

Sera Yetiştiriciliğinde Farklı Renklerdeki Sera Örtü Malzemelerinin Bitki Gelişimine Etkileri: Domates (*Solanum lycopersium*) Örneği

Eren ÇETİN¹, Atılğan ATILGAN*¹

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 15, Sayı 2,
Sayfa 199-205, 2020

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 15, Issue 2,
Page 199-205, 2020

Özet: Bu çalışma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesinin deneme alanında bulunan taban alanı 18 m² ve yan duvar yüksekliği 2 m olan 4 adet plastik seralarda gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, renkli sera örtü malzemesi ile led ışık kaynağının domates bitkisinin gelişim parametreleri ile hasat değerleri üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışma 2019 yılı yaz üretim döneminde gerçekleştirilmiştir. Bunun için şeffaf örtü malzemesine sahip kontrol serası (KN serası), kırmızı plastik örtülü sera (KR sera), mavi plastik örtülü sera (MV sera) ve şeffaf örtü malzemesine sahip yapay led aydınlatması bulunan led sera (LD sera) kullanılmıştır. Sera örtü malzemesi rengi ve yapay aydınlatma sisteminin karşılaştırıldığı çalışmada, bitki boyu, bitki gelişim göstergeleri ve hasat verileri kıyaslanmıştır. Kontrol serasına göre en yüksek gelişim ve verim değerleri KR ve MV seralarında kaydedilmiştir. Bitki boyları incelendiğinde MV serasında bulunan domates bitkisinin boyları tüm fenolojik evrelerde diğer seralarda yetişen bitki boylarından yüksek düzeyde olup hasat sonunda ölçülen ortalama bitki boyları sırasıyla MV: 183 cm, KR: 177 cm, KN:174 cm, LD: 165 cm olarak ölçülmüştür. Alan verimleri sıralandığında, MV:7.58, KR: 5.39, KN: 4.66 ve LD: 4.48 ton da⁻¹ olarak gerçekleşmiştir. Sonuç olarak domates bitkisinin örtü malzemesinin mavi renkte kullanıldığında verim, dane kütlesi ve bitki yeşil aksam gelişimini olumlu yönde etkileyeceği düşünülmektedir. Ayrıca, örtü malzemesi kırmızı renkte kullanılırsa domates bitkisi için sıcaklık ve ışınım enerjisi değerlerini azaltacağı kanısına varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sera, domates, led, renk, fenolojik evre

The Effects of Different Colors of Greenhouse Cover Materials on Plant Growth in Greenhouse Cultivation: The Case of Tomato (*Solanum lycopersium*)

Abstract: This study was carried out in 4 plastic greenhouses with a floor area of 18 m² and a side wall height of 2 m located in the experimental area of Isparta Applied Sciences University. In the study, it was aimed to investigate the effect of colored greenhouse cover material and led light source on growth parameters and harvest values of tomato plants. For this, a control greenhouse (KN greenhouse) with transparent cover material (KN greenhouse), greenhouse with red plastic cover (KR greenhouse), greenhouse with blue plastic cover (MV greenhouse) and led greenhouse (LD greenhouse) with artificial led lighting with transparent cover material were used. Greenhouse cover material color and artificial lighting system in all growing phases, the plant height, plant growth indicators and harvest data were compared, reported that the highest growth and yields were observed in MV and KR greenhouses. When the plant height was examined, the height of the tomato plant in MV greenhouse was higher than the plant height grown in other greenhouses in all phenological phases and the average plant height was measured respectively MV: 183 cm, KR: 177 cm, KN: 174 cm, LD: 165 cm at the end of the harvest. When the area yields were listed, they were MV: 7.58, KR: 5.39, KN: 4.66 and LD: 4.48 tons da⁻¹. As a result, it is thought that when the cover material of tomato plant is used in blue color, it will positively affect the yield, grain mass and green parts development. Moreover, it was concluded that if the cover material is used in red color, it will decrease the temperature and radiation energy rates for the tomato plant.

Keywords: Greenhouse, tomato, led, color, phenological phases

*Sorumlu yazar (Corresponding author)
atilganatilgan@isparta.edu.tr

Alınış (Received):10/09/2020
Kabul (Accepted): 05/12/2020

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve
Sulama Bölümü,
Isparta, Türkiye.

