

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SERA KOŞULLARINDA FARKLI YAPAY IŞIK, RENK VE KAYNAKLARININ DOMATES
(*Lycopersicon esculentum* Mill.), BİBER (*Capsicum annuum* L.) VE PATLICAN (*Solanum
melongena* L.)'DA FİDE BÜYÜME, GELİŞME, KALİTE VE DİKİM SONRASI
ADAPTASYONLARINA ETKİLERİNİN KANTİTATİF YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ**

**DOKTORA TEZİ
MURAT DEMİRSOY**

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**MART 2016
SAMSUN**



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

SERA KOŞULLARINDA FARKLI YAPAY IŞIK, RENK VE KAYNAKLARININ DOMATES (*Lycopersicon esculentum* Mill.), BİBER (*Capsicum annuum* L.) VE PATLICAN (*Solanum melongena* L.)’DA FİDE BÜYÜME, GELİŞME, KALİTE VE DİKİM SONRASI ADAPTASYONLARINA ETKİLERİNİN KANTİTATİF YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

MURAT DEMİRSOY
(04210519)

Tezin Savuma Tarihi : 10.03.2016

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ahmet BALKAYA

**Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
(Bahçe Bitkileri) Anabilim Dalında
(Murat DEMİR SOY) Tarafından Hazırlanan**

SERA KOŞULLARINDA FARKLI YAPAY IŞIK, RENK VE KAYNAKLARININ DOMATES
(*Lycopersicon esculentum* Mill.), BİBER (*Capsicum annuum* L.) VE PATLICAN (*Solanum
melongena* L.)'DA FİDE BÜYÜME, GELİŞME, KALİTE VE DİKİM SONRASI
ADAPTASYONLARINA ETKİLERİNİN KANTİTATİF YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ

**başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından 10/03/2016 tarihinde yapılan sınav ile
DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir.**

Başkan : **Prof. Dr. Köksal DEMİR**
Ankara Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Önder TÜRKMEN**
Selçuk Üniversitesi

Prof. Dr. Çoşkun GÜLSER
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Prof. Dr. Ahmet BALKAYA
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Yrd.Doç. Dr. Harun ÖZER
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

.../.../2016

Prof. Dr. Hüseyin DEMİR
Enstitü Müdürü

*Tez çalışmasının konusunun belirlenmesi ve yürütülmesi aşamasında
katkularından dolayı rahmetli hocam, değerli insan
Prof.Dr.Sezgin UZUN'un anısına,*

ÖNSÖZ

Tez konumun belirlenmesi ve tez çalışmasının her aşamasında desteğini esirgemeyerek bana rehberlik eden değerli hocam rahmetli Prof. Dr. Sezgin UZUN ve özellikle zor zamanlarımda yardımcı olan ve tez çalışmam süresince yön göstericiliğini esirgemeyen danışmanım değerli hocam, Prof. Dr. Ahmet BALKAYA'ya teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca Tez İzleme Komitesinde yer alan hocalarıma değerli katkı ve yardımlarından dolayı teşekkür ederim. Tez çalışmasının yürütüldüğü Selçuk Üniversitesi Sarayönü Meslek Yüksekokulu, arazi ve laboratuvar imkânlarından faydalanmamı sağlayan Yüksekokul Müdürüm Prof. Dr. Süleyman SOYLU'ya teşekkür ederim. Lisans eğitimimden bugüne kadar bana emek veren OMÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümündeki değerli hocalarım Prof. Dr. Hüsnü DEMİRSOY, Prof. Dr. Leyla DEMİRSOY, Prof. Dr. Hüseyin ÇELİK, Prof. Dr. Muharrem ÖZCAN, Prof. Dr. Neriman BEYHAN, Prof. Dr. Ümit SERDAR, Yrd. Doç. Dr. Ahmet ÖZTÜRK, Yrd. Doç. Dr. Harun ÖZER ve Yrd. Doç. Dr. Bülent KÖSE'ye de teşekkür ederim. Tezimdeki emeklerinden dolayı OMÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araş. Gör. H. Şeyma SARIBAŞ'a ayrıca teşekkür ederim. Tezimin farklı aşamalarında yardımlarını gördüğüm ve fikirlerinden yararlandığım mesai arkadaşlarım Öğr. Gör. A. Çağrı KARA, Öğr. Gör. Burak GÜRBÜZ, Öğr. Gör. Mehmet YILMAZ, Öğr. Gör. Filiz SAĞLAM, Öğr. Gör. Dursun BABAOĞLU, Öğr. Gör. Dr. Metin AYDIN, Öğr. Gör. Yasemin PINARKARA, Öğr. Gör. Ali ÖZDÖNER, Öğr. Gör. F. Altan GÖKSU ve Öğr. Gör. M. Kamil ÖDEN hocalarıma teşekkür ederim. Tez çalışmalarım sırasında arazi çalışmalarımı yardımcı olan Sarayönü Meslek Yüksekokulu öğrencilerine teşekkür ederim.

Hayatımın tüm aşamalarında maddi ve manevi her türlü desteği vererek bugünlere gelmemi sağlayan anne ve babama, her zaman yanımda olan eşim Şerife DEMİRSOY'a, oğullarım Kerem Efe ve Kaan Eralp DEMİRSOY'a teşekkür ederim.

Mart 2016

Murat Demirsoy
(Öğretim Görevlisi)

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
KISALTMALAR.....	xxi
ÖZET.....	xxiii
ABSTRACT.....	xxv
1 GİRİŞ.....	1
2 GENEL BİLGİLER.....	7
2.1 Işığın Bitkiler Üzerinde Etkileri Hakkında Yürütülen Genel Çalışmalar.....	8
2.2 Işık Kaynaklarının Bitkisel Üretimde Kullanımı Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi Amacıyla Yürütülen Çalışmalar.....	15
2.3 Farklı Dalga Boylarına Sahip Işık Kaynaklarının Bitkiler Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi Amacıyla Yürütülen Çalışmalar.....	18
3 ARAŞTIRMA YERİNİN ÖZELLİKLERİ.....	29
3.1 Araştırmada Kullanılan Seranın ve Fide Yetiştirme Ünitelerinin Özellikleri.....	29
3.2 Toprak Özellikleri.....	31
3.3 İklim Özellikleri.....	33
4 MATERYAL VE YÖNTEM.....	37
4.1 Materyal.....	37
4.1.1 Araştırmada kullanılan gölgeleme materyalinin özellikleri.....	38
4.1.2 Çalışmada kullanılan ışık kaynaklarının özellikleri.....	38
4.1.3 Araştırmada kullanılan ışık kaynaklarının çalışma prensibi ve tesisi.....	40
4.2 Yöntem.....	44
4.2.1 Tohum ekimi ve fidelerde bakım işlemleri.....	44
4.2.2 Fidelerde fenolojik gözlemler.....	46
4.2.2.1 Tohumların çıkış sürelerinin (gün) ve çıkış oranlarının (%) belirlenmesi.....	46
4.2.2.2 Fidelerin ilk gerçek yapraklarının oluşma zamanlarının belirlenmesi.....	46
4.2.3 Fidelerin dikim sırasındaki ortalama yaprak sayılarının değişiminin belirlenmesi.....	46
4.2.4 Farklı ışık kaynaklarının fide kalitesi üzerine etkilerinin kantitatif analizlerle belirlenmesi.....	46
4.2.4.1 Fide boyu (cm).....	46
4.2.4.2 Fide gövde çapı.....	47
4.2.4.3 Fide kök uzunluğu.....	47
4.2.4.4 Fide yaprak alanı.....	47
4.2.4.5 Farklı ışık kaynaklarının domates, biber ve patlıcan fidelerin biyoması üzerine etkilerinin belirlenmesi (g):.....	48
4.2.5 Farklı ışık kaynaklarında yetiştirilen fidelerin dikimi.....	49
4.2.6 Seraya dikilen bitkilerde yapılan ölçüm ve incelemeler.....	49
4.2.6.1 Bitki boyu (cm) ve boylanma hızı (cm/gün).....	49
4.2.6.2 Bitki gövde çapı (mm) ve gövde çapı artış hızı (mm/gün).....	50
4.2.6.3 Bitki yaprak sayısı (adet) ve yapraklanma hızı (adet/gün).....	50
4.2.6.4 Dikimden ilk çiçeklenmeye kadar geçen sürenin belirlenmesi (gün).....	50
4.2.6.5 Bitki başına çiçek sayısı (adet/bitki).....	50
4.2.6.6 Bitki başına meyve sayısı (adet/bitki).....	50
4.2.6.7 Bitki başına salkım sayısı (adet/bitki).....	50

4.2.6.8 Salkım başına çiçek ve meyve sayısı (adet).....	51
4.2.7 Meyve özelliklerinin incelenmesi.....	51
4.2.7.1 Meyve boyu ve meyve çapı (cm).....	51
4.2.7.2 Meyve şekil indeksi (boy/çap oranı).....	51
4.2.7.3 Suda çözünebilir kuru madde miktarı (%).....	51
4.2.7.4 Kabuklu meyve eti sertliği (kg).....	52
4.2.7.5 pH ve titre edilebilir asitlik.....	52
4.2.8 Bitki verimlilik unsurları.....	53
4.2.8.1 Toplam verim/bitki (kg).....	53
4.2.8.2 Bitki başına toplam meyve sayısı (adet/bitki).....	53
4.2.8.3 Dekara verim (kg/da).....	53
4.2.9 Elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesi.....	53
5 BULGULAR VE TARTIŞMA.....	55
5.1 Fide Döneminde İncelenen Fenolojik Gözlem Sonuçları.....	55
5.1.1 Tohumların çıkış oranlarının (%) ve çıkış sürelerinin (gün) belirlenmesi ...	55
5.1.2 Domates, biber ve patlıcan fidelerinde ilk gerçek yaprakların oluşum zamanlarının belirlenmesi.....	60
5.1.3 Domates, biber ve patlıcan fidelerinde dikim zamanındaki ortalama yaprak sayılarının değişimleri.....	62
5.2 Farklı Işık Kaynaklarının Fide Kalitesi Üzerine Etkilerinin Kantitatif Olarak İncelenmesi.....	64
5.2.1 Fide boyu.....	64
5.2.2 Fide gövde çapı.....	65
5.2.3 Fide kök uzunluğu.....	67
5.2.4 Fide yaprak alanı.....	71
5.3 Farklı ışık kaynaklarının domates, biber ve patlıcan fidelerin biyomasları üzerine etkileri.....	73
5.3.1 Fide kök kuru ağırlığı.....	73
5.3.2 Fide gövde kuru ağırlığı.....	77
5.3.3 Fide yaprak kuru ağırlığı.....	79
5.3.4 Toplam fide kuru ağırlığı.....	80
5.4 Domates, Biber ve Patlıcan Fidelerinin Vejetatif Büyümesi Üzerine Kantitatif Parametrelerin İrdelenmesi.....	83
5.4.1 Oransal kök ağırlığı (OKA).....	83
5.4.2 Oransal gövde ağırlığı (OGA).....	85
5.4.3 Oransal yaprak ağırlığı (OYA).....	87
5.4.4 Özgül yaprak alanı (ÖYA).....	89
5.4.5 Oransal yaprak alanı (YAO).....	91
5.4.6 Yaprak kalınlığı.....	93
5.5 Farklı Işık Kaynaklarında Yetiştirilerek Seraya Dikilen Domates, Biber ve Patlıcanın Bitkisel Özellikleri İle Meyve Kalitesi ve Verim Unsurlar Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi.....	97
5.5.1 Domates, biber ve patlıcanın bazı bitki özelliklerine ait sonuçlar.....	97
5.5.1.1 Bitki boyu ve boylanma hızının değişimi.....	97
5.5.1.2 Gövde çapı ve gövde çapı artış hızının değişimi.....	105
5.5.1.3 Bitki yaprak sayısı ve yapraklanma hızının değişimi.....	112
5.5.1.4 Domates, biber ve patlıcanda dikimden ilk çiçeklenmeye kadar geçen sürenin belirlenmesi (DÇGGS).....	120
5.5.1.5 Bitki başına oluşan çiçek sayısının değişimi.....	121
5.5.1.6 Bitki başına oluşan salkım sayısının değişimi.....	124

5.5.1.7 Salkım başına oluşan çiçek ve meyve sayılarının değişimi.....	125
5.5.2 Domates, biber ve patlıcanda meyve özelliklerine ait sonuçlar	128
5.5.2.1 Meyve boyu ve meyve çapı	128
5.5.2.2 Meyve şekil indeksi (boy/çap)	129
5.5.2.3 Domateste suda çözünebilir kuru madde miktarının değişimi.....	133
5.5.2.4 Domates meyvelerinde ölçülen kabuklu meyve eti sertliği sonuçları.	134
5.5.2.5 Domates meyvelerinde ölçülen pH ve titre edilebilir asitlik değerleri	134
5.5.3 Domates, biber ve patlıcanda verimlilik unsurlarına ait sonuçlar	135
5.5.3.1 Bitki başına toplam meyve sayısı.....	135
5.5.3.2 Bitki başına toplam verim değerleri	138
5.5.3.3 Dekara verim değerleri	141
6 SONUÇ VE ÖNERİLER	143
KAYNAKLAR.....	147
ÖZGEÇMİŞ	157

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1 Denemede kullanılan fide yetiştirme ortamı ve sera toprağının analiz sonuçları.....	32
Çizelge 3.2 Konya İlinin iklim değerlerinin uzun yıllar ortalaması (1954 - 2013). ...	34
Çizelge 4.1 Işık şiddeti birimleri dönüşüm tablosu.	40
Çizelge 4.2 2012 ve 2013 yıllarında çalışmanın yürütüldüğü sera koşullarında bitki yetiştirme dönemlerine ait sıcaklık ve nem değerleri.	42
Çizelge 4.3 Kantitatif analizlerin yapılmasında kullanılan bitki büyüme parametreleri ve hesaplama modelleri.....	48

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1	Araştırmada kullanılan seranın genel görünümü.	29
Şekil 3.2	Araştırmada kullanılan fide yetiştirme tezgâhının genel görünümü.	30
Şekil 3.3	Araştırmada kullanılan fide yetiştirme ünitelerinin genel görünümü.	30
Şekil 3.4	Araştırmada kullanılan seranın toprakla doldurulmasından görünüm.	33
Şekil 3.5	Türkiye toplam güneş radyasyonu haritası (URL-6).	34
Şekil 3.6	Türkiye global radyasyon değerlerinin aylara göre değişimi (URL-6)....	35
Şekil 3.7	Konya İlinin global radyasyon değerlerinin aylara göre değişimi (URL-7).....	35
Şekil 3.8	Türkiye’de güneşlenme sürelerinin aylara göre değişimi (URL-6).....	36
Şekil 3.9	Konya İlinde güneşlenme sürelerinin aylara göre değişimi (URL-7).....	36
Şekil 4.1	Denemede kullanılan gölgeleme materyalinin görünümü.....	38
Şekil 4.2	Denemede kullanılan ışık kaynaklarının genel görünümü.	38
Şekil 4.3	Araştırmada ışık kaynaklarının renklenmesini sağlayan renkli film malzemenin görünümü.....	40
Şekil 4.4	Denemede kullanılan yetiştirme ünitelerinin yandan (a) ve üstten (b) görünümü.	41
Şekil 4.5	Denemede kullanılan ışık, sıcaklık ve nem ölçer datalogger’ın görünümleri.	41
Şekil 4.6	Denemede kullanılan otomasyon tesisatının görünümü.....	42
Şekil 4.7	Denemede kullanılan ışık kaynaklarının mesafelerini ayarlamaya yarayan asansörlü askı aparatının görünümü.	43
Şekil 4.8	Denemede kullanılan ışık kaynaklarının yerleşim planının görünümü...	43
Şekil 4.9	Araştırmada tohum ekimi yapılan viyollerin genel görünümü.....	44
Şekil 4.10	Fide yetiştiriciliği için kullanılan serada deneme yerleşim planının görünümü.	45
Şekil 4.11	Kantitatif ölçüm için hazırlanan bitkilerin görünümü.....	47
Şekil 4.12	Ölçüm için hazırlanmış bitki yaprakları (a) ve dijital planimetre’nin (b) görünümü.	48
Şekil 4.13	Bitki yetiştiriciliği için hazırlanan masuralar (a) ve seraya dikilmiş olan fidelerin (b) görünümü.....	49
Şekil 4.14	Denemede yapılan meyve boyu (a) ve meyve çapı (b) ölçümlerinin görünümleri.	51
Şekil 4.15	Denemede suda çözünebilir kuru madde ölçümlerinin yapılışından görünüm.	52
Şekil 4.16	Denemede meyve eti sertliği ölçümlerinin yapılışından görünüm.	52
Şekil 4.17	Denemede pH ve titre edilebilir asitlik ölçümlerinin yapılışından görünüm.	53
Şekil 5. 1	Sonbahar dönemi domates yetiştiriciliğinde tohumların % çıkış oranlarının değişimi (a) farklı ışık kaynaklarında çıkış sürelerinin dağılışı (b).....	57
Şekil 5. 2	İlkbahar dönemi domates yetiştiriciliğinde tohumların % çıkış oranlarının değişimi (a) farklı ışık kaynaklarında çıkış sürelerinin dağılışı (b).....	57
Şekil 5. 3	Sonbahar dönemi biber yetiştiriciliğinde tohumların % çıkış oranlarının değişimi (a) farklı ışık kaynaklarında çıkış sürelerinin dağılışı (b).....	58
Şekil 5. 4	İlkbahar dönemi biber yetiştiriciliğinde tohumların % çıkış oranlarının değişimi (a) farklı ışık kaynaklarında çıkış sürelerinin dağılışı (b).....	58

Şekil 5. 5	Sonbahar dönemi patlıcan yetiştiriciliğinde tohumların % çıkış oranlarının değişimi (a) farklı ışık kaynaklarında çıkış sürelerinin dağılışı (b).	59
Şekil 5. 6	İlkbahar dönemi patlıcan yetiştiriciliğinde tohumların % çıkış oranlarının değişimi (a) farklı ışık kaynaklarında çıkış sürelerinin dağılışı (b).	59
Şekil 5. 7	Farklı ışık kaynaklarının domates fidelerinde ilk gerçek yaprak oluşum zamanı üzerine etkisi.	61
Şekil 5. 8	Farklı ışık kaynaklarının biber fidelerinde ilk gerçek yaprak oluşum zamanı üzerine etkisi.	61
Şekil 5. 9	Farklı ışık kaynaklarının patlıcan fidelerinde ilk gerçek yaprak oluşum zamanı üzerine etkisi.	61
Şekil 5. 10	Farklı ışık kaynaklarının domates fidelerinde ortalama yaprak sayıları üzerine etkilerinin değişimleri.	63
Şekil 5. 11	Farklı ışık kaynaklarının biber fidelerinde ortalama yaprak sayıları üzerine etkilerinin değişimleri.	63
Şekil 5. 12	Farklı ışık kaynaklarının patlıcan fidelerinde ortalama yaprak sayıları üzerine etkilerinin değişimleri.	63
Şekil 5. 13	Farklı ışık kaynaklarının domates fide boyu üzerine etkilerinin değişimleri.	66
Şekil 5. 14	Farklı ışık kaynaklarının biber fide boyu üzerine etkilerinin değişimleri.	66
Şekil 5. 15	Farklı ışık kaynaklarının patlıcan fide boyu üzerine etkilerinin değişimleri.	66
Şekil 5. 16	Farklı ışık kaynaklarının domates fide gövde çapı üzerine etkilerinin değişimleri.	68
Şekil 5. 17	Farklı ışık kaynaklarının biber fide gövde çapı üzerine etkilerinin değişimleri.	68
Şekil 5. 18	Farklı ışık kaynaklarının patlıcan fide gövde çapı üzerine etkilerinin değişimleri.	68
Şekil 5. 19	Farklı ışık kaynaklarının domates fidesi kök uzunluğu üzerine etkileri. ..	70
Şekil 5. 20	Farklı ışık kaynaklarının biber fidesi kök uzunluğu üzerine etkileri.	70
Şekil 5. 21	Farklı ışık kaynaklarının patlıcan fidesi kök uzunluğu üzerine etkileri. ..	70
Şekil 5. 22	Farklı ışık kaynaklarının domates fide yaprak alanı üzerine etkilerinin değişimi.	74
Şekil 5. 23	Farklı ışık kaynaklarının biber fide yaprak alanı üzerine etkilerinin değişimi.	74
Şekil 5. 24	Farklı ışık kaynaklarının patlıcan fide yaprak alanı üzerine etkilerinin değişimi.	74
Şekil 5. 25	Işık kaynaklarının farklı dönemlerde yetiştirilen domates fidelerinin kök kuru ağırlıkları üzerine etkileri.	76
Şekil 5. 26	Işık kaynaklarının farklı dönemlerde yetiştirilen biber fidelerinin kök kuru ağırlıkları üzerine etkileri.	76
Şekil 5. 27	Işık kaynaklarının farklı dönemlerde yetiştirilen patlıcan fidelerinin kök kuru ağırlıkları üzerine etkileri.	76
Şekil 5. 28	Işık kaynaklarının farklı dönemlerde yetiştirilen domates fide gövde kuru ağırlıkları üzerine etkileri.	78
Şekil 5. 29	Işık kaynaklarının farklı dönemlerde yetiştirilen biber fide gövde kuru ağırlıkları üzerine etkileri.	78
Şekil 5. 30	Işık kaynaklarının farklı dönemlerde yetiştirilen patlıcan fide gövde kuru ağırlıkları üzerine etkileri.	78

Şekil 5. 31 Işık kaynaklarının farklı dönemlerde yetiştirilen domates fidelerinin yaprak kuru ağırlığı üzerine etkileri.	81
Şekil 5. 32 Işık kaynaklarının farklı dönemlerde yetiştirilen biber fidelerinin yaprak kuru ağırlığı üzerine etkileri.	81
Şekil 5. 33 Işık kaynaklarının farklı dönemlerde yetiştirilen patlıcan fidelerinin yaprak kuru ağırlığı üzerine etkileri.	81
Şekil 5. 34 Işık kaynaklarının farklı dönemlerde yetiştirilen domates fidelerinin toplam kuru ağırlıkları üzerine etkileri.	84
Şekil 5. 35 Işık kaynaklarının farklı dönemlerde yetiştirilen biber fidelerinin toplam kuru ağırlıkları üzerine etkileri.	84
Şekil 5. 36 Işık kaynaklarının farklı dönemlerde yetiştirilen patlıcan fidelerinin toplam kuru ağırlıkları üzerine etkileri.	84
Şekil 5. 37 Farklı ışık kaynaklarının domates fidelerinde oransal kök ağırlığı değeri üzerine etkileri.	86
Şekil 5. 38 Farklı ışık kaynaklarının biber fidelerinde oransal kök ağırlığı değeri üzerine etkileri.	86
Şekil 5. 39 Farklı ışık kaynaklarının patlıcan fidelerinde oransal kök ağırlığı değeri üzerine etkileri.	86
Şekil 5. 40 Farklı ışık kaynaklarının domates fidelerinde oransal gövde ağırlığı değeri üzerine etkileri.	88
Şekil 5. 41 Farklı ışık kaynaklarının biber fidelerinde oransal gövde ağırlığı değeri üzerine etkileri.	88
Şekil 5. 42 Farklı ışık kaynaklarının patlıcan fidelerinde oransal gövde ağırlığı değeri üzerine etkileri.	88
Şekil 5. 43 Farklı ışık kaynaklarının domates fidelerinde oransal yaprak ağırlığı değeri üzerine etkileri.	90
Şekil 5. 44 Farklı ışık kaynaklarının biber fidelerinde oransal yaprak ağırlığı değeri üzerine etkileri.	90
Şekil 5. 45 Farklı ışık kaynaklarının patlıcan fidelerinde oransal yaprak ağırlığı değeri üzerine etkileri.	90
Şekil 5. 46 Farklı ışık kaynaklarının domates fidelerinde özgül yaprak alanı değeri üzerine etkileri.	92
Şekil 5. 47 Farklı ışık kaynaklarının biber fidelerinde özgül yaprak alanı değeri üzerine etkileri.	92
Şekil 5. 48 Farklı ışık kaynaklarının patlıcan fidelerinde özgül yaprak alanı değeri üzerine etkileri.	92
Şekil 5. 49 Farklı ışık kaynaklarının domates fidelerinde oransal yaprak alanı değeri üzerine etkileri.	94
Şekil 5. 50 Farklı ışık kaynaklarının biber fidelerinde oransal yaprak alanı değeri üzerine etkileri.	94
Şekil 5. 51 Farklı ışık kaynaklarının patlıcan fidelerinde oransal yaprak alanı değeri üzerine etkileri.	94
Şekil 5. 52 Farklı ışık kaynaklarının domates fidelerinde yaprak kalınlığı değerlerinin değişimi.	96
Şekil 5. 53 Farklı ışık kaynaklarının biber fidelerinde yaprak kalınlığı değerlerinin değişimi.	96
Şekil 5. 54 Farklı ışık kaynaklarının patlıcan fidelerinde yaprak kalınlığı değerlerinin değişimi.	96
Şekil 5. 55 Sonbahar döneminde yetiştirilen domateslerde bitki boylarının değişimleri.	99

Şekil 5. 56 Sonbahar döneminde yetiştirilen domateslerde bitki boylanma hızlarının değişimleri.	99
Şekil 5. 57 İlkbahar döneminde yetiştirilen domateslerde bitki boylanma hızlarının değişimleri.	100
Şekil 5. 58 İlkbahar döneminde yetiştirilen domateslerde bitki boylanma hızlarının değişimleri.	100
Şekil 5. 59 Sonbahar döneminde yetiştirilen biberlerde bitki boylanma hızlarının değişimleri.	101
Şekil 5. 60 Sonbahar döneminde yetiştirilen biberlerde bitki boylanma hızlarının değişimleri.	101
Şekil 5. 61 İlkbahar döneminde yetiştirilen biberlerde bitki boylanma hızlarının değişimleri.	102
Şekil 5. 62 İlkbahar döneminde yetiştirilen biberlerde bitki boylanma hızlarının değişimleri.	102
Şekil 5. 63 Sonbahar döneminde yetiştirilen patlıcanlarda bitki boylanma hızlarının değişimleri.	103
Şekil 5. 64 Sonbahar döneminde yetiştirilen patlıcanlarda bitki boylanma hızlarının değişimleri.	103
Şekil 5. 65 İlkbahar döneminde yetiştirilen patlıcanlarda bitki boylanma hızlarının değişimleri.	104
Şekil 5. 66 İlkbahar döneminde yetiştirilen patlıcanlarda bitki boylanma hızlarının değişimleri.	104
Şekil 5. 67 Sonbahar döneminde yetiştirilen domateslerde gövde çaplarının değişimleri.	106
Şekil 5. 68 Sonbahar döneminde yetiştirilen domateslerde gövde çapı artış hızlarının değişimleri.	107
Şekil 5. 69 İlkbahar döneminde yetiştirilen domateslerde gövde çaplarının değişimleri.	107
Şekil 5. 70 İlkbahar döneminde yetiştirilen domateslerde gövde çapı artış hızlarının değişimleri.	108
Şekil 5. 71 Sonbahar döneminde yetiştirilen biberlerde gövde çaplarının değişimleri.	108
Şekil 5. 72 Sonbahar döneminde yetiştirilen biberlerde gövde çapı artış hızlarının değişimleri.	109
Şekil 5. 73 İlkbahar döneminde yetiştirilen biberlerde gövde çaplarının değişimleri.	109
Şekil 5. 74 İlkbahar döneminde yetiştirilen biberlerde gövde çapı artış hızlarının değişimleri.	110
Şekil 5. 75 Sonbahar döneminde yetiştirilen patlıcanlarda gövde çaplarının değişimleri.	110
Şekil 5. 76 Sonbahar döneminde yetiştirilen patlıcanlarda gövde çapı artış hızlarının değişimleri.	111
Şekil 5. 77 İlkbahar döneminde yetiştirilen patlıcanlarda gövde çaplarının değişimleri.	111
Şekil 5. 78 İlkbahar döneminde yetiştirilen patlıcanlarda gövde çapı artış hızlarının değişimleri.	112
Şekil 5. 79 Sonbahar döneminde yetiştirilen domateslerde yaprak sayılarının değişimi.	114
Şekil 5. 80 Sonbahar döneminde yetiştirilen domateslerde yaprak sayısı artış hızlarının değişimi.	114

Şekil 5. 81 İlkbahar döneminde yetiştirilen domateslerde yaprak sayılarının değişimi.	115
Şekil 5. 82 İlkbahar döneminde yetiştirilen domateslerde yaprak sayısı artış hızlarının değişimi.	115
Şekil 5. 83 Sonbahar döneminde yetiştirilen biberlerde yaprak sayılarının değişimi.	116
Şekil 5. 84 Sonbahar döneminde yetiştirilen biberlerde yaprak sayısı artış hızlarının değişimi.	116
Şekil 5. 85 İlkbahar döneminde yetiştirilen biberlerde yaprak sayılarının değişimi.	117
Şekil 5. 86 İlkbahar döneminde yetiştirilen biberlerde yaprak sayısı artış hızlarının değişimi.	117
Şekil 5. 87 Sonbahar döneminde yetiştirilen patlıcanlarda yaprak sayılarının değişimi.	118
Şekil 5. 88 Sonbahar döneminde yetiştirilen patlıcanlarda yaprak sayısı artış hızlarının değişimi.	118
Şekil 5. 89 İlkbahar döneminde yetiştirilen patlıcanlarda yaprak sayılarının değişimi.	119
Şekil 5. 90 İlkbahar döneminde yetiştirilen patlıcanlarda yaprak sayısı artış hızlarının değişimi.	119
Şekil 5. 91 Farklı ışık kaynaklarının domateste dikimden ilk çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısı üzerine etkileri.	122
Şekil 5. 92 Farklı ışık kaynaklarının biberde dikimden ilk çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısı üzerine etkileri.	122
Şekil 5. 93 Farklı ışık kaynaklarının patlıcanda dikimden ilk çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısı üzerine etkileri.	122
Şekil 5. 94 Farklı ışık kaynaklarının domateste bitki başına oluşan çiçek sayısı üzerine etkileri.	123
Şekil 5. 95 Farklı ışık kaynaklarının biberde bitki başına oluşan çiçek sayısı üzerine etkileri.	123
Şekil 5. 96 Farklı ışık kaynaklarının patlıcanda bitki başına oluşan çiçek sayısı üzerine etkileri.	123
Şekil 5. 97 Farklı ışık kaynaklarının domateste bitki başına oluşan salkım sayısı üzerine etkileri.	124
Şekil 5. 98 Farklı ışık kaynaklarının domateste ilk salkımdaki çiçek sayısı üzerine etkileri.	126
Şekil 5. 99 Farklı ışık kaynaklarının domateste ikinci salkımdaki çiçek sayısı üzerine etkileri.	126
Şekil 5. 100 Farklı ışık kaynaklarının domateste üçüncü salkımdaki çiçek sayısı üzerine etkileri.	126
Şekil 5. 101 Farklı ışık kaynaklarının domateste ilk salkımdaki meyve sayısı üzerine etkileri.	127
Şekil 5. 102 Farklı ışık kaynaklarının domateste ikinci salkımdaki meyve sayısı üzerine etkileri.	127
Şekil 5. 103 Farklı ışık kaynaklarının domateste üçüncü salkımdaki meyve sayısı üzerine etkileri.	127
Şekil 5. 104 Farklı ışık kaynaklarının domateste meyve boyu üzerine etkileri.	130
Şekil 5. 105 Farklı ışık kaynaklarının domateste meyve çapı üzerine etkileri.	130
Şekil 5. 106 Farklı ışık kaynaklarının biberde meyve boyu üzerine etkileri.	130
Şekil 5. 107 Farklı ışık kaynaklarının biberde meyve çapı üzerine etkileri.	131

Şekil 5. 108 Farklı ışık kaynaklarının patlıcanda meyve boyu üzerine etkileri.....	131
Şekil 5. 109 Farklı ışık kaynaklarının patlıcanda meyve çapı üzerine etkileri.	131
Şekil 5. 110 Farklı ışık kaynaklarının domateste meyve şekil indeksi üzerine etkileri.	132
Şekil 5. 111 Farklı ışık kaynaklarının biberde meyve şekil indeksi üzerine etkileri.	132
Şekil 5. 112 Farklı ışık kaynaklarının patlıcanda meyve şekil indeksi üzerine etkileri.	132
Şekil 5. 113 Farklı ışık kaynaklarının domateste suda çözünebilir kuru madde miktarı üzerine etkileri.....	133
Şekil 5. 114 Farklı ışık kaynaklarının domateste kabuklu meyve eti sertliği üzerine etkileri.	134
Şekil 5. 115 Farklı ışık kaynaklarının domatesteki pH miktarı üzerine etkileri.	135
Şekil 5. 116 Farklı ışık kaynaklarının domatesteki titre edilebilir asitlik miktarı üzerine etkileri.....	135
Şekil 5. 117 Farklı ışık kaynaklarının domateste bitki başına toplam meyve sayısı üzerine etkileri.....	137
Şekil 5. 118 Farklı ışık kaynaklarının biberde bitki başına toplam meyve sayısı üzerine etkileri.....	137
Şekil 5. 119 Farklı ışık kaynaklarının patlıcanda bitki başına toplam meyve sayısı üzerine etkileri.....	137
Şekil 5. 120 Farklı ışık kaynaklarının domatesteki bitki başına verim üzerine etkileri.	140
Şekil 5. 121 Farklı ışık kaynaklarının biberdeki bitki başına verim üzerine etkileri.	140
Şekil 5. 122 Farklı ışık kaynaklarının patlıcandaki bitki başına verim üzerine etkileri.	140
Şekil 5. 123 Farklı ışık kaynaklarının domatesteki dekara verim miktarı üzerine etkileri.	142
Şekil 5. 124 Farklı ışık kaynaklarının biberdeki dekara verim miktarı üzerine etkileri.	142
Şekil 5. 125 Farklı ışık kaynaklarının patlıcandaki dekara verim miktarı üzerine etkileri.	142

KISALTMALAR

HPS	: Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı Lamba
LED	: Işık Yayan Diyot Lamba
ATL	: Akkor Telli Lamba
MH	: Metal Halojen Lamba
CB	: Civa Buharlı Lamba
LPS	: Düşük Basınçlı Sodyum Buharlı Lamba
HPSM	: Mavi Renge Sahip HPS
HPSK	: Kırmızı Renge Sahip HPS
LEDM	: Mavi Renge Sahip LED
LEDK	: Kırmızı Renge Sahip LED
AKM	: Mavi Renge Sahip ATL
AKK	: Kırmızı Renge Sahip ATL
KT	: Kontrol (Yapay Aydınlatma Kullanılmamış Uygulama)
YAO	: Oransal Yaprak Alanı
ÖYA	: Özgül Yaprak Alanı
OYA	: Oransal Yaprak Ağırlığı
OKA	: Oransal Kök Ağırlığı
OGA	: Oransal Gövde Ağırlığı
YK	: Yaprak Kalınlığı
PAR	: Fotosentetik Aktif Radyasyon
PPF	: Fotosentetik Işık Akısı
PPFD	: Fotosentetik Işık Akısı Yoğunluğu
NBH	: Nispi Büyüme Hızı
NAO	: Net Asimilasyon Oranı
SÇKM	: Suda Çözünebilir Kuru Madde

**SERA KOŞULLARINDA FARKLI YAPAY IŞIK, RENK VE
KAYNAKLARININ DOMATES (*Lycopersicon esculentum* Mill.), BİBER
(*Capsicum annuum* L.) VE PATLICAN (*Solanum melongena* L.)’DA FİDE
BÜYÜME, GELİŞME, KALİTE VE DİKİM SONRASI
ADAPTASYONLARINA ETKİLERİNİN KANTİTATİF YÖNTEMLERLE
İNCELENMESİ**

ÖZET

Örtü altı sebze yetiştiriciliğinde bitkilerin büyüme ve gelişmeleri için gerekli olan en uygun çevre koşullarının sağlanması ve mevcut üretim tekniklerinin en iyi şekilde uygulanması ile ürünlerde yüksek verim eldesi ve kalite artışının sağlanması temel esastır. Araştırma, Konya ilinde Sarayönü Meslek Yüksekokulu seralarında 2012-2013 yıllarında ilkbahar ve sonbahar yetiştirme dönemlerinde yürütülmüştür. Tez çalışmasında; sera koşullarında farklı yapay renk ve ışık kaynakları altında yetiştirilen domates, biber ve patlıcan bitkilerinde en uygun fide yetiştirme olanakları ve dikim sonrası adaptasyon kabiliyetlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında; domates, biber ve patlıcan fide kalitesi üzerine, üç farklı ışık kaynağının (HPS, ATL ve LED) ve bunların iki farklı renginin (kırmızı ve mavi) etkileri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Işık uygulamaları sonucunda; HPS ışık kaynağının tüm türlerde çıkış süreleri, çıkış oranları ve fide yapraklanma hızını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Kantitatif olarak analiz edilen fidelerde, ATL ışık kaynağının yapraklanma sayısı, gövde çapı ve oransal gövde ağırlığı gibi özellikler yönünden öne çıktığı saptanmıştır. HPS ve LED uygulamalarının ise tüm türlerde çiçek sayısını artırıcı yönde etki yaptığı saptanmıştır. Çalışmada yapay aydınlatma uygulamalarının; oransal gövde ağırlığı, oransal yaprak ağırlığı ve meyve sayısını artırdığı tespit edilmiştir. Sonbahar döneminde domateste en erken sürede ilk çiçeklenme (17 gün), mavi renk altında ve ilkbahar döneminde ise kırmızı renk altında yetiştirilmiş fidelerin bitkilerinde dikimden sonra 14 gün olarak belirlenmiştir. İncelenen tüm türlerde meyve boyu ve meyve çapı parametreleri açısından sonbaharda kırmızı ve ilkbaharda ise mavi renk uygulamalarının daha fazla öne çıktığı saptanmıştır. Kırmızı renk uygulamasının yaprak alanı, oransal yaprak ağırlığı ve domateste suda çözünebilir kuru madde miktarını artırdığı belirlenmiştir. Araştırma sonuçları; incelenen tüm türlerde mavi ışık uygulaması ile yetiştirilmiş bitkilerde fide kök uzunluğu, kök kuru ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı, toplam bitki kuru ağırlığı, yaprak kalınlığı, bitki boyu ile boylanma hızı ve verim miktarının en yüksek değerlere ulaştığı tespit edilmiş ve tavsiye edilebilir nitelikte bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Sera, sebze, yapay ışıklandırma, ışık rengi, büyüme, gelişme, verim.

