kök kuru ağırlığı (KKA) ve toplam fide kuru ağırlığı (TFKA) değerleri.

Table 2. Seedling height (SH), stem diameter (SD) and root length (RL), leaf dry weight (LDW), stem dry weight (SDW), root dry weight (RDW) and total seedling dry weight values (TDW) of different light sources.

Işık Kaynakları Light Sources	FB (cm) SH (cm)	GÇ (mm) SD (mm)	KU (cm) RL (cm)	YKA (g) LDW (g)	GKA (g) SDW (g)	KKA (g) RDW (g)	TFKA (g) TDW (g)
HPS	13.00b	3.94	19.42a	0.1575a	0.1015a	0.0996a	0.3587a
ATL	16.17a	3.36	14.83b	0.1165b	0.0794b	0.0525b	0.2484b
LED	13.83b	3.62	17.75ab	0.1497ab	0.0766b	0.0659b	0.2922b
KT	13.88b	3.42	15.01b	0.1233b	0.0721b	0.0687b	0.2641b

* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (p<0.05)

* The difference between the means indicated by the same letter in the same column is not statistically significant (p <0.05)

Çalışmada en yüksek OYA değeri 0.5123 ile LED uygulaması altında yetiştirilen fidelerde elde edilmiştir. Tespit edilen en düşük değer ise 0.4392 HPS'den elde edilmiştir (Çizelge 3). Biberde yapılan bir çalışmada bitki oransal yaprak ağırlığı üzerine yüksek ve düşük sıcaklık şartlarında ışığın azalmasıyla birlikte, oransal yaprak ağırlığının eğrisel olarak azaldığı belirtilmiştir (Kandemir ve Uzun, 2019). Patlıcan fidelerinde yapılan bir çalışmada yapay ışık kaynağı kullanımının oransal gövde ağırlığı ve oransal yaprak ağırlığı gibi özellikler yönünden olumlu yönde öne çıktığı saptanmıştır (Demirsoy ve ark., 2017). Hıyar fidelerinde en yüksek oransal kök ağırlığı (OKA) değeri 0.2778 ile yine HPS uygulaması altında yetiştirilen fidelerde elde edilmiştir. Bu ışık kaynağını sırasıyla KT ve LED uygulamaları takip ettiği görülmektedir (Çizelge 3). Farklı yetiştirme ortamlarının çalışıldığı bir denemede hıyar fidelerinde en yüksek OKA değeri 0.2689 olarak tespit edilmiştir (Demirsoy ve Uzun, 2019). İlkbahar döneminde en yüksek oransal gövde ağırlığı (OGA) değeri 0.3196 ile ATL uygulamasında yetiştirilen fidelerde elde edilmiştir (Çizelge 3). Domates fidelerinde farklı renklere sahip ATL, HPS ve LED lambaları ile yapılan bir çalışmada kırmızı renkli ATL uygulamalarının en yüksek OGA değerine sahip olduğu tespit edilmiştir (Demirsoy, 2016). Çalışmada en yüksek yaprak alanı (YA) değeri 28.86 cm² ile LED uygulaması altında yetiştirilen fidelerde elde edilmiştir (Çizelge 3). İlave aydınlatma uygulamaları bitki türlerinde fide

başına düşen yaprak sayısını ve yaprak alanlarını arttırmıştır (Eltez, 1995).