1. Giriş

Örtü altı yetiştiriciliğinde sıcaklık, nem, ışık ve havanın CO₂ içeriği bitki gelişimine etki eden önemli faktörlerdir. En önemli faktörlerden biri olan ışığın sera içine yeterli düzeyde iletilmesi için seralar ışık geçirgenliği yüksek, saydam malzemeler ile örtülürler. Plastik örtü malzemesi hammadde ve üretim teknolojilerinin gelişmesiyle seralarda kullanılmaya başlanmıştır (Eerenstein, 2015). Bitkilerin fotosentez ihtiyaçları için gerekli olan tek enerji kaynağı ışıktır. Işık miktarı da mevsim ve hava koşullarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Işık, aynı zamanda bitkinin morfolojik özelliklerinin şekillenmesinde de rol oynamaktadır (Ciolkosz, 2008; Çağlayan ve Ertekin, 2011). Kış mevsimi süresince seralarda ışık düzeyinin yetersiz olması, bitkinin büyüme ve gelişmesini olumsuz etkilemektedir. Bitkinin büyümesi ve gelişiminin desteklenmesi için seralarda yapay ışıklandırma sistemleri kullanılmaktadır (Dayıoğlu ve Silleli, 2012). Brazaityte ve ark. (2010)'nin yaptığı çalışmada, kırmızı-turuncu Led ışık ile yaptıkları ek aydınlatmada bitki boyu, yaprak sayısı, çiçek sayısı ve biomas ağırlığı değerlerinin aydınlatma yapılmayan seraya göre farklılıklar belirlenmiştir. Kontrol serasına göre bitki boyu, yaprak sayısı, çiçek sayısı ve toplam bitki ağırlığı değerleri led aydınlatma yapılan serada daha yüksek değerler elde edilmiştir.

Liu ve ark. (2011), yaptıkları çalışmada mavi renkte led ışığının domates bitkisinin net fotosentez hızının, stoma sayısının, verim ve kalitesinin olumlu yönde etkilendiğini bildirmişlerdir. Hoshi ve ark. (2011)'nin yaptığı çalışmada, led aydınlatma sisteminin fide kalitesini arttırdığını belirlemişlerdir. Geboloğlu ve Yıldız (2013), yüksek ışık şiddetinden korunmak amacıyla kullanılan gölge tüllerinin aşırı ışık zararını önlediğini, domates bitkisinde gölgelemenin yaprak alan indeksi ve üretim miktarını %50 oranında arttırdığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, farklı renkteki plastik örtü malzemeleri ile ekstra LED aydınlatmasının kullanıldığı plastik seralarda domates bitkisinin gelişim parametreleri ile verim değerlerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yer alan deneme seralarında gerçekleştirilmiştir. Bu seralar, ekstra led aydınlatmalı şeffaf örtülü sera (LD sera), aydınlatmasız mavi örtülü (MV sera), aydınlatmasız kırmızı örtülü (KR sera) ve kontrol serası olarak aydınlatmasız şeffaf örtülü (KN sera) seralardan oluşmuştur. Seralarda domates yetiştirme işlemi, fide dikiminden hasat sonuna kadar 18 Mayıs-5 Eylül 2019 tarihlerini kapsamaktadır. Araştırmanın yapıldığı bu tarihler arasında periyodik olarak sıcaklık (°C), oransal nem (%), ışınım enerjisi (W m⁻²), bitki boyu uzunluğu, meyve sayısı ve meyve ağırlığı

değerleri ölçülüp kayıt altına alınmıştır. Yetiştiricilik süresi boyunca çalışma planı ve ölçüm periyotları, domates bitkisinin fenolojik dönemlerine göre sınıflandırılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Sıcaklık, ışınım enerjisi ve nem değerlerinin ölçüldüğü tarihler

Çalışmada genişliği 3 m, uzunluğu 6 m, yan duvar yükseklik 2 m ve mahya yüksekliği 2.8 m olan aynı teknik özelliklere sahip 4 adet yay çatılı plastik sera kullanılarak araştırma yürütülmüştür. Çalışmada bitkisel materyal olarak Armstrong anaçlı Alberti aşılı Domates fidesi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan seraların örtü malzemesi olarak garanti süresi 3 yıl olan, (UV+LD+IR+EVA) katkılı yumuşak plastik örtü (PE) kullanılmıştır. Kırmızı ve mavi örtü materyali elde etmek için toz boya kullanılarak, boya püskürtme tabancası ile homojen bir biçimde tüm örtü boyanmıştır. Ayrıca LD serasında aydınlatma süreleri güneş battıktan sonra 2 saat ve doğmadan önce 1 saat olmak üzere toplamda 3 saat ekstra aydınlatma olacak şekilde planlama yapılmıştır. Sera içine dikilen domates fidelerinin sulanması tarla kapasitesi ve günlük sıcaklıklar dikkate alınarak tüm seralardaki fidelere eşit miktarda su verilerek gerçekleştirilmiştir. Sulama yöntemi olarak damla sulama yöntemi (4 L h⁻¹) uygulanmış olup, seraların tabanına döşenen damla sulama boruları ile bitkilerin ihtiyaç duyduğu su ve gübre kök bölgesine fertigasyon olarak uygulanmıştır.