**INVESTIGATION OF DIFFERENT ARTIFICIAL COLOR AND
LIGHT SOURCES QUANTITATIVE EFFECTS ON DEVELOPMENT,
GROWTH AND QUALITY OF SEEDLINGS AND ADAPTATION OF
AFTER PLANTING TOMATO (*Lycopersicon esculentum* Mill.), PEPPER
(*Capsicum annuum* L.) AND EGGPLANT (*Solanum melongena* L.) IN
GREENHOUSE**

ABSTRACT

In greenhouse plant growing, the basic principle is to supply of quality improvement by enabling the most appropriate ambient conditions for the growth and growing of plant and implementation of the current production techniques ideally. Research was conducted between the years of 2012 and 2013, both in spring and autumn growing period in the greenhouse of Sarayönü Vocational School of Higher Education, Konya. The aim of this thesis study is to define the most appropriate seedling cultivation possibility and identification of adaptation capability after planting in tomatoes, peppers and eggplants cultivated under the different artificial color and light sources. At the first stage of the research, the effects of 3 different light sources (HPS, ATL and LED) and two different colors of these on the seedling quality of tomatoes, pepper and eggplant were examined in detail. In the consequence of light implementation, it was identified that HPS light accelerated rising time, rising rates and seedling foliation speed in all types positively. It was detected that leafing period of light source became prominent in terms of features such as body diameter, and proportional body weight in the seedling analyzed quantitatively. As to HPS and LED implementation, it was detected to have an effect on the increasing number of flowers in all types. In the study with artificial light implementation it was ascertained that stem weight ratio, leaf weight ration and number of fruit increased. It was detected that the earliest and first blooming of tomatoes took 17 days, under the blue light in the spring season, these blooming took 14 days after planting. In terms of fruit height and fruit diameter parameters in all types examined, implementations of red light in autumn and blue light in spring became more prominent. It was determined to increase red leaf area, leaf weight, leaf weight ratio, leaf area ratio and the amount of water soluble dry matter. Research results; in all types of plants cultivated through blue light implementations, seedling root length, root dry weight, total plant dry weight, leaf thickness, plant height, speed of gradation and yield amount, were ascertained to reach to the peak value and to be advisable.

Key words: Greenhouse, vegetable, artificial light, light color, growing, growth, yield

1 GİRİŞ

Ülkemiz sahip olduğu ekolojik faktörler nedeniyle hem örtüaltı hem de açıkta sebze yetiştiriciliği açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Ülkemizde son yıllarda yaş sebze talebinin artış göstermesini sağlayan faktörler; nüfus artışı, gelir seviyesinin yükselmesi, sebzelerin beslenme açısından önemlerinin giderek daha iyi anlaşılması ve ihracattaki gelişmeler olarak sıralanabilir. Ayrıca sebze yetiştirilen alanlardan mevcut ürün talebinin daha iyi karşılanabilmesi için; modern üretim tekniklerinin uygulanması ve dolayısıyla da üretim artışının teşvik edilmesi gerekmektedir (Yanmaz ve diğ., 2015).

Ülkemiz gerek örtüaltı gerekse açıkta sebze üretimleri bakımından Solanaceae familyasında yer alan domates, biber ve patlıcan da önemli bir üretim potansiyeline sahiptir. Türkiye, 2013 yılı FAO verilerine göre 2.159.348 ton biber üretim miktarı ile Dünya'da 3. sırada yer almaktadır. Dünyadaki toplam 31.131.225 ton'luk biber üretiminin yaklaşık %6.6'lık kısmı ülkemiz tarafından karşılanmaktadır. Yine ülkemiz 11.820.000 ton domates üretim miktarı ile Dünya'daki toplam üretimin yaklaşık %7'sini karşılamaktadır. Bu üretim değeri ile Dünya'da 4. sırada yer almaktadır. Türkiye de patlıcan üretim miktarı ise 826.941 tondur. Bu üretim miktarı ile Dünya sıralamasında 5. sırada yer almaktadır (URL-1, URL-2).

Bitkiler, organik madde üretimi ve fotosentez gibi hayatsal faaliyetleri için enerji kaynağı olarak ışığa ihtiyaç duymaktadırlar. Bitkiler yeterli ışık aldıklarında sağlıklı olarak büyümektedir. Ancak bitkiler aşırı ışığa maruz kaldıklarında ise kararma ve ağarma gibi zararlanmalar oluşmaktadır. Başarılı bir bitki yetiştiriciliğinde; türlerin ışık ihtiyaçlarının bilinmesi gerekmektedir (Kandemir, 2005; Tuna ve diğ., 2015).

Güneş ışığı spektrumu; ultraviyole (UV), görünür ışık ve kızıl ötesi olmak üzere başlıca üç kısımdan oluşmaktadır (Taiz ve Zeiger, 2008). Işık kaynaklarının dalga boyuna göre bitkiler üzerinde farklı etkilerinin olduğu belirlenmiştir (Singh ve diğ., 2014). Işık kaynaklarının dalga boyuna göre bitkiler üzerinde oluşturduğu etkiler aşağıda kısaca sıralanmıştır.

a. 200-280 nm dalga boyu (UV C): Bitkilerde zararlı (toksikite) etkiye sahiptirler. UV C ışınları, karasal ozon tabakası tarafından bloke edilmekte ve bunun sonucu olarak yeryüzüne ulaşmamaktadır.

- b.** 280-315 nm (UV B): Bu dalga boyuna sahip ışınlar bitkiler için çok zararlı değildir. Ancak bitki renklerinde belirgin derecede solmalara neden olmaktadır.
- c.** 315-380 nm (UV A): Bu değerlerdeki dalga boyunun, bitki büyümesi üzerinde herhangi bir olumlu ya da olumsuz etkisi saptanmamıştır.
- d.** 380-400 nm (UV A/görünür ışık): Görünür ışık, spektrumunun başlangıcıdır. Bitki pigmentleri (klorofiller ve karotenoidler) tarafından emilim, ışığın bu dalga boyunda gerçekleşmektedir.
- e.** 400-520 nm (Görünür ışık): Mavi ve yeşil dalga boylarını içermektedir. Bitki büyümesi ve fotosentez üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir.
- f.** 520-610 nm (Görünür ışık): Yeşil, sarı ve turuncu dalga boylarını içermektedir. Bu dalga boyu değerleri; bitki pigmentleri tarafından daha az emilir. Bitkisel büyüme ve fotosentez üzerinde, 400-520 nm dalga boyuna sahip ışıklara göre daha az etkiye sahiptirler.
- g.** 610-720 nm (Görünür ışık): Kırmızı dalga boylu ışınları içermektedir. Bitki pigmentleri tarafından emilimi büyük miktarda gerçekleşmektedir. Bitkisel büyüme, fotosentez, çiçeklenme ve tomurcuklanmayı olumlu yönde etkilemektedir.
- h.** 720-1000 nm (Kızıl ötesi/ kırmızı-turuncu): Bitki pigmentleri tarafından emilimi azdır. Ancak, çimlenme ve çiçeklenme üzerine olumsuz yönde etkileri bulunmaktadır.
- i.** >1000 nm (Kızıl ötesi): Bu aralıkta dalga boyuna sahip ışığın tümü, emilme sonucunda ısıya dönüşmektedir (Singh ve diğ., 2014).

Işık; tohumların çimlenmesinden başlayarak, bitkilerin ölümüne kadar geçen süreçteki bütün hayat olaylarında etkisi önemli düzeydedir. Bitkilerde vejetatif ve generatif organların oluşumunda, topraktan besin maddelerinin (iyonların) alınmasında, fotosentez olayının meydana gelmesinde, içsel maddelerin taşınması ve depolanmasında, kök, yaprak, dal ve gövde gibi organların hareketlerinde, stomaların açılması ve kapanması ile solunum ve transpirasyon gibi birçok hayatsal faaliyetin gerçekleşmesinde etkili olmaktadır (Günay, 1982; Taiz ve Zeiger, 2008; Er ve Başalma, 2014).

Işık yoğunluğunun azalması; sürgünlerde boy uzamasına, cılızlaşmaya ve gevrekleşmeye, fotosentezin azalması nedeniyle yaprak alanında azalmaya, yapraklarda sararma ve solma ile yaprak dökümlerine neden olmaktadır. Ayrıca ışık azlığı, renklenmeyi geciktirmekte ve tat için gerekli aromatik madde oluşumunu da yavaşlatmaktadır (Kandemir, 2005; Özen ve Onay, 2007). Bitkilerin normal bir

gelişme gösterebilmesi için günlük enerji ihtiyacı, 1.2-1.7 MJ/m² değerleri arasında olmalıdır. Günlük toplam PAR değeri ile bitkinin fotosentez için ihtiyaç duyduğu ışınım bilinmeden, fotosentezi artırmak için yeterli aydınlatma uygulamalarının gerekli ya da gereksiz olduğu ifade edilemez (Yağcıoğlu, 2009).

Bitki gelişimi; tohum ekimi, dikimi, ilk çiçeklenmeye kadar olan dönem, çiçeklenme oranı, yaprak sayısı bitkinin büyüme süreci ve hasat gibi farklı aşamalardan oluşmaktadır. Bu aşamalarda ışık ve sıcaklık faktörleri, en etkili çevre faktörleridir. Verimlilik unsurları, bitkinin çevreye adaptasyon yeteneği ve fotosentetik pigmentlerle ışığı tutabilme kabiliyetleri gibi etmenlere göre değişiklik göstermektedir. Bitki yaşamı için ışık tutma kabiliyeti önemli bir faktördür. Bir arazinin tarımsal verimliliği tanımlanırken, araziye yılın farklı zamanlarında gelen fotosentetik aktif radyasyon miktarı önemli bir etkiye sahiptir. Yıllık toplam PAR değeri, enlem derecesine göre her ülkede değişiklik göstermektedir (Balkaya ve diğ., 2004).

Işık sadece fotosentezin tek enerji kaynağı değil aynı zamanda bitki büyüme ve gelişmesini etkileyen önemli bir çevre faktörüdür. Bitkinin hedeflenen verim ve kaliteye ulaşabilmesi için uygun ışık şartlarına sahip olması gereklidir (Liu, 2012). Ticarî üretimde, yapay ışık kaynakları farklı şekillerde kullanılmaktadır. Yapay aydınlatmanın kullanım şekli ve süresi; türlerin ışık gereksinimlerine, doğal gün uzunluğuna, ortalama güneş ışığı süresine (saat), güneşin açısına (enlem) ve yapı kaynaklı gölgeleme miktarlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Karakaş, 2008; Argus, 2010).

Literatürde; birçok araştırma sonucunda her ışık renginin, bitkiler üzerine farklı etkilerinin olduğu bildirilmiştir (Singh ve diğ., 2014). Mavi ışık; bitkilerin fazla boylanarak gelişmesini sağlamaktadır. Kırmızı ışığın bulunmaması tohumların çimlenmesi ile gelişmesini engellemekte ve çiçeklenmesini geciktirmektedir (Çil, 2006; URL-3). Mavi ışığın yetişme ortamında azalmasıyla birlikte bitkiler, hayatsal faaliyetlerini gerçekleştiremez ve yaşayamaz hale gelmektedirler. Birçok bitki tohumu, en iyi 660 nm dalga boyunda çimlenmektedir. 730 nm dalga boyundan sonra çoğu kez, tohumlarda çimlenme kısıtlaması meydana gelmektedir. Mavi ışıkta olduğu gibi, kırmızı ışığın ortamdaki uzaklaştırılmasıyla birlikte bitkilerin yaşamı durmakta ve ölümler meydana gelmektedir. Güneş ışığında sabah ve akşam saatlerinde kırmızı, öğlen saatlerinde ise mavi ışık miktarı daha yüksek olmaktadır. Bu ışıkların ilk bölümü; kırmızı ötesi ısıtıcı ışıklar olarak bilinmekte ve dünyasında

ısınınmasını sağlamaktadırlar. Ayrıca bitkilerde solunum, terleme, fotosentez, çiçeklenme gibi hayatsal olayların ve yine biyokimyasal reaksiyonların meydana gelmesine hizmet etmektedirler (Günay, 2005).

Tarımda gelişmiş ülkelerde, son yıllarda bitki büyümesinin matematiksel modellerle ifade edilmesi üzerine çok sayıda araştırmalar yürütülmüştür. Çevre koşullarının (ışık, hava, nem ve toprak sıcaklığı vb.) etkisi ile oluşan bitki büyümesindeki değişiklikler, bitki büyüme modelleri olarak ifade edilmektedir. Bitki büyüme ve gelişme modellerinin geliştirilmesi ile verim tahminlerinde kullanılacak olan alt modellerin oluşturulması sağlanmaktadır. Bu nedenle, bitki büyüme parametreleri ile sıcaklık ve ışık arasındaki ilişkilerin incelenmesi son yıllarda araştırmacıların ilgi odağı olmuştur (Uzun, 1997; Thomas ve diğ. 2003; Balkaya ve diğ. 2004; Demirsoy, 2004; Özkaraman, 2004; Kandemir, 2005; Özer, 2006; Sarıbaş, 2013).

Sebzeler, diğer bitkilerde olduğu gibi yaşamlarını sürdürebilmeleri için güneş ışığını enerji kaynağı olarak kullanırlar. Bitkiler görülebilir ışınlar dışındaki ışınları da algılayabilecek duyarlı pigmentlere sahiptirler ve bu pigmentlere 'fotoreseptör' adı verilmektedir. Sebze yetiştiriciliğinin değişik aşamalarında üretim amacına uygun olarak ışık kaynaklarının özelliklerini bilerek kullanılması yetiştiricilikte başarıyı artıran önemli bir tekniktir (Padem ve Özdamar, 2002). Bitkiler, fotosentezde daha çok orta dalga boylu ışınları kullanmaktadır. Bu tip ışınlar mavi, sarı ve kırmızı renkli ışınlardır. Bu ışınlar bitkilerde klorofil oluşumuna, fotosenteze, çiçeklenmeye ve dokuların olgunlaşmasına etkili olmaktadır. Tüm yeşil bitkiler uygun bir gelişme için belirli bir ışık şiddetine gereksinim duyarlar. Bu gereksinim, bitkinin tür ve çeşidine göre farklılık göstermektedir (Bozcuk, 1997; Taiz ve Zeiger, 2008).

Günümüzde 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 etmektedir. Sebze yetiştiriciliğinde fide ile üretim, başarılı bir üretimin temel esaslarından birisini oluşturmaktadır. Ülkemizde 2013 yılında üretilen sebzelere ait fidelerin türlere göre paylarını incelediğimizde; domates fidesi %43.6 oranı ile ilk sırada yer almakta, bunu %12.3 ile marul, %10.4 ile biber, %8.8 ile lahanagiller, %5.9 ile hıyar, %3.3 ile patlıcan, %2.5 ile karpuz, %1.7 ile kavun, %0.4 ile kabak ve %11.1 ile diğer fidelerin

üretimi izlemektedir (Balkaya ve diğ., 2015). Başarılı fide yetiştiriciliğini etkileyen en önemli unsurlardan biriside ışıktır. Farklı dalga boyunda yapılan aydınlatma uygulamalarının fidelerde özellikle; yaprak alanı, taze sürgün ağırlığı ve kök kuru ağırlığını önemli ölçüde etkilediği bildirilmiştir (Demir ve Çakırer, 2015).

Ek ışık kaynağı kullanmak, kış aylarında üretim yapan seralara büyük oranda ekonomik bir maliyet yükü getirmektedir. Bitkisel üretimde günümüzde güneş ışığına en yakın spektruma sahip olan HPS lambalar, en çok kullanılan ışık kaynağıdır. Düşük sıcaklık ve yüksek ışık koşullarında, LED lambalar; bitki yetiştiriciliği açısından son zamanlarda daha fazla öne çıkmaktadır. LED lambalarda, ışığın dalga boyları daha kolay uygulanabilmektedir (Deram, 2013).

Dünyanın birçok yerinde örtüaltında doğal güneş ışığının sınırlı olmasından dolayı yıl boyunca sürekli bir üretim yapılamamaktadır. Yıl boyunca üretim yapabilmek için ek ışık kaynakları kullanılması fotosentez, büyüme ve verimin artırılması için gereklidir. Son yıllarda ışık kaynaklarının bitki yetiştiriciliği için en uygun hale getirmeye yönelik çalışmalar oldukça artmıştır (Lu ve diğ., 2012; Novičkovas ve diğ., 2012; Van Ieperen, 2012; Çağlayan, 2013; Fan ve diğ., 2013; Hernández, 2013; Jankauskienė ve Kasiulevičiūtė, 2013; Efe, 2014). Seralarda yapay aydınlatma ilk olarak yapraklı sebzelerde 1980'lerde Japonya da yapılmıştır. 1990'lı yıllarda, bu tür üretimin önceliği yiyecek ve içecek endüstrisinin ihtiyaçlarını karşılamak şeklinde olmuştur. 2000'li yıllarda ise meyve fidanları ve sebze fidelerinin üretiminde kullanılmaya başlanmıştır. Son on yıllık süreçte özellikle Asya ülkeleri başta olmak üzere dünyanın birçok bölgesinde fide üretim tesislerinin sayısı hızlı bir şekilde artmıştır. Bu süreçte, LED ışık kaynağının düşük sıcaklık, elektrik gücünü ışık gücüne dönüştürme verimliliği ve fotosentezde etkisi gibi avantajları sayesinde kullanımları daha fazla artmıştır (Goto, 2012).

Işık enerjisi, tarımsal üretimin en önemli girdilerinden birisidir. Güneşten gelen enerjiye destek olmak amacıyla kullanılan yapay ışık kaynaklarının canlıların gereksinimlerine uygun, emniyetli, çevreci ve düşük enerji gereksinimine sahip olmaları büyük bir önem taşımaktadır. LED tipi ışık kaynakları, son yıllarda kullanımı gittikçe yaygınlaşan bir yapay aydınlatma aracı olmuştur (Koç ve diğ. 2009). Seralarda doğal ışıktan mümkün olduğunca faydalanmaya çalışılmaktadır. Sera dışındaki doğal ışık, sera içerisine birçok faktör sonucu %30-80 civarına azalmakta ve hava nemi arttırmaktadır. Bunun sonucunda enerji tüketimi de

artmaktadır. Yapay aydınlatma sonucunda kullanılan elektriğin yaklaşık %40'ı fotosentetik aktif radyasyona (PAR) dönüştürülebilmektedir (Gislerød ve diğ., 2012).

Fide üretiminde kullanılan lambaların dalga boylarına ve kullanıldıkları zamana göre ışık veya sıcaklıklarından dolayı büyüme parametrelerine etkileri de farklılık gösterebilmektedir. Buna göre bitkilerin büyüyebileceği en uygun lamba ve dalga boyu tespit edilmelidir. Domates ve hıyar fidelerinde akkor telli lambalara (ATL) göre daha fazla ışık veren, yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar (HPS) kullanılabilir. ATL; ucuz ve kurulumu kolay olmasından dolayı bitkiler için tercih edilebilir bir ışık kaynağıdır. HPS'ler ise floresan lambalara ve düşük basınçlı sodyum buharlı lambalara göre daha az ışık üretseler de, daha fazla ısı üretmektedirler (Fölster, 1971; Lu ve diğ., 2012; Van Ieperen, 2012; Fan ve diğ., 2013; Hernández, 2013).

Sera içindeki ışık seviyesi güneş ışınımının gelme açısı, gün uzunluğu, güneşlenme süresi, bulutluluk, yapısal gölgeleme, bitki yoğunluğu, örtü malzemesi ve kirlilik durumu gibi birçok faktöre bağlı olarak %35-75 oranında azalmaktadır (Dayıoğlu ve Silleli, 2012; Gislerød ve diğ. 2012). Ortalama güneşlenme süresi 4.5 saatten daha az olan bölgelerde, yapay aydınlatma uygulaması olumlu sonuçlar vermektedir. Seralarda doğal ışık eksikliğini tamamlamak için çoğunlukla civa buharlı (CB), metal halojen (MH), düşük ve yüksek basınçlı sodyum buharlı (LPS ve HPS) lambalar kullanılmaktadır. Uygulamada performans açısından yüksek basınçlı sodyum buharlı (HPS) lambalar fotosentez açısından daha fazla öne çıkmaktadır (Dayıoğlu ve Silleli, 2012).

Türkiye'nin birçok bölgesinde olduğu gibi, Konya yöresinde de turfanda yetiştiricilikte erken ilkbahar ve geç sonbahar dönemlerinde yetersiz ışıklanma ve yetersiz fotosentez nedeniyle kaliteli fide eldesi ve bitkisel üretimde sıkıntılar yaşanmaktadır. Tez çalışması kapsamında elde edilen sonuçlar değerlendirilerek, bu sorunlara değişen oranlarda çözümler üretilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca bu çalışma ile sera koşullarında farklı yapay ışık kaynaklarının ve farklı renkteki ışıkların domates, biber ve patlıcan türlerinde fide büyümesi, gelişmesi ve arazi şartlarına adaptasyonları üzerine olan etkilerinin tespit edilerek, doğal ışığa ek yapay ışık kaynağı kullanımı ile bitki yetiştiriciliği bakımından sağlanacak faydaların ayrıntılı olarak ortaya konulması hedeflenmiştir. Elde edilen çıktılar, örtü altı yetiştiriciliğinde üreticiler için pratik değeri olan önemli sonuçları içermektedir.

2 GENEL BİLGİLER

Bitkilerde klorofil oluşumu, fotosentez, inorganik maddelerin organik maddelere dönüşümü, sürgün, yaprak, çiçek ve meyve oluşumu için ışığa ihtiyaç duyulmaktadır (Eriş, 2003). Bitki büyüme ve gelişmesinde ihtiyaç duyulan ışığın kaynağı, güneş veya yapay ışıklardır. Işık şiddetinin artması; bitkilerde bodurlaşma, tüylenme ve antosiyanin gibi renk pigmentlerinin oluşmasına neden olmaktadır. Işık şiddetinin azalması ise bitkide boyunun uzamasına, cılızlaşmasına, sararmasına ve beyazlamasına yani etiyolleşmesine neden olmaktadır (Günay, 1982; Kim ve diğ., 2004).

Güneş ışığının gözle görülebilen orta dalga boylu ışınları bitkilerde fotosentez başta olmak üzere temel fizyolojik ve biyokimyasal olayları yönlendirmektedirler. Işık fotosentez için gerekli bütün enerjiyi sağladığından net asimilasyonu etkileyen en önemli faktördür. Bitkilerin, kimyasal bağ enerjisini organik madde yapımında yani fotosentezde kullanabilmesi için yaprak kanopisi tarafından ışığı kesmesi ve bu kesilen ışık enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürebilme yeteneğinin yani ışık kullanım etkinliğinin fazla olması gerekmektedir. Işık miktarının azalması bitkilerde ince ve soluk renkli gövde oluşumu, düşük karbonhidrat içeren yaprakların meydana gelmesi ve gövde gelişmesinin yavaşlamasına neden olmaktadır (Kandemir, 2005). Düşük ışık şiddetinde sıcaklığın, ortalama meyve ağırlığı üzerine etkisi oldukça az olmaktadır. Hangi sıcaklıkta olursa olsun, ışık şiddetinin artması meyve ağırlığını artırmaktadır. Işığın bitki morfolojisine olan etkisi sonucunda, düşük ışık koşullarında bitkilerde daha az kuru madde birikimi meydana gelmektedir (Uzun, 1996).

Yüksek ışık şiddeti, bitkilerde fizyolojik bozukluklara neden olmakta ve bu bozukluklara bağlı olarak verim unsurlarında azalış ve ürünlerde kalite kayıpları meydana gelmektedir. Yüksek ışık yoğunluğunun en belirgin olumsuz etkisi, özellikle meyvelerde oluşan güneş yanıklıklarıdır. Bunun yanında bitkinin şiddetli güneşe maruz kalan bölgelerinde pigment oluşumu yavaşlamakta ve hücre ölümleri meydana gelmektedir. Işığın bitkilerde oluşturduğu bu stres etkisi, daha çok ışığın termal etkisiyle ortaya çıkmaktadır (Yıldız, 2013).

Bitkilerde büyüme oranı, en uygun çevre koşulları sağlanmasıyla artırılabilir. Son yıllarda, ışık kaynaklarının bitki yetiştiriciliği için en uygun hale getirilmesi

çalışmaları oldukça artmaya başlamıştır (Uzun ve diğ., 1998; Kandemir, 2005; Van Ieperen, 2012).

Tez çalışmasının genel bilgiler kısmı; ışığın bitkiler üzerine etkileri, ışık kaynaklarının bitkisel üretim üzerine etkileri ile farklı dalga boylarına sahip ışık kaynaklarının bitkiler üzerine etkileri hakkında yapılan çalışmalar olmak üzere üç başlık altında toplanmıştır.

2.1 Işığın Bitkiler Üzerinde Etkileri Hakkında Yürütülen Genel Çalışmalar

Shillo (1976), sahil karanfili (*Limonium sinuata* Mill.) bitkisinde 12 saat gün uzunluğu koşullarında çiçeklenmenin 6 hafta geciktiğini, buna karşın akkor telli lambalar ile gece 4 saatlik ilave ışık uygulamasının çiçeklenmeyi arttırdığını bildirmiştir.

Healy ve diğ. (1982) tarafından Peru zambağı (*Alstroemeria*) 'Regina' bitkisinde yapılan çalışmada, fotoperiyodun 12 saatten daha kısa olduğu aylarda düşük basınçlı sodyum buharlı lambalarla 20 saat süreyle yapılan ek aydınlatmanın, akkor telli lambalara göre daha erken çiçeklenmeyi sağlandığını belirlemişlerdir.

Picken ve diğ. (1986), ışığın domateste kuru madde dağılımı üzerine çok önemli etkisinin olduğunu, ışık yoğunluğunun artması ile oransal yaprak alanının önemli düzeyde azaldığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar, yaprak kalınlığının artan ışık miktarıyla doğrusal olarak arttığını bildirmişlerdir.

Fitter ve Hay (1987), domateste büyüme parametrelerinden nispi büyüme hızı (NBH), net asimilasyon oranı (NAO), oransal yaprak alanı (YAO), özgül yaprak alanı (ÖYA), oransal yaprak ağırlığı (OYA) üzerine yaptıkları araştırmada oransal yaprak alanındaki değişimlerin özellikle özgül yaprak alanındaki değişikliklerden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Ayrıca, oransal yaprak ağırlığının, yüksek ışığa veya düşük ışığa ihtiyaç duyan bitki türlerine göre değişiklik gösterdiğini belirtmişlerdir.

Çalışmalar mavi, kırmızı ve turuncu ışığa sahip ışık yayan diyotların (LED) fotosentez karakteristiğinin ilgili dalga boylarındaki enerjiyi karşılamak için uygun olduğunu göstermektedir. Gerçekten de klorofil sentezi 445 ve 650 nm dalga boylarında maksimum noktalar göstermekte, 500-575 nm'lik dalga boyu aralığında ise azalarak % 20 ve daha altındaki oranlara düşmektedir (McFate, 1989). Diğer yandan sera aydınlatılmasında amaç; asimilasyonla üretilen madde miktarının, solunumla tüketilen miktarı olumlu yönde aşılması olarak görülmektedir (Yavuzcan, 1990).

Sonbahar dönemi domates yetiştiriciliğinde gölgelemenin meyve verimi ve kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, bitki boyunun önemli ölçüde arttığını belirtilmiştir. Meyve verimini, meyve ağırlığının, meyve çapının ve meyve büyüklüğünün %35 gölgelemede en yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Gölgelemenin titre edilebilir asit oranını artırırken, meyvede suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) ve askorbik asit miktarını azalttığı bildirilmiştir (El - Gizawy ve diğ., 1993).

İnka zambağı (*Alstroemeria*) 'Regina' bitkisi üzerinde ülkemizde yapılan bir çalışmada ise sodyum buharlı lambalarla toprak yüzeyinden 160 cm yukarıdan yapılan ek aydınlatmanın çiçek verimi, ana çiçek sapı uzunluğu ve çiçek sapı uzunluğu üzerine olumlu yönde etkili olduğu belirlenmiştir (Söğüt, 1993).

Karagüzel ve Altan (1995), çöven (*Gypsophila paniculata* L.) bitkisinde 8 dikim zamanı ve 4 farklı gün uzunluğunun bitki gelişimi ve çiçeklenme üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, farklı gün uzunluklarını uygulayabilmek için 150 w gücündeki akkor telli lambalar kullanılmıştır. Araştırmada, 16 saat gün uzunluğu uygulamasının incelenen tüm kriterler açısından en iyi sonuçları verdiği belirlenmiştir.

Uzun (1996), domatesteki bitki boyu üzerine sıcaklık ve ışık şiddetinin çok önemli interaktif etkisinin olduğunu, en yüksek bitki boyunun düşük ışık ve yüksek sıcaklık koşullarında elde edildiğini, patlıcanda ise bitki boyunun sıcaklıkla doğrusal, ışıkla tamamlayıcı etki gösterdiğini bildirmiştir. Araştırmacı; ışık şiddetinin, $1.9 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 'dan, $8.1 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 'ye arttıkça sıcaklık artsa da azalsa da yaprak sayısında belirgin bir azalmanın olmadığını tespit etmiştir.

Yanagi ve diğ. (1996), marul bitkisinde LED ışık kaynakları kullanılarak fotosentetik ışık akısının (PPF) büyüme ve morfogenez üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada; marul bitkileri topraksız tarımda 20 gün boyunca $20-22^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkları arasında yetiştirilmiştir. Denemede, 2 farklı PPF seviyesi (yaklaşık 85 ve $170 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), 3 farklı renk kombinasyonu (mavi, kırmızı, mavi+kırmızı) ve 16 saat gündüz, 8 saat gece döngüsünü uygulanmıştır. Araştırmacılar, sonuç olarak iki farklı PPF seviyesinde kırmızı LED ışık uygulanan marul bitkisinde, mavi LED ışık uygulanan marul bitkisine göre daha fazla yaprak elde ettiklerini, fakat mavi-kırmızı LED ışık uygulanan bitkilerde diğerlerinden daha az yaprak elde etmiş olduklarını ifade etmişlerdir. Yüksek PPF seviyesinde yetişen marul bitkilerinde kuru

ağırlıkların, düşük PPF değerinde yetiştirilenlere göre daha fazla olduğu bildirilmiştir.

Van Der Zande ve Blacquire (1997), 8 farklı ışık kaynağı ve 3 farklı dikim tarihinin çöven bitkisinde (*Gypsophila paniculata* L.) verim ve kalite üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada 8 Ağustos-30 Kasım tarihleri arasını kapsayan birinci uygulama periyodunda, sadece akkor telli lambalar altında yetiştirilen bitkilerin çiçek oluşturduğu, diğer ışık kaynakları altında yetiştirilen bitkilerin ise rozet safhasında kaldıkları saptanmıştır. 22 Aralık-15 Haziran tarihleri arasını kapsayan ikinci uygulama periyodunda, tüm ışık uygulamaları altındaki bitkilerin sürgünleri uzamaya başlamış; fakat kırmızı ışığa sahip akkor telli lamba uygulaması altında yetiştirilen bitkiler hariç diğer ek aydınlatma uygulamalarındaki bitkiler rozet safhasında kalmıştır. 31 Temmuz-30 Kasım tarihleri arasındaki üçüncü uygulama döneminde ise farklı ışık kaynağı altındaki bütün bitkiler, hızlıca sapa kalkmış ve çiçeklenmiş, yalnızca mavi floresan ve kırmızı ışık yayan lambalar altında yetiştirilen bitkilerde çiçeklenme oranının düşük kaldığı belirlenmiştir.

Sevgican (1999), domates yetiştiriciliğinde uzun gün koşulları altında salkım sayısının arttığını bildirmiştir. Buna karşın; yetersiz ışıklanma gövdenin ince kalmasına, çiçek sayısının azalmasına, salkımların zayıf kalmasına ve zayıf kök gelişimine neden olduğu bildirilmiştir.

Uzun (2000), domateste meyve ağırlığının artan ışık yoğunluğu ile arttığını, ancak artan sıcaklıklarda ise azaldığını bildirmiştir. Araştırmacı; ışığın bitkilerin yaprakları ile absorbe edilmesi ve bitkilerin fotosentezde kullanma etkinliğine bağlı olarak belirli bir yoğunluğa kadar verimi artırdığını, daha sonra azaldığını tespit etmiştir. Düşük ışık ve yüksek sıcaklık şartlarında yetiştirilen bitkilerde ise meyve sayısı ve verimin azaldığını kaydetmiştir. Uzun (2001), domateste bitki boyu üzerine sıcaklık ve ışık şiddetinin çok önemli interaktif etkisi olduğu, en yüksek bitki boyunun düşük ışık yüksek sıcaklık şartlarında elde edildiği, patlıcanda bitki boyunun sıcaklıkla doğrusal ışıkla eğrisel olarak artış gösterdiğini bildirilmiştir.

Mascarini ve diğ. (2001), iki farklı siklamen (*Cyclamen persicum*) çeşidinde, sera gölgeleme materyallerinin bitki gelişimi ve çiçeklenmesi üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada, mavi renkli örtünün yeşil renkli örtüye göre bitki büyüklüğü bakımından her iki çeşitte de daha iyi sonuç verdiği, yaprak alanı bakımından ise mavi örtü altında kalanlarda yaprakların daha küçük olduğunu ve “Argentine F₁” hibrit çeşidinde ise çiçeklenmeyi arttırdığı belirlenmiştir. Yaprak

sayısı bakımından ise kullanılan örtü materyalleri arasında herhangi bir farklılık olmadığı saptanmıştır.

Heo ve diğ. (2003), siklamen bitkisinde (*Cyclamen coum*) ışıklandırmanın çiçeklenme ve büyüme üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, en erken çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısının mavi-kırmızı ışığa sahip yetiştirme ortamında olduğu, bu sürenin en geç olduğu ortamın ise yalnızca kırmızı ışıkta gerçekleştiği saptanmıştır.