İlkbahar döneminde en yüksek özgül yaprak alanı (ÖYA) değeri 212.51 cm²g⁻¹ ile ATL'de yetiştirilen fidelerde elde edilmiştir. ATL uygulamasını ilkbaharda LED ve KT takip etmiştir. Tespit edilen en düşük değer ise 143.79 cm² HPS altında yetiştirilen fidelerde elde edilmiştir (Çizelge 3). Hıyar fidesinde yetiştirme ortamı denenen bir çalışmada ÖYA değeri en yüksek 256.58 cm²g⁻¹ olarak tespit edilmiştir (Demirsoy ve Uzun, 2019). En yüksek oransal yaprak alanı (YAO) değeri 99.65 cm²g⁻¹ ile ATL uygulaması altında yetiştirilen fidelerde elde edilmiştir. Bu ışık kaynağını sırasıyla ilkbaharda LED ve KT takip ettiği görülmektedir (Çizelge 3). Işık yoğunluğunun artması ile ÖYA ve OYA'nın önemli derecede azaldığını belirtmişlerdir (Uzun, 2001). Ayrıca ışığın bitkideki kuru madde dağılımı üzerine çok önemli etkisinin olduğunu, ışık yoğunluğunun artması ile oransal yaprak alanının önemli derecede azaldığını bildirilmiştir (Demirsoy ve ark., 2018; Picken ve ark., 1986). İlkbahar döneminde en yüksek yaprak kalınlığı (YK) değeri 0.0070 g/cm² ile yine HPS uygulaması altında yetiştirilen fidelerde elde edilmiştir. Bu ışık kaynağını sırasıyla ilkbaharda LED ve ATL'nin takip ettiği görülmektedir (Çizelge 3). Araştırmacılar ayrıca yaprak kalınlığının artan ışık miktarıyla doğru orantılı olarak arttığını da tespit etmişlerdir (Demirsoy ve ark., 2018; Demirsoy ve ark., 2017; Sarıbaş ve ark., 2017; Yan ve ark., 2019).

Çizelge 3. Farklı ışık kaynaklarının oransal yaprak ağırlığı (OYA), oransal kök ağırlığı (OKA), oransal gövde ağırlığı (OGA), yaprak alanı (YA), özgül yaprak alanı (ÖYA), oransal yaprak alanı (YAO) ve yaprak kalınlığı (YK) değerleri.

Table 3. Leaf weight ratio (LWR), root weight ratio (RWR), stem weight ratio (SWR), leaf area (LA), specific leaf area (SLA), leaf area ratio (LAR) and leaf thickness (LT) values of different light sources.

Işık Kaynakları Light Sources	OYA LWR	OKA RWR	OGA SWR	YA LA	ÖYA SLA	YAO LAR	YK LT
HPS	0.4392b	0.2778a	0.2830b	22.65b	143.79b	63.16b	0.0070a
ATL	0.4689ab	0.2115b	0.3196a	24.75b	212.51a	99.65a	0.0049bc
LED	0.5123a	0.2257b	0.2620b	28.86a	192.75ab	98.76a	0.0052b
KT	0.5043a	0.2258b	0.2699b	23.48b	173.16b	87.23b	0.0040c

* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli değildir (p<0.05)

* The difference between the means indicated by the same letter in the same column is not statistically significant (p < 0.05)

4.Sonuç

Bitkilerin büyüme ve gelişmesi açısından ışığın etkisini tespit edebilmek amacı ile her bitki türü için mümkün olduğunca kontrollü çevre şartlarında farklı denemeler yapılması

gerekmektedir. Bu tür çalışmalar birim alandan alınan verimin ve meyve kalitesinin artırılmasında yardımcı olacaktır. Bu çalışma sonucunda çiftçilerimizin kaliteli fideyle daha erkenci ve sağlıklı ürünler elde ederek ekonomik olarak kazanç sağlamaları hedeflenmiştir.

Çalışmada en yüksek fide boyu (16.17 cm), oransal gövde ağırlığı (OGA) değeri 0.3196, ÖYA değeri 212.51 cm²g⁻¹ ve oransal yaprak alanı (YAO) (99.65 cm²g⁻¹) değerleri ATL ışık kaynağı uygulaması altında yetiştirilen fidelerden elde edilmiştir. Deneme sonuçlarına göre en yüksek oransal yaprak ağırlığı (OYA) değeri 0.5123 ve yaprak alanı (YA) değeri 28.86 cm² ile LED uygulaması altında yetiştirilen fidelerden elde edilmiştir. Çalışmada en yüksek kök uzunluğu (KU) 19.42 cm, yaprak kuru ağırlığı (YKA) 0.1575 g, fide gövde kuru ağırlığı (GKA) 0.1015 g, fide kök kuru ağırlığı (KKA) 0.0996 g, toplam fide kuru ağırlığı (TFKA) 0.3587 g, oransal kök ağırlığı (OKA) 0.2778 ve yaprak kalınlığı (YK) 0.0070 g/cm² değerleri ile HPS uygulaması altında yetiştirilen fidelerde elde edilmiştir. Çalışma sonucunda büyüme kriterleri açısından genel olarak HPS lambalarla yapılan ek aydınlatmanın önemli derecede öne çıktığı belirlenmiş ve tavsiye edilebilir nitelikte bulunmuştur.