Tablo 1. Yetiştirme evrelerine göre bitki boylarının ölçüm tarihleri

Fenolojik evre	Tarih
Çiçeklenme	19.06.2019
	28.06.2019
Meyve büyüme ve olgunlaşma	03.07.2019
	10.07.2019
	19.07.2019
	25.07.2019
Hasat	31.07.2019
	17.08.2019

Denemelerin gerçekleştirildiği süre boyunca, sıcaklık ve nem ölçümü, her bir seranın tam ortasına gelecek şekilde yerleştirilen birer adet sıcaklık ve nem ölçüm cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sıcaklık ve nem değerleri ölçüm süresi boyunca saat başı kaydedilmiştir. Sera içindeki ışınım enerjisi değerleri, sera içine yerleştirilen PCE-SPM 1 marka PAR ölçer ile ölçülmüştür. Işınım değerleri, ölçüm yapılan günler içerisinde dakika başı kaydedilmiş olup Her bir fenolojik evre için ölçülen ışınım değerleri gün ışığının en verimli olduğu saat 10:00 ile 16:00

arasında ortalama değerler üzerinden değerlendirilmiştir. Fidelerin deneme seralarına dikildiği tarihten itibaren hasat sonuna kadar kapsadığı dönemlerde belirli aralıklarda bitki yeşil aksam ölçümü yapılmış olup kayıt altına alınmıştır (Tablo 1). Meyve ağırlığı ve ürün verimi değerleri hasat döneminde gerçekleştirilmiş olup, hasat dönemi içerisinde toplam 10 hasat uygulama işlemi yapılmıştır (Çetin, 2020).

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada domates bitkisinin her bir fenolojik evresine bağlı sera içi sıcaklık, sera içi oransal nem, ışınım enerjisi, bitki boyları ve meyve verimi değerleri ölçülmüştür. Elde edilen verilerle, fenolojik evreler arasında ve sera örtü malzemesi bazında kıyaslamalar yapılarak bitki büyüme koşullarına etki eden faktörler araştırılmıştır. Domates bitkisinin çiçeklenme dönemine kadar olan sürede (Fide dönemi) kaydedilen sera içi sıcaklık, nem ve ışınım değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Fide dönemi boyunca ölçülen en yüksek ortalama sıcaklık değeri KN serasında 22.81°C, en düşük ortalama sıcaklık değeri ise 22.08°C olarak KR serasında gerçekleşmiştir. MV serasında sıcaklık değeri KR serası sıcaklık değerinden bir miktar yüksek olup 22.20°C olarak ölçülmüştür. Domates fidelerinin gelişiminde gece en düşük sıcaklık değerinin 18°C, gündüz en yüksek sıcaklık değerinin 27°C olması gerekmektedir (Peet ve ark., 2005). Dolayısıyla çalışmada her dört uygulamada elde edilen ortalama sıcaklık değerleri istenilen değerleri sağladığı Tablo 2.'de görülmektedir. Buna göre, deneme planında yer alan tüm seralarda fide dönemi boyunca ortalama gece sıcaklık değeri minimum değerlerin altında kalmakta olup en yüksek ortalama gece sıcaklığına sahip sera 15.21°C ile mavi seradır. Fide dönemi boyunca sera içi nem içerikleri KN, KR ve MV seralarında sırasıyla, %52.78, %47.79, %44.82 olarak ölçülmüştür. KN serasına göre kıyaslandığında, sera içi bağıl nem değerinin KR ve MV seralarında düşüş gösterdiği görülmektedir. LD serasında yer alan nem ölçüm cihazında karşılaşılan arıza nedeniyle

yanlış veriler kaydettiği belirlenmiş olup değerlendirmeye alınmamıştır. Seralarda domates yetiştiriciliği süresince, verimli bir yetiştiricilik dönemi için oransal nem düzeyinin %65-75 aralığında olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 2017a). Bu yetiştirme döneminde çalışmada kullanılan seralar oransal nem değerleri açısından önerilen değerleri sağlayamamıştır.

Işınım değerleri incelendiğinde, en yüksek ortalama ışınım değerinin 523.57 W m⁻² değeriyle LD serası en düşük ortalama ışınım enerjisi değeri ise KR serasında (415.55 W m⁻²) gerçekleşmiştir. Dolayısıyla, LD serasında ki değerlerin en yüksek değer olarak ölçülmesi bu serada LD aydınlatmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Emekli (2007), günlük toplam ışınım enerjisi kritik sınır değerinin 230 W m⁻² olduğu bölgede yapay ışıklandırmanın gerektiği bildirilmiştir. Diğer araştırmacılar bitkinin tüm yapraklarında tam anlamıyla fotosentezi gerçekleştirebilmesi için bu değerinin 500 W m⁻²'nin altında olmaması gerektiğini belirtmişlerdir (Anonim, 2017b; Tunçbilek, 2019). Fide evresinde ki ortalama ışınım enerjisi değerlerinin LD serasında 500 W m⁻²'nin üstünde olduğu, diğer seralarda bu değerlerin önerilen değerlerin biraz altında gerçekleştiği belirlenmiştir. Çiçeklenme dönemi boyunca ölçülen ortalama sıcaklık, nem ve ışınım değerleri Tablo 3'te verilmiştir.