Kim ve diğ. (2004), invitro doku kültürü ortamında, krizantemleri 35 gün süreyle farklı özelliklerdeki 6 ışık yoğunluğu altında (floresan, mavi LED, kırmızı LED, kırmızı-mavi LED'ler, kırmızı-kırmızı/turuncu LED'ler, mavi-kırmızı/turuncu LED) yetiştirmişlerdir. Bitkinin net fotosentez hızı sırasıyla kırmızı-mavi LED ışık ve floresan ışıkta en yüksek bulunmuştur. Kırmızı-kırmızı/turuncu LED ve mavi LED ışıkta en düşük değerler elde edilmiştir. Bitkinin yaş ağırlığı, kuru ağırlığı ve yaprak alanı değerleri ise floresan ve kırmızı-mavi LED ışık ortamında yüksek bulunmuştur. Araştırmacılar, ışık kalitesi yaprak stomalarının boyutunu ve sayısını etkilediğini bildirmişlerdir. Kırmızı-mavi LED ışık altında yetiştirilen fidelerde vejetatif büyümenin en fazla olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, kırmızı-kırmızı/turuncu LED ışık altında yetiştirilen bitkilerde ise vejetatif büyümenin daha az olduğu tespit edilmiştir.

Yüksek ışık yoğunluğu ile yaprak kalınlığının arttığı, farklı ışık seviyelerinin altında yaprakların yapılarının değişmesinden dolayı birçok kültür bitkisinin gölgede büyüyen yapraklarının güneşte büyüyen yapraklara göre daha ince olduğu Uzun (2004) tarafından bildirilmiştir. Özkaraman (2004), sera koşullarında sıcaklık, ışık ve farklı budamaların kavunda (*Cucumis melo* L.) büyüme, gelişme ve verim üzerine kantitatif etkilerini araştırmıştır. Araştırmada; oransal kök ağırlığı, net asimilasyon oranı, nispi büyüme hızı, oransal yaprak alanı ve özgül yaprak alanı parametreleri incelenmiştir. Bu özelliklerin sıcaklık ve ışık şiddeti sınırlarında zamanla azaldığı, oransal yaprak ağırlığı ve yaprak kalınlığının ise zamanla arttığı tespit edilmiştir. Araştırmacı; net asimilasyon oranının, nispi büyüme hızının, kök, gövde ve yaprak kuru ağırlıklarının düşük sıcaklık ve yüksek ışıkta arttığını ifade etmiştir. Bitki boyunun, yaprak alanının ve özgül yaprak alanının ise düşük ışık şiddeti ve yüksek sıcaklıkta arttığını belirlemiştir. Ayrıca, yüksek ışık şiddeti ve sıcaklıkta gövde çapı, boğum ve yaprak sayısını arttırdığı bildirilmiştir. Uzun ve diğ. (1998), bitkilerde gövde çapındaki artışın iki nedenle olabildiğini bildirmiştir. Bunlardan bir tanesi

bitkinin çoğunlukla vegetatif olarak büyümesi sonucu bitki kuru maddesinin öncelikle kök ve gövde gibi organlarda birikmesi olduğunu, diğerinin ise düşük sıcaklıklarda yetişen bitkilerin yavaş ancak vejetatif ve generatif organları arasında dengeli bir büyüme sonucu gövde çapının arttığını belirtmiştir.

Islam ve diğ. (2005), farklı ışık kaynaklarının (akkor telli lamba ve sodyum buharlı lamba) arena çiçeğinin (*Eustoma grandiflorum*) çiçeklenmesi ve bitki gelişimi üzerine olan etkileri üzerine yaptıkları çalışmada, sodyum buharlı lambanın çiçeklenme ve çeşitli kök karakterleri üzerinde akkor telli lambadan daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Piszczek ve Glowacka (2005), "Marinda" F₁ hıyar çeşidini kullandıkları çalışmada; beyaz, sarı, yeşil ve mavi ışığa sahip floresan lambalar altında fide yetiştirmişlerdir. Araştırmacılar, yaprak ve gövdenin en yüksek kuru madde miktarının mavi floresan ışık altında yetiştirilen bitkilerde olduğunu bildirmişlerdir. Sarı floresan ışık altında; bitkilerin yaprak sayısı, yaş ve kuru ağırlık gibi bitki büyüme parametrelerinde azalmalar meydana geldiği tespit edilmiştir. Beyaz ve yeşil floresan ışık altında yetişen fidelerde ise benzer büyüme oranları meydana gelmiştir. Ayrıca yeşil ve sarı floresan ışık altında yetişen fidelerin, yapraklarındaki klorofil miktarının azaldığı belirlenmiştir.

Masuda ve diğ. (2006), patlıcanda ve biberde gece ilave ışık uygulamasının yapraklar üzerine etkileri ve kuru madde üretim miktarlarının belirlenmesi amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada, 35 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ PPF D ışık yoğunluğu kullanıldığında bitkilerde sararmanın meydana geldiği belirlenmiştir. Işık yoğunluğu PPF D 200 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ miktarının üzerine çıktığında ise bitkilerin kuvvetli ve sağlıklı bir şekilde büyüdüğü saptanmıştır. Araştırmacılar, ışık yoğunluğu arttığında bitki toplam kuru ağırlığının da doğrusal olarak artış gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Uzun (2006), domates ve patlıcan bitkilerinde ilk meyveden önce oluşan yaprak sayısı üzerine sıcaklık ve ışığın kantitatif etkilerinin belirlenmesi amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Çalışmada; günlük ışık şiddeti arttığında domates (ilk salkım) ve patlıcanda ilk meyveden önceki yaprak sayısının azaldığı belirlenmiştir. Araştırmacı, sıcaklık miktarı düşüğe ışığın etkisinin azaldığını bildirmiştir.

Pinho ve diğ. (2007), sera koşullarında marul (*Lactuca sativa var. crispata* L. 'Frislice') bitkisinin farklı dalga boyuna sahip LED lambalar altındaki büyüme performanslarını incelemişlerdir. Kontrol bitkileri, geleneksel yüksek basınçlı sodyum (HPS) lambalar altında yetiştirilmiştir. LED1 sisteminde, 630 nm ve 460 nm dalga boyuna sahip olan kırmızı-turuncu ve mavi LED lambalar kullanırken, LED2

sisteminde 594 nm dalga boyuna sahip LED ve ek olarak sarı renkli LED lambalardan yararlanılmıştır. Çalışma sonucunda; kırmızı-turuncu LED lambaların, bitkilerin toplam bitki kuru madde birikiminin artırılmasında etken olduğunu, sarı fotonların çok az ilavesinin toplam bitki kuru madde birikiminin artırılmasını teşvik ettiği ve bitkide oluşan yaprakların sayısını arttırdığı bildirilmiştir.

Uzun (2007), seralarda yetiştirilen patlıcan meyvelerinin fenolojisi ve olgunlaşmaları üzerine sıcaklık ve ışığın etkilerini incelemiştir. Araştırmada, ilk çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısının artan ışık ve sıcaklık ile azaldığı belirlenmiştir. Ancak bu düşüşte, sıcaklığa göre artan ışık şiddetinin daha keskin bir etki yaptığını bildirilmiştir. Çalışma sonucunda, bitki başına çiçek sayısının optimum sıcaklığa kadar arttığı daha sonra tüm ışık şiddetlerinde azalmanın meydana geldiği tespit edilmiştir.

Piszczek ve Glowacka (2008), $50 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, $55 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ve $60 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ fotosentetik ışık akısına (PPF) sahip mavi floresan lambalar altında ve gün ışığı koşullarında "Marinda" F₁ hıyar çeşidine ait fideleri yetiştirmişlerdir. Çalışma sonucunda; en uzun bitki boyu ve boğumlar arası mesafenin mavi ışığa sahip floresan altında yetiştirilen bitkilerde olduğu belirlenmiştir. En yüksek PPF değerinde en güçlü büyüme ve en uzun boğumlar arası mesafenin olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada, PPF değerinin ve fidelerin yapraklanma sayısının istatistiksel olarak önemli düzeyde bir ilişkisinin olmadığı belirlenmiştir. Mavi ışığa sahip floresan altında yetiştirilen fidelerde gövde kalınlığının, en yüksek olduğu saptanmıştır. Ayrıca mavi ışığa sahip floresan altında PPF arttıkça; yaprak kalınlığı, bitki yaş ve kuru ağırlığının arttığı bulunmuştur.

Wyżgolik ve diğ. (2008), plastik tünellerde farklı ışık koşullarında yetiştirilen 'Spartacus' biber çeşidinde bazı büyüme parametreleri ve net fotosentez hızı üzerine ışık şiddetinin etkisi araştırmışlardır. Çalışmada; düşük fotosentetik aktif radyasyon (PAR) değeri altında yetişen bitkilerde, bitki boyu uzama hızının daha yavaş olduğu ve bitki kuru madde miktarı ile tüm fotosentetik pigmentlerin ise azalış gösterdiği tespit edilmiştir. Koç ve diğ. (2009), ticari seralarda gün ışığına ilave aydınlatmada fotosentetik aktif ışınım (PAR) düzeyinin $50-200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında olması gerektiği bildirilmektedir.

Avercheva ve diğ. (2009), yüksek basınçlı sodyum (HPS) lambaları veya (kırmızı:mavi foton oranının 7:1 olduğu) mavi (470 nm) ve kırmızı (650 nm) LED kombinasyonundan oluşan ışık kaynağı altında 15 ve 27 gün süreyle yetiştirilen

kereviz lahanası (*Brassica chinensis* L.) büyüme, şeker miktarı, protein içeriği ve fotosentetik pigmentler yönünden incelemiştir. LED lamba altında yetiştirilen bitkiler normal ışık koşullarında yetiştirildiklerinde gövde ağırlıkları açısından HPS lambalardan farklı olmadığını, fakat daha az kuru ve yaş kök ağırlıklarının olduğu tespit etmişlerdir. Ayrıca normal ışık koşullarında LED lambalar altında yetiştirilen bitkilerin yapraklarında daha düşük toplam şeker içeriği meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Bitkilerin düşük ışık koşullarına tepkisinin her iki ışık kaynağında da aynı olduğunu saptamışlardır.

Marul bitkisinde ilave ışıklandırmanın bitki büyümesi ve kimyasal içeriği üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, mavi, yeşil, kırmızı ve kırmızı-turuncu LED lambalar kullanmışlardır. Kontrol uygulamasının sahip olduğu beyaz ışığa kıyasla ek kırmızı-turuncu LED lamba uygulaması; antosiyanin, karotenoid ve klorofil yoğunluğunu azaltmıştır. Diğer ek ışıklandırma uygulamalarında ise artışlar olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca beyaz ışığa kıyasla ek kırmızı-turuncu LED lamba ışığı altında bitki yaş ve kuru ağırlığı, kök uzunluğu, yaprak uzunluğu ve yaprak genişliğinin arttığı bildirilmiştir (Li ve Kubota, 2009).

Hogewoning ve diğ. (2010a), düşük ışık koşullarında yaprakların absorbe ettiği ışık miktarının ışık kalitesi ile doğrusal olduğunu bildirmiştir. Araştırmacı, yaprakların absorbe ettiği ışık miktarının, aynı zamanda yaprakların pigment içeriğine de bağımlı olduğu ifade edilmiştir.

Hogewoning ve diğ. (2010b), yaptıkları çalışmada yüksek yoğunluklu mavi ışığa sahip LED lamba altında yetiştirilen hıyar bitkilerinde yaprak özelliklerinin daha iyi geliştiğini bildirmişlerdir. Sadece %7 mavi ışıkta, yaprakların fotosentez kapasitesinin iki katına çıktığı ve mavi ışık oranı arttıkça yaprakların fotosentez kapasitesini de arttırdığı tespit edilmiştir.

Van Ieperen ve diğ. (2012), kırmızı, mavi ve kırmızı-mavi kombinasyonlarına sahip LED lambalar altında yetiştirilen hıyar fidelerinin yapraklarındaki stomaların yapısı ve oransal su içeriklerini incelemiştir. Araştırmada, epidermis hücrelerinin boyutlarına ve stoma yoğunluğuna bağlı olarak stoma yapılarının farklı ışık renklerinde değişik şekilde uyarıldıkları tespit edilmiştir. Ayrıca, farklı ışık renklerinde stoma yapısındaki değişikliklere bağlı olarak yapraklardaki su miktarının da olumlu yönde etkilendiği belirlenmiştir.

Jankauskienė ve Kasiulevičiūtė (2013), HPS+mavi (455-470 nm) ve yeşil (505-530 nm) ışık dalga boyuna sahip LED lambalar altında yetiştirilen iki farklı

hıyar çeşidinin büyüme ve gelişmesi üzerine etkilerini tespit etmişlerdir. Kontrol olarak HPS lambalar kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre HPS lambalara göre HPS+mavi ve yeşil LED ışık altında büyüyen hıyar bitkilerinde; bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak alanı ve toplam bitki kuru ağırlığı değerlerinde artışlar olduğu saptanmıştır. Hıyar çeşitlerinde en yüksek büyüme hızının HPS+mavi ışığa sahip LED lambalar altında olduğu bulunmuştur.

Efe (2014), marul yetiştiriciliğinde güneş ışığına ilave farklı renkteki LED ışıkların (mavi, sarı, kırmızı, mavi + sarı, mavi + kırmızı, sarı + kırmızı, mavi + sarı+ kırmızı) etkilerini incelemiştir. İlave LED lamba uygulamalarının toplam bitki ağırlığı (g), pazarlanabilir baş ağırlığı (g), toplam yaprak sayısı (adet), pazarlanabilir yaprak sayısı (adet), pazarlanabilir verim (t/ha), SÇKM (%), pH ve titre edilebilir asitlik (%) özellikleri üzerine istatistiksel düzeyde önemli seviyede etkili olduğu belirlenmiştir. Araştırmada, C vitamini ve klorofil içeriği üzerine ise ilave ışık uygulamalarının istatistiksel düzeyde önemli bir etkisinin olmadığı bulunmuştur. Çalışmada; toplam bitki ağırlığının, pazarlanabilir baş ağırlığının, pazarlanabilir yaprak sayısının, toplam yaprak sayısının ve pazarlanabilir verimin miktarının mavi+sarı+kırmızı LED lamba kombinasyonunda en yüksek olarak elde edildiği saptanmıştır. İncelenen kriterlerin en düşük değerlerinin ise mavi+sarı LED lamba kombinasyonunda elde edildiği bildirilmiştir. Ayrıca en yüksek SÇKM değerinin mavi+kırmızı LED lamba kombinasyonu, en yüksek pH'nın ve titre edilebilir asitliğin sarı LED ışıkta ortaya çıktığı belirlenmiştir.

2.2 Işık Kaynaklarının Bitkisel Üretimde Kullanımı Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi Amacıyla Yürütülen Çalışmalar

Dünyanın birçok ülkesinde doku kültürü ve yetiştirme odası endüstrisinde, uzun süredir bitki üretimi için farklı yapay ışık kaynakları kullanılmaktadır. Bu ışık kaynaklarından öne çıkanlar; floresan lambalar, yüksek basınçlı sodyum lambalar (HPS), metal halojen lambalar, ışık yayan diyotlar (LED) ve akkor telli lambalardır (ATL) (Yeh ve Chung, 2009).

Bula ve diğ. (1991), $325 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ fotosentetik ışık akısına (PPF) sahip LED aydınlatma sisteminde, floresanda ve akkor telli lamba ile ışıklandırma koşullarında yetiştirilen lahanada bitkisinin büyüme parametreleri yönünden benzerlik olduğunu tespit etmişlerdir. LED lamba altında yetiştirilen lahanalarda yaprak şekli, yaprak rengi ve

yaprak yüzeyi gibi bitki özelliklerinin floresan lamba ve akkor lamba koşullarında yetiştirilen bitkilere göre istatistiksel düzeyde önemli farklılık göstermediği saptanmıştır.

Spaargaren (2001), serada yetiştirilen bitkilerde ek aydınlatma üzerine yaptıkları çalışmada; 400-565 nm dalga boyuna sahip ışıkların fotosentezde etkili ışığın %14'üne sahip oldukları bildirmiştir. Araştırmacı, domates yetiştiriciliği için 30-35 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{d}^{-1}$ fotosentetik ışık akısının (PPF) en uygun ışık miktarı olduğunu belirtmiştir. Ayrıca ışık kaynakları içerisinde HPS lambanın, yüzey ısısının yüksek olduğu ve bitkilerde belli mesafelerde kullanmanın faydalı olacağı bildirilmiştir.

Berkovich ve diğ. (2004), yapay aydınlatma koşullarının bitkilerin ışığa verdikleri tepkilerin belirlenmesi için en uygun yöntem olduğunu bildirmişlerdir. Bu yaklaşım, farklı spektrumlarda ve değişen ışık yoğunluğundaki farklı ışık kaynaklarının kullanımını sağlamaktadır. Işığın dalga boyunun kısa bant spektrumuna sahip olmalarından dolayı, farklı aydınlatma koşullarına bitkilerin tepkisinin belirlenmesi için en uygun ışık kaynağının, LED'ler olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar, günümüzde kullanılan süper parlak LED'lerin bitki büyümesi için gerekli olan PAR değerlerinin üretilmesinde yeterli olduğunu ifade etmişlerdir.

Aydınşakir ve diğ. (2005), farklı ışık kaynaklarının Altınbaşak (*Solidago x hybrida* 'Tara') bitkisinde verim ve kalite özelliklerine etkisi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Kullanılan ek ışık kaynaklarını birbirleriyle karşılaştırdıklarında; aynı güçte (400 w) olmalarına rağmen, sodyum buharlı lamba (HPS) uygulamasının akkor telli lamba (ATL) uygulamasına göre sap uzunluğu, salkım uzunluğu, gövde çapı, çiçekli sürgün yaş ağırlığı ve verim gibi incelenen özellikler yönünden daha olumlu sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Sodyum buharlı lamba uygulaması altında yetiştirilen bitkilerin, akkor telli lamba uygulaması altında yetiştirilen bitkilere göre istatistikî olarak daha iyi sonuçlar vermesi her iki ışık kaynağının sağladığı ışık şiddeti arasındaki fark ile açıklanmıştır. Akkor telli lamba ile sağlanan $1,6 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 'lik ışık şiddetine karşılık, sodyum buharlı lamba ile sağlanan $7,8 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 'lik ışık şiddeti verim ve kalite açısından istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılığı ortaya çıkardığını bildirmişlerdir.

Bahçe tarımında LED kullanımı aydınlatma açısından en büyük gelişmelerden biri olmuştur. LED'ler kontrollü çevre araştırmalarında, sera ek aydınlatmalarında ve bahçe aydınlatmalarında çeşitli roller oynamaktadır. LED aydınlatma sistemleri; geniş spektruma sahip olması, düşük ısı çıkışı, çok yüksek ışık üretmesi, düşük maliyetli ve uzun ömürlü olması gibi birçok avantaja sahiptir. LED'ler bitki

morfolojisi için uygun dalga boyu kontrolü sağlayan ilk ışık kaynağıdır. LED'ler gündoğumu ve gün batımındaki gün ışığına benzer aydınlatmaya sahip olduğu için dijital kontrol sistemlerine entegre edilerek kolaylıkla kullanılabilir (Morrow 2008).

Yeh ve Chung (2009), doku kültürü yetiştiriciliğinde en popüler ışık kaynağının floresan lambalar olduğunu bildirmişlerdir. Ancak, bir doku kültürü laboratuvarında floresan lamba kullanımı % 65 daha fazla elektrik tüketilmesine neden olmaktadır. Belirtilen bu sanayiler sürekli olarak daha verimli ışık kaynakları aramaktadırlar. LED'lerin kullanım ömrü, 1.000 ve 8.000 saat olan akkor telli ve floresan lambalara göre 100.000 saat gibi çok uzun bir kullanıma sahip olduğunu bildirilmiştir. Buna ek olarak LED'ler, konvansiyonel ışık kaynaklarına göre kıyaslandığında boyutları küçük, belirli dalga boylarına sahip, ısı üretimlerinin az ve ayarlanabilir ışık yoğunluğuna ve kalitesine sahiptirler. LED'ler bu özellikleri nedeniyle doku kültürü ve yetiştirme odaları gibi kontrollü bitki büyüme ortamları için mükemmel ışık kaynaklarıdır.

Çağlayan (2013), sera ve bitki yetiştirme odaları için LED lambalı bir aydınlatma otomasyon sisteminin tasarlanması amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Çalışmada, lambaya ait ışık dağılım performansı, güç tüketimi ve çalışma sürecindeki ısıl analiz verileri değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; beyaz, kırmızı, mavi, mor ötesi (UV-A), kırmızı-mavi, kırmızı-mavi-mor ötesi ve tüm LED grupları aktif olduğu zaman elde edilen en yüksek PAR değerleri sırasıyla, 824.5, 967.7, 173.3, 38.2, 1129.3, 1141.3 ve 1784.5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Aydınlık şiddeti değerleri ise sırasıyla, 57210, 29660, 1992, 519.3, 31110, 30300 ve 82620 lx olarak tespit edilmiştir.

Hernández (2013), bitki yetiştiriciliğinde ek ışık kaynakları ile ilgili çalışmada, günümüzde HPS ve metal halojen lambaların bitki yetiştiriciliğinde oldukça yaygın olarak kullanılmakta olduğunu bildirilmiştir. Ayrıca, LED lambaların, bitki yetiştiriciliğinde ek aydınlatma için kullanılan lambalar arasında en üstün olduğu belirtilmiştir.

HPS lambaların enerji verimliliği üzerine yapılan çalışmada; 400-700 nm dalga boyuna sahip 1000 watt'lık HPS lambanın tükettiği elektrik enerjisinin % 27'sini PPF'ye dönüştürdükleri bildirilmiştir (Nelson ve Bugbee, 2013).

2.3 Farklı Dalga Boylarına Sahip Işık Kaynaklarının Bitkiler Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi Amacıyla Yürütülen Çalışmalar

Mortensen ve Stromme (1987), farklı renkteki ışıkların domates bitkisi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmada güneş ışığı, yeşil, mavi, sarı ve kırmızı ışığın bitkiler üzerine etkileri tespit edilmiştir. Mavi ışıkta yetiştirilen domates bitkisinde, kuru ağırlık miktarının ve bitki boyunun diğerlerine göre daha düşük olduğunu belirlenmiştir. Yeşil ve sarı renkli ışık koşullarında yetiştirilen bitkilerde, bitki boyunun önemli derecede uzadığı tespit edilmiştir. Mavi ışık altında yetiştirilen bitkilerin ise güneş ışığı altında yetişen bitkilere göre yaprak alanının daha fazla azalış gösterdiği belirlenmiştir. Buna karşın; yeşil ve sarı ışık altında yetiştirilen bitkilerde güneş ışığı altında yetiştirilen bitkilere göre yaprak alanında belirgin bir artış meydana geldiği saptanmıştır.

Domateste güneş ışığı ve güneş ışığı+HPS lamba kombinasyonu ile yapılan bir çalışmada; üç yıllık dönemde güneş ışığı+HPS lamba kombinasyonu altında yetiştirilen bitkilerde toplam verimin önemli derecede arttığı belirlenmiştir. Araştırmacılar, en düşük artışın güneş ışığının az olduğu kış aylarında (kasım-şubat) meydana geldiğini bildirmişlerdir (Richard ve Harry, 1987).

Domates fidelerinin büyümesi üzerine ışığın etkilerinin belirlenmesi amacıyla kontrollü odalarda yapılan çalışmada; fotosentetik ışık akısı yoğunluğu (PPFD) arttıkça yaprakta birim alan üzerine düşen kuru ağırlığın ve toplam kuru ağırlığın önemli oranda arttığı tespit edilmiştir. Araştırmacılar, farklı PPF değerlerinde, incelenen büyüme kriterlerinden bitki boyu ve toplam bitki ağırlığı miktarları yönünden istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir (McAvoy ve Janes, 1990).

Martine ve diğ. (1991), $100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ve $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ fotosentezde etkili foton akısı yoğunluğuna (PPFD) sahip HPS lambalar altında yapılan domates yetiştiriciliğinde, $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PPF'de sahip HPS lambalarda meyve verimi en yüksek bulunmuştur. PPF arttıkça, seyrek ve sık dikim yoğunluğunda meyve sayısının arttığını tespit etmişlerdir. Birim alandaki toplam meyve sayısının, sık dikimde 100 ve $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PPF uygulamalarında sırasıyla %22 ve %27 oranında arttığı, ancak bitki başına düşen meyve sayısının ise azalış gösterdiği belirlenmiştir.

McCall (1992), 17, 19 ve 21°C sıcaklıklarda yetiştirilen domates bitkilerinde 30, 60 ve 90 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PPFd'ye sahip HPS lambalar denemiştir. Yapay ışıklandırmanın seviyesinin artması ile bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak alanı ve kuru ağırlıklarında önemli artışların görüldüğünü bildirmiştir. En yüksek meyve boyu ve çapı ölçümlerinin 30 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PPFd'ye sahip HPS lambalar altında belirlendiğini bildirmiştir.

Brown ve diğ. (1995), yaptıkları çalışmada metal halide lamba, kırmızı LED + mavi floresan, kırmızı LED + kırmızı-turuncu LED ve kırmızı LED lambaların altında biber bitkisi yetiştirilerek, kuru ağırlıkları ve büyüme kriterlerini incelemiştir. Kırmızı veya kırmızı-turuncu LED ışık altında yetişen fidelerin yaprak, kök ve toplam bitki kuru ağırlıklarının, kırmızı LED + mavi floresan altında yetiştirilen fidelere göre belirtilen kriterlerin önemli ölçüde düşük olduğu tespit edilmiştir. Kırmızı LED ışık altında yetişen fidelerin ortalama gövde kuru ağırlığının, diğer uygulamalardan önemli derecede daha az olduğu bulunmuştur. Araştırmacılar, LED uygulamalarına göre metal halide lambalar altında yetiştirilen fidelerde özgül yaprak alanının (ÖYA) daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Kırmızı LED + mavi floresan altında yetiştirilen fidelerde ise sadece kırmızı LED lamba ile yetiştirilen fidelere göre % 26 oranında yaprak alanının arttığı ve bu artış farkının mavi ışığın etkisinden meydana geldiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, fide döneminde yapraklanma sayısı ile ışık uygulamalarının arasında önemli düzeyde bir ilişkinin olmadığını, ancak kırmızı ve kırmızı-turuncu spektruma sahip ışık altında yetiştirilen bitkilerde, mavi ışık altında yetiştirilen bitkilere göre daha az yapraklanmanın olduğunu bildirmişlerdir.

Eltez (1995), bazı sebze türlerinde ilkbahar yetiştiriciliğinde fide döneminde yapılan ilave aydınlatmanın meyve kalitesi ve verim üzerine etkilerini belirlemiştir. Sebze türü olarak domates, biber, patlıcan ve hıyar, ek aydınlatma materyali olarak 250W ve 400 watt'lık HPS lambalar kullanmıştır. Araştırma sonucunda, fide döneminde ilave aydınlatma uygulamalarının tüm türlerde fide başına düşen yaprak sayısını ve yaprak alanlarını arttırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca ilave aydınlatmanın gövde ve köklerin yaş ve kuru ağırlığını, gövde kalınlığını, gövde uzunluğunu ve kök uzunluğunu olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Biber hariç incelenen diğer türlerde ilave aydınlatma sonucu fidelerin yetiştirme sürelerinin kısaldığı saptanmıştır. Fide devresinde HPS lambalarla yetiştirilen türlerde, dikimden sonraki yetiştirme aşamasında kontrole göre erkenci ve toplam verim bakımından artışların

sağlandığı tespit edilmiştir. İlave ışık altında yetiştirilen fidelerin bitkilerinde meyve sayısı bakımından artış sağlandığı ancak, ortalama meyve ağırlığı değerleri bakımından bir farklılık bulunmadığı bildirilmiştir.

Graham ve Decoteau (1995), biberde gündüz yüksek kızıl ötesi dalga boyuna sahip ATL uygulaması ve gün sonunda soğuk-beyaz floresan lamba ile bir saat yapılan ek aydınlatmanın fide büyümesi ve dikimden sonra meyve verimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. ATL uygulaması altında yetiştirilen biber fidelerinde yaprakların kontrole göre daha küçük ve kısa ebatlarda olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar; ilave floresan uygulamasının bitki boyu, yaprak alanı, ilk hasattaki meyve sayısı ve meyve ağırlığı üzerine olumlu etkilerinin olduğunu ifade etmişlerdir. Ancak yapılan incelemede, ek aydınlatma altında yetiştirilen fidelerin dikimden sonra toplam verim değerleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılığın bulunmadığı tespit edilmiştir.

Schuerger ve diğ. (1997), HPS, mavi floresan, kırmızı LED ve kırmızı-turuncu LED lambalar altında yetiştirilen biber bitkilerinde kök ve yaprakların anatomisi üzerinde ışık kalitesinin etkilerini belirlemişlerdir. Biberlerde yaprak kalınlığının ve kök oluşumunun HPS lambalarda, diğer lambalara göre daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda kırmızı LED ultraviyole ışık bakımından yoğun olduğundan kök uzamasına, stoma iletkenliğine ve bitki anatomisi üzerine önemli derecede etkili olduğunu belirlemişlerdir. Mavi ışığın; klorofil ve kloroplast gelişiminde, stomaların açılmasında, enzim sentezinde ve fotosentezde önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Dominique-André ve diğ. (1998), domateste gün uzunluğunun etkilerini araştırmak amacıyla HPS lamba (fotosentezde etkili foton akısı (PPF)= $110 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ile 14, 16, 20 ve 24 saatlik ek ışıklandırma yapmışlardır. Araştırmacılar, verim değeri bakımından ek ışıklandırma altında yetiştirilen bitkilerde güneş ışığı altında yetişen bitkilere göre artış görüldüğünü ancak istatistiksel açıdan farkın önemli düzeyde olmadığını belirtmişlerdir. Çalışma sonucunda, domates üst yapraklarda 24 saatlik ek aydınlatmaya göre 14 saatlik ek aydınlatmada yaprak alanının ve ağırlığının (yaş ve kuru) önemli derecede yüksek olduğu bulunmuştur. Araştırmacılar, 24 saatlik ek aydınlatmada 12 ve 18 saatlik ek aydınlatmaya göre kök ve yaprak yaş ağırlıklarının azaldığını bildirmişlerdir.

Glowacka (2002), beyaz, mavi, yeşil, sarı floresan lamba ve gün ışığı altında 'Recento F1' domates çeşidinin çeliklerini su kültüründe yetiştirerek köklenme oranı

ve kök kalitesi yönünden incelemişlerdir. Çalışma sonucunda; mavi, beyaz ve gün ışığının kök uzunluğuna, köklenme miktarı ve kök hacmi üzerine olumlu etki yaptığı bildirilmiştir. Ayrıca sarı ve yeşil rengin kök hacmi ve kök sayısını azalttığı tespit edilmiştir.

Duong ve diğ. (2003), kırmızı LED ışığı altında çilek fidelerinin en yüksek yaprak sayısına ulaştığı ve en düşük yaprak sayısının ise mavi LED ışığı altında yetiştirilen bitkilerde meydana geldiğini bildirmişlerdir. Ayrıca fideler kırmızı LED lamba altında büyütüldüğünde; fide boylarının uzadığı ve yapraklardaki klorofil miktarının ise düştüğü tespit edilmiştir. Mavi LED ışık altında büyütülen fidelere göre kırmızı LED ışık altında büyütülen fidelerin toplam yaş ve kuru ağırlıklarında azalış meydana geldiği belirlenmiştir. Kırmızı LED lamba altında yetiştirilen fidelerin kök ağırlığının, mavi LED lamba altında yetiştirilen fidelere göre daha az olduğu saptanmıştır.

Glowacka (2004), gün ışığına ek olarak $67 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ışık şiddetinde mavi ışık şiddetinde floresan lamba altında 'Recento F₁', 'Tukan F₁' ve 'Remiz F₁' çeşitleriyle domates yetiştiriciliği yapmıştır. Çalışmada; bitki boyu, kök kalınlığı, yaprak sayısı, boğum aralarının uzunluğu, yaş ve kuru madde miktarları gibi özellikler incelenmiştir. Yetiştirilen tüm çeşitlerde mavi ışığın olumlu etkisinin olduğu saptanmıştır. Araştırmacı, domates yetiştiriciliğinde mavi ışık uygulamasının etkili ve çevre dostu bir uygulama olduğunu bildirmiştir.

Gunnlaugsson ve Adalsteinsson (2006), serada domates yetiştiriciliğinde yapay ışıkla uyguladıkları aydınlatmada kullanılan enerjinin daha verimli olması için bitkinin taç kısmının altlarına da ışık vererek daha iyi bir bitki gelişimi elde etmeye çalışmışlardır. Domates yetiştiriciliğinde yapay ışık kaynağı olarak, HPS lambalar kullanmışlardır. HPS lambaları, bitkilere hem dikey hem de yatay olacak şekilde yerleştirmiştir. 'Espero' çeşidinde dikey olarak yerleştirilmiş lambalarda, yatay olarak yerleştirilmiş lambalara göre verimin 2.5 ile 3.3 kat daha fazla arttığı tespit edilmiştir.

Menard ve diğ. (2006), mavi ışığın farklı düzeylerine sahip HPS ve LED lambalar altında yetiştirilen domates ve hıyar bitkilerinin gelişmesi ve meydana gelen fizyolojik değişikliklerin belirlenmesi amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Her iki tür; hem sadece HPS lamba ve hem de HPS+LED lamba altında yetiştirilmiştir. Çalışma sonucunda; mavi renkli ışık altında yetiştirilen bitkilerin meyve veriminin arttığı ve bitki kuru ağırlığının daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar, bitki

kanopisinin mavi ışıkla aydınlatılmasının hıyar için yararlı olduğunu, ancak domates için önemli derecede etkili olmadığını belirtmişlerdir.

Nakkila ve diğ. (2006), Finlandiya'nın güneyinde yaygın olarak kullanılan 'Espero' domates çeşidinin verimi üzerine ilave aydınlatmanın etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada, 400 watt'lık HPS lambalar ışık kaynağı olarak kullanılmıştır. Işıklanma gücü, 286 w/m²'den aşağı düştüğünde yapay ışıktan otomatik olarak devreye girmiştir. Işıklanma süresi günlük ortalama 18 saat ayarlanmıştır. Lambalar bitkilerden 80 cm yükseklikte olacak şekilde yerleştirilmiştir. Araştırma sonucunda yapay ışıktan domateste verim ve kaliteyi önemli düzeyde arttırdığı tespit edilmiştir.

Brazaityte ve diğ. (2009), HPS lambalar altında yetiştirilen domates fidelerinde LED lambalar altında yetiştirilen fidelere göre gelişme hızının yavaş olduğunu ve yaprak sayısının ise daha az olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırma sonucunda, farklı dalga boyuna sahip LED lamba uygulamalarında bitki boyu ve yaprak sayısı bakımından istatistikî olarak önemli düzeyde bir farklılık olmadığı bulunmuştur.

Theo ve Youbin (2009), serada belirli zaman aralıklarında hareket ettirilen HPS lambaların domates bitkisinin büyümesi üzerine etkilerini tespit etmişlerdir. Bitki kuru ağırlıklarının ek aydınlatmayla arttığı, ancak hareketli ek aydınlatma ile sabit ek aydınlatmaya göre % 13.5 oranında azalış gösterdiği saptanmıştır.

Brazaityte ve diğ. (2010), kırmızı ve kırmızı-turuncu LED ışık altında yetiştirilen domates bitkilerinde yaprak sayısının ve bitki yaş ağırlığının arttığını bildirmişlerdir. Yaprak sayısı ve toplam bitki kuru madde ağırlığı bakımından kırmızı ve kırmızı-turuncu LED ışık ile yapılan ek aydınlatmanın istatistikî olarak önemli düzeyde farklılık meydana geldiği belirlemişlerdir.

Kilic ve diğ. (2010), domates fidelerinde mavi, yeşil, turuncu, mor, kırmızı, beyaz ve sarı ışık uygulamalarının yapraklardaki stomalara etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada, epiderm hücre sayısı, gözenek sayısı ve indeksi belirlenmiştir. Kontrol bitkilerinin yapraklarındaki gözeneklerin genişliği ve uzunluğu, alt yüzeyde üst yüzeyden daha az olduğu bulunmuştur. Araştırmacılar, yeşil ışığın yaprağın alt yüzeyindeki epidermis hücrelerinin artışına sebep olurken, turuncu, mor ve şeffaf ışığın yaprağın üst yüzeyindeki epidermis sayısının artmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Araştırma sonucunda, ışık uygulamalarının her iki yaprak yüzeyindeki stoma sayısını ve indeksini arttırdığı belirlenmiştir.