Teşekkür

Bu çalışma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon birimi tarafından desteklenmiştir. (Proje numarası: 11401147).

Kaynaklar

- Arıcı, İ., 1999. Sera yapım tekniği. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Notları, Bursa. 44 s.
- Balkaya, A., Kandemir, D., Sarıbaş, Ş., 2015. Türkiye sebze fidesi üretimindeki son gelişmeler. TÜRKTOB Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi 13(4): 4-8.
- Bantis, F., Smirnakou, S., Ouzounis, T., Koukounaras, A., Ntagkas, N., Radoglou, K., 2018. Current status and recent achievements in the field of horticulture with the use of light-emitting diodes (LEDs). *Scientia Horticulturae* 235: 437-451.
- Bayhan, Y., Avcı, Z., 2019. Örtü altı sebze yetiştiriciliğinde LED aydınlatma sistemlerinin bitki gelişimine ve verimine etkisinin belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* (17): 86-95.
- Beyhan, M., Sezgin, U., Kandemir, D., Harun, Ö., Demirsoy, M., 2008. A model for predicting leaf area in young and old leaves of greenhouse type tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) by linear measurements. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 23(3): 154-157.

- Bian, Z. H., Yang, C. C., Liu, W. K., 2015. Effects of light quality on the accumulation of phytochemicals in vegetables produced in controlled environments: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 95(5): 869-877.
- Brazaitytė, A., Viršilė, A., Samuolienė, G., Jankauskienė, J., Sakalauskienė, S., Sirtautas, R., Noviçkovas, A., Dabašinskas, L., Vaštakatiė, V., Miliuskienė, J., Duchovskis, P., 2016. Light quality: growth and nutritional value of microgreens under indoor and greenhouse conditions. *Acta Hort* 1134:277–284.
- Burattini, C., Mattoni, B., Bisegna, F., 2017. The impact of spectral composition of white LEDs on spinach (*Spinacia oleracea*) growth and development. *Energies* 10(9): 1-14.
- Colantoni, A., Monarca, D., Marucci, A., Cecchini, M., Zambon, I., Di Battista, F., Maccario, D., Saporito, M. G., Beruto, M., 2018. Solar radiation distribution inside a greenhouse prototypal with photovoltaic mobile plant and effects on flower growth. *Sustainability* 10(3): 855.
- Çakırer, G., Selen, A., Demir, K., Yanmaz, R., 2017. Bahçe bitkilerinde kullanılan ışık kaynakları. *Akademik Ziraat Dergisi* 6: 63-70.
- Dayıoğlu, M. A., Silleli, H., 2012. Seralar için yapay aydınlatma sistemi tasarımı: Günlük ışık integrali yöntemi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*. 8(2): 233-240.
- Demirsoy, M., 2016. Sera Koşullarında Farklı Yapay Işık, Renk ve Kaynaklarının Domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.), Biber (*Capsicum annuum* L.) ve Patlıcan (*Solanum melongena* L.) Fide Büyüme, Gelişme, Kalite ve Dikim Sonrası Adaptasyonlarına Etkilerinin Kantitatif Yöntemlerle İncelenmesi (Doktora Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, 157s.
- Demirsoy, M., Balkaya, A., Kandemir, D., 2018. The quantitative effects of different light sources on the growth parameters of pepper seedlings. *Azarian Journal of Agriculture* 5(3): 86-95.
- Demirsoy, M., Balkaya, A., Uzun, S., 2017. Farklı ışık kaynağı ve renk uygulamalarının patlıcan (*Solanum melongena* L.) fidelerinin büyüme parametreleri üzerine etkileri. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi* 3(2): 238-247.
- Demirsoy, M., Uzun, S., 2019. The quantitative effects of different growing media on the growth of aubergine (*Solanum melongena* L.) and cucumber (*Cucumis sativus* L.) in autumn. *International Journal of Environmental Trends (IJENT)* 3(2): 151-158.
- Dorais, M., 2003. The use of supplemental lighting for vegetable crop production: Light intensity, crop response, nutrition, crop management, cultural