Walker ve Joukhadar (2019)'a göre fide döneminin sonlarına doğru (çiçeklenme döneminde) sera içi sıcaklık değerinin 21-24°C dolaylarında olması gerektiğini bildirmiştir. Sıcaklık değerlerine bakıldığında, tüm seralar için ortalama sıcaklık değerlerinin optimum değerler aralığında olduğu görülmektedir (Tablo 3). Domates bitkisi için ihtiyaç duyulan oransal nem değerinin % 65-75 aralığında olması gerekmektedir (Anonim, 2017a). Çalışma kapsamında kurulan KN ve KR seralarında çiçeklenme dönemi içinde ideal oransal nem değerinin literatürde önerilen değerler içinde olduğu, MV serasında ise ideal oransal nem değerinin önerilen değerden düşük olduğu belirlenmiştir.

Tablo 2. Fide dönemi boyunca ölçülen ortalama sıcaklık, nem ve ışınım değerleri

Sera tipi	Sıcaklık (°C) Temperature			Nem (%)	Işınım enerjisi (W m ⁻²)
	Gece (°C)	Gündüz (°C)	Ortalama (°C)		
KN	14,48	32,33	22,81	52,78	475,35
KR	14,91	30,25	22,08	47,79	415,55
MV	15,21	30,51	22,2	44,82	468,52
LD	14,47	31,89	22,61	-	523,57

Tablo 3. Çiçeklenme dönemi boyunca ölçülen ortalama sıcaklık, nem ve ışınım değerleri

Sera tipi	Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Işınım enerjisi (W m ⁻²)
KN	22,30	68,89	559,09
KR	21,59	65,03	448,67
MV	21,65	61,59	532,10
LD	21,85	-	575,06

Ortalama ışınım enerjisi LD serasında 575.06 W m^{-2} ile en yüksek değere ulaşmıştır. En düşük ortalama ışınım değeri 448.67 W m^{-2} KR serasında ölçülmüştür. Domates yetiştiriciliğinde çiçeklenme döneminde ışınım enerjisi 72.2 W m^{-2} değerinde çiçek oluşumu gözlemlenemezken, 144.4 W m^{-2} olması durumunda çiçek oluşumunda artış gözlemlenmiştir (Kinett, 1977). Buna göre, deneme kapsamında kurulan seralarda, çiçeklenme döneminde kaydedilen ışınım enerjisi değerlerine bakıldığında bu değerlerin bitki büyüme ve gelişim evrelerinde istenen düzeyin üzerinde olduğu görülmektedir. Meyve olgunlaşma ve büyüme dönemi boyunca ölçülen ortalama sıcaklık, nem ve ışınım değerleri Tablo 4'te verilmiştir.

Bu fenolojik dönemde en yüksek ortalama sıcaklık değeri KN serasında (24.77°C) en düşük ortalama sıcaklık değeri ise LD serasında (23.68°C) ölçülmüştür. Sera içi oransal nem değerleri bir önceki döneme göre daha düşük düzeylerde olduğu belirlenmiştir. Tüm uygulamalarda, meyve olgunlaşma döneminde ölçülen nem değerlerinin domates yetiştiriciliği için önerilen %65-70 oransal nem değerlerinden daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir. Işınım değerleri incelendiğinde ise en yüksek değer LD serasında olduğu belirlenmiştir (Tablo 4). Hasat dönemi boyunca ölçülen ortalama sıcaklık, nem ve ışınım değerleri Tablo 5'te verilmiştir.