Rolf ve diğ. (2010), hıyar bitkilerinin kanopi bölgesine HPS lambalarla ilave ışıklandırma yapmışlardır. Dikey ve yatay bir şekilde yerleştirdikleri HPS lambalar sayesinde kanopi bölgesindeki ışık miktarının arttırmışlardır. Çalışma sonucunda, kanopi bölgesindeki ışıklandırma miktarı arttığında fotosentez ve verim miktarının da arttığı bulunmuştur.

Cummings (2011), ATL ve LED ışık kaynaklarının kırmızı ve kırmızı-turuncu renklerde uygulandığı dört farklı domates çeşidinde renk uygulamalarının büyüme parametrelerini az miktarlarda olsa bile arttırdığını bildirmiştir. ATL uygulamalarının yapıldığı bölgede, LED uygulaması yapılan bölmelere göre sıcaklığın ve nemin yüksek olduğu ve bu durumun büyüme parametrelerini olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir.

Hamamoto ve Yamazaki (2011), sabah erken saatlerde bitki taç bölgesine yapılan yapay aydınlatma ile seradaki domates bitkilerindeki verim ve kalite değişimlerini incelemişlerdir. Çalışmada; ışık yoğunluğunun $330 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ fotosentetik ışık akısı yoğunluğundan (PPFD) daha düşük olduğu sabah erken saatlerde, 2 saat süre ile floresan lamba ile yapay ışık uygulamışlardır. Yapay ışıklandırma sonucunda, domates veriminin % 10 oranında arttığı belirlenmiştir. Ayrıca, yapay ışıklandırmanın meyvedeki suda çözünebilir kuru madde üzerine istatistikî olarak önemli düzeyde etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Floresan lambalar altında yapay ışıklandırma bölgesinde yetiştirilen domates fidelerinin kalitesinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada, yapay aydınlatma sonucunda fidelerin kuru ağırlığının yaklaşık % 17-35 oranında arttığı, bitki boyunun ise azalış gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda domates fidelerinde yapay aydınlatmanın fide kalitesinin olumlu yönde arttırdığı bildirilmiştir (Hoshi ve diğ., 2011).

Liu ve diğ. (2011a), domates fidelerini disprozyum lamba (kontrol, beyaz ışık), LED kırmızı, LED mavi, LED turuncu, LED yeşil, LED kırmızı-mavi ve LED kırmızı-mavi-yeşil ışık altında 30 gün boyunca yetiştirmişlerdir. LED lamba ile aydınlatma sonucunda, fotosentez pigmentlerinin önemli derecede arttığını belirlemişlerdir. En yüksek fotosentez pigmentlerinin, kırmızı-mavi-yeşil ışık altında ve en düşük değerlerin ise kırmızı ve sarı LED lamba altında yetiştirilen fidelerin yapraklarında olduğu tespit edilmiştir. Net fotosentez hızının, kırmızı-mavi ve kırmızı-mavi-yeşil LED ışık altında yetiştirilen fidelerde en yüksek, yeşil LED lamba altında yetiştirilen fidelerde ise en düşük olduğu belirlenmiştir.

Liu ve diğ. (2011b), tek başına mavi ve mavi-yeşil kombinasyonu kullanılan LED lambaların domates bitkisi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, mavi ışığın kloroplast yapısı ve yaprak anatomisinin normal gelişebilmesi için gerekli olduğunu, net fotosentez hızını ve stoma sayısını önemli derecede arttığını bildirmişlerdir.

Suzuki ve diğ. (2011), tohum ekiminden sonra 28 gün süresince domates fidelerini floresan lambalar kullanarak kapalı bir sistem içinde yetiştirmişlerdir. Daha sonra fideler; iki hafta süresince gölgeleme altında doğal ışığa ek olarak seramik metal halide lamba, kırmızı LED, mavi LED uygulamaları altında ve kontrol amaçlı olarak ise gölgeleme ve yapay ışıklandırma kullanmadan yetiştirmişlerdir. Araştırmacılar, bitki kuru ağırlığının yapay aydınlatma ile arttığını, ancak bitki boyunda önemli bir değişiklik olmadığını tespit etmişlerdir. Kırmızı LED ışık altında yetiştirilen fidelerde, kök uzunluğu kontrol bitkilerine göre azalmıştır. Buna karşın, mavi LED uygulamasının kök uzunluğunu arttırdığı belirlenmiştir.

HPS, LED lambalar ve bu ışık kaynaklarının farklı kombinasyonlarının uygulandığı çalışmada, LED ışık altında yetiştirilen domateslerin ortalama meyve sayısının arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca, HPS lamba altında yetiştirilen bitkilerde kök yoğunluğunun arttığı ve kış döneminde yaprakların daha ince yapıda olduğu belirlenmiştir. Kış döneminde; LED lamba ve LED-HPS lamba kombinasyonu altında yetiştirilen domates bitkilerinde, sadece HPS lambalarla ışıklandırmaya göre yapraklanmanın daha az olduğu belirlenmiştir. Harcanan enerji miktarına karşılık, elde edilen en yüksek pazarlanabilir domates verim miktarı LED lamba ve LED-HPS lamba uygulamalarından elde edilmiştir (Dueck ve diğ., 2012).

Domates fideleri üzerine yapılan bir çalışmada, ikinci gerçek yaprak aşamasına gelene kadar LED lamba uygulaması ile günde 18 saatlik ek aydınlatma yapılmıştır. Düşük gün ışığı koşullarında, farklı ışık uygulamaları (% 100 kırmızı, % 96 kırmızı: % 4 mavi, % 84 kırmızı: % 16 mavi oranlarında) sonucunda yaprak kuru ağırlığı, gövde kuru ağırlığı, yaprak alanı, gövde çapı, hipokotil uzunluğu, yaprak sayısı ve klorofil miktarı bakımından ek aydınlatmanın önemli düzeylerde artışlar sağladığı belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, kırmızı ve mavi renklerin oranının fide kalitesi üzerine istatistiksel olarak etkisinin olmadığı ifade edilmiştir (Hernández ve Kubota, 2012).

Hui-lian ve diğ. (2012), beyaz (kontrol), mavi ve kırmızı renklere sahip LED lambaların domates yetiştiriciliği üzerine etkilerini araştırmışlardır. Mavi ışığa sahip

LED lambalar altında yetiştirilen bitkilerin yapraklarının diğerlerine göre ozmotik basıncının düşük, turgor basıncının ise daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Meyvede renklenme; mavi ve kırmızı renklere sahip LED lambalar altında yetiştirilen domateslerde kontrole göre daha yüksek bulunmuştur. Araştırma sonucunda mavi LED uygulamasının domatesin verim ve kalitesini arttırdığı, ayrıca bazı domates hastalıklarına karşı dayanaklılığı arttırdığı ifade edilmiştir.

Marul bitkisinde fotosentez üzerine yeşil ışığın dalga boyu ve yoğunluğunun etkileri araştırılmıştır. Yüksek yoğunluklu yeşil LED ışığın (kısa dalga boylu yeşil ışık), bitki gelişimini teşvik etmekte olduğunu belirtmişlerdir. Yeşil ışığın hipokotil uzaması ve yaprak alan artışı üzerine olumlu yönde etkili olduğunu belirlemişlerdir (Johkan ve diğ., 2012).

Jokinen ve diğ. (2012), "Ferrari" biber çeşidinde LED lambaların verim ve kalite üzerine etkilerini incelemişlerdir. Denemede gölgeleme materyali ile gün ışığını sınırlayıp, LED lambalar ile ortamın ışıklandırmasını arttırmışlardır. Araştırma sonucunda; LED ışık altında yetiştirilen biberde meyve sayısının arttığı ve bitkilerde pazarlanabilir üründe verimin % 16 oranında artışı gösterdiği saptanmıştır. Aynı şekilde meyvelerin daha hızlı olgunlaştıkları ve meyve renginin daha koyu yeşil olduğu tespit edilmiştir.

Liu ve diğ. (2012), farklı ışık spektrumlarında yetiştirilen domates fidelerinde incelemişlerdir. Araştırmacılar, mavi, kırmızı-mavi ve kırmızı-mavi-yeşil ışık altında yetiştirilen fidelerin ise daha güçlü ve kısa olduğunu, kontrol, kırmızı, turuncu ve yeşil ışık altında yetiştirilen fidelerin daha zayıf ve uzun boylu olduklarını ifade etmişlerdir. Yaprak alanı bakımından kontrol fidelerinin, LED uygulamalarına göre daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, fidelerin kuru ve yaş ağırlıkları bakımından mavi LED uygulamasının, diğer uygulamalardan daha üstün olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, turuncu ve yeşil ışık altında yetiştirilen fidelerin en yüksek özgül yaprak alanına sahip olduğu saptanmıştır. En düşük özgül yaprak alanı değeri ise kırmızı-mavi ışık altında yetiştirilen fidelerde belirlenmiştir.

Lu ve diğ. (2012), domateste yaptıkları çalışmada; beyaz, kırmızı ve mavi renkli lambalar kullanmışlardır. Floresan lambalar altında yetiştirdikleri domates fidelerini, dikimden itibaren 28 gün süre ile beyaz, mavi ve kırmızı LED lambalar altında ışık uygulamaları yapmışlardır. Kırmızı ve beyaz LED lambalar altında yetiştirilen bitkilerde verim ve kuru ağırlık açısından önemli düzeyde artışların

olduğunu belirlemişlerdir. Meyvedeki askorbik asit ve şeker miktarına üzerine ışık uygulamalarının istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Nanya ve diğ. (2012), kırmızı, mavi ve bu renklerin kombinasyonlarına sahip LED lambalar kullanarak kapalı bir fide üretim sisteminde, domates fideleri üretmişlerdir. Çalışmada; mavi LED lamba altında büyüyen domates fidesinin gövde uzunluğunun, kırmızı LED ışık altında büyüyenlere göre daha kısa olduğu tespit edilmiştir. Kırmızı LED ışık altında büyüyen fidelere ilk çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısı, mavi LED ışık altında büyüyen fidelere göre daha erken sürede gerçekleşmiştir. Ayrıca net fotosentez hızının ışık kaynağındaki mavi:kırmızı oranının azalması üzerine doğrusal şekilde arttığı tespit edilmiştir.

Novičkovas ve diğ. (2012), 'Mandy' F₁ hıyar çeşidinin yetiştiriciliğinde gün ışığı, HPS ve 4 farklı dalga boyu ışığa sahip LED lambaların etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada, 505 nm, 530 nm, 455 nm ve 470 nm dalga boyundaki LED lambalar ile HPS lambalar birlikte uygulandığında yaprak alanı, yaş ve kuru ağırlık değerlerinde artışların meydana geldiği belirlenmiştir. 455 nm ve 470 nm LED uygulamasında hıyar fidelerin büyüme ve gelişmesinin yavaşladığı saptanmıştır. Çalışma sonucunda, 455 nm ve 470 nm LED uygulamasında fotosentetik pigment içeriğinin arttığı tespit edilmiştir.

Samuolienė ve diğ. (2012), 'Mirabelle' F₁ hıyar çeşidi, 'Magnus' F₁ domates çeşidi ve 'Reda' biber çeşidinin yetiştiriciliğinde doğal ışık ve HPS (90 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) lambaya ek olarak 505 nm - 530 nm yeşil ve 455 nm - 470 nm mavi ışık yayan LED lambalar kullanmışlardır. Çalışma sonucunda; denemede kullanılan tüm sebze türlerinde 505 nm LED lamba altında yaprak alanı, yaş ve kuru ağırlıklarda artışların meydana geldiği belirlenmiştir. 530 nm LED uygulamasında ise hıyar bitkisinde fotosentetik pigmentler ve büyüme parametreleri üzerine olumlu yönde etkisinin olduğu saptanmıştır. Ayrıca, 455 nm ve 470 nm LED lambalar altında yetiştirilen tüm sebze türlerinde fotosentetik pigment içeriğinin, yaprak alanının, yaş ve kuru ağırlıkların arttığı tespit edilmiştir.

Işık kalitesi ve ışıklandırma süresinin çilek verimi üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada; beyaz floresan lamba, mavi ve kırmızı LED lamba altında sürekli olarak ışıklandırma ve 16 saat aydınlatma yapılarak bir deneme yönetilmiştir. Kırmızı ve mavi LED lamba altında çiçeklenme oldukça erken sürede meydana gelmiştir. Mavi LED ışık altında sürekli aydınlatma sonucunda vejetatif bitki büyümesinin azaldığı, çiçeklenme miktarı ve meyve veriminin arttığı saptanmıştır. Araştırma sonucunda,

standart yetiştirme koşullarına göre ışık kalitesi ve ışık süresi ayarlanarak fide dönemi süresinin kısaltılabildiğini ve meyve üretim verimlilik durumunun arttırıldığı bildirmiştir (Yoshida ve diğ., 2012).

Brazaitytė ve Kasiulevičiūtė (2013), HPS lambalara takviye olarak mavi LED lambalar altında yetiştirilen iki domates çeşidinde (Cunero F₁ ve Magnus F₁) vejetatif büyüme üzerine etkilerini incelemiştir. Araştırma sonucunda; her iki çeşitte de ek mavi ışık kullanıldığında bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak alanı ve yaş ağırlığında artış olduğu bulunmuştur. Ayrıca hipokotil uzunluğunun azaldığı belirlenmiştir. Çeşitlerin, ışık uygulamalarına göre farklı tepkiler verdiği bildirilmiştir. Araştırmacılar, mavi ışığın 'Magnus' çeşidinde büyüme parametreleri üzerine daha fazla olumlu etkisinin olduğunu ifade etmişlerdir.

Deram (2013), farklı ışık şiddetleri ve farklı dalga boyuna sahip LED lambalar, HPS lambalar ile kontrol uygulamaları altında yetiştirilen domateslerin büyüme ve gelişmesini karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Çalışma sonucunda en yüksek bitki kuru ağırlığı kırmızı-mavi (19:1 oranında) LED lamba altında, en yüksek verim miktarı ise kırmızı-mavi (5:1 oranında) LED lamba altında yetiştirilen domates bitkilerinde tespit edilmiştir. En yüksek pazarlanabilir meyve verimi ise % 50 : % 50 LED - HPS lambalarının kombinasyonunda belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, bitkisel üretimde tek başına LED lambaların, HPS lambalara göre daha üstün oldukları bulunmuştur.

Fan ve diğ. (2013), domates fidelerinin büyümesi ve yaprak gelişimi üzerine kırmızı ve mavi ışık (1:1) kombinasyonuna sahip (50, 150, 200, 300, 450 ve 550 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) LED lambaların etkilerini incelemiştir. Araştırmada, farklı ışık yoğunluklarının bitki morfolojisi üzerine önemli etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Fotosentetik ışık akışı yoğunluğu (PPFD) arttıkça, toplam bitki kuru maddesinin ve gövde çapının arttığı bulunmuştur. Araştırmada; 50, 150 ve 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PPFD'ye sahip lambalarda, diğerlerine göre fidelerin kök uzunluğu artarken, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı ve gövde çapının azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca fotosentetik ışık akışı yoğunluğu, 50 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 'den 550 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 'e yükseldiğinde özgül yaprak ağırlığının azaldığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, PPFD 50 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 'den 300 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 'e yükseldiğinde net fotosentez oranının arttığı saptanmıştır. Fotosentetik ışık akışı yoğunluğu 50 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 'den 300 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 'e yükseldiğinde yaprak kalınlığının arttığı, 300 - 450 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında yaprak kalınlığı açısından önemli bir değişikliğin olmadığını bildirmişlerdir.

Köksal ve diğ. (2013), LED aydınlatma sisteminin domates bitkisinin gelişimi üzerine etkilerini incelemiştir. Araştırmacılar, kırmızı-turuncu ışık veren LED lamba ile ek ışıklandırma yapılan ve ışıklandırma yapılmayan tüneller altında yetiştirilen bitkiler arasında büyüme parametreleri açısından farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir. Bitki boyu, yaprak sayısı, çiçek sayısı ve kuru madde ağırlığı bakımından kırmızı-turuncu LED ışık ile yapılan ek aydınlatmanın istatistikî olarak önemli düzeyde farklılık oluşturduğu belirlenmiştir. Ayrıca; gövde kalınlığı, yaprak kalınlığı, toplam bitki ağırlığı, kök ağırlığı ve kök kuru ağırlığı/bitki kuru ağırlığı oranı üzerine kırmızı-turuncu LED lamba ile ek aydınlatmanın bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Araştırmada; kırmızı-turuncu LED ışık ile yapılan ek aydınlatmanın, yaprak sayısı ve kuru ağırlığı üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık oluşturduğu belirlenmiştir.

Sarıbaş (2013), organik domates ve patlıcan fidesi üretiminde fide kalitesi ile çevre şartları arasındaki ilişkileri araştırmıştır. Çalışmada; domates ve patlıcan fidelerinde en kısa bitki boyu düşük sıcaklık ve düşük ışık şiddeti şartlarında, en yüksek bitki boyu ise düşük ışık şiddeti ve yüksek sıcaklık şartlarında elde edilmiştir. Domates fidelerinde gövde çapının; yüksek ışık ve düşük sıcaklık ile yüksek ışık ve yüksek sıcaklık şartlarında en yüksek değerine ulaştığı patlıcan fidelerinde ise düşük sıcaklık ve düşük ışık şiddeti şartlarında, gövde çapının en küçük değerinde olduğu belirlenmiştir. Kuru gövde ağırlığı ve kuru kök ağırlığının, domates ve patlıcan fidelerinde, genel olarak yüksek sıcaklık ve yüksek ışık şiddeti şartlarında en yüksek değerine ulaştığı tespit edilmiştir. Ayrıca domates fidelerinde; düşük ışık şiddeti ve yüksek sıcaklıklar oransal yaprak ağırlığını arttırırken, patlıcan fidelerinde düşük ışık şiddeti şartlarında artan sıcaklıkla birlikte OYA'da hızlı bir şekilde artış gerçekleştiği belirlenmiştir. Her iki bitki türünde düşük sıcaklıklar ve düşük ışık şiddeti şartları OKA'nın en yüksek değerine ulaştırdığı bulunmuştur. Araştırmada, domates fidelerinde ÖYA'nın sıcaklık ve ışık şiddetinin düşük olduğu şartlarda en yüksek değerine ulaştığı, patlıcan fidelerinde yüksek sıcaklık ve düşük ışık şiddeti şartlarında en yüksek değerinde olduğu saptanmıştır.

3 ARAŞTIRMA YERİNİN ÖZELLİKLERİ

3.1 Araştırmada Kullanılan Seranın ve Fide Yetiştirme Ünitelerinin Özellikleri

Araştırmada 14 m genişliğinde, 30 m uzunluğunda (420 m²), 3 m yan yüksekliğe ve 5 m mahya yüksekliğine sahip beşik çatılı polikarbon sera kullanılmıştır. Kullanılan sera içerisinde 240 m²'lik bir ünite, 54 m²'lik iki ayrı ünite ve 36 m²'lik iki farklı üniteden oluşmaktadır. Her bir ünitenin birbirinden bağımsız üst ve yan havalandırmaları mevcuttur. Ayrıca her bir üniteye genel ışıklandırma sistemi, elektrikli ısıtma sistemi ve su tesisatı bulunmaktadır. Bu çalışmada fide yetiştiriciliği seranın 54 m²'lik iki farklı ünitesinde, adaptasyon çalışması ise 240 m²'lik alanda yapılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Araştırmada kullanılan seranın genel görünümü.

Denemede kullanılan birinci üniteye 6 m uzunluğunda, 2 m eninde ve yerden yüksekliği 70 cm olan iki adet fide yetiştirme tezgâhı bulunmaktadır. İkinci üniteye ise aynı özelliklere sahip bir adet fide yetiştirme tezgâhı kullanılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Araştırmada kullanılan fide yetiştirme tezgâhının genel görünümü.

Fide yetiştirme tezgâhları sunta malzeme kullanılarak birbirinden bağımsız 6 eşit üniteye bölünmüştür (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Araştırmada kullanılan fide yetiştirme ünitelerinin genel görünümü.

3.2 Toprak Özellikleri

Araştırmada domates, biber ve patlıcan üretiminde kullanılan 240 m²'lik ünite, organik maddece orta seviyede zengin, tuzluluk sorunu olmayan ve pH değeri nötre yakın bir toprakla doldurulmuştur (şekil 3.4). Denemede üretimde kullanılan yetiştirme ortamının (3 birim torf ve 1 birim tarım perliti) ve adaptasyon çalışması yapılmış olan sera toprağının numuneleri alınıp analiz ettirilerek; pH, EC ve organik madde gibi değeri ayrıntılı olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1 Denemede kullanılan fide yetiştirme ortamı ve sera toprağının analiz sonuçları.

	pH	EC (μS/cm)	Organik Madde (%)	Kireç (%)	P₂O₅ (mg/kg)	K₂O (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)	K (mg/kg)
Fide Yetiştirme Ortamı	7.39	124.10	14.41	8.4	309.74	21228	12430	2292	918.5	18.39	29.52	9.381	113.4	17690
Sera Toprağı	7.47	195.1	1.87	17.5	10.22	325.08	8820	467.1	20.55	1.691	0.373	1.408	5.005	270.9



Şekil 3.4 Araştırmada kullanılan seranın toprakla doldurulmasından görünüm.

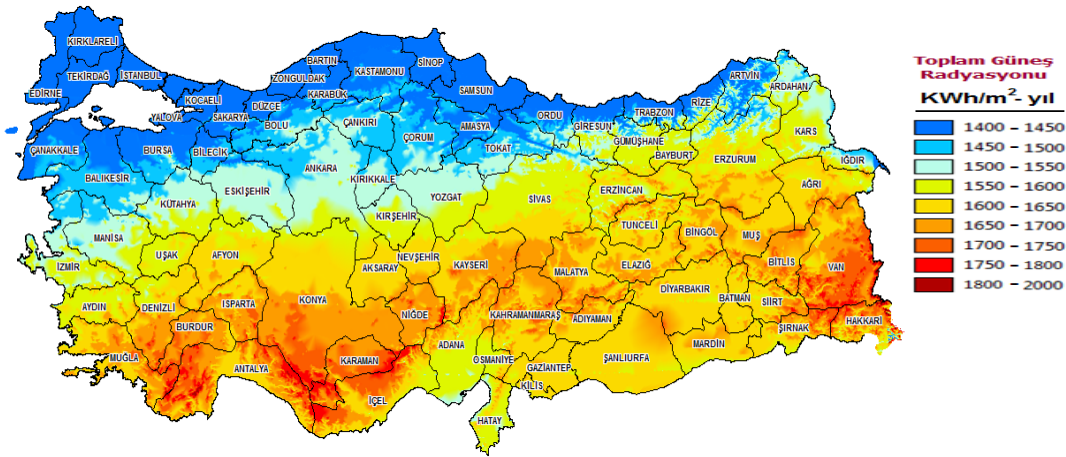
3.3 İklim Özellikleri

İç Anadolu Bölgesi'nin çevresi yüksek dağlarla çevrili olduğundan, denizlerin nemli ılıman havası bölgeye girememektedir. Bu nedenle bölgede, yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlı karasal iklime sahiptir. Ortalama yağış miktarı 400 mm civarındadır (URL-4). Konya İlinin iklim değerlerinin uzun yıllar ortalaması Çizelge 3.2'de verilmiştir (URL-5).

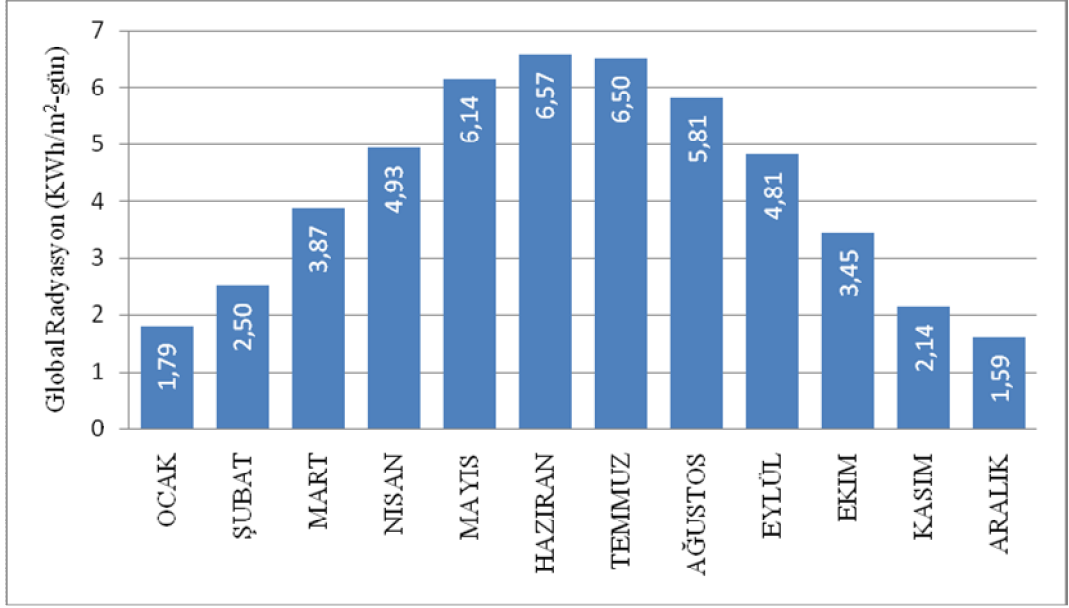
Çizelge 3.2 Konya İlinin iklim değerlerinin uzun yıllar ortalaması (1954 - 2013).

İklim Verileri	Aylar											
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama Sıcaklık (°C)	-0.2	1.3	5.7	11.0	15.8	20.2	23.6	23.1	18.6	12.5	6.2	1.7
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	4.8	7.0	12.0	17.4	22.3	26.8	30.2	30.1	26.0	19.9	13.0	6.7
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-4.0	-3.3	0.1	4.5	8.6	12.9	16.2	15.6	11.1	6.0	0.8	-2.3
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	3.2	4.4	6.7	7.1	9.0	10.4	11.4	11.2	9.4	7.2	5.2	3.1
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	9.8	8.8	8.7	9.4	10.6	6.3	2.3	1.6	3.0	6.1	6.8	10.0
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması(kg/m ²)	35.0	28.5	26.7	33.0	42.7	23.6	6.2	5.1	11.0	29.1	32.0	43.0

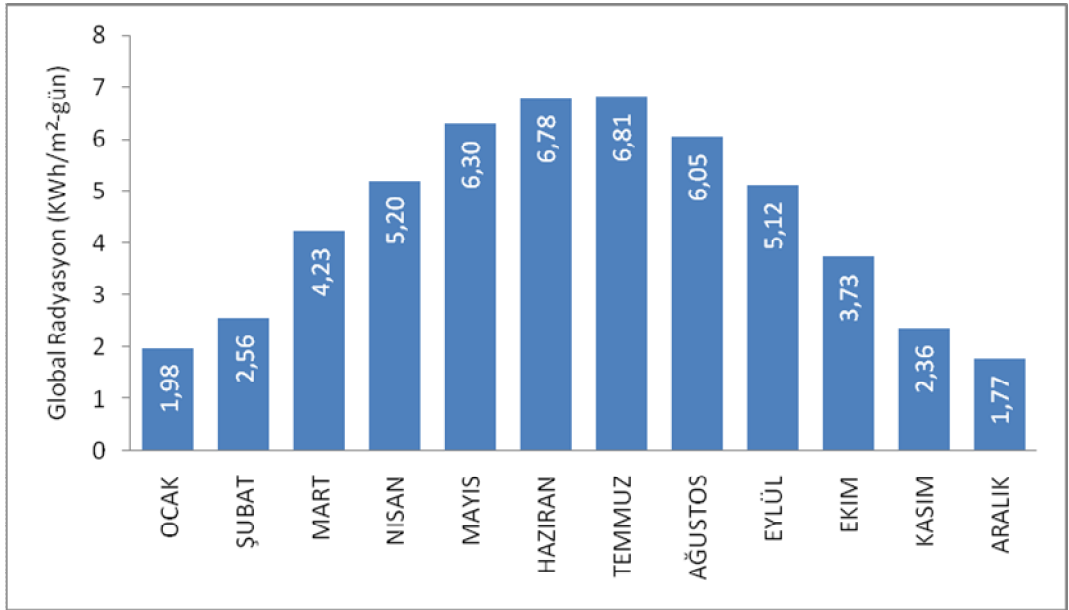
Bitkiler iyi bir gelişim için ışığa gereksinim duyarlar. Bitki gelişiminde ihtiyaç duyulan ışığın kaynağı güneş veya yapay ışıklardır (Köksal ve diğ., 2013). Bölgemiz ışıklanma süresi ve güneş radyasyonu bakımından oldukça zengin bir yerde bulunmaktadır (URL-6, URL-7) (Şekil 3.5-Şekil 3.9).



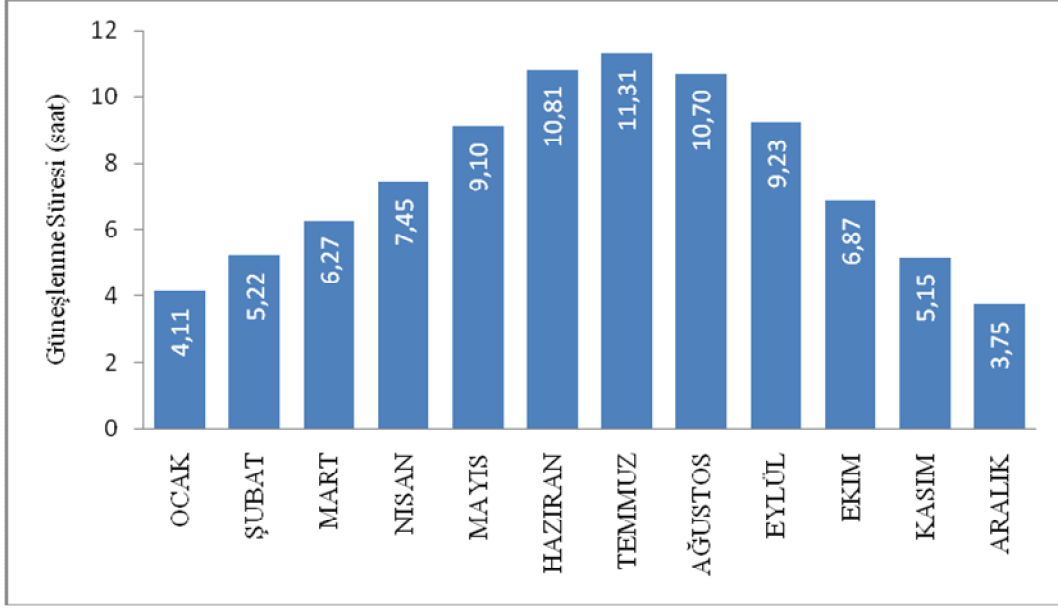
Şekil 3.5 Türkiye toplam güneş radyasyonu haritası (URL-6).



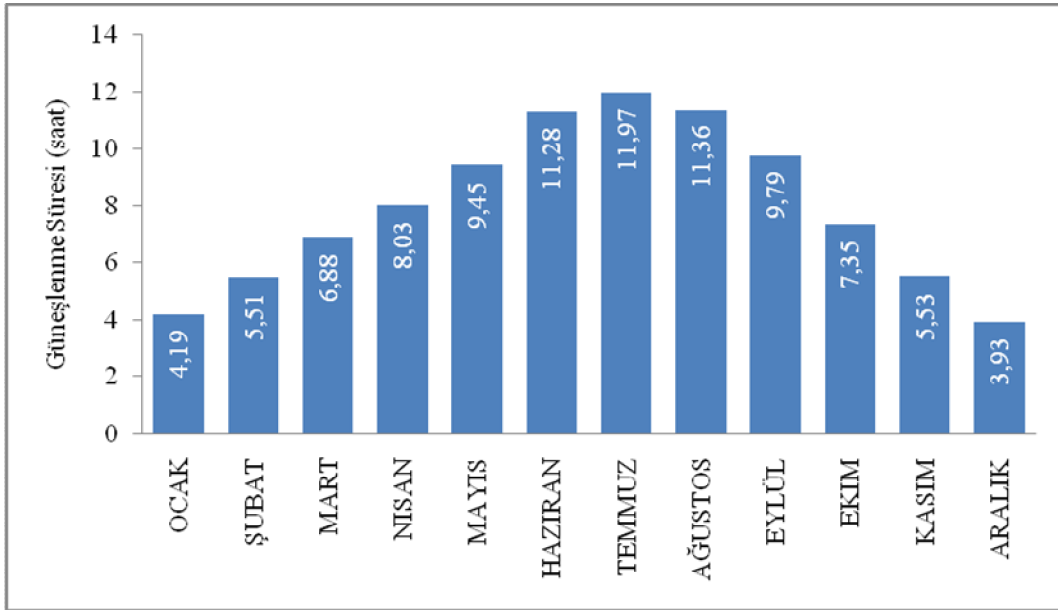
Şekil 3.6 Türkiye global radyasyon değerlerinin aylara göre değişimi (URL-6).



Şekil 3.7 Konya İlinin global radyasyon değerlerinin aylara göre değişimi (URL-7).



Şekil 3.8 Türkiye’de güneşlenme sürelerinin aylara göre değişimi (URL-6).



Şekil 3.9 Konya İlinde güneşlenme sürelerinin aylara göre değişimi (URL-7).

4 MATERYAL VE YÖNTEM

Tez çalışması, 2012 ve 2013 yıllarında Konya İli Sarayönü ilçesinde 38°C 27' doğu, 32°C 30' batı enlem ve boylamlarında bulunan Selçuk Üniversitesi Sarayönü Meslek Yüksekokuluna ait 420 m²'lik polikarbon uygulama serasında yürütülmüştür. Araştırmanın yapıldığı bölgenin denizden yüksekliği yaklaşık 1011 m civarındadır (URL-8).

Çalışma, 2012 yılında sonbahar dönemi ve 2013 yılında ilkbahar dönemi olmak üzere iki farklı dönemde yürütülmüştür. Araştırmada; domates, biber ve patlıcan türlerinin fide kalitesi üzerine, 3 farklı ışık kaynağının (HPS, ATL ve LED) ve bunların 2 farklı renginin (kırmızı ve mavi) etkilerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

4.1 Materyal

Bu çalışmada, *Solanaceae* familyasında yer alan ekonomik yönden öne çıkan domates, biber ve patlıcan türleri yer almıştır. Denemede, seralarda yaygın olarak kullanılan “Töre F1” domates çeşidi kullanılmıştır. Bu çeşit tek salkımda 6–8 adet meyveye sahip olan, ortalama meyve verimi 180-200 gr arasında değişen verimli bir domates çeşididir (URL-9). Biber denemesinde ise bölgede yaygın olarak üretilen “Ilıca-256” biber çeşidi kullanılmıştır. Çeşidin meyveleri ortalama 18-20 cm uzunluğunda ve yaklaşık 1-1.5 cm çapındadır. Arazi koşullarında yetiştirme süresi fide dikiminden itibaren 60-65 gün ve dekara ortalama verimi ise 3-3.5 tondur (URL-10). Yine denemede, ülkemizde yaygın olarak kullanılan “Aydın Siyahı” patlıcan çeşidi kullanılmıştır. Çeşidin meyve uzunluğu ortalama 25-30 cm ve meyve çapı ise 4-6 cm'dir. Meyve ağırlığı, hasat devresine göre yaklaşık 200-350 gr arasındadır (URL-11, URL-12).

Çalışmada; sonbahar dönemi için tüm türlerde 18.07.2012 tarihinde tohum ekimi yapılmıştır. Farklı ışık kaynakları ve renklere sahip ışıklandırma koşullarında fideler yetiştirilmiş ve daha sonra adaptasyon kabiliyetlerini belirleyebilmek amacıyla 14.08.2012 tarihinde fideler seraya dikilerek büyüme, gelişme ve verimlilik durumları 2012 yılı Aralık ayı sonuna kadar incelenmiştir. İlkbahar yetiştiriciliği için 10.04.2013 tarihinde tohum ekimi yapılmış ve fideler yetiştirilmiştir. Adaptasyon kabiliyetlerini belirleyebilmek amacıyla 30.05.2013-02.06.2013 tarihleri arasında

fideler seraya dikilerek büyüme, gelişme ve verimlilik unsurları yönünden 2013 yılı Aralık ayı sonuna kadar incelemeye devam edilmiştir.