- practices. Canadian Greenhouse Conference, Toronto.
- Eltez, R., 1995. Bazı sera sebze türlerinde ilkbahar yetiştiriciliğinde fide döneminde yapılan ilave aydınlatmanın kalite ve verime etkileri üzerinde araştırmalar (Doktora Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 117 s.
- Ertekin, Ü., 2002. Seracılık ve örtüaltı biber, domates, hıyar, patlıcan yetiştiriciliği. Mars Matbaası, Ankara. 505 s.
- Fan, X. X., Xu, Z. G., Liu, X. Y., Tang, C. M., Wang, L. W., Han, X. L., 2013. Effects of light intensity on the growth and leaf development of young tomato plants grown under a combination of red and blue light. *Scientia Horticulturae* 153: 50-55.
- Gómez, C., Izzo, L. G., 2018. Increasing efficiency of crop production with LEDs. *AIMS Agriculture and Food* 3(2): 135.
- He, J., Kong, S., Choong, T. W., Qin, L., 2016. Productivity and photosynthetic characteristics of heat-resistant and heat-sensitive recombinant inbred lines (RILs) of *Lactuca sativa* in response to different durations of LED lighting. *Acta Hort* 1134, 187-194.
- Hogewoning, S. W., Douwstra, P., Trouwborst, G., Van Ieperen, W., Harbinson, J., 2010. An artificial solar spectrum substantially alters plant development compared with usual climate room irradiance spectra. *Journal of Experimental Botany* 61(5): 1267-1276.
- Kandemir, D., 2005. Sera Şartlarında Sıcaklık ve Işığın Biberde (*Capsicum annuum* L.) Büyüme, Gelişme ve Verim Üzerine Kantitatif Etkileri (Doktora Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, 151 s.
- Kandemir, D., Uzun, S., 2019. Farklı ışık ve sıcaklık şartlarının sera biber yetiştiriciliğinde büyüme parametreleri üzerine kantitatif etkilerinin modellenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 34(1): 1-11.
- Laktionov, I., Vovna, O., Getman, I., Maryna, A., Lebediev, V., 2019. Results of experimental research on computerized intellectual monitoring means of effective greenhouse illumination. *International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems* 12(1): 1-19.
- Picken, A., Stewart, K., Klapwijk, D., 1986. Germination and vegetative development: Atherton, J.G., Rudich, J. (Eds), *The Tomato Crop*. Chapman and Hall, London, pp. 167-200.
- Sarıbaş, H. Ş., Saka, A. K., Özer, H., Uzun, S., 2017. Organik hıyar fidesi yetiştiriciliğinde gölgelemenin fide kalitesine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi* 6: 35-40.
- Sevgican, A., 1999. Örtüaltı sebzeçiliği, EÜ Ziraat Fakültesi Basımevi. İzmir. 302 s.
- Tuna, A., Yazgan, M. E., Khabbazi, P. A., 2015. Effects of light in interior landscape design. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 3(1): 167-172.
- Uzun, S., 1996. The Quantitative Effects of Temperature and Light Environment on the Growth, Development and Yield of Tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill) and Aubergine (*Solanum melongena* L.) (Doktora Tezi). University of Reading, England.
- Uzun, S., 2001. Serada Domates ve Patlıcan Yetiştiriciliğinde Bazı Büyüme ve Verim Parametreleri ile Sıcaklık ve Işık Arasındaki İlişkiler. 6. Ulusal Seracılık Sempozyumu, Muğla, s 85-90.
- Yan, Z., He, D., Niu, G., Zhai, H., 2019. Evaluation of growth and quality of hydroponic lettuce at harvest as affected by the light intensity, photoperiod and light quality at seedling stage. *Scientia horticulturae* 248: 138-144.