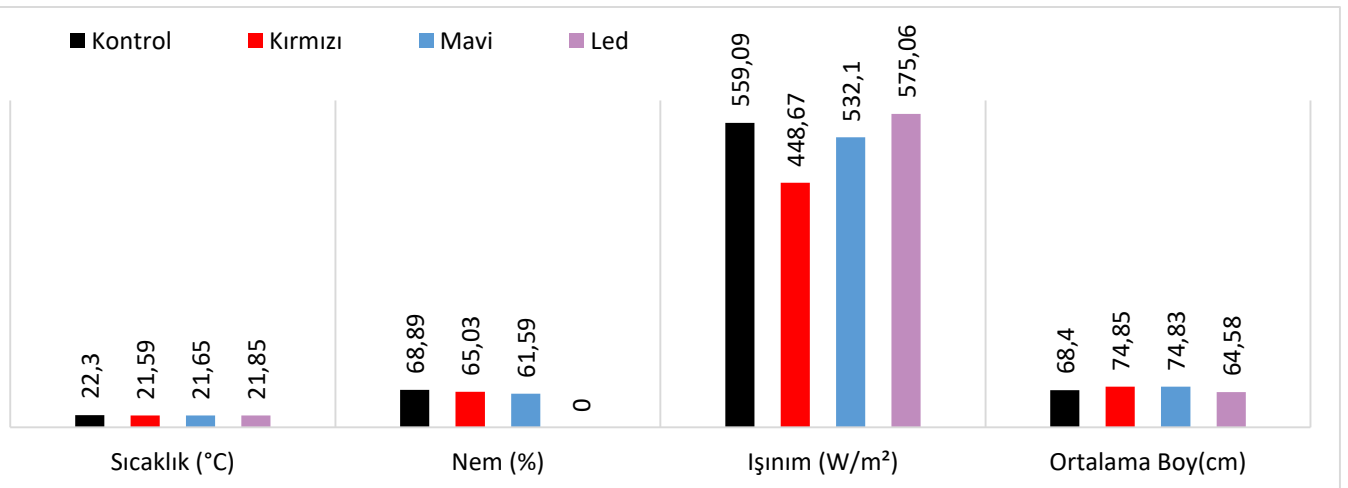
Hasat döneminde ölçülen ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde, diğer yetiştirme dönemlerinde olduğu gibi, en yüksek sıcaklık değeri yine KN serasında, en düşük ortalama sıcaklık ise 25.15°C ile KR serasında ölçülmüştür. Domates yetiştiriciliğinde sera içi sıcaklık değerinin gündüz ortalama $19-24^\circ\text{C}$ aralığında olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2017a). Hasat döneminde tüm seralar için ölçülen sıcaklık değerleri, ideal değerlerin bir miktar üzerinde olduğu Tablo 5'ten anlaşılmaktadır. Diğer fenolojik evrelerde olduğu gibi domates yetiştiriciliğinde beklenen %65-75 düzeyindeki oransal nem ihtiyacı, kurulan seralarda hasat döneminde de sağlanamamıştır. Işınım enerjisi değerleri, diğer dönemlerden hasat döneminde daha düşük değerler ölçülmüştür. Higashide, 2009; serada domates yetiştiriciliği sırasında, ortam sıcaklığı değişkeninin domates sayısı ve domates kalitesi üzerine olumlu etki gösterdiği fakat ışınım enerjisi değerinin sıcaklığa nazaran domates meyve verimi üzerine daha güçlü etkisi olduğunu bildirmiştir. Domates bitkisinin ikinci fenolojik evresi olan çiçeklenme dönemine ait toprak üstü yeşil aksama ait yükseklik ortalama değerleri Şekil 2'de verilmiştir. Yeşil aksama ait yükseklik değerleri incelendiğinde KR ve MV renkli örtü uygulamalarının sırasıyla KN ve LD uygulamalarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Renklendirme çalışmasının KR ve

Tablo 4. Meyve olgunlaşma ve büyüme dönemi boyunca ölçülen ortalama sıcaklık, nem ve ışınım değerleri

Sera tipi	Sıcaklık ($^\circ\text{C}$)	Nem (%)	Işınım enerjisi (W m^{-2})
KN	24,77	57,53	556,50
KR	23,89	52,44	448,59
MV	24,07	48,41	534,05
LD	23,68	-	587,96

Tablo 5. Hasat dönemi boyunca ölçülen ortalama sıcaklık, nem ve ışınım değerleri

Sera tipi	Sıcaklık ($^\circ\text{C}$)	Nem (%)	Işınım enerjisi (W m^{-2})
KN	26,65	51,67	477,48
KR	25,15	48,85	360,19
MV	25,84	42,77	474,07
LD	25,52	-	556,75



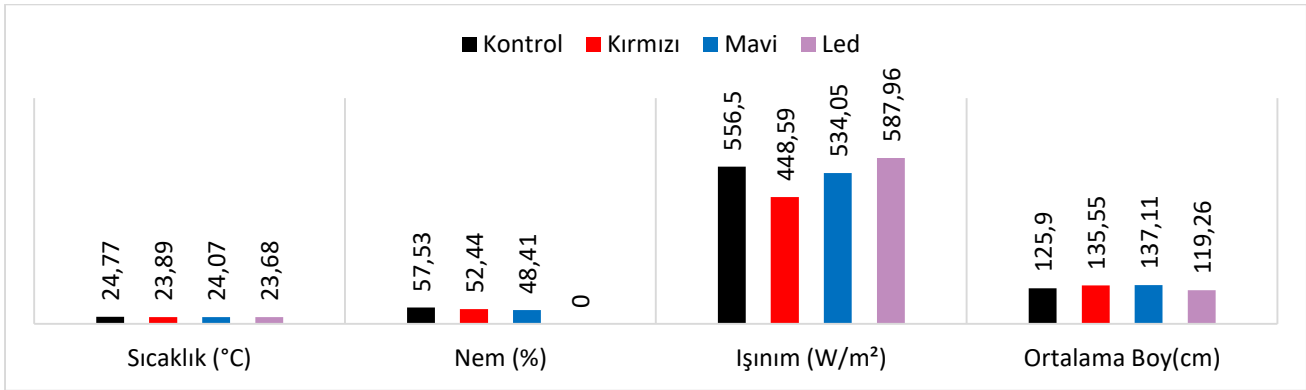
Şekil 2. Çiçeklenme dönemine ait ölçüm değerleri ve yeşil aksam yüksekliği

MV örtü uygulamalarında sıcaklık ve ışınım enerjisi değerlerini azalttığı kanısına varılmıştır.