4.1.1 Araştırmada kullanılan gölgeleme materyalinin özellikleri

Gölgeleme örtüsü; ışık kaynaklarının etkisinin daha net bir şekilde ortaya konulması amacıyla fide yetiştirme döneminde hem sera üzerine hem de yetiştirme üniteleri üzerinde 2012 yılında Temmuz-Ağustos aylarında ve 2013 yılında Nisan-Mayıs aylarındaki periyotta uygulanmıştır (Şekil 4.1). Araştırmada gözenekleri açılmadığı zaman ışık geçirgenliği %55 olan koyu yeşil renkte ağ plastik gölgelendirme materyali olarak kullanılmıştır (URL-13).



Şekil 4.1 Denemede kullanılan gölgeleme materyalinin görünümü.

4.1.2 Çalışmada kullanılan ışık kaynaklarının özellikleri

Bu çalışmada, yapmış olduğumuz literatür taraması sonucunda fide üretiminde seralarda ek ışık kaynağı olarak en fazla kullanılan Akkor Telli Lamba (ATL), Yüksek Basıncılı Sodyum Buharlı Lamba (HPS) ve Işık Yayan Diyot Lamba (LED) kullanılmıştır (Şekil 4.2).



(a) ATL



(b) HPS



(c) LED

Şekil 4.2 Denemede kullanılan ışık kaynaklarının genel görünümü.

Çalışmada fide yetiştiriciliği döneminde kullanılan ışık kaynaklarının genel özellikleri aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.

Akkor telli lambalar (ATL), en eski elektrikli ışık kaynaklarından olup; günümüzde de ucuz olmaları ve montajlarının kolay olması nedeniyle yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Akkor telli lambalar; tungsten telden yapılmış flaman üzerinden akım akıtılarak, telin akkor derecede kızarması sonucu ışık üretirler. Kullanılan elektrik gücünün ışığa dönüşüm düzeyi olarak tanımlanan ışıksal verimleri, akkor telli lambaların gücüne ve yapısına bağlı olarak 8- 22 lm/W değerleri arasındadır (URL-14).

Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaların (HPS) dış ampul kaplamaları ısısız şoklara dayanıklı olacak şekilde polikristalin alüminyum oksitten yapılmaktadır. Tüp içindeki sodyum gazı ışımanın büyük bir kısmını gerçekleştirmekte, kolay iyonize olma özelliğine sahip ksenon gazı ise ateşlemeyi kolaylaştırmaktadır. Tüp içindeki civa, tüpün gaz basıncını ve lamba çalışma gerilimini düzenleyici rol üstlenmektedir. Işıksal verimleri, 70-150 lm/W arasındadır (URL-14).

LED lambalar, fiziksel darbelere ve şoka dayanıklı ayrıca uzun ömürlüdürler. Düşük güç tüketimlerinden dolayı yüksek verimli aydınlatma sağlarlar. Nem ve suya dayanıklıdır. Tek veya birçok renk bir arada kullanılabilir. Yüksek parlaklık ve yüksek kontrasta sahiptirler. Civa, kurşun vb. ağır metaller içermez, çevre dostudurlar (Ürgenç, 1992; URL-15).

Çalışmada, Akkor telli lamba kaynağı olarak "Philips 140 Watt E27 klasik normal halojen ampul (2800 lm/m²), yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba kaynağı olarak Pelsan 50 W Son-T E27 duylu sodyum buharlı ampul (4000 lm/m²) ve LED lamba kaynağı olarak Smd Marka 50 W LED projektör (Kırmızı: 2750 lm/m², Mavi: 1750 lm/m²) (Açı: 180 Derece, En: 28,50 cm, Boy: 23,00 cm, Yükseklik: 15,50 cm ve Ağırlık: 3,00 kg) kırmızı ve mavi renkli lambalar kullanılmıştır.

Denemede LED lambalar, kırmızı ve mavi renkli olarak seçilmiştir. Akkor telli lambalar ve yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaların mavi ve kırmızı renkli ışık verebilmesi için renk filtresi olarak KENSEV marka 0.04 mm'lik kırmızı ve mavi renkli yapışma yeteneğine sahip cam filmlerinden yararlanılmıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Araştırmada ışık kaynaklarının renklenmesini sağlayan renkli film malzemenin görünümü.

Çalışmada, ışık şiddeti birimlerinin dönüşümünde Çizelge 4.1’deki değerlerden yararlanmıştır (URL-16, URL-17, URL-18, Uzun 2012).

Çizelge 4.1 Işık şiddeti birimleri dönüşüm tablosu.

Işık şiddeti birimleri dönüşüm tablosu				
	1 MJ m ⁻² d ⁻¹	1 µmol m ⁻² s ⁻¹	1 W m ⁻²	1 Lux
1 MJ m ⁻² d ⁻¹	1	42.8667	11.574	2400.16
1 µmol m ⁻² s ⁻¹	0.023328	1	0.217	56
1 W m ⁻²	0.0864	4.683	1	207.3738
1 Lux	0.000417	0.017857	0.004822	1

4.1.3 Araştırmada kullanılan ışık kaynaklarının çalışma prensibi ve tesisatı

Kullanılan lambaların ışık şiddetleri dikkate alınarak bitkilere uygun mesafelerde olacak şekilde yerleştirilmiştir. Sera içerisinde uygulamaların birbirine olan etkisini ortadan kaldırmak amacıyla ek ışık kaynakları ve kontrol grubu parselleri birbirinden ışık geçirmez materyallerle (sunta plaka) ayrılmıştır. Bu şekilde birbirinden bağımsız küçük yetiştirme gözleri oluşturulmuştur (Şekil 4.4).



(a)

(b)

Şekil 4.4 Denemede kullanılan yetiştirme ünitelerinin yandan (a) ve üstten (b) görünümü.

Işıklandırma uygulamasına ilk fide çıkışları görüldüğü zaman başlanmıştır. Yetiştirme odalarında ışıklandırma; bulutlu ve güneşsiz zamanlarda ve özellikle aydınlatma şiddeti yaklaşık 2000-2500 lux'un altına düştüğünde yapılmıştır. Ek ışık kaynağı olarak farklı ışık kaynaklarının kırmızı ve mavi renkleri ile sağlanmıştır. Her bir yetiştirme ünitesinden ve ek ışık kaynağı uygulanmayan yetiştirme bölgesinden (kontrol) ışık, sıcaklık ve nem ölçer cihazlarıyla (Data Logger'lar ile) her 5 saniyede bir veri alınarak kayıt edilmiştir (Çizelge 4.2) (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Denemede kullanılan ışık, sıcaklık ve nem ölçer datalogger'in görünümü.

Çizelge 4.2 2012 ve 2013 yıllarında çalışmanın yürütüldüğü sera koşullarında bitki yetiştirme dönemlerine ait sıcaklık ve nem değerleri.

Aylar	Ortalama ışık (Lux)		Ortalama UV ışık (mW/cm ²)		Sıcaklık (°C)		Nem (%)	
	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013
Nisan		1930*		0.003*		22.855*		59.805*
Mayıs		1653*		0.0001*		21.396*		72.909*
Haziran		16400		0.0171		36.51		27.651
Temmuz	10592*	43540	0.00665*	0.1522	39.621*	40.256	28.0105*	12.842
Ağustos	11224*	56930	0.0045*	0.1821	25.54*	37.393	32.58*	16.733
Eylül	6918	10252	0.006	0.007	23.75	22.23	38.57	32.45
Ekim	6381	5982	0.0005	0.004	19.32	17.45	67.57	58.23
Kasım	2476	3302	0.0003	0.002	7.96	7.33	93.74	82.78

*Fide yetiştirme döneminde bitkilerin bulunduğu gölgeleme materyali altında alınan ölçümlerdir.

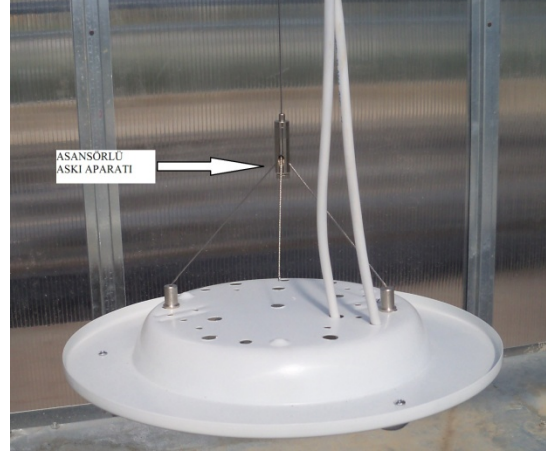
Araştırmanın sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi için ışıklandırma sistemini yönetecek ölçekte bir otomasyon sistemi, 2012 yılı Temmuz ayında tohum ekimi yapılmadan önce kurulmuştur (Şekil 4.6). Öncelikle geceleri ışıklandırma sisteminin devreye girmemesi için zaman ayarlı bir sigorta sisteminden yararlanılmıştır. Zaman ayarlı sigorta, 06:00-21:00 saatleri arasında sistemin çalışması prensibine göre ayarlanmıştır. Bu saatler arasında ortamdaki ışık şiddeti yaklaşık 2000-2500 lümen'in altına düştüğünde ışık sensörü vasıtasıyla fotoelektrik devre tesisatı otomatik olarak açılmış ve lambalar devreye sokulmuştur.



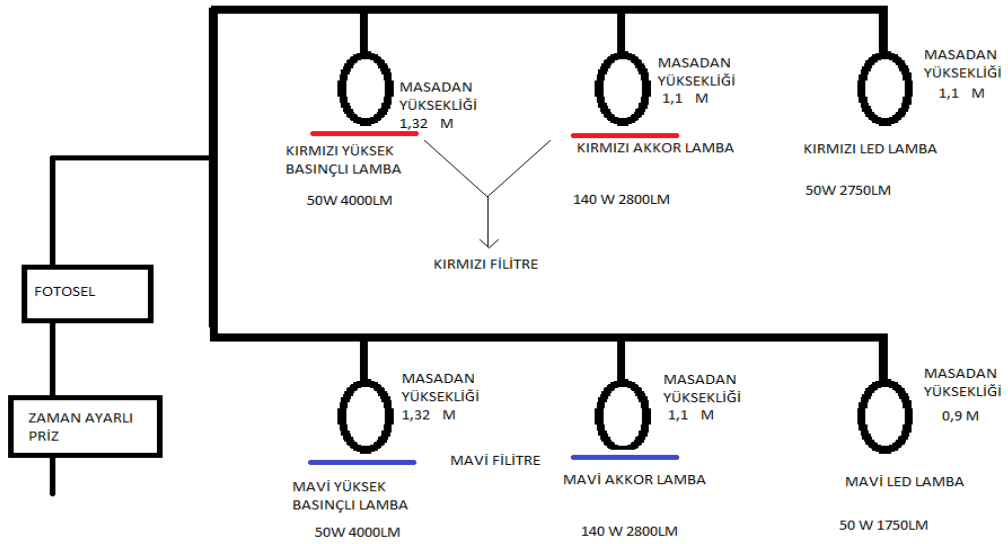
Şekil 4.6 Denemede kullanılan otomasyon tesisatının görünümü.

Işık kaynaklarının bitkiler üzerine etkilerinin ışık şiddeti açısından eşit düzeylerde olabilmesi için fide yetiştirme tezgâhlarına göre mesafeleri, kısalıp

uzayabilen asansör askı aparatı aracılığı ile düzenleme yapılmıştır (Şekil 4.7). Işık kaynağından olan uzaklığın artması ile ışık yoğunluğunun azalması (Işık yoğunluğu (Aydınlık şiddeti) = $1/d^2$ (d=mesafe)) ters kare kanununa göre mesafeler hesaplanmıştır (URL-19, URL-20). Deneme düzeninde ışık kaynaklarının yerleşim planı Şekil 4.8’de ayrıntılı olarak verilmiştir.



Şekil 4.7 Denemede kullanılan ışık kaynaklarının mesafelerini ayarlamaya yarayan asansörlü askı aparatının görünümü.



Şekil 4.8 Denemede kullanılan ışık kaynaklarının yerleşim planının görünümü.

4.2 Yöntem

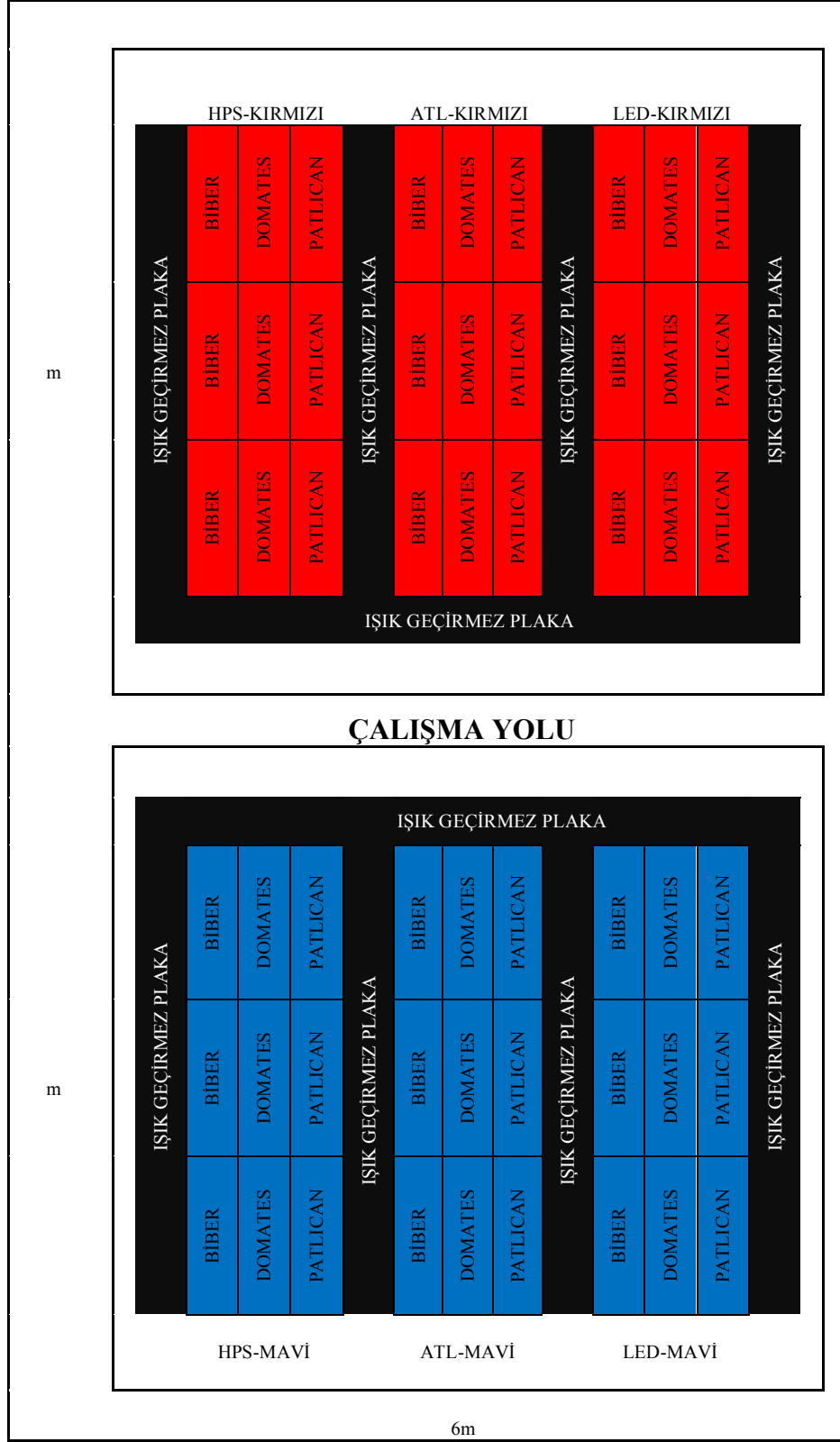
4.2.1 Tohum ekimi ve fidelerde bakım işlemleri

Fide yetiştiriciliği yapılan tüm sebze türleri için viyoller, 3 birim torf ve 1 birim tarım perliti karışımı ile doldurulup üzeri hafifçe bastırılmış ve ortamın yerleşmesi sağlanmıştır. Domates, biber ve patlıcan çeşitlerine ait tohumlar, 45 hücreli viyollere (her hücresi 6x6x5 cm boyutlarında) her bir viyol gözüne tek bir tohum gelecek şekilde ekimleri sonbahar yetiştiriciliği için 18.07.2012 ve ilkbahar yetiştiriciliği için 10.04.2013 tarihlerinde yapılmıştır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9 Araştırmada tohum ekimi yapılan viyollerin genel görünümü.

Fidelikte; iki farklı ışık renginde (mavi ve kırmızı), üç farklı ışık kaynağı (ATL, HPS, LED) ile kontrol, üç farklı sebze türü (domates, biber ve patlıcan), üç tekerrürlü olmak üzere toplam 72 uygulama yapılmıştır. Her tekerrürde 45 adet tohum ekimi yapılmıştır. Deneme yerleşim planı, Şekil 4.10'de verilmiştir.



Şekil 4.10 Fide yetiştiriciliği için kullanılan serada deneme yerleşim planının görünümü.

Sulama işlemleri bitkilerin genel su ihtiyacı göz önüne alınarak viyollere düzenli ve eşit miktarlarda yapılmıştır. Denemenin her aşamasında aynı su kaynağından sulama işlemi yapılmıştır. Fide üretimleri sırasında herhangi bir hastalık ve zararlı etmeniyle karşılaşılma ve ilaçlama işlemi yapılmamıştır.

4.2.2 Fidelerde fenolojik gözlemler

4.2.2.1 Tohumların çıkış sürelerinin (gün) ve çıkış oranlarının (%) belirlenmesi

Araştırmada sonbahar yetiştiriciliği için 18.07.2012 ve ilkbahar yetiştiriciliği için 10.04.2013 tarihlerinde tohum ekimleri yapılmıştır. Ekimden itibaren 14. güne kadar tohumların çıkışları günlük olarak sayılarak takip edilmiştir. Tohum çıkışları %50'ye ulaştığında çıkış süresi gün olarak tespit edilmiş, 14. günün sonunda çimlenen tohumlar sayılarak % olarak çıkış oranları hesaplanmıştır (Şehirali, 2002).

4.2.2.2 Fidelerin ilk gerçek yapraklarının oluşma zamanlarının belirlenmesi

Fidelerin ilk gerçek yaprakların görünme tarihleri tohum ekiminden itibaren 21. güne kadar gözlemlenmiş, sonbahar ve ilkbahar dönemleri için ayrı ayrı gün olarak belirlenmiştir. İlk gerçek yapraklanma görülen fide sayısının ekilen tohum sayısına oranıyla belirlenmiş ve oran %50'ye ulaştığında gün sayısı olarak tespit edilmiştir.

4.2.3 Fidelerin dikim sırasındaki ortalama yaprak sayılarının değişiminin belirlenmesi

Tohum ekiminden sonra, tüm türlerin fidelerinin % 50'si en az 3 gerçek yapraklı olduğu döneme kadar ışık uygulamaları devam ettirilmiş ve daha sonra dikimleri yapılmıştır. Dikim sırasında uygulamalardaki fidelerin yaprak sayısı ortalamaları belirlenmiştir.

4.2.4 Farklı ışık kaynaklarının fide kalitesi üzerine etkilerinin kantitatif analizlerle belirlenmesi

4.2.4.1 Fide boyu (cm)

Gövdenin kök ile birleştiği başlangıç noktasından yaprakların başladığı en uç noktaya kadar olan mesafesi cetvel ile cm olarak ölçülmüş ve fide boyları belirlenmiştir.

4.2.4.2 Fide gövde çapı

Gövde çapları belirli bir noktadan 0.01 mm'ye duyarlı dijital kumpas ile mm olarak tespit edilmiştir.

4.2.4.3 Fide kök uzunluğu

Kök boyları belirli bir noktadan cetvel ile cm olarak tespit edilmiştir.

Deneme bitkilerinin fideleri 3-4 gerçek yapraklı hale geldiğinde ölçümler için kantitatif fide sökümü yapılmıştır. Her bir tekerrürden fideler üçerli gruplar halinde köklerine zarar verilmeyecek bir şekilde sökülmüş ve yıkanıp temizlenmiştir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11 Kantitatif ölçüm için hazırlanan bitkilerin görünümü.

Ölçüm için hazırlanmış fidelerin kök, gövde ve yaprakları ayrılmıştır. Köklerin gövdeyle birleştiği ve son kökün çıktığı noktadan kesilerek kök ve gövde birbirinden ayrılmıştır. Yaprakların gövde ile birleştiği noktalardan (yaprak sapları yaprakta kalacak şekilde) yapraklar kesilerek ayrılmıştır.

4.2.4.4 Fide yaprak alanı

Fidelerin kesilerek hazırlanmış yaprakları bir kâğıda yerleştirilerek fotokopileri çekilmiştir. Bu fotokopilerden her bir yaprağın alanı Placom marka KP-21C model dijital planimetre ile tespit edilmiştir (Şekil 4.12). Böylece toplam yaprak alanları belirlenmiştir.



(a)

(b)

Şekil 4.12 Ölçüm için hazırlanmış bitki yaprakları (a) ve dijital planimetre'nin (b) görünümü.

4.2.4.5 Farklı ışık kaynaklarının domates, biber ve patlıcan fidelerin biyoması üzerine etkilerinin belirlenmesi (g):

Her bir fidenin kök, gövde ve yaprakları ayrı ayrı (JSON-150, JSR, Kore) 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. Bu verilere göre kök, gövde ve yaprak kuru ağırlıkları orantılanmıştır. Bu bilgiler ışığında kantitatif analizleri yapılmıştır.

Fidelerin kantitatif analizleri ise Uzun (1996)'a göre yapılmıştır. Büyüme parametreleri ve hesaplama modelleri Çizelge 4.3'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Çizelge 4.3. Kantitatif analizlerin yapılmasında kullanılan bitki büyüme parametreleri ve hesaplama modelleri.

Parametreler	Hesaplama Modelleri
Oransal Yaprak Alanı (cm ² /g) (YAO)	Toplam Yaprak Alanı (cm ²)/Toplam Bitki Kuru Ağırlığı (g)
Özgül Yaprak Alanı (cm ² /g) (ÖYA)	Toplam Yaprak Alanı (cm ²)/Toplam Yaprak Kuru Ağırlığı (g)
Oransal Yaprak Ağırlığı (OYA)	Toplam Yaprak Kuru Ağırlığı (g)/Toplam Bitki Kuru Ağırlığı (g)
Oransal Kök Ağırlığı (OKA)	Toplam Kök Kuru Ağırlığı (g)/Toplam Bitki Kuru Ağırlığı (g)
Oransal Gövde Ağırlığı OGA)	Toplam Gövde Kuru Ağırlığı (g)/Toplam Bitki Kuru Ağırlığı (g)
Yaprak Kalınlığı (YK)	1 / Özgül Yaprak Alanı

4.2.5 Farklı ışık kaynaklarında yetiştirilen fidelerin dikimi

Dikim aşamasına gelen 3-5 gerçek yapraklı fideler, adaptasyon kabiliyetlerinin tespit edilmesi için Şekil 4.13'de verildiği gibi sonbahar döneminde 14.08.2012'de ve ilkbahar döneminde ise 28.05.2013'de dikim işlemleri yapılmıştır.



Şekil 4.13 Bitki yetiştiriciliği için hazırlanan masuralar (a) ve seraya dikilmiş olan fidelerin (b) görünümü.

Sera denemesinde tekerrürde altı adet fide kullanılarak her bir uygulamadan toplam 18 adet fide malçla kaplanmış masura halinde hazırlanmış yetiştirme parsellerine dikilmiştir. Domates fideleri, sıra üzeri 40 cm - sıra arası 50 cm, biber fideleri, sıra üzeri 30 cm - sıra arası 60 cm ve patlıcan fideleri ise sıra üzeri 50 cm - sıra arası 60 cm aralıklarında olacak şekilde dikimleri yapılmıştır (Sevgican, 1999; Vural ve diğ. 2000). Yetiştirme parselleri damlama sulama sistemi kullanılarak sulanmıştır.

4.2.6 Seraya dikilen bitkilerde yapılan ölçüm ve incelemeler

4.2.6.1 Bitki boyu (cm) ve boylanma hızı (cm/gün)

Dikim tarihinden itibaren bitkilerde, her 15 günde bir bitki boyu ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler; biber ve patlıcanda tüm yetiştirme dönemi boyunca yapılırken, domateste bitki 220 cm boya ulaştığında tepe sürgünü budaması yapılması nedeniyle o tarihe kadar (sonbahar yetiştiriciliği için, 22.10.2012- ilkbahar yetiştiriciliği için, 28.08.2013) yapılmıştır. Her 15 günlük periyotlarda bitki

boyundaki artışlar hesaplanmış, bitki boyunun geçen güne oranı ile boylanma hızları tespit edilmiştir (Kandemir, 2005).

4.2.6.2 Bitki gövde çapı (mm) ve gövde çapı artış hızı (mm/gün)

Dikim tarihinden itibaren bitkilerde her 15 günde bir gövde çapı ölçümü, toprak seviyesinden yaklaşık 2 cm yüksekliğindeki gövde bölgesinden yapılmıştır. Bu ölçümler her tür için tüm yetiştirme dönemi boyunca yapılmış, 15 günlük periyotlarda bitki gövde çapındaki artışları hesaplanmış, gövde çapının geçen güne oranı ile gövde çapı artış hızı belirlenmiştir.

4.2.6.3 Bitki yaprak sayısı (adet) ve yapraklanma hızı (adet/gün)

Yaprak sayısı ölçümü fide dikim döneminden başlamak üzere 60. güne kadar her 15 günde bir yapılmıştır. Her ölçüm periyodu süresince yaprak sayısındaki artışlar % olarak hesaplanmış, yaprak sayısının geçen güne oranı ile yapraklanma hızları tespit edilmiştir.

4.2.6.4 Dikimden ilk çiçeklenmeye kadar geçen sürenin belirlenmesi (gün)

Bitkiler dikildikten sonra ilk çiçeklenmeler görülene kadar her gün gözlem alınmıştır. Her bir bitkideki ilk çiçeklenme tarihleri tek tek tespit edilmiş ve bu verilere göre dikimden ilk çiçeklenmeye kadar geçen gün sayıları belirlenmiştir.

4.2.6.5 Bitki başına çiçek sayısı (adet/bitki)

Fide dikim döneminden başlamak üzere 60. güne kadar her 15 günde bir çiçek sayıları tespit edilmiştir.

4.2.6.6 Bitki başına meyve sayısı (adet/bitki)

Fide dikiminden ilk hasada kadar her 15 günde bir bitki başına meyve sayıları belirlenmiştir.

4.2.6.7 Bitki başına salkım sayısı (adet/bitki)

Domateste çıkan salkımların sayıları 60. güne kadar her 15 günde bir tespit edilmiştir.

4.2.6.8 Salkım başına çiçek ve meyve sayısı (adet)

Domates salkımlarındaki çiçek ve meyve sayıları 60. güne kadar her 15 günde bir tespit edilerek kaydedilmiştir.

4.2.7 Meyve özelliklerinin incelenmesi

4.2.7.1 Meyve boyu ve meyve çapı (cm)

Mitutoyo marka CD-15CPX model kumpas ile meyvenin sap bölgesi ve uç bölgesi arasından meyve boyu, orta bölgesinden meyve çapı ölçümü yapılmıştır (Şekil 4.14).



(a)

(b)

Şekil 4.14 Denemede yapılan meyve boyu (a) ve meyve çapı (b) ölçümlerinin görünümleri.

4.2.7.2 Meyve şekil indeksi (boy/çap oranı)

Her uygulamada tespit edilmiş olan meyve boy ve çap ortalamaları kullanılarak, uygulamaları karşılaştırmak amacıyla yüzde olarak meyve şekil indeksleri tespit edilmiştir.

4.2.7.3 Suda çözünebilir kuru madde miktarı (%)

Domateste suda çözünebilir kuru madde miktarı (MASTER-M, Atogo, Tayvan) el refraktometresi ile ölçülmüş ve sonuçlar yüzde şeklinde tespit edilmiştir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15 Denemede suda çözünebilir kuru madde ölçümlerinin yapılışından görünüm.

4.2.7.4 Kabuklu meyve eti sertliği (kg)

Domateste yapılan ölçümlerde TR marka FT-327 model el penetrometresi ve 8 mm'lik uç kullanılmıştır. Sonuçlar kilogram olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16 Denemede meyve eti sertliği ölçümlerinin yapılışından görünüm.

4.2.7.5 pH ve titre edilebilir asitlik

Domateste yapılan pH ölçümleri WTW marka PH 330i model dijital pH ölçer ile yapılmıştır. Titre edilebilir asitlik ölçümleri ise Cemeroğlu, (2007)'ye göre yapılmıştır. Domates örnekleri blender yardımıyla püre haline getirildikten sonra kaba filtre kağıdından geçirilerek filtre edilmiştir. Elde edilen meyve sularından pipet yardımıyla 10 ml çekilmiş ve 100 ml hacimli erlen mayere aktarılmıştır. Saf su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Titrasyonda 0.1 normal sodyum hidroksit (NaOH) kullanılmıştır. Nötralizasyon pH 8.1'de tamamlandığından, pH ölçümü 8.1 olduğunda titrasyon sonlandırılmıştır (Şekil 4.17). Bu şekilde kullanılan 0.1 normal NaOH miktarı ml cinsinden belirlenmiş ve aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Titrasyon asitliği \%} = \frac{V \cdot f \cdot E \cdot 100}{M}$$

V: Harcanan 0.1 N NaOH miktarı, ml.

f: Çözeltinin normalitesi tam 0.1 olduğu için f= 1'dir.

E: 1 mL 0.1 N NaOH'in eşdeğeri asit miktarı, g. (Sitrik asit için 0,007005g)

M: Titre edilen örneğin gerçek miktarı, ml.



Şekil 4.17 Denemede pH ve titre edilebilir asitlik ölçümlerinin yapılışından görünüm.

4.2.8 Bitki verimlilik unsurları

4.2.8.1 Toplam verim/bitki (kg)

Hasat verileri kullanılarak bitki başına verim her uygulama için hesaplanmıştır.

4.2.8.2 Bitki başına toplam meyve sayısı (adet/bitki)

Yapılmış olan hasatlar sonucunda her uygulamanın bitki başına toplam meyve sayısı tespit edilmiştir.

4.2.8.3 Dekara verim (kg/da)

Hasat edilen bitkilerin toplam ağırlıklarının dekara uyarlanmasıyla dekara verim elde edilmiştir.

4.2.9 Elde edilen verilerin istatistiksel değeriendirilmesi

Araştırma, tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre (3 tür x 2 ışık rengi x 4 ışık kaynağı x 3 tekerrür) olarak kurulmuştur. Elde edilen sayısal verilerin değeriendirilmesinde kantitatif analiz yöntemleri kullanılmıştır. Çoklu regresyon

analizleri Microsoft Office Excel 2007 paket programında gerekleŒmiŒtir. Elde edilen verilerin istatistiksel karŒılaŒtırılmalarında standart hata barları kullanılmıŒ ve verilerin üzerine standart hata barları $P<0.05$ ve $P<0.01$ düzeyinde yerleŒtirilmiŒtir. Ayrıca bazı parametrelerdeki Varyans Analizi (Anova Testi) ve Duncan Testi SPSS for Windows 11.5.0 programı yardımı ile uygulanmıŒtır.

5 BULGULAR VE TARTIŞMA

5.1 Fide Döneminde İncelenen Fenolojik Gözlem Sonuçları

5.1.1 Tohumların çıkış oranlarının (%) ve çıkış sürelerinin (gün) belirlenmesi

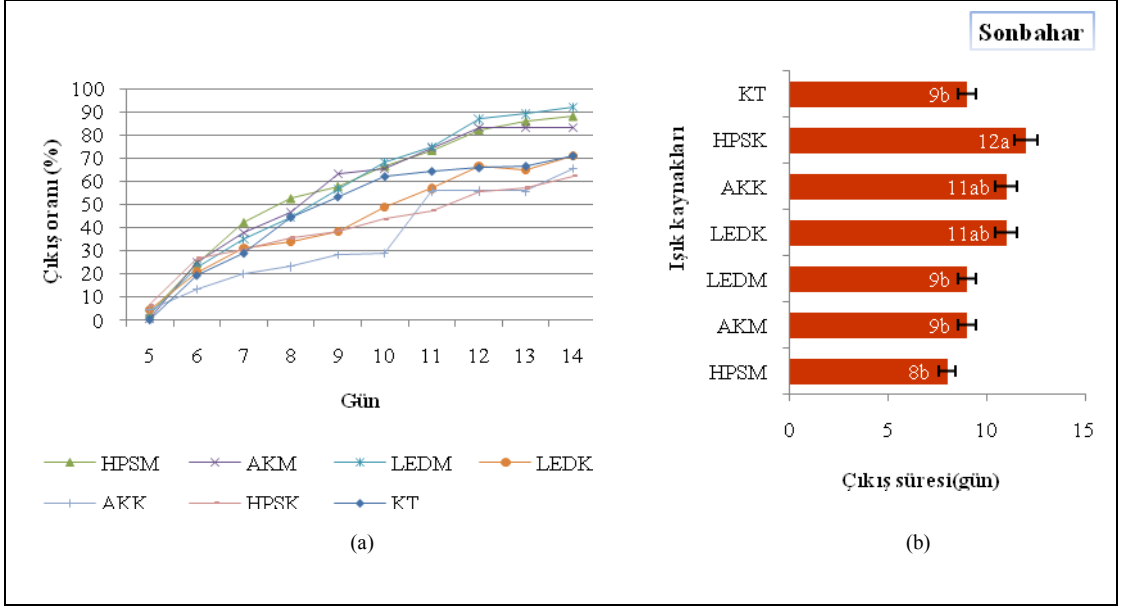
Çalışmada tohum ekimden itibaren 14. güne kadar; tohumların çıkışları günlük olarak sayılmış ve çıkış oranları % 50'ye ulaştığında çıkış süresi olarak tespit edilmiştir. Domates tohumlarında, her iki yetiştirme döneminde de çıkış oranları yönünden istatistiksel olarak önemli seviyede farklılıkların ($P<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Sonbahar dönemi domates yetiştiriciliğinde en erken çıkış süresi, 8 gün ile HPSM uygulamasından elde edilmiştir. En geç tohum çıkışı ise 12 gün süre ile HPSK uygulamasında tespit edilmiştir (Şekil 5.1). İlkbahar yetiştiriciliğinde en erken çıkış süresi 10 gün ile LEDM uygulamasında, en geç çıkış süresi ise 15 gün ile HPSK ve AKK uygulamalarında bulunmuştur (Şekil 5.2). Sonbahar ve ilkbahar dönemlerinde çıkış süreleri ve çıkış oranları birlikte incelendiğinde; kırmızı renge sahip ışık kaynakları kullanıldığında domates tohumlarının daha geç sürelerde çıkış yaptıkları, çıkış oranlarının ise mavi renge sahip ışık kaynaklarında daha yüksek değerlere ulaştığı belirlenmiştir. Bu durumunun çıkış süresinin kısalığından çok, mavi ışığa maruz kalan hipokotil uçlarının daha hızlı büyümesinden ve daha kısa sürede belirgin hale gelmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Taiz ve Zeiger (2008), toprak yüzeyinden dışarı çıkan fidenin hipokotilinin hızlı uzamasının mavi ışığa önemli bir morfogenetik yanıt olduğunu bildirmiştir. Ayrıca kırmızı rengin fide gövdesinin büyüme hızlarında belirgin bir azalmaya neden olduğunu belirtmişlerdir.