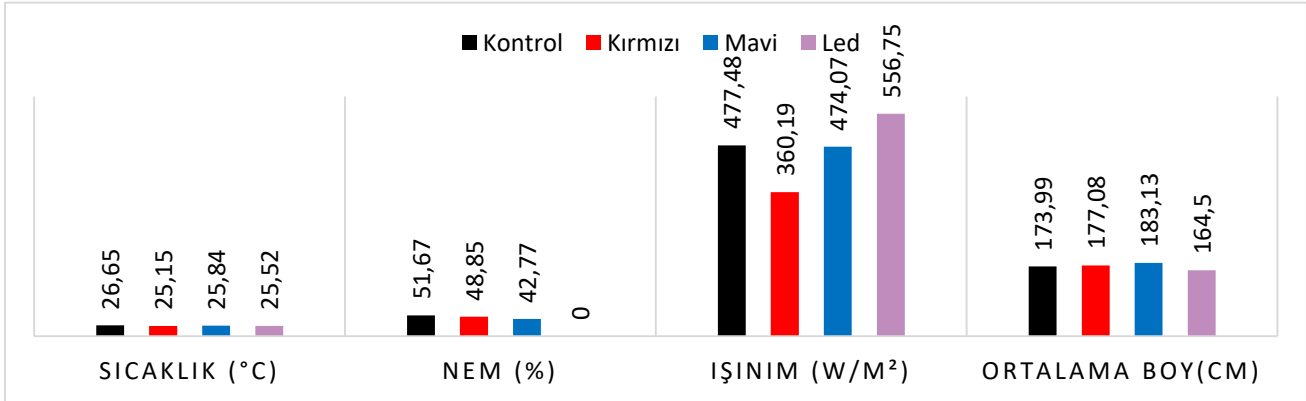
LD serasında elde edilen yeşil aksam değerleri incelendiğinde, çiçeklenme döneminde elde edilen ortalama bitki boylarının KN serasından çok büyük bir farkın olmadığı belirlenmiştir. Bu durumda şeffaf örtü malzemesi kullanılan domates serasında çiçeklenme dönemi içerisinde ekstra aydınlatmanın bitki boylarına çok fazla etkide bulunamayacağı sonucuna varılmıştır.

Meyve olgunlaşma döneminde, MV ve KR seralarında bulunan bitkilerin ortalama boy değerleri, bu yetiştirme periyodunda da KN ve LD seralarındaki bitkilerin boy değerlerinden yüksek olduğu görülmüştür (Şekil 3). Bu

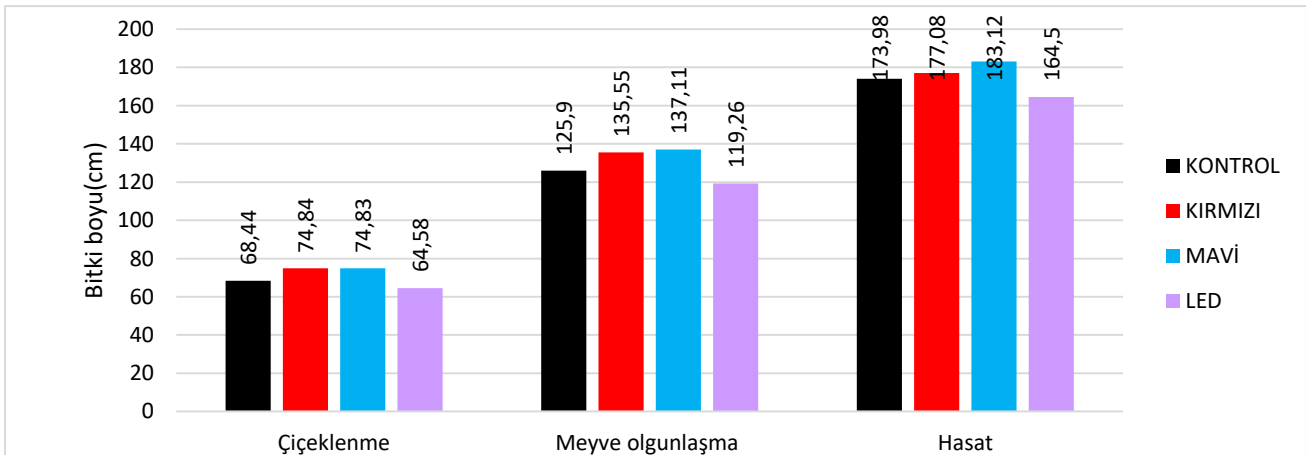
dönemdeki ortalama ışınım enerjisi değerleri incelendiğinde, KN ve LD seralarının MV ve KR seralarına göre daha yüksek, sıcaklık değerleri açısından ise KN serasının MV ve KR seralarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 3). Çiçeklenme evresinde olduğu gibi meyve oluşum evresinde de sıcaklık ve ışınım enerjisi değerlerinin bitki yeşil aksam yüksekliği ile ters bir ilişkinin olduğu söylenebilir. Dolayısıyla renkli örtü malzeme uygulamaları yaparak domates bitkisinde yeşil aksam yüksekliğinin çiçeklenme, meyve oluşumu ve olgunlaşma evrelerinde daha yüksek olacağı düşünülmektedir. Higashide (2009), serada domates yetiştiriciliğinde ışınım enerjisi değerinin ortam sıcaklığı değişkeninden domates verimi üzerine daha güçlü etkisi olduğunu bildirmiştir. Dolayısıyla bizim çalışmamızdaki bulgular bu literatür



Şekil 3. Meyve olgunlaşma dönemine ait ölçüm değerleri ve yeşil aksam yüksekliği



Şekil 4. Hasat dönemine ait ölçüm değerleri ve yeşil aksam yüksekliği



Şekil 5. Yetiştirme dönemleri süresince ortalama bitki boylarındaki değişim

bilgisiyle paralellik sağlamaktadır. LD serasında, şeffaf örtü altında led ışık kullanımı, bitki boyunda kontrol serasına göre azalmaya sebep olmuştur.

Hasat dönemine ait sera içi ortalama ışınım enerjisi değerleri incelendiğinde, KN ve LD seraların MV ve KR seralarına göre daha yüksek, sıcaklık değerleri açısından ise KN serasının MV ve KR seralarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 4). Bunun yanı sıra LD serasında bulunan bitkilerin boylarının en düşük değerlerde olduğu görülmüştür. LD serasında ki ışınım enerjisi değerleri diğer dönemlerde olduğu gibi en yüksek sera uygulaması olarak gerçekleşmiştir. Ancak en düşük boy gelişimi yine LD serasında gerçekleşmiştir. Dolayısıyla Güneş enerjisinin yanı sıra ekstra aydınlatma yapmanın domates bitkisinin yeşil aksam gelişimine olumsuz etkide bulunduğu söylenebilir.

Tüm yetiştirme dönemleri süresince ortalama bitki boylarındaki değişimi Şekil 5'te gösterilmiştir.

Çalışmada ki her bir gelişim evresinin tamamlanmasının ardından domates bitkisi 29.07.2019 tarihinde hasat edilmeye başlanmış ve 05.09.2019 tarihinde hasat tamamlanmıştır. Toplam 10 adet hasat yapılmıştır. Hasat verileri incelendiğinde, her bir sera için elde edilen alan verim ve meyve miktarı en yüksek MV serasında bulunmuştur (7.58 ton da⁻¹). Alan verim değerleri açısından MV serasını KR, KN ve LD seraları takip etmiştir. En yüksek verim ve miktarının elde edildiği MV serası için yetiştiricilik süresi boyunca ortalama sıcaklık değeri 23.4°C, ortalama oransal nem değeri %49.4, ortalama ışınım enerjisi değeri 502.2 W m⁻² olarak ölçülmüştür.

Elde edilen ışınım enerjisi değerlerinin yapılan varyans analizi sonucunda sera tipinin ışınım enerjisi ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tukey testi sonucunda MV ile LD serasına ait ortalama ışınım enerjisi değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05). Sıcaklık değerleri bakımından farklı tarihlerde yapılan ölçümler dikkate alınarak yapılan varyans analizi sonucunda sera tiplerinin sıcaklık ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Çalışmada elde edilen yeşil aksam yükseklik değerlerine ait varyans analizi sonucunda sera tipi x zaman etkileşimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). Sera tipleri arasındaki farklılığın zamandan zamana sabit kalmayıp değiştiği ya da zamanlar arasındaki farklılığın sera tipinden sera tipine sabit kalmayıp değiştiği anlamına gelmektedir. LD serasındaki gelişmelerin meyve olgunlaşma tarihinden itibaren yeşil aksam yüksekliklerindeki farklılıkların diğer seralara göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Meyve adedi ve toplam toplam kütle değerleri ise tek yönlü varyans analizi tekniği ile analiz edilmiştir. Her iki özelliği bakımından da sera tiplerinin ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