Denemede, sonbahar ve ilkbahar biber yetiştiriciliğinde tohumların çıkış süreleri yönünden istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıkların ($P<0.05$) olduğu saptanmıştır. Sonbahar biber yetiştiriciliğinde en erken çıkış süresi, 11 gün ile HPSK uygulamasında ve en geç çıkış süresi ise 14 gün ile AKM uygulamasında bulunmuştur (Şekil 5.3). İlkbahar döneminde en erken çıkış süresi 11 gün ile HPSK ve HPSM uygulamalarında ve en geç çıkış süresi ise 14 gün ile AKM uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 5.4). Her iki yetiştirme döneminde de en erken sürede fide çıkış oranları HPS uygulamalarında bulunmuştur. Başak (2006), çarliston biber çeşidinde düşük sıcaklıklarda çıkış süresinin 16.9 gün, yüksek sıcaklıklarda ise 13.9 gün sürede gerçekleştiğini belirlemiştir. Deram (2013), HPS lambaların bitkisel üretim için en uygun ve günümüzde güneş ışığına en yakın spektruma sahip ışık kaynağı olduğunu

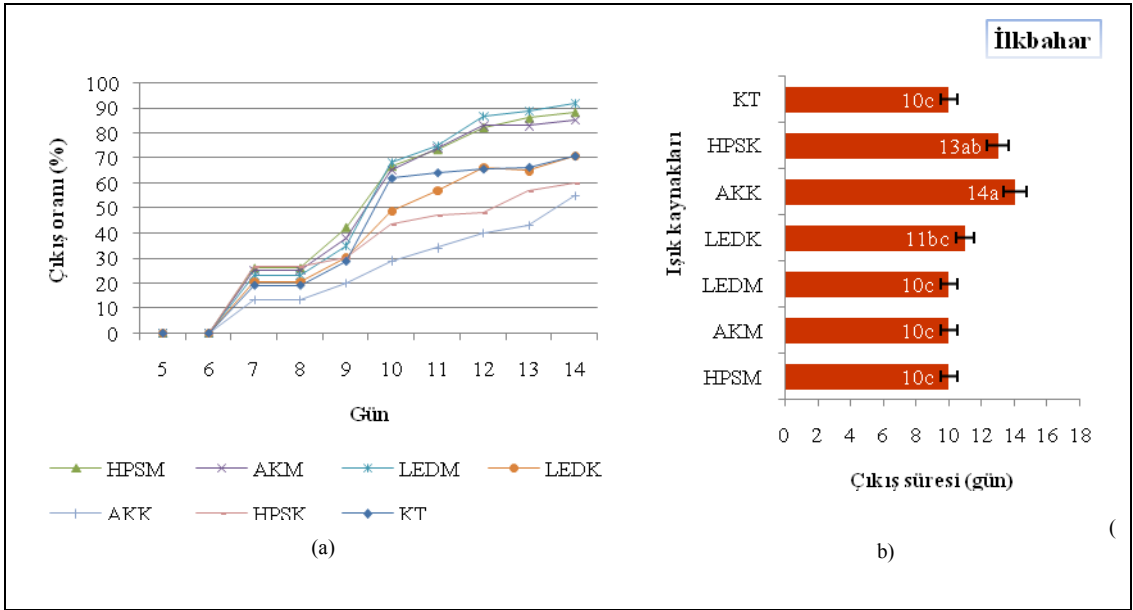
bildirmiştir. Çalışmada HPS lambaların ışık verimlerinin yüksek olmasının yanı sıra diğer lambalara göre çevreye daha yüksek sıcaklık yaymalarından dolayı erken tohum çıkışına sebep oldukları düşünülmektedir.

Sonbahar dönemi patlıcan yetiştiriciliğinde; çıkış süresi 9 gün ile HPSK ve LEDK uygulamalarında en erken ve 14 gün ile AKM ve LEDM uygulamalarında en geç sürede tespit edilmiştir (Şekil 5.3). İlkbahar döneminde ise en erken çıkış 10 gün ile HPSK ve LEDK uygulamalarında, en geç çıkış süresi ise 14 gün ile LEDM, AKM ve AKK uygulamalarında saptanmıştır (Şekil 5.4). Çıkış değerleri yönünden, sonbahar ve ilkbahar yetiştirme dönemleri istatistiksel olarak karşılaştırıldığında önemli seviyede farklılıkların ($P<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Her iki yetiştirme döneminde de biberde olduğu gibi en yüksek çıkış oranları ve en erken çıkış süreleri patlıcanda HPSK ve LEDK uygulamalarında tespit edilmiştir. Farklı dalga boylarına (renklere) sahip ışık kaynakları birçok hayatsal faaliyet gibi tohum çimlenmesi üzerine de etkili olmaktadır. Birçok bitkinin tohumları en iyi 660 nm (kırmızı) dalga boyunda çimlenmektedir (Günay, 2005).

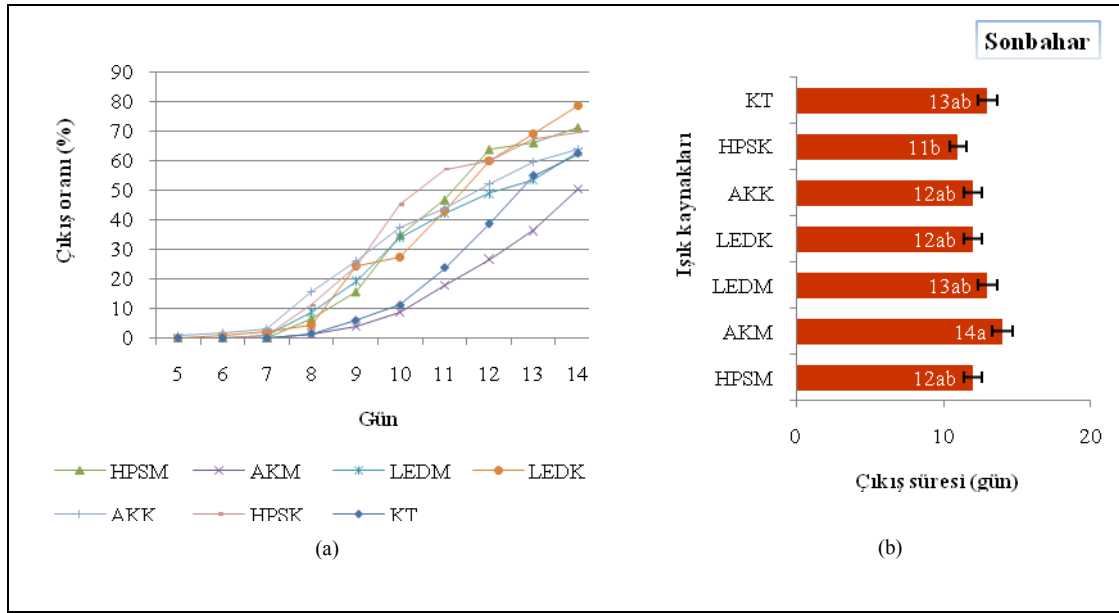
Balkaya ve diğ. (2004) bitki gelişiminde, tohum ekimi, dikimi, ilk çiçeklenmeye kadar olan dönem ve çiçeklenme oranı gibi hayatsal faaliyetler üzerine ışık ve sıcaklık faktörlerin en etkili etmenler olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamız sonucunda tohumların çıkış süresi ve çıkış oranı üzerine renk faktörü kadar ışık kaynaklarının kalitesi ve sıcaklıkların da etkili olduğu ve bu etkinin türlere bağlı olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca ilkbahar dönemimdeki çıkış sürelerinin sonbahar dönemine göre daha geç olması, ilkbahar tohum ekim dönemindeki düşük sıcaklıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.



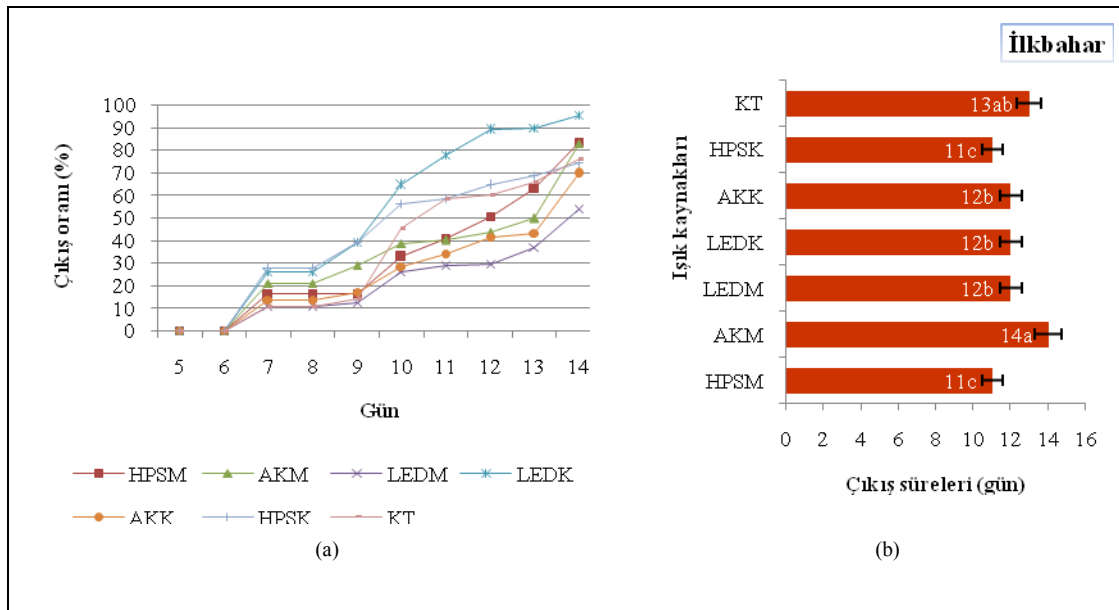
Şekil 5. 1 Sonbahar dönemi domates yetiştiriciliğinde tohumların % çıkış oranlarının değişimi (a) farklı ışık kaynaklarında çıkış sürelerinin dağılışı (b).



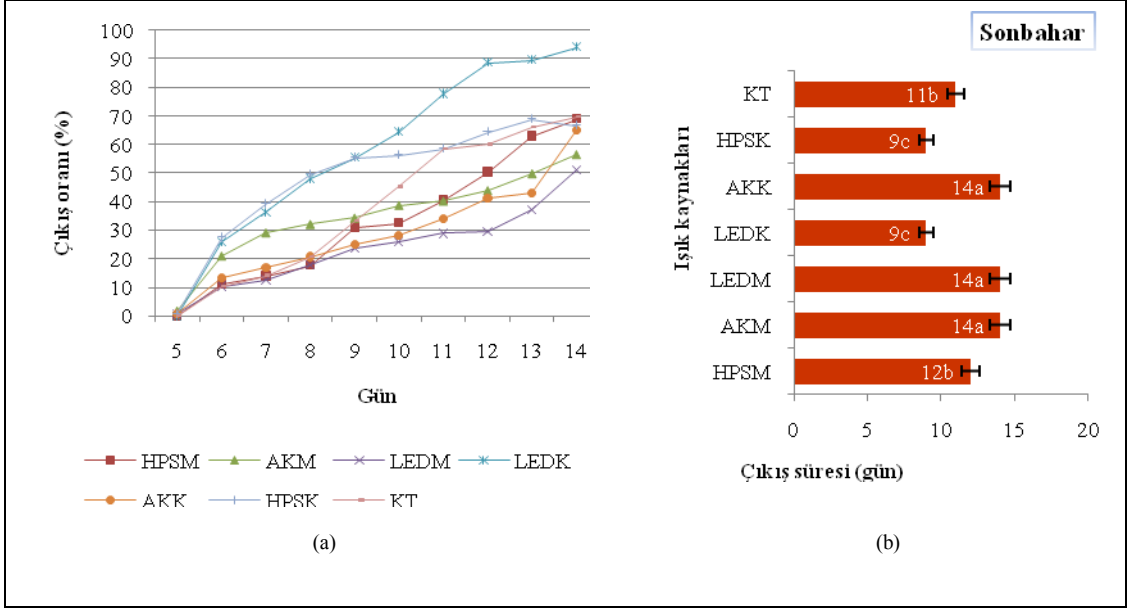
Şekil 5. 2 İlkbahar dönemi domates yetiştiriciliğinde tohumların % çıkış oranlarının değişimi (a) farklı ışık kaynaklarında çıkış sürelerinin dağılışı (b).



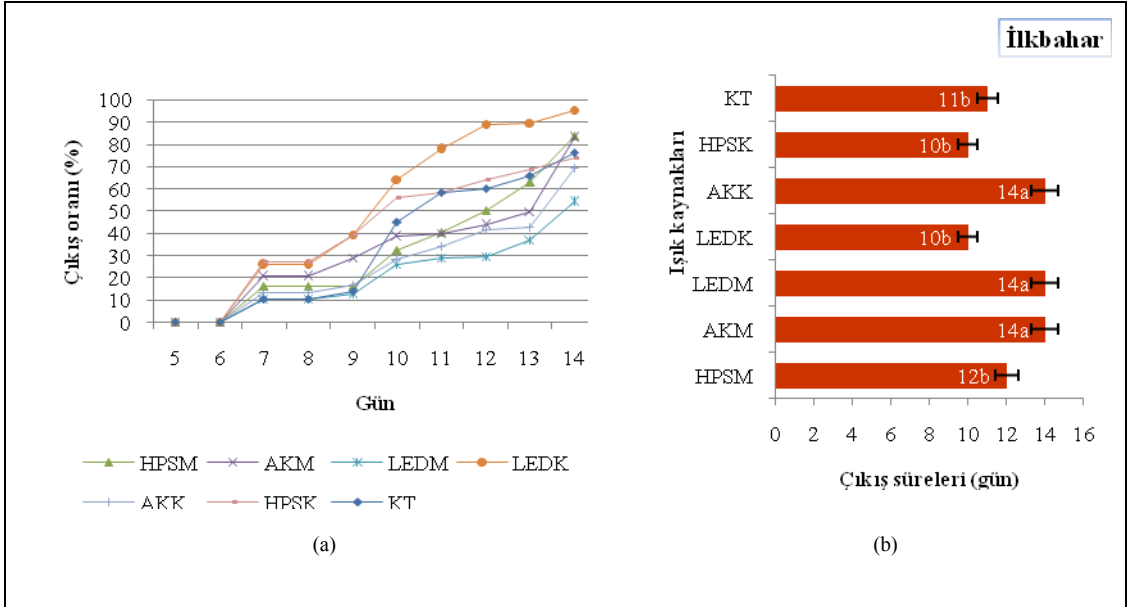
Şekil 5.3 Sonbahar dönemi biber yetiştiriciliğinde tohumların % çıkış oranlarının değişimi (a) farklı ışık kaynaklarında çıkış sürelerinin dağılışı (b).



Şekil 5.4 İlkbahar dönemi biber yetiştiriciliğinde tohumların % çıkış oranlarının değişimi (a) farklı ışık kaynaklarında çıkış sürelerinin dağılışı (b).



Şekil 5.5 Sonbahar dönemi patlıcan yetiştiriciliğinde tohumların % çıkış oranlarının değişimi (a) farklı ışık kaynaklarında çıkış sürelerinin dağılışı (b).



Şekil 5.6 İlkbahar dönemi patlıcan yetiştiriciliğinde tohumların % çıkış oranlarının değişimi (a) farklı ışık kaynaklarında çıkış sürelerinin dağılışı (b).

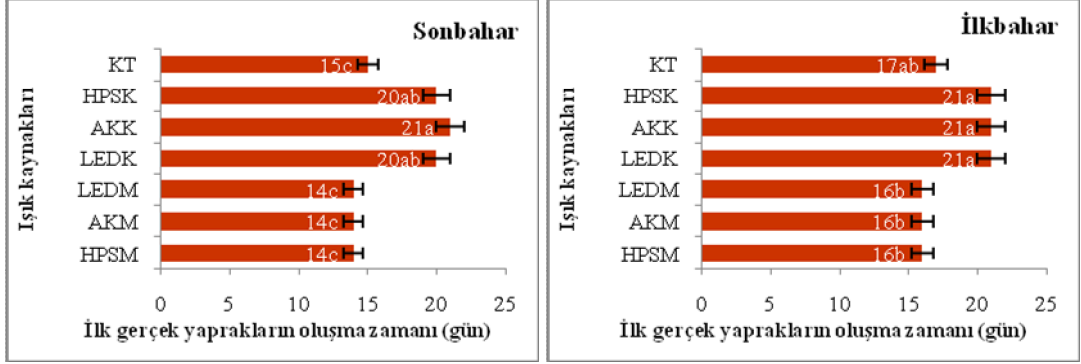
5.1.2 Domates, biber ve patlıcan fidelerinde ilk gerçek yaprakların oluşum zamanlarının belirlenmesi

Sonbahar dönemi domates yetiştiriciliğinde en erken ilk gerçek yaprak oluşumu, tohum ekiminden itibaren 14 gün sonra HPSM, AKM ve LEDM uygulamalarında ve en geç sürede ise 21 gün ile AKK uygulamasından elde edilmiştir. İlkbahar dönemi domates yetiştiriciliğinde ise ilk gerçek yaprak oluşumu 16 gün süre ile HPSM, AKM ve LEDM uygulamalarında ve 21 gün ile AKK, HPSK ve LEDK uygulamalarında en geç olarak tespit edilmiştir (Şekil 5.7). Sonbahar ve ilkbahar domates yetiştiriciliğinde ilk gerçek yaprakların oluşma zamanı yönünden istatistiksel olarak önemli seviyede farklılıkların ($P<0.05$) olduğu saptanmıştır. Domates fidelerinde düşük gün ışığı koşullarında uygulanan farklı ışık uygulamaları sonucunda yaprak sayısı bakımından ek aydınlatmanın önemli derecede artışlar sağladığını belirlenmiştir (Hernández ve Kubota, 2012). Çalışma sonucunda; tohum çıkış süresi erken olan uygulamaların daha kısa sürede ilk gerçek yapraklanma gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca mavi ışık kaynakları altında yetiştirilen bitkilerde ilk gerçek yapraklanmanın daha erken sürelerde olduğu tespit edilmiştir.

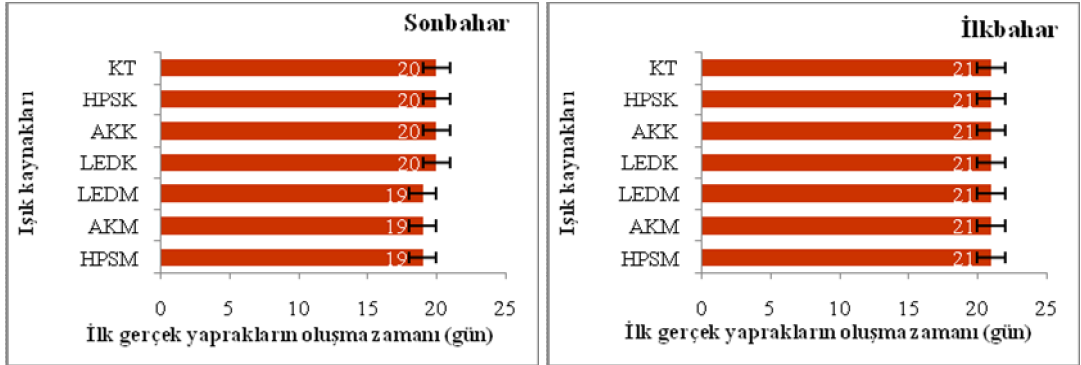
Sonbahar dönemi biber yetiştiriciliğinde ilk gerçek yaprak oluşumu; 19 gün ile HPSM, AKM ve LEDM uygulamalarında tespit edilmiştir. İlkbahar döneminde ilk gerçek yaprakların oluşma zamanı 21 gün ile tüm uygulamalarında aynı sürede bulunmuştur (Şekil 5.8). Brown ve diğ. (1995), fide döneminde yapraklanma sayısı ile ışık uygulamalarının arasında önemli derecede farklılıkların olduğunu ($P<0.05$) bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar kırmızı ve kırmızı-turuncu spektruma sahip ışık altında yetiştirilen bitkilerde, mavi ışık altında yetiştirilen bitkilere göre daha az yapraklanmanın olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmada sonbahar dönemi patlıcan yetiştiriciliğinde ilk gerçek yaprak oluşumu LEDK, AKM ve HPSM uygulamalarında 19 gün ve AKK, HPSK ve KT uygulamalarında 20 gün olarak tespit edilmiştir. İlkbahar yetiştiriciliğinde ise HPSM, AKM, LEDM, LEDK, AKK ve HPSK uygulamalarında 20 gün ve KT uygulamalarında 21 gün olarak bulunmuştur (Şekil 5.9). HPS lambalar, LED lambalar ve bu ışık kaynaklarının farklı kombinasyonlarının uygulandığı bir çalışmada, kış döneminde; LED lamba ve LED-HPS lamba kombinasyonu altında yetiştirilen bitkilerde, sadece HPS lambalarla ışıklandırmaya göre yapraklanmanın daha az olduğu belirlenmiştir (Dueck ve diğ., 2012). Araştırma sonucu ortaya çıkan

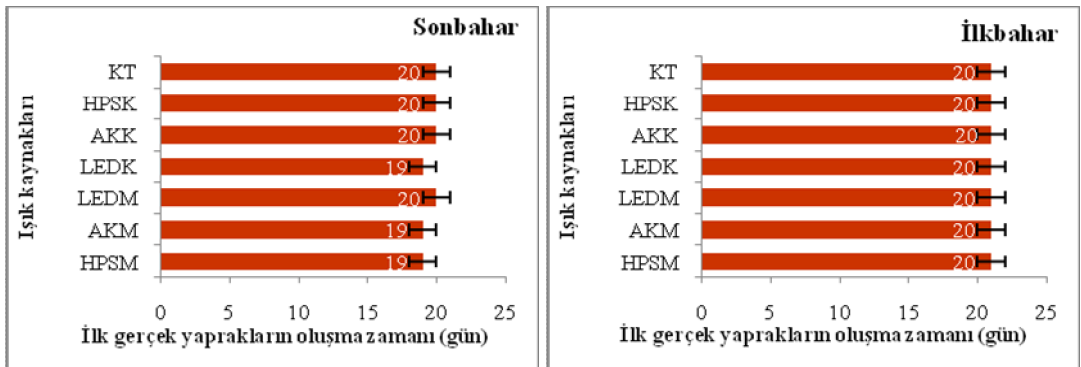
bulgular ile belirtilen literatürler arasında benzerlikler olduğu bulunmuştur. Her iki dönemde de ilk gerçek yaprak oluşum süreleri incelendiğinde; tüm türlerde mavi renge sahip ışık kaynakları kullanıldığında genel olarak ilk gerçek yaprak oluşumunun daha erken sürede gerçekleştiği saptanmıştır.



Şekil 5. 7 Farklı ışık kaynaklarının domates fidelerinde ilk gerçek yaprak oluşum zamanı üzerine etkisi.



Şekil 5. 8 Farklı ışık kaynaklarının biber fidelerinde ilk gerçek yaprak oluşum zamanı üzerine etkisi.



Şekil 5. 9 Farklı ışık kaynaklarının patlıcan fidelerinde ilk gerçek yaprak oluşum zamanı üzerine etkisi.

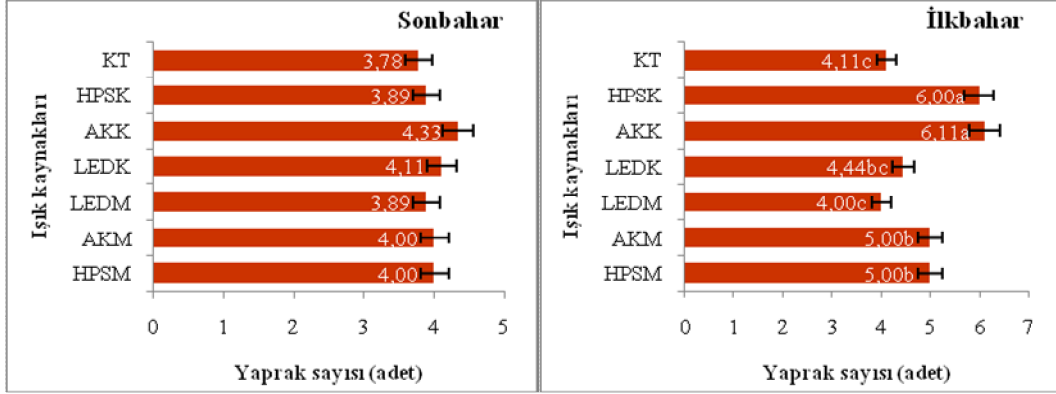
5.1.3 Domates, biber ve patlıcan fidelerinde dikim zamanındaki ortalama yaprak sayılarının değişimleri

Sonbahar döneminde dikim zamanında domates fidelerinin ortalama yaprak sayıları; 3.78 (KT) ile 4.33 (AKK) adet arasında değişim göstermiştir. İlkbahar dönemi domates yetiştiriciliğinde en fazla ortalama yaprak sayısı 6.11 adet ile AKK ve en az 4 adet ile LEDM uygulamalarında elde edilmiştir (Şekil 5.10). Her iki yetiştirme döneminde domates fidelerinin dikim sırasındaki ortalama yaprak sayıları yönünden istatistiksel olarak önemli düzeylerde farklılıkların olduğu saptanmıştır. Głowacka (2002), farklı domates çeşitlerinde aynı sürede gün ışığı ve mavi floresan lambalarla yetiştirilen fidelerde yaprak sayısının 7 – 9.5 adet arasında değiştiğini bildirmiştir. Araştırma sonuçları belirtilen literatür ile yakın değerlerde bulunmuştur. Meydana gelen farklılıkların kullanılan çeşitlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

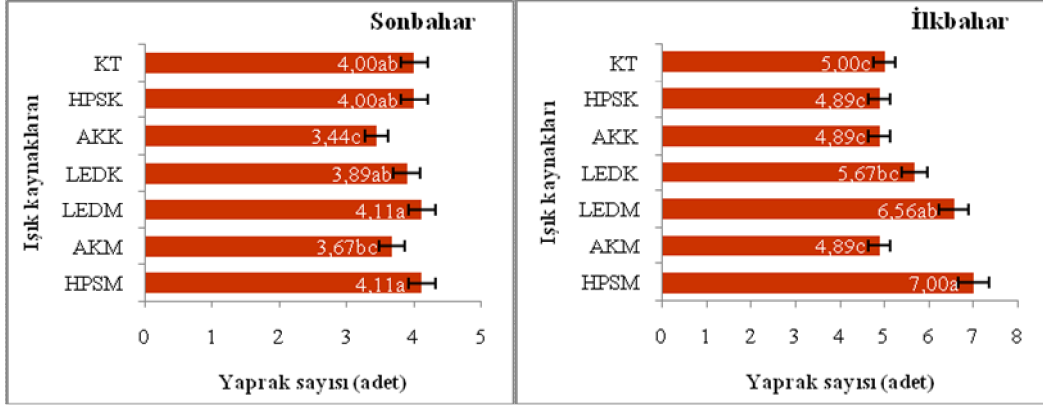
Çalışmada sonbahar biber yetiştirme döneminde en fazla ortalama yaprak sayısı HPSM ve LEDM uygulamalarında 4.11 ve en az ortalama yaprak sayısı ise AKK uygulamasında (3.44 adet) tespit edilmiştir. İlkbahar yetiştiriciliğinde fidelerin dikim sırasındaki ortalama yaprak sayısı en yüksek 7 adet ile HPSM uygulamasında bulunmuştur (Şekil 5.11). Çalışma sonuçlarımızı destekler nitelikte olarak; Brown ve diğ. (1995), biber fidelerinde yaptıkları çalışmada fide döneminde yapraklanma sayısı ile ışık uygulamalarının arasında önemli düzeyde bir ilişkinin olmadığını, ancak kırmızı ve kırmızı-turuncu spektruma sahip ışık altında yetiştirilen bitkilerde, mavi ışık altında yetiştirilen bitkilere göre daha az bir yapraklanmanın olduğunu bildirmişlerdir.

Sonbahar döneminde patlıcan yetiştiriciliğinde en fazla ortalama yaprak sayısı 4.33 adet ile HPSK uygulamasında ve 3.22 adet ile en az AKK uygulamasında bulunmuştur. İlkbahar yetiştiriciliğinde; en fazla ortalama yaprak sayısı 5 adet ile HPSM uygulamasında ve en az 3.33 adet ile LEDK ve HPSK uygulamalarında belirlenmiştir (Şekil 5.12). Çalışma sonuçlarımız karşılaştırıldığında; incelenen türlerde LED ışık altında yetiştirilen fidelerde yapraklanmanın daha az olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca domates fidelerinde her iki yetiştirme döneminde AKK uygulamasının yapraklanma miktarı üzerine olumlu etkisinin olduğu ve AKK uygulamasının tavsiye edilebilir nitelikte olduğu belirlenmiştir. Eltez (1995), bazı sebze türlerinde (domates, biber, patlıcan ve hıyar) yaptığı ek aydınlatma sonucunda

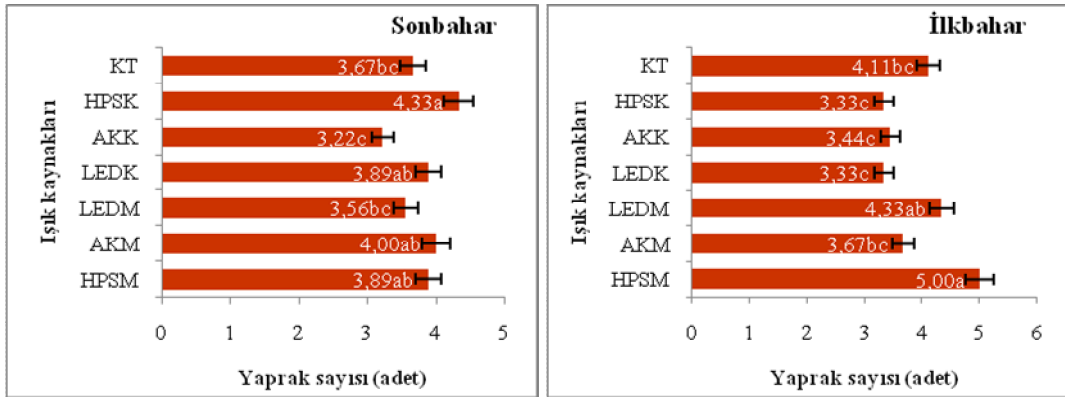
fide döneminde tüm türlerde fide başına düşen yaprak sayısının olumlu yönde arttığını bildirmiştir.



Şekil 5. 10 Farklı ışık kaynaklarının domates fidelerinde ortalama yaprak sayıları üzerine etkilerinin değişimleri.



Şekil 5. 11 Farklı ışık kaynaklarının biber fidelerinde ortalama yaprak sayıları üzerine etkilerinin değişimleri.



Şekil 5. 12 Farklı ışık kaynaklarının patlıcan fidelerinde ortalama yaprak sayıları üzerine etkilerinin değişimleri.

5.2 Farklı Işık Kaynaklarının Fide Kalitesi Üzerine Etkilerinin Kantitatif Olarak İncelenmesi

5.2.1 Fide boyu

Çalışmada sonbahar dönemi domates yetiştiriciliğinde ölçülen fide boyları yönünden istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıkların ($P<0.05$) olduğu saptanmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda en yüksek fide boyu, 12.11 cm ile KT uygulamasında ölçülmüştür. İlkbahar yetiştiriciliğinde de fide boyu yönünden istatistiksel olarak çok önemli seviyede farklılıkların ($P<0.01$) olduğu belirlenmiştir. En uzun fide boyu, ortalama 18.62 cm ile HPSK uygulamasında, en kısa fide boyu ise 9.81 cm ile LEDM uygulamasında tespit edilmiştir (Şekil 5.13). Domateste her iki dönemde de LEDM uygulamasında en kısa fide boyları ölçülmüştür. Floresan lambalar altında yapay ışıklandırma bölgesinde domates fidelerinin kalitesinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada, yapay aydınlatma sonucunda fidelerin bitki boyunda ise azalışın meydana geldiği tespit edilmiştir (Hoshi ve diğ., 2011). Brazaitye ve diğ. (2009), HPS lambalar altında yetiştirilen domates fidelerinde LED lambalar altında yetiştirilen fidelere göre gelişme hızının daha yavaş olduğunu bildirmişlerdir. McAvoy ve Janes (1990), düşük ışık koşullarında fide boyunu 12 cm olarak ölçerken, yüksek ışık koşullarında 6 cm olduğunu belirlemişlerdir. Uzun (2001), domateste bitki boyu üzerine sıcaklık ve ışık şiddetinin çok önemli interaktif etkisinin olduğunu, en yüksek bitki boyunun düşük ışık ve yüksek sıcaklık şartlarında elde edildiğini bildirmiştir.

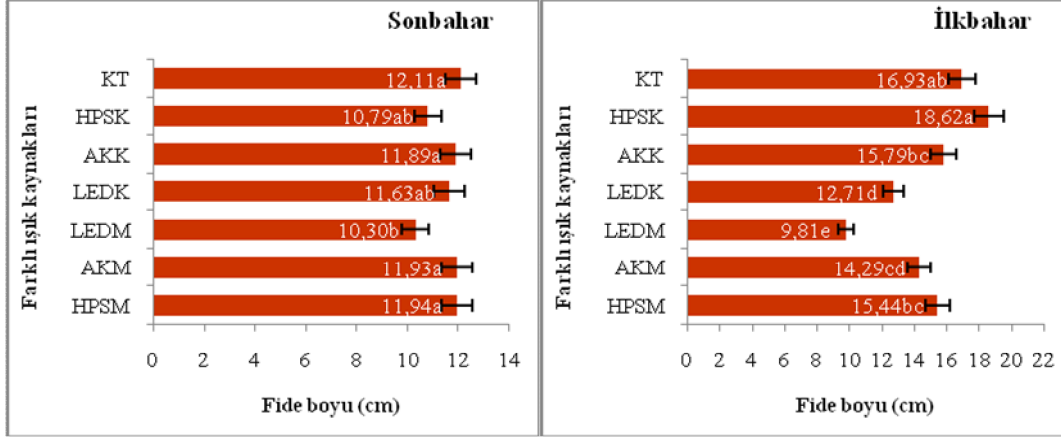
Araştırmada sonbahar ve ilkbahar biber yetiştiriciliği dönemlerinde fide boyu yönünden istatistiksel olarak önemli seviyede farklılıkların olduğu saptanmıştır. Sonbahar dönemi domates yetiştiriciliğinde en uzun fide boyu ortalama 10 cm ile KT uygulamasında ve en kısa fide boyu ise 9.12 cm ile LEDK uygulamasında tespit edilmiştir. İlkbahar döneminde ise en uzun fide boyu 17.06 cm ile HPSM uygulamasında ve en kısa ise 10.96 cm ile HPSK uygulamasında ölçülmüştür (Şekil 5.14). Çalışmamız sonucu biber fideleri üzerine kırmızı renk ile yapılan yapay ışıklandırma sonucunda en kısa boylu fidelerin meydana geldiği belirlenmiştir. Kim ve diğ. (2004), kırmızı-kırmızı/turuncu LED ışık altında yetiştirilen bitkilerde vejetatif büyümenin daha az olduğunu bildirmişlerdir.

Patlıcan'da sonbahar döneminde en uzun fide boyu 8.69 cm ile LEDM uygulamasında, en kısa fide boyu ise 7.88 cm ile AKM uygulamasında tespit

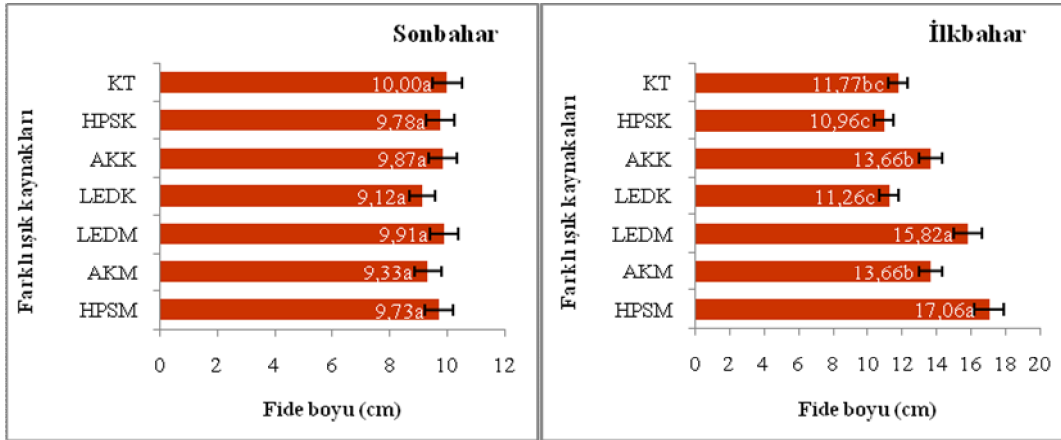
edilmiştir. İlkbahar döneminde ise en uzun fide boyu 9.94 cm ile HPSM uygulamasında, en kısa fide boyu ise 8.61 cm ile AKK uygulamasında elde edilmiştir (Şekil 5.15). Sonbahar ve ilkbahar döneminde, patlıcan fide boyu yönünden istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıkların olduğu saptanmıştır. Patlıcan fidelerinin akkor lamba uygulaması altında en kısa fide boyuna sahip oldukları gözlenmiştir. Akkor telli lambanın yaydığı sıcaklığının patlıcan fideleri üzerine etkisinin yüksek olduğu düşünülmektedir. Uzun (1996), patlıcanda bitki boyunun sıcaklıkla doğrusal, ışıkla tamamlayıcı etki gösterdiğini bildirmiştir. Ayrıca tüm türlerde sonbahar döneminde fide boylarının ilkbahar dönemine göre daha kısa olduğu saptanmıştır. Sonbahar fide yetiştiriciliği döneminin yaz aylarına rastlaması sonucu ışıklanma değerleri daha yüksek olması ve fide boylarının daha kısa boylu olmasına sebep olduğu sonucuna varılmıştır.

5.2.2 Fide gövde çapı

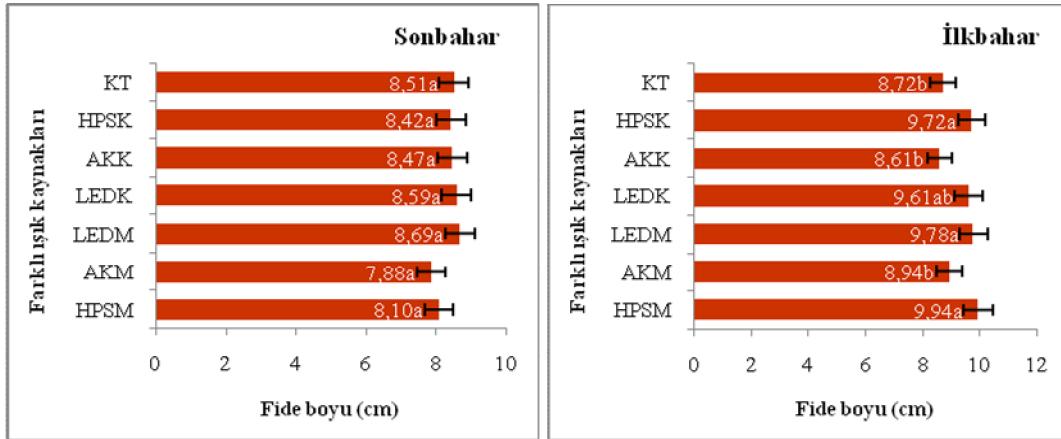
Sonbahar ve ilkbahar dönemlerinin domates yetiştiriciliğinde fide gövde çapı yönünden istatistiksel olarak çok önemli düzeyde farklılıkların ($P < 0.01$) olduğu saptanmıştır. Sonbahar yetiştiriciliğinde en kalın gövde çapı, ortalama 3.06 mm ile AKK uygulamasında ölçülmüştür. İlkbahar yetiştiriciliğinde ise en kalın fide gövde çapı değeri ortalama 3.45 mm ile HPSK uygulamasında tespit edilmiştir (Şekil 5.16). Fan ve diğ. (2013), domates fidelerinin büyümesi üzerine kırmızı ve mavi ışık kombinasyonuna sahip LED lambaların etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada, farklı ışık yoğunluklarının bitki morfolojisi üzerine önemli etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada fotosentetik ışık akısı yoğunluğu (PPFD) arttıkça toplam bitki kuru maddesinin ve gövde çapının arttığı bulunmuştur. Sevgican (1999), domates yetiştiriciliğinde yetersiz ışıklanmanın gövdenin ince kalmasına neden olduğunu bildirmiştir. Sarıbaş (2013), organik domates fidesi üretiminde fide kalitesi ile çevre şartları arasındaki ilişkilerini araştırdığı çalışmada domates fidelerinde gövde çapının yüksek ışık ve düşük sıcaklık ile yüksek ışık ve yüksek sıcaklık şartlarında en yüksek değerlere ulaştığını bildirmiştir. Hernández (2013), domateste gövde çapının kontrolde 2.5-3.0 mm civarında olduğunu ve LED uygulamasının gövde çapını arttırıcı yönde etki ettiğini bildirmiştir.



Şekil 5. 13 Farklı ışık kaynaklarının domates fide boyu üzerine etkilerinin değişimleri.



Şekil 5. 14 Farklı ışık kaynaklarının biber fide boyu üzerine etkilerinin değişimleri.



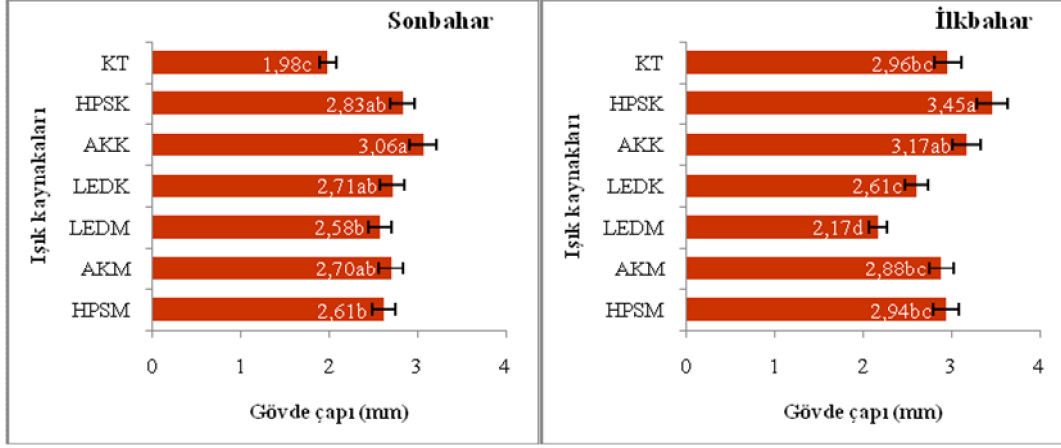
Şekil 5. 15 Farklı ışık kaynaklarının patlıcan fide boyu üzerine etkilerinin değişimleri.

Çalışmada sonbahar biber yetiştiriciliğinde en kalın fide gövde çapı, ortalama 1.94 mm ile LEDM uygulamasında ve en ince gövde çapı ise ortalama 1.63 mm ile KT uygulamasında tespit edilmiştir. İlkbahar döneminde biber fidesi gövde çapı değerleri yönünden istatistiksel olarak çok önemli seviyede farklılıkların ($P<0.01$) olduğu saptanmıştır. En kalın fide gövde çapı değeri, 2.92 mm ile HPSM uygulamasında elde edilmiştir (Şekil 5.17). Düşük gün ışığı koşullarında, farklı ışık uygulamalarının gövde çapı üzerine ek aydınlatmanın önemli derecede artışlar sağladığını bildirilmiştir (Hernández ve Kubota, 2012). Özkaraman (2004), kavunda yüksek ışık şiddeti ve sıcaklıkta gövde çapının arttığını belirlemiştir. Aydınşakir ve diğ. (2005), altınbaşak bitkisinde yaptığı çalışmada; sodyum buharlı lamba (HPS) uygulamasının akkor telli lamba (ATL) uygulamasına göre gövde çapı yönünden daha olumlu sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir.

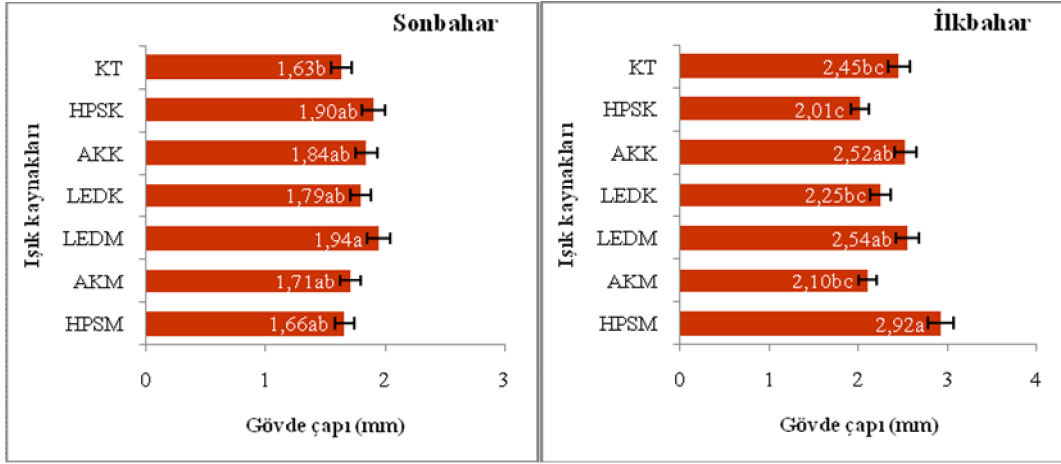
Her iki yetiştirme döneminde de patlıcan fidesi gövde çapı değerleri yönünden istatistiksel olarak çok önemli seviyede farklılıkların ($P<0.01$) olduğu bulunmuştur. Sonbahar döneminde en kalın gövde çapı değeri, ortalama 2.52 mm ile HPSK uygulamasından elde edilmiştir. İlkbahar yetiştiriciliğinde ise bu değer 2.59 mm ile HPSK uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 5.18). Sarıbaş (2013), patlıcan fidelerinde düşük sıcaklık ve düşük ışık şiddeti şartlarında gövde çapının en düşük değerde olduğunu tespit etmiştir. Araştırma sonuçlarına göre yapılan genel değerlendirmede; uygulamalar arasında özellikle domates ve patlıcanda gövde çapı açısından HPS ve ATL ışık kaynaklarının daha fazla öne çıktığı bulunmuştur. Gövde çapı açısından kontrol uygulamalarının diğer uygulamalara göre daha ince gövde çapı değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir.

5.2.3 Fide kök uzunluğu

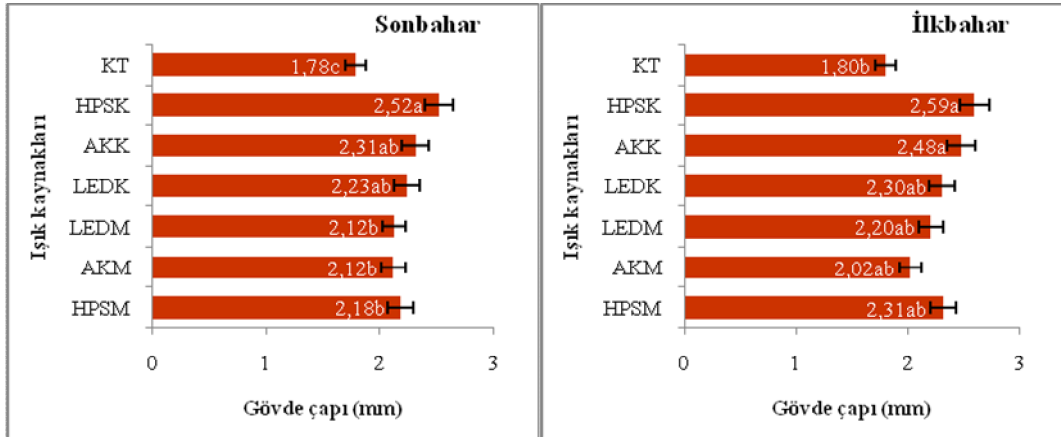
Araştırmada sonbahar yetiştiriciliği döneminde domates fidelerinde kök boyu en uzun 13.19 cm ile HPSM uygulamasında ve en kısa 9 cm ile KT uygulamasında ölçülmüştür. İlkbahar döneminde ise en uzun fide kök boyu, 14.59 cm ile HPSM uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 5.19). Fide kök uzunlukları yönünden belirgin farklılıkların olduğu saptanmıştır. Çalışmada her iki dönemde de mavi ışık uygulaması altında en uzun kök boyları ölçülmüştür. Glowacka (2002), domates fidelerinde mavi, beyaz ve gün ışığının kök uzunluğuna, köklenme miktarı ve kök hacmi üzerine olumlu etkiler yaptığını bildirmiştir.



Şekil 5. 16 Farklı ışık kaynaklarının domates fide gövde çapı üzerine etkilerinin değişimleri.



Şekil 5. 17 Farklı ışık kaynaklarının biber fide gövde çapı üzerine etkilerinin değişimleri.

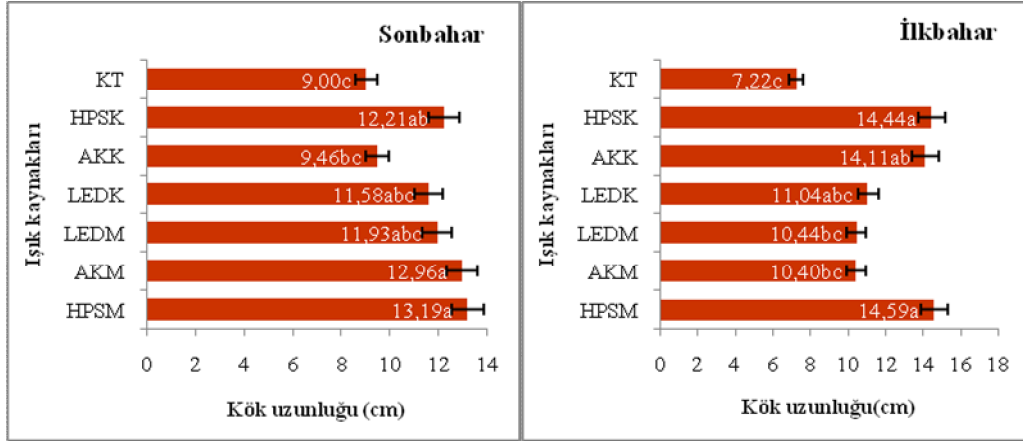


Şekil 5. 18 Farklı ışık kaynaklarının patlıcan fide gövde çapı üzerine etkilerinin değişimleri.

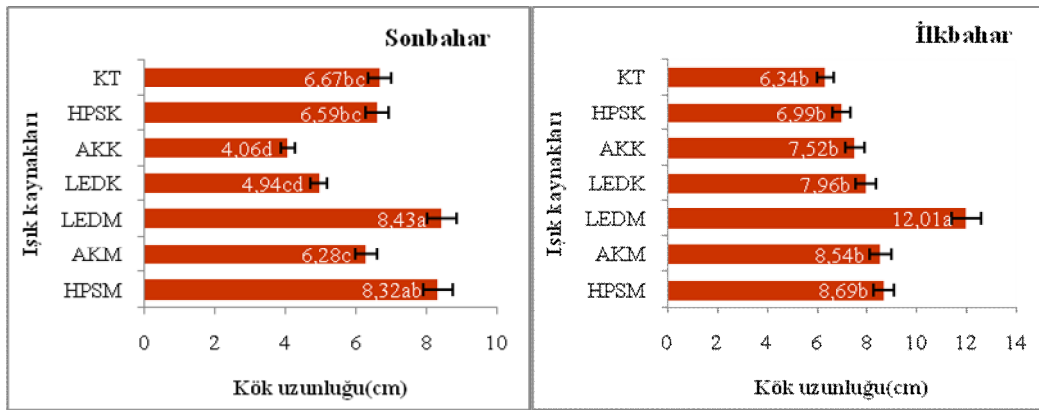
Suzuki ve diğ. (2011), kırmızı LED ışık altında yetiştirilen domates fidelerinde kök uzunluğunun kontrol bitkilerine göre azalmış olduğunu, buna karşın mavi LED uygulamasının ise kök uzunluğunu arttırdığını belirlemişlerdir. Fan ve diğ. (2013), domates fidelerinin büyümesi üzerine kırmızı ve mavi ışık kombinasyonuna sahip (50, 150, 200, 300, 450 ve 550 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) LED lambaların etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada; 50, 150 ve 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PPF'D'e sahip lambalarda diğerlerine göre fidelerin kök uzunluğunda artışlar olduğunu tespit etmişlerdir. Sevgican (1999), domates yetiştiriciliğinde yetersiz ışıklandırmanın zayıf kök gelişimine neden olduğunu bildirmiştir. Araştırma sonuçlarına göre kontrol uygulamalarında kök uzunluğunun daha kısa olduğu belirlenmiştir.

Her iki yetiştirme döneminde de biber fidelerinde kök boyu yönünden uygulamalar arasında istatistiksel olarak çok önemli düzeyde farklılıkların ($P < 0.01$) olduğu saptanmıştır. Sonbahar yetiştiriciliğinde fide kök uzunlukları 4.06 cm - 8.43 cm arasında değişim göstermiştir. İlkbahar yetiştiriciliğinde ise bu değer, 6.34 cm - 12.01 cm arasında olduğu saptanmıştır (Şekil 5.20). Araştırma sonucunda her iki dönemde de LED ışık kaynağı altında yetiştirilen fidelerde en uzun kök boyu değerleri belirlenmiştir. Li ve Kubota (2009), beyaz ışığa kıyasla ilave kırmızı-turuncu LED lamba ışığı altında yetiştirilen bitkilerin kök uzunluğunu daha fazla arttırdığını bildirmişlerdir. Schuerger ve diğ. (1997); HPS, mavi floresan, kırmızı LED ve kırmızı-turuncu LED lambalar altında yetiştirilen biber bitkilerinde kök oluşumunun HPS lambalarda diğer lambalara göre daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

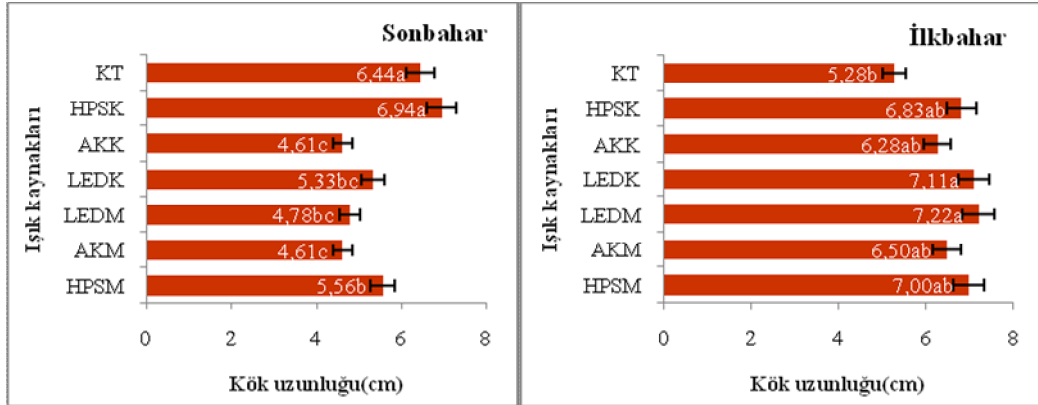
Patlıcan yetiştiriciliğinde sonbahar döneminde fide kök boyu yönünden uygulamalar arasında istatistiksel olarak çok önemli düzeyde farklılıklar ($P < 0.01$) olduğu saptanmıştır. Denemede; fide kök boyu en uzun 6.94 cm ile HPSK uygulamasında ve en kısa 4.66 cm ile AKK ile AKM uygulamalarında ölçülmüştür. İlkbahar yetiştiriciliğinde; fide kök boyu yönünden ışık uygulamaları arasında istatistiksel olarak önemli seviyede farklılıkların ($P < 0.05$) olduğu belirlenmiştir. Fide kök boyu değeri, 7 cm ile HPSM uygulamasında en uzun ve 5.28 cm ile KT uygulamasında en düşük olarak tespit edilmiştir (Şekil 5.21). Araştırma bulguları; domates ve patlıcanda HPS uygulamalarının kök boylarında en fazla artışı meydana getirdiğini göstermiştir. Eltez (1995), fide döneminde ilave aydınlatma uygulamalarının kök uzunluğunu olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Araştırma bulguları belirtilen literatürü destekler nitelikte olmuştur.



Şekil 5. 19 Farklı ışık kaynaklarının domates fidesi kök uzunluğu üzerine etkileri.



Şekil 5. 20 Farklı ışık kaynaklarının biber fidesi kök uzunluğu üzerine etkileri.



Şekil 5. 21 Farklı ışık kaynaklarının patlıcan fidesi kök uzunluğu üzerine etkileri.

5.2.4 Fide yaprak alanı

Sonbahar dönemi domates yetiştiriciliğinde fide yaprak alanı en fazla 33.39 cm² ile LEDK uygulamasında ve en düşük ise 22.90 cm² ile HPSM uygulamasında tespit edilmiştir. İlkbahar yetiştiriciliğinde ise bu değer, en fazla 81.20 cm² ile AKK uygulamasında elde edilmiştir (Şekil 5.22). Sonbahar ve ilkbahar domates yetiştiriciliğinde fide yaprak alanı yönünden istatistiksel olarak çok önemli seviyede farklılıkların (P<0.01) olduğu saptanmıştır. Araştırma sonuçları, domateste kırmızı renk uygulamasının yaprak alanını arttırdığını göstermiştir. Johkan ve diğ. (2012), kırmızı ışığın (600-700 nm dalga boyu) yaprak alan artışı üzerine olumlu yönde etkili olduğunu belirtmişlerdir. Mortensen ve Stromme (1987), farklı renkteki ışıkların domates üzerindeki etkileri araştırmışlardır. Mavi ışık altında yetiştirilen bitkilerin güneş ışığı altında yetişen bitkilere göre, yaprak alanının daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Dominique-André ve diğ. (1998), Hernández ve Kubota, (2012), domates üst yapraklarda 24 saatlik ek aydınlatmaya göre 14 saatlik ek aydınlatmada yaprak alanının önemli derecede yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Deneme bulguları incelendiğinde; her iki dönem arasında yaprak alanı değerleri açısından farkın oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bu farkın yetiştirme dönemleri arasında güneş ışığı değerleri ve hava sıcaklığı arasındaki farklılıktan ortaya çıktığı düşünülmektedir. Sonbahar fide yetiştiriciliği güneşin en verimli ve en sıcak olduğu temmuz-ağustos aylarında yapıldığında çalışmada kullanılan tüm türlerde yaprak alanlarının daha düşük olduğu belirlenmiştir. İlkbahar yetiştiriciliği ise güneş ışığı ve sıcaklığın daha az olduğu nisan-mayıs aylarında yapılmıştır. Sarıbaş (2013), domates bitkisinde her türlü sıcaklıkta ışık şiddetinin artması ile yaprak alanının eğrisel olarak azaldığını bildirmiştir. Kandemir (2005), biber bitkisinde düşük sıcaklık şartlarında ışığın 100 Mmol/m²/s'den 1200 Mmol/m²/s'ye kadar artmasıyla toplam bitki yaprak alanının azalmış olduğunu belirtmiştir. Ayrıca iki dönem arasında yaprak alanları arasında farkın bu kadar yüksek olmasının fide gelişim sürelerinin de farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Tüm türlerde fideler sonbahar döneminde 25-30 gün arasında dikime gelirken, ilkbahar döneminde bu süre 45-50 gün arasında değişmiştir. Sonbahar döneminde sürenin kısa olması yaprak alanı değerlerinin daha düşük kalmasına neden olmuştur.

Araştırmada sonbahar biber yetiştiriciliğinde fide yaprak alanı en fazla 24.09 cm² ile HPSK uygulamasında ölçülmüştür. İlkbahar yetiştiriciliğinde ise 44.66 cm²

ile HPSM uygulamasında en fazla, 19.33 cm² ile AKM uygulamasında en az olarak tespit edilmiştir (Şekil 5.23). Sonbahar ve ilkbahar biber yetiştiriciliğinde fide yaprak alanı yönünden istatistiksel olarak çok önemli düzeyde farklılıkların (P<0.01) olduğu saptanmıştır. McCall (1992), HPS lambalar altında yetiştirilen bitkilerde yapay ışıklandırmanın (PPFD) seviyesinin artması ile yaprak alanı değerlerinde önemli artışların meydana geldiğini bildirmiştir. Samuoliené ve diğ. (2012), domates, biber ve hıyar türlerinde 505 nm LED lamba altında yaprak alanında artışların meydana geldiğini belirlemişlerdir. Ayrıca 455 nm ve 470 nm LED lambalar altında yetiştirilen tüm sebze türlerinde, yaprak alanının arttığını tespit etmişlerdir. Noviçkovas ve diğ. (2012), hıyar yetiştiriciliğinde 505 nm, 530 nm, 455 nm ve 470 nm dalga boyundaki LED lambalar ile HPS lambaların birlikte uygulandığında yaprak alanında değişen oranlarda artışların meydana geldiği saptamıştır. Graham ve Decoteau (1995), biberde gündüz yüksek kırmızı ötesi dalga boyuna sahip ATL uygulaması ve gün sonunda soğuk-beyaz floresan lamba ile bir saat yapılan ek aydınlatmanın fide büyümesi ve dikimden sonra meyve verimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. ATL uygulaması altında yetiştirilen biber fidelerinde yaprakların kontrole göre daha küçük ve kısa ebatlarda olduğunu belirlenmişlerdir. Araştırmacılar; ilave floresan uygulamasının bitki boyu, yaprak alanı, ilk hasattaki meyve sayısı ve meyve ağırlığı üzerine olumlu etkilerinin olduğunu ifade etmişlerdir.

Sonbahar dönemi patlıcan yetiştiriciliği fide yaprak alanı değerleri 23.56 cm² - 46.45 cm² arasında değişim göstermiştir. İlkbahar yetiştiriciliğinde ise fide yaprak alanı yönünden en yüksek değer 58.58 cm² ile LEDM uygulamasında ve en düşük değer ise 20.41 cm² ile KT uygulamasında tespit edilmiştir (Şekil 5.24). Kim ve diğ. (2004), floresan, mavi, kırmızı, kırmızı - mavi, kırmızı - kırmızı / turuncu ve mavi - kırmızı / turuncu LED'ler altında krizantem bitkilerini yetiştirmişlerdir. Bitkinin yaprak alanı değerleri floresan ve kırmızı - mavi LED ışık ortamında en yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

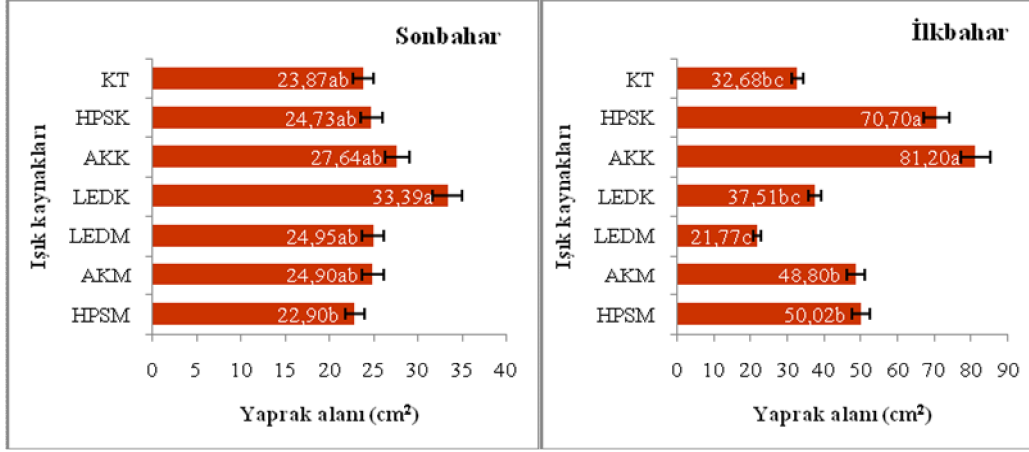
Çalışmada kullanılan tüm türlerde ışık kaynağı uygulamaları arasında yaprak alanı bakımından önemli düzeyde farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Bu fark incelenirken; ışık kaynaklarının yaprak alanı üzerine farklı etkileri kadar ışık kaynaklarının yaprak sayıları üzerine de farklı etkilerinin olduğu göz önünde tutulmalıdır. Fidelerin dikim sırasındaki ortalama yaprak sayılarının değişimi incelendiğinde yaprak alanındaki artışın yapraklanma sayısındaki artışla beraber daha fazla artış gösterdiği görülmektedir. Farklı dalga boyunda yapılan aydınlatma

uygulamalarının fidelerde yaprak alanını önemli ölçüde etkilediği bilinmektedir (Demir ve Çakırcı, 2015). Eltez (1995), fide döneminde ilave aydınlatma uygulamalarının fide başına düşen yaprak alanlarını arttırdığını belirlemiştir. McCall (1992), düşük gün ışığı koşullarında sebze fidesi üretilen seralarda ilave aydınlatma kullanmanın yaprak alanını önemli derecede artışlar sağladığını bildirmiştir. Çalışma sonucunda tüm türlerde, en düşük yaprak alanları mavi renk ve kontrol uygulamaları altında yetiştirilen fidelerde ortaya çıkmıştır.

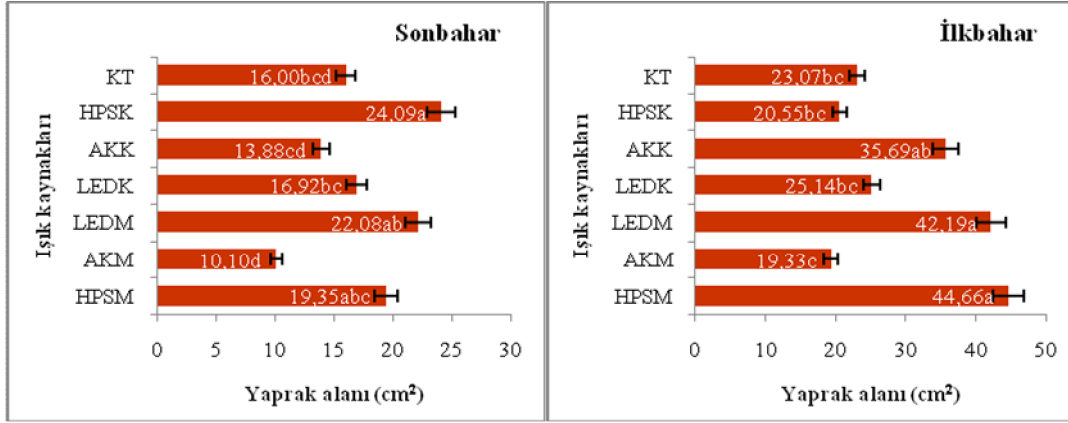
5.3 Farklı ışık kaynaklarının domates, biber ve patlıcan fidelerin biyomasları üzerine etkileri

5.3.1 Fide kök kuru ağırlığı

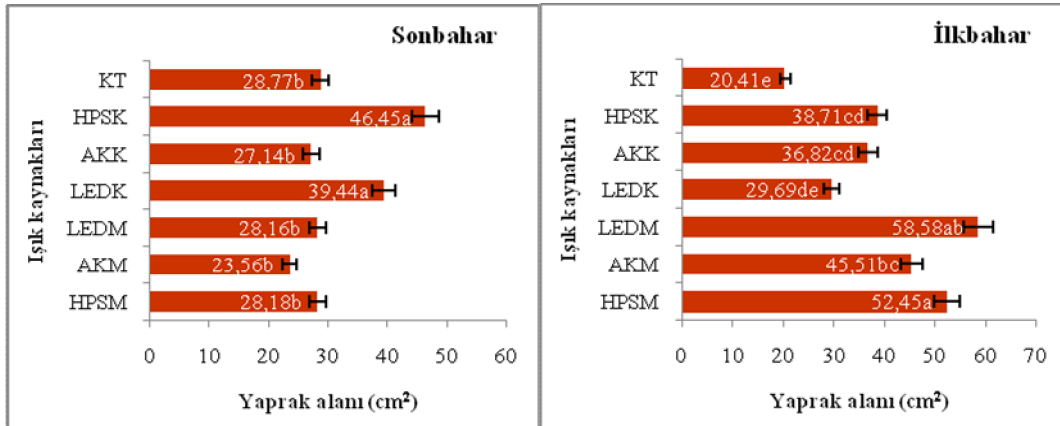
Denemede yapılan kantitatif analizlerde sonbahar dönemi domates yetiştiriciliğinde en yüksek fide kök kuru ağırlığı değeri, 0.0186 g ile LEDM uygulaması ve en düşük ise 0.0096 g ile HPSM ile uygulamasında tespit edilmiştir. İlkbahar döneminde ise bu değerler 0.0081 g - 0.0442 g arasında değişim göstermiştir (Şekil 5.25). Her iki dönemde de fide kök kuru ağırlığı değerleri yönünden istatistiksel olarak %1 düzeyinde farklılıkların olduğu saptanmıştır. Özer (2006), farklı ortamlarda yetiştirdiği domates fidelerinde kök kuru ağırlığını 0.06 – 0.11 g arasında bulmuştur. Saribaş (2013), kuru kök ağırlığının, domates ve patlıcan fidelerinde, genel olarak yüksek sıcaklık ve yüksek ışık şiddeti şartlarında en yüksek değere ulaştığını bildirmiştir. Cummings (2011), ATL ve LED ışık kaynaklarının kırmızı ve kırmızı-turuncu renklerde uygulandığı dört farklı domates çeşidinde renk uygulamalarının büyüme parametrelerini az miktarlarda olsa bile arttırdığını bildirmiştir. ATL uygulamalarının yapıldığı bölgede, LED uygulaması yapılan bölmelere göre sıcaklığın ve nemin yüksek olduğu ve bu durumun büyüme parametrelerini olumlu yönde etkilediğini bildirmiştir. Bu çalışmalara benzer olarak bizim çalışmamızda da dönemler arasındaki sıcaklık farkına bağlı olarak sonbahar ve ilkbahar dönemlerinde farklı ışık kaynaklarında kök kuru ağırlığı değerleri açısından farklılıklar ortaya çıkmıştır.



Şekil 5. 22 Farklı ışık kaynaklarının domates fide yaprak alanı üzerine etkilerinin değişimi.



Şekil 5. 23 Farklı ışık kaynaklarının biber fide yaprak alanı üzerine etkilerinin değişimi.

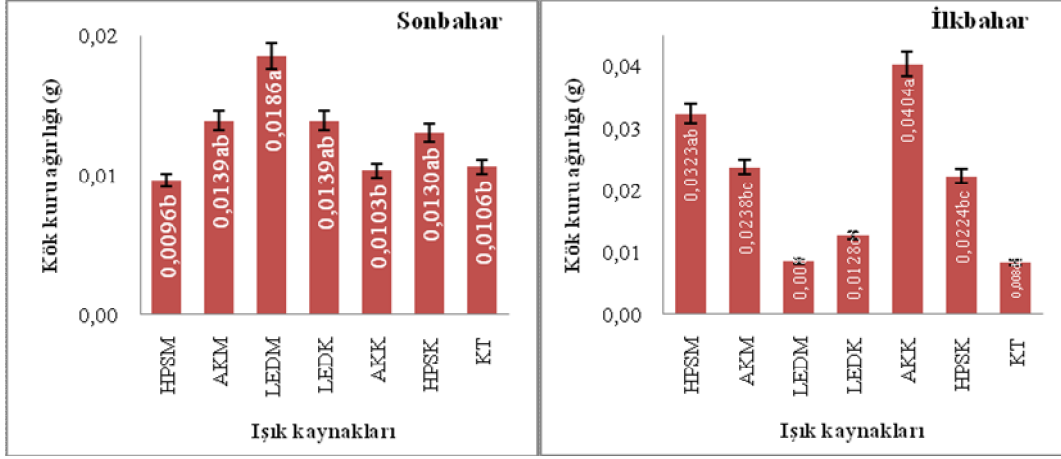


Şekil 5. 24 Farklı ışık kaynaklarının patlıcan fide yaprak alanı üzerine etkilerinin değişimi.

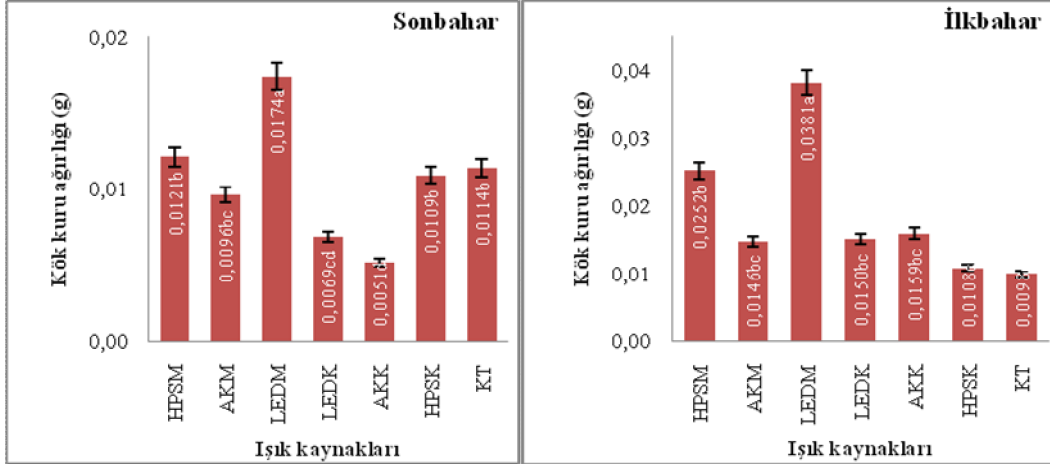
Domates fidesi yetiştiriciliğinde; yüksek sıcaklığa sahip sonbahar döneminde LED uygulamaları öne çıkarken, düşük sıcaklıklara sahip ilkbahar döneminde ise ortam sıcaklığını artıran HPS ve ATL uygulamaları en yüksek değerlere sahip olmuştur.

Araştırmada sonbahar dönemi biber yetiştiriciliğinde en yüksek fide kök kuru ağırlığı değeri 0.0174 g ile LEDM uygulamasında elde edilmiştir. Bu veriye benzer olarak İlkbahar döneminde de en yüksek fide kök kuru ağırlığı değeri 0.0381 g ile LEDM uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 5.26). Sonbahar ve ilkbahar biber yetiştirme dönemlerinde fide kök kuru ağırlığı yönünden istatistiksel olarak %1 seviyesinde farklılıkların olduğu saptanmıştır. Brown ve diğ. (1995), metal halide lamba, kırmızı LED + mavi floresan, kırmızı LED + kırmızı-turuncu LED ve kırmızı LED lambaları uyguladıkları çalışmada biber bitkilerinin kuru ağırlıklarını ve büyüme kriterlerini incelemişlerdir. Kırmızı veya kırmızı-turuncu LED ışık altında yetişen fidelerin kök kuru ağırlıklarının, kırmızı LED + mavi floresan altında yetiştirilen fidelere göre önemli ölçüde düşük kuru ağırlıklara sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Duong ve diğ. (2003), kırmızı LED lamba altında yetiştirilen çilek fidelerin kök ağırlığının, mavi LED lamba altında yetiştirilen fidelere göre daha düşük olduğunu bulmuşlardır. Bu çalışmaya benzer olarak biberde incelenen tüm ışık kaynağı uygulamalarında mavi renk uygulamalarının kırmızı renk uygulamalarına göre daha yüksek kök kuru ağırlığına sahip olduğu tespit edilmiştir.

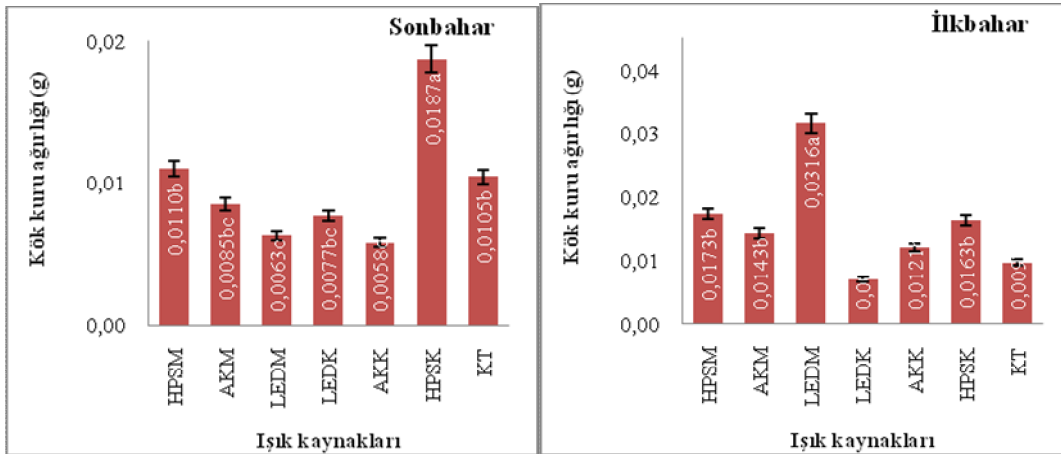
Her iki dönemde de patlıcanda fide kök kuru ağırlığı yönünden istatistiksel olarak çok önemli seviyede farklılıkların olduğu saptanmıştır. Sonbahar döneminde patlıcan fidesi kök kuru ağırlığı 0.0058 g - 0.0187 g ve ilkbahar yetiştiriciliğinde ise 0.0071 g - 0.0316 g arasında tespit edilmiştir (Şekil 5.27). Eltez (1995), bazı sebze türlerinde ilkbahar yetiştiriciliğinde ilave aydınlatma ile kök yaş ve kuru ağırlığını olumlu yönde etkilediğini belirlemiştir. Farklı dalga boyunda yapılan aydınlatma uygulamalarının fidelere taze sürgün ağırlığı ve kök kuru ağırlığını önemli ölçüde etkilediği bildirmiştir (Demir ve Çakırcı, 2015). Araştırma sonuçları; kök kuru ağırlığının ışık kaynaklarına, ışığın rengine, ortam sıcaklığına ve kullanılan türe göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 5. 25 Işık kaynaklarının farklı dönemlerde yetiştirilen domates fidelerinin kök kuru ağırlıkları üzerine etkileri.



Şekil 5. 26 Işık kaynaklarının farklı dönemlerde yetiştirilen biber fidelerinin kök kuru ağırlıkları üzerine etkileri.



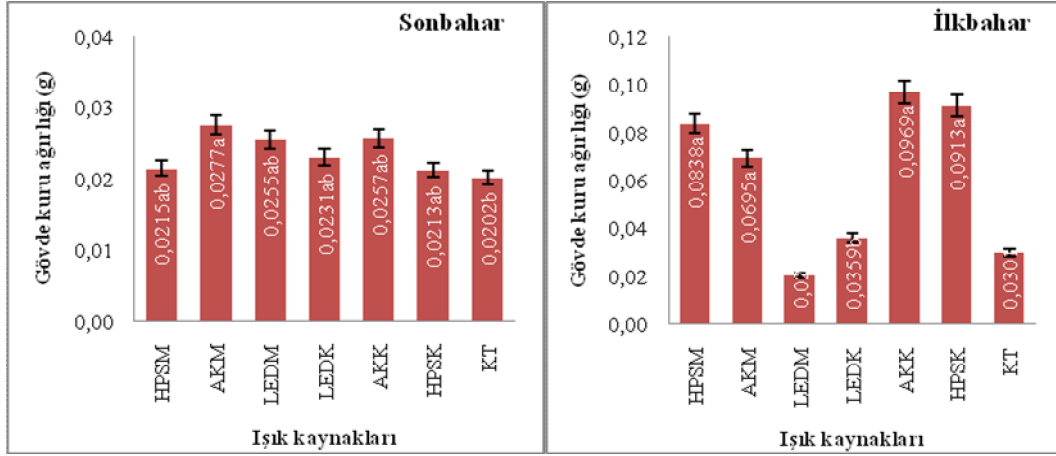
Şekil 5. 27 Işık kaynaklarının farklı dönemlerde yetiştirilen patlıcan fidelerinin kök kuru ağırlıkları üzerine etkileri.

5.3.2 Fide gövde kuru ağırlığı

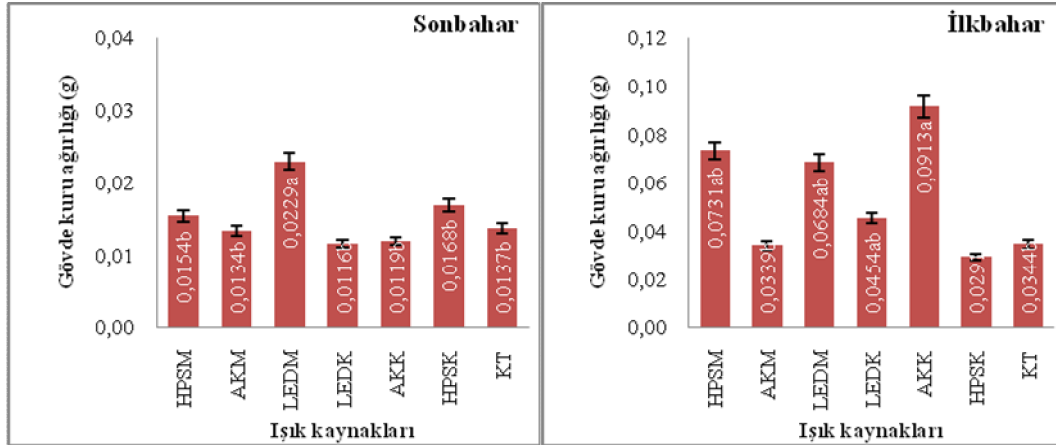
Araştırma sonuçlarına göre sonbahar dönemi domates yetiştiriciliğinde en yüksek fide gövde kuru ağırlığı 0.0277 g ile AKM uygulamasında ve en düşük ise 0.0221 g ile HPSM uygulamasından elde edilmiştir. İlkbahar döneminde fide gövde kuru ağırlığı değerleri 0.02 g - 0.0969 g arasında ölçülmüştür (Şekil 5.28). Domates fideleri üzerine yapılan bir çalışmada, düşük gün ışığı koşullarında yapılan ilave ışık uygulamaları sonucunda gövde kuru ağırlıklarının önemli derecede artışlar gösterdiği belirlenmiştir (Hernández ve Kubota, 2012). Deneme verilerine göre ilkbahar döneminde ortam sıcaklığını artıran HPS ve ATL uygulamaları daha fazla ön plana çıkmıştır. Sarıbaş (2013), kuru gövde ağırlığının, domates ve patlıcan fidelerinde, genel olarak yüksek sıcaklık ve yüksek ışık şiddeti şartlarında en yüksek değerine ulaştığını bildirmiştir.

Sonbahar biber yetiştiriciliğinde en yüksek fide gövde kuru ağırlığı, 0.0229 g ile LEDM uygulamasında tespit edilmiştir. İlkbahar yetiştiriciliğinde ise en yüksek değer 0.0913 g ile AKK uygulamasında ve en düşük 0.0291g ile HPSK uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 5.29). Çalışma sonucunda, LEDM ışık kaynağının fide gövde kuru ağırlığı bakımından öne çıktığı gözlenmiştir. Brown ve diğ. (1995), yaptıkları çalışmada MHL, kırmızı LED + mavi floresan, kırmızı LED + kırmızı-turuncu LED ve kırmızı LED lambaların altında biber fidesi yetiştirerek kuru ağırlıklarını incelemişlerdir. Kırmızı LED ışık altında yetişen fidelerin, ortalama gövde kuru ağırlığının diğer uygulamalardan önemli derecede daha az olduğunu bildirmişlerdir. Piszczek ve Glowacka (2005), en yüksek gövde kuru madde miktarının mavi floresan ışık altında yetiştirilen bitkilerde oluştuğunu bildirmişlerdir.

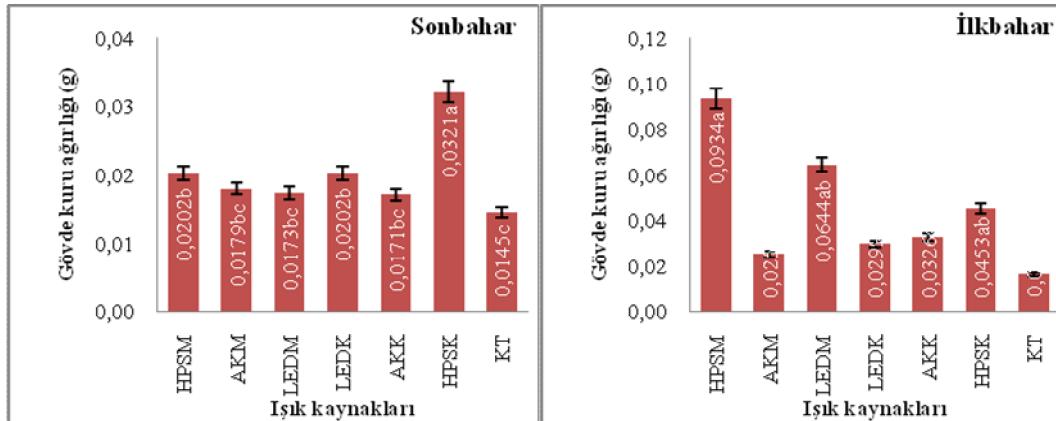
Denemenin her iki döneminde patlıcan fide gövde kuru ağırlığı değeri yönünden istatistiksel olarak çok önemli düzeyde farklılıkların olduğu saptanmıştır. Sonbahar yetiştiriciliğinde en yüksek fide gövde kuru ağırlığı 0.0321 g ile HPSK uygulamasında belirlenmiştir. İlkbahar döneminde ise fide gövde kuru ağırlığı değeri 0.01g - 0.0934 g arasında ölçülmüştür (Şekil 5.30). Araştırma sonucunda her iki dönemde de patlıcanda HPS ışık kaynağının fide gövde kuru ağırlığı arttırdığı görülmüştür. Eltez (1995), domates, biber, patlıcan ve hıyar türlerinde ilkbahar yetiştiriciliğinde fide döneminde yapılan HPS ışık kaynağıyla ilave aydınlatmanın tüm türlerde gövde yaş ve kuru ağırlığını olumlu yönde etkilediğini belirlemiştir. Çalışma sonuçları, belirtilen literatürle uyumludur.



Şekil 5. 28 Işık kaynaklarının farklı dönemlerde yetiştirilen domates fide gövde kuru ağırlıkları üzerine etkileri.



Şekil 5. 29 Işık kaynaklarının farklı dönemlerde yetiştirilen biber fide gövde kuru ağırlıkları üzerine etkileri.



Şekil 5. 30 Işık kaynaklarının farklı dönemlerde yetiştirilen patlıcan fide gövde kuru ağırlıkları üzerine etkileri.

5.3.3 Fide yaprak kuru ağırlığı

Çalışmada domates yetiştiriciliğinde yaprak kuru ağırlığı yönünden en yüksek değerler; sonbaharda 0.0559 g, ilkbaharda ise 0.2086 g ile AKK uygulamasında ölçülmüştür (Şekil 5.31). Araştırma sonucunda domateste ilkbahar döneminde ATL ışık kaynağının artan sıcaklık etkisi ile yaprak kuru ağırlığını oldukça arttırdığı düşünülmektedir. Bu sonuca benzer olarak fidelerde yapraklanma sayısı açısından da AKK ışık kaynaklarının öne çıktığı görülmektedir. Araştırma sonuçları incelendiğinde ATL ve HPS uygulamalarında yaprak kuru ağırlığı değerleri KT uygulamasına göre oldukça öne çıktığı görülmektedir. Hernández ve Kubota (2012), domates fidelerinde düşük gün ışığı koşullarında farklı yapay ışık uygulamaları ile yaprak kuru ağırlıklarının önemli düzeyde artışlar gösterdiğini bildirmişlerdir. Dominique-André ve diğ. (1998), domateste gün uzunluğunun etkilerini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada domates üst yapraklarda 24 saatlik ek aydınlatmaya göre 14 saatlik ek aydınlatmada yaprak ağırlığının (yaş ve kuru) önemli derecede arttığını belirtmişlerdir.

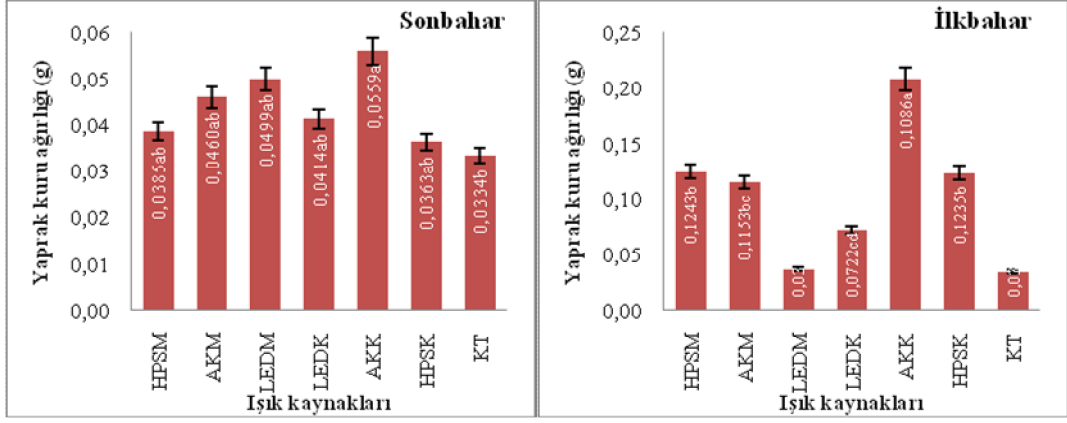
Sonbahar dönemi biber yetiştiriciliğinde en yüksek fide yaprak kuru ağırlığı 0.0373 g ile LEDM uygulamasında ölçülmüştür. İlkbahar döneminde ise bu değer, 0.0802 g ile HPSM uygulamasında elde edilmiştir (Şekil 5.32). Her iki uygulamada da fide yaprak kuru ağırlığı değerleri yönünden istatistiksel olarak çok önemli düzeyde farklılıkların olduğu saptanmıştır. Piszczek ve Glowacka (2005), beyaz, sarı, yeşil ve mavi ışığa sahip floresan lambalar altında hıyar fidesi yetiştirmişlerdir. Araştırmacılar, yapraktaki en yüksek kuru madde miktarının mavi floresan ışık altında yetiştirilen bitkilerde olduğunu bildirmişlerdir. Samuoliené ve diğ. (2012), 455 nm ve 470 nm (mavi) LED lambalar altında yetiştirilen tüm sebze türlerinde yaprak yaş ve kuru ağırlıkların arttığını bildirmişlerdir. Brown ve diğ. (1995), kırmızı veya kırmızı-turuncu LED ışık altında yetişen biber fidelerinin yaprak kuru ağırlıklarının, kırmızı LED + mavi floresan altında yetiştirilen fidelere göre önemli ölçüde düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmalara uyumlu olarak tez çalışmasında; her iki dönemdeki sıcaklık farkına rağmen, biber bitkisinde mavi renkte ışıklandırmanın kırmızı renk ile ışıklandırmaya göre yaprak kuru ağırlığını değişik düzeylerde artırdığı belirlenmiştir.

Sonbahar döneminde yapılan ölçümlerde en yüksek patlıcan fide yaprak kuru ağırlığı değeri 0.0373 g ile LEDM uygulamasında elde edilmiştir. İlkbahar yetiştiriciliğinde ise fide yaprak kuru ağırlığı yönünden en yüksek değer 0.0802 g

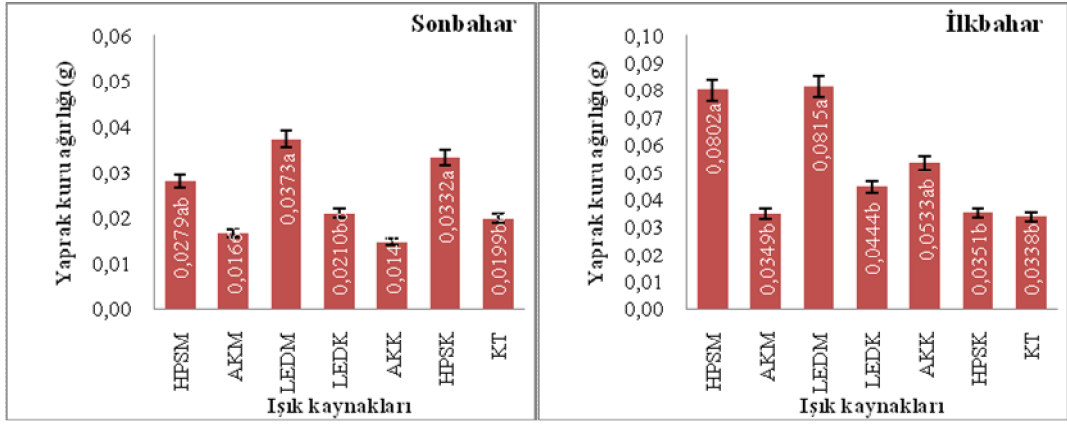
HPSM ve en düşük ise 0.0338 g ile KT uygulamasında ölçülmüştür (Şekil 5.33). Sonbahar ve ilkbahar döneminde yaprak kuru ağırlığı yönünden istatistiksel olarak %1 düzeyinde farklılıkların olduğu saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar, farklı bitki türlerinde yapılan araştırma sonuçları ile uyumlu bulunmuştur. Novičkovas ve diğ. (2012), LED lambalar ile HPS lambaların birlikte uygulandığında hıyar bitkisinin yaprak yaş ve kuru ağırlıklarda artışların meydana geldiğini belirlemiştir. Avercheva ve diğ. (2009), LED lamba altında yetiştirilen kereviz lahanasının normal ışık koşullarında yetiştirildiklerinde gövde ağırlıkları açısından HPS lambalardan farklı olmadığı tespit etmişlerdir. Çalışmamız sonucunda LED altında yetiştirilen patlıcan fidelerinde HPS altında yetiştirilenlere göre gövde ağırlıkları açısından yakın değerlere sahip oldukları saptanmıştır.

5.3.4 Toplam fide kuru ağırlığı

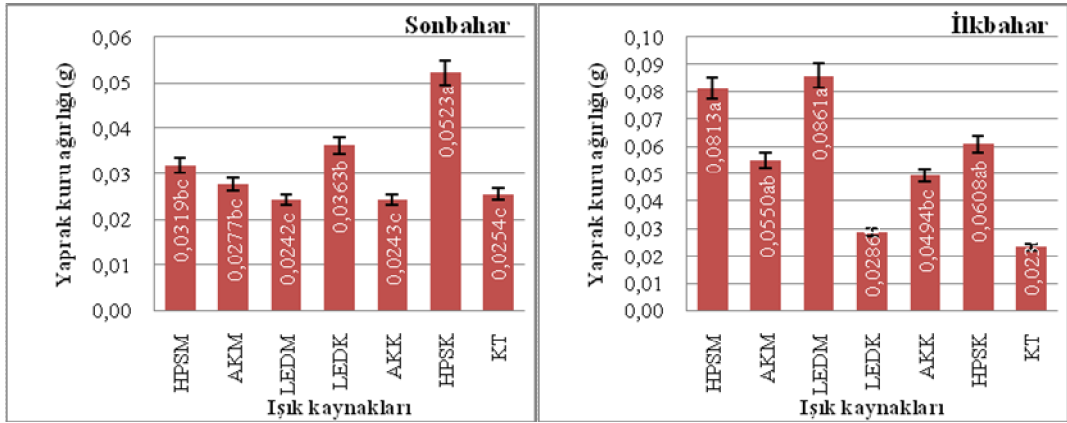
Domates yetiştiriciliği sonbahar döneminde en yüksek toplam fide kuru ağırlığı değeri 0.0939 g ile LEDM uygulamasında ve en düşük ise 0.0642 g ile KT uygulamasında belirlenmiştir. İlkbahar döneminde ışık kaynakları arasında fide kuru ağırlığı yönünden istatistiksel olarak çok önemli düzeyde farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. En yüksek fide kuru ağırlığı değeri 0.3458 g AKK uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 5.34). Floresan lambalar altında yapay ışıklandırma bölmesinde yetiştirilen domates fidelerinin kalitesinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada, yapay aydınlatma sonucunda fidelerin toplam kuru ağırlıklarının yaklaşık %17-35 oranında arttığı bulunmuştur (Hoshi ve diğ., 2011). Marul'da ilave ışıklandırmanın bitki büyümesi üzerindeki etkilerinin belirlendiği çalışmada, beyaz ışığa kıyasla ek kırmızı-turuncu LED lamba ışığı altında bitki yaş ve kuru ağırlıklarının arttığı bildirilmiştir (Li ve Kubota, 2009). Domates fidelerinin büyümesi üzerine ışığın etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada; fotosentetik ışık akısı yoğunluğu (PPFD) arttıkça yaprakta birim alan üzerine düşen kuru ağırlığın ve toplam kuru ağırlığın istatistiksel olarak önemli düzeyde artışlar gösterdiği tespit edilmiştir (McAvoy ve Janes 1990). McCall (1992), domates bitkilerinde farklı PPFD'ye sahip HPS lambalar ile uyguladığı yapay ışıklandırmada PPFD seviyesinin artması ile bitki kuru ağırlıklarında önemli düzeyde artışların görüldüğünü bildirmiştir.



Şekil 5. 31 Işık kaynaklarının farklı dönemlerde yetiştirilen domates fidelerinin yaprak kuru ağırlığı üzerine etkileri.



Şekil 5. 32 Işık kaynaklarının farklı dönemlerde yetiştirilen biber fidelerinin yaprak kuru ağırlığı üzerine etkileri.



Şekil 5. 33 Işık kaynaklarının farklı dönemlerde yetiştirilen patlıcan fidelerinin yaprak kuru ağırlığı üzerine etkileri.

Mortensen ve Stromme (1987), farklı renkteki ışıkların domates üzerindeki etkilerini incelediği araştırmada; mavi ışıkta yetiştirilen domates fidelerinde kuru ağırlık miktarının diğerlerine göre daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Menard ve diğ. (2006), mavi ışığın farklı düzeylerine sahip HPS ve LED lambalar altında yetiştirilen domates ve hıyar bitkilerinin büyüme ve gelişmesi ile meydana gelen fizyolojik değişikliklerin belirlenmesi amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda; mavi renkli ışık altında yetiştirilen bitkilerin bitki kuru ağırlığının arttığı tespit edilmiştir. Liu ve diğ. (2012), domates bitkisinde mavi LED uygulaması altında yetiştirilen fidelerin kuru ve yaş ağırlıkları bakımından, kırmızı-mavi ve kırmızı-mavi-yeşil ışık uygulamaları altında yetiştirilenlere göre daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Tüm bu çalışmalara dayanarak uygun sıcaklıkta mavi renk ile yapılan ilave aydınlatmanın domates bitkilerinde kuru ağırlıkları üzerine olumlu etkiler yaptığı söylenebilir.

Araştırmada biber yetiştiriciliğinde sonbahar döneminde en yüksek fide toplam kuru ağırlığı değeri 0.0776 g ile LEDM uygulamasında ve en düşük ise 0.0318 g ile AKK uygulamasında saptanmıştır. İlkbahar yetiştiriciliğinde ise en yüksek fide kuru ağırlığı değeri 0.1880 g LEDM uygulamasında ve en düşük ise HPSK (0.0750 g) uygulamasında tespit edilmiştir (Şekil 5.35). Her iki uygulamada da toplam fide kuru ağırlığı yönünden istatistiksel olarak çok önemli seviyede farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonucunda LEDM uygulaması biberde fide kuru ağırlığı açısından öne çıkmıştır. Glowacka (2004), gün ışığına ek olarak mavi ışığa sahip floresan lamba altında domates yetiştiriciliği yaptığı çalışmada bitki yaş ve kuru madde miktarları gibi özellikler incelemiştir. Yetiştirilen bitkilerde mavi ışığın kuru madde birikimi üzerine olumlu yönde etkisi olduğu saptanmıştır. Piszczek ve Glowacka (2008), mavi ışığa sahip floresan altında PPF arttıkça bitki yaş ve kuru ağırlığının da artmakta olduğu tespit etmişlerdir. Yine Kim ve diğ. (2004), marulda yaptıkları çalışmada kırmızı LED'e göre bitkinin yaş ve kuru ağırlık değerlerinin kırmızı-mavi LED ışık ortamında daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Patlıcan fideleri sonbahar döneminde fide kuru ağırlığı değerleri yönünden incelendiğinde en yüksek değer, 0.1031 g ile HPSK uygulamasında bulunmuştur. İlkbahar yetiştiriciliğinde ise bitki kuru ağırlığı değerleri 0.049 g - 0.192 g arasında tespit edilmiştir (Şekil 5.36). Bu parametre açısından her iki yetiştirme döneminde istatistiksel olarak çok önemli düzeyde farklılıkların olduğu saptanmıştır. Araştırma sonucunda patlıcan fidelerinde HPS uygulamasında en yüksek fide kuru ağırlıkları

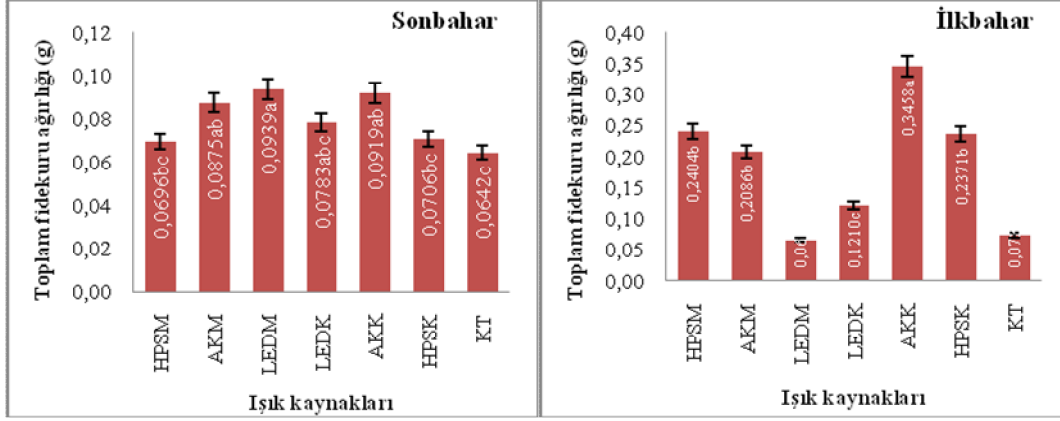
elde edilmiştir. Pinho ve diğ. (2007); kırmızı-turuncu LED lambaların, bitkilerin toplam bitki kuru madde birikiminin arttırılmasında etken olduğunu, sarı fotonların çok az ilavesinin toplam bitki kuru madde birikiminin arttırılmasını teşvik ettiğini bildirmişlerdir. Masuda ve diğ. (2006), patlıcanda ve biberde gece ilave ışık uygulamasının kuru madde üretim miktarlarının belirlenmesi amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırmacılar, ışık yoğunluğu arttığında bitki toplam kuru ağırlığının da doğrusal olarak artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Duong ve diğ. (2003); çilekte yaptıkları çalışmada LED ışık altında büyütülen fidelerde, toplam yaş ve kuru ağırlıklarında belirgin azalışlar meydana geldiğini belirlemişlerdir. Jankauskienė ve Kasiulevičiūtė (2013), HPS lambalara göre mavi ve yeşil LED ışık altında büyüyen hıyar bitkilerinde toplam bitki kuru ağırlığı değerlerinde artışlar olduğunu saptamışlardır.

5.4 Domates, Biber ve Patlıcan Fidelerinin Vejetatif Büyümesi Üzerine Kantitatif Parametrelerin İrdelenmesi

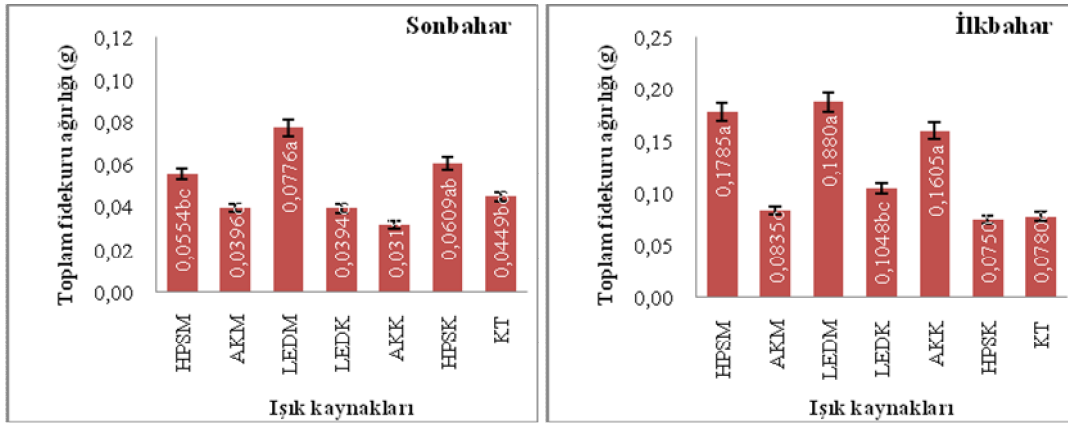
5.4.1 Oransal kök ağırlığı (OKA)

Araştırmada sonbahar dönemi domateste en yüksek oransal kök ağırlığı değeri LEDM uygulamasında (0.1977) ve ilkbahar döneminde ise HPSM uygulamasında (0.1343) bulunmuştur (Şekil 5.37). Sarıbaş (2013), organik domates ve patlıcan fidesi üretiminde düşük sıcaklık ve düşük ışık şiddeti şartlarında OKA'nın en yüksek değerine ulaştırdığını bildirmiştir. Köksal ve diğ. (2013), LED aydınlatma sisteminin domates bitkisinin gelişimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Kök kuru ağırlığı/bitki kuru ağırlığı oranı (OKA) üzerine kırmızı-turuncu LED lamba ile ek aydınlatmanın bir etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir. Bu çalışmaları destekler nitelikte incelediğimiz tüm ışık uygulamaları ve kullandığımız tüm türlerde ilkbahar döneminde sonbahar dönemine göre daha düşük OKA değerleri saptanmıştır.

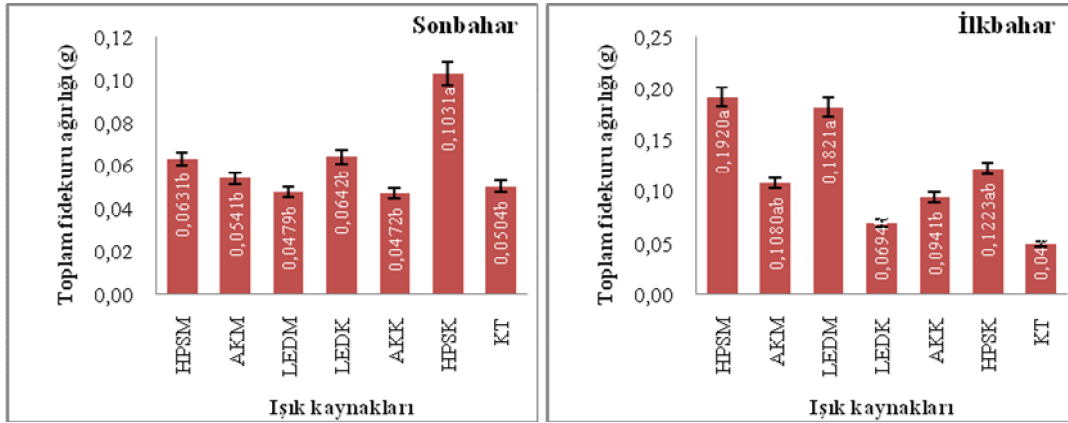
Biber yetiştiriciliğinde sonbahar döneminde oransal kök ağırlığı yönünden en yüksek değer KT uygulamasında ve ilkbaharda ise LEDM uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 5.38). Her iki yetiştirme döneminde de oransal kök ağırlığı yönünden istatistiksel olarak çok önemli seviyede farklılıkların olduğu saptanmıştır.



Şekil 5. 34 Işık kaynaklarının farklı dönemlerde yetiştirilen domates fidelerinin toplam kuru ağırlıkları üzerine etkileri.



Şekil 5. 35 Işık kaynaklarının farklı dönemlerde yetiştirilen biber fidelerinin toplam kuru ağırlıkları üzerine etkileri.



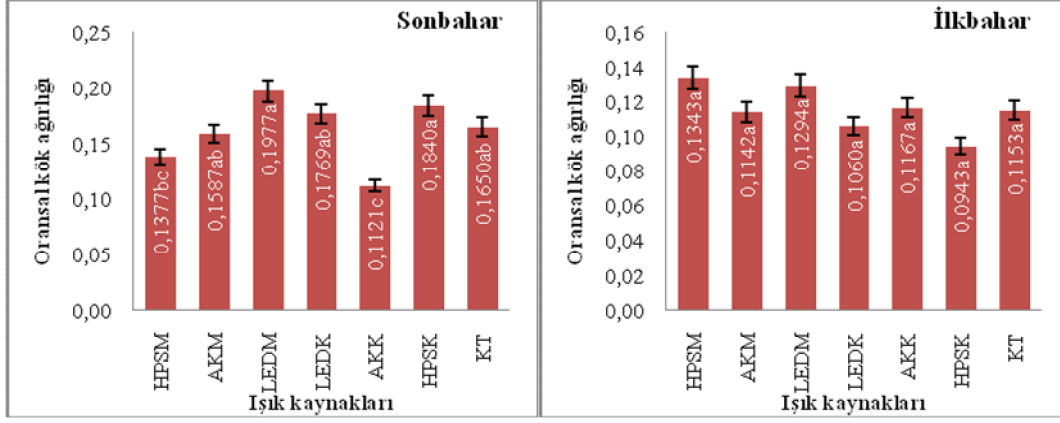
Şekil 5. 36 Işık kaynaklarının farklı dönemlerde yetiştirilen patlıcan fidelerinin toplam kuru ağırlıkları üzerine etkileri.

Kandemir (2005), biberde yaptığı