4. Sonuç

Toplam 4 ayrı plastik sera içerisinde ölçülen ışınım enerjisi değerleri, denemeler süresince saat 10.00 ile 16.00 aralığında 1 dakika ölçüm aralıklarında kaydedilmiştir. En yüksek ışınım enerjisi değeri yapay aydınlatma sistemine sahip olan LD serasında gerçekleşmiştir. KR ve MV seralarında renkli örtü malzemesi kullanıldığından dolayı ışınım enerjisi değerleri şeffaf örtü malzemesine sahip olan KN serasına göre daha düşük olarak bulunmuştur. Sera içi ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde KR ve MV seralarında renkli örtü malzemesinin kullanımı gün ışığının sera iç ortamını ısıtması bir miktar engellenerek KN serasına göre yaklaşık 1°C düşük sıcaklık değeri elde edilmiştir. Tüm yetiştirme evrelerinde, sera içi ortam koşulları, sera örtü malzemesi rengi ve yapay aydınlatma sisteminin karşılaştırıldığı çalışmada, bitki boyu, bitki gelişim göstergeleri ve hasat verileri kıyaslandığında, kontrol serasına göre en yüksek gelişim gösteren ve yüksek verime sahip olan seralar kırmızı renkli örtü malzemesinin kullanıldığı KR serası ve mavi renkli örtü malzemesinin kullanıldığı MV serasında kaydedilmiştir. KR ve MV seraları karşılaştırıldığında, MV serasında yetişen domates bitkilerinin tüm fenolojik evrelerde ve hasat sonunda KR serasındaki bitkilere göre daha fazla gelişim gösterdiği anlaşılmıştır. Bitki boyları incelendiğinde MV serasında bulunan domates bitkisinin boyları tüm fenolojik evrelerde diğer seralarda yetişen bitki boylarından yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde alan verimleri sıralandığında MV>KR>KN>LD olarak gerçekleşmiştir. Buna göre bitki boy gelişimi ve alan verimi arasında doğru orantıya sahip bir ilişki bulunmuştur. Sonuç olarak domates bitkisinin örtü malzemesinin mavi renkte kullanıldığında verim, dane kütlesi ve bitki yeşil aksam gelişimini olumlu yönde etkileyeceği düşünülmektedir. Ayrıca, örtü malzemesi kırmızı renkte kullanılırsa domates bitkisi için sıcaklık ve ışınım enerjisi değerlerini azaltacağı kanısına varılmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma "Sera Yetiştiriciliğinde Led Aydınlatma ve Renkli Örtü Malzemelerinin Bitki Gelişimine Etkileri: Domates (*Solanum lycopersium*) Örneği" isimli yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

Kaynakça

- Anonim, (2017a). Good agricultural practices for greenhouse vegetable production in the South east European countries. FAO, Fao plant production and protection paper 230. <http://www.fao.org/3/a-i6787e.pdf> (erişim tarihi: 27.11.2019).
- Anonim, (2017b). Light and lighting control in greenhouses, <https://www.arguscontrols.com/resources/Light-and-Lighting-Control-in-Greenhouses.pdf> (erişim tarihi: 27.11.2019).

- Brazaitytė A, Duchovskis P, Urbonavičiūtė A, Samuolienė G, Jankauskienė J, Sakalauskaitė J, Šabajevienė G, Sirtautas R, Novičkova A (2010). The effect of light-emitting diodes lighting on the growth of tomato transplants. *Zemdirbyste Agriculture*, 97: 89-98.
- Ciolkosz D (2008). Design daylight availability for greenhouse using supplementary lighting. *Biosystems Engineering*, 100: 571-580.
- Çağlayan N, Ertekin C (2011). Bitkisel üretim için led yetiştirme lambalarının kullanımı, Uluslararası Katılımlı 1. Ali Numan Kıraç Tarım Kongresi ve Fuarı, 27-30 Nisan 2011, Eskişehir.
- Çetin E (2020). Sera yetiştiriciliğinde led aydınlatma ve renkli örtü malzemelerinin bitki gelişimine etkileri: domates (*Solanum lycopersium*) örneği. Yüksek Lisans Tezi. Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Isparta.
- Dayıoğlu MA, Silleli H (2012). Seralar için yapay aydınlatma sistemi tasarımı: Günlük ışık integrali yöntemi. *Tarım Makinaları Bilim Dergisi*, 8 (2): 233-240.
- Eerenstein JHW, Zalmijn AL (2015). Production of greenhouse vegetable crops; Principles for humid tropical areas. Good agricultural practices (GAP) for greenhouse vegetable crops. <http://cpf.comcec.org/tr/wp-content/uploads/2017/06/2014-SURAGRIC-009.pdf> (erişim tarihi: 27.11.2019)
- Emekli NY (2007). Antalya ili kumluca ilçesindeki seraların teknik ve yapısal yönden incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Geboloğlu N, Yıldız D (2013). Gölgelemenin sırik domates yetiştiriciliğinde verim, kalite ve bazı argonomik özellikler üzerine etkisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Komisyonu Sonuç Raporu, Proje No. 2012/83.
- Higashide T (2009). Prediction of tomato yield on the basis of solar radiation before anthesis under warm greenhouse conditions. *HortScience*, 44 (7): 1874-1878.
- Hoshi T, Higa H, Goto K, Niibori K (2011). Effects of supplemental lighting on the quality of tomato seedlings raised in greenhouses. *Acta Horticulturae*, 907: 117-123.
- Kinet, JM (1977). Effect of light conditions on the development of the inflorescence in Tomato. *Scientia Horticulturae*, 6: 15-26.
- Liu XY, Guo SR, Xu ZG, Jiao XL, Takafumi T (2011). regulation of chloroplast ultrastructure, cross-section anatomy of leaves, and morphology of stomata of cherry Tomato by different light irradiations of light-emitting diodes. *HortScience*, 46: 217-221.
- Tunçbilek F (2019). Sera yetiştiriciliğinde farklı renklerdeki örtü malzemelerinin gelişim üzerine etkileri: marul örneği, Yüksek Lisans Tezi. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Isparta.
- Walker S, Joukhar I (2019). Greenhouse vegetable production. New Mexico State University, College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences, 556: 1-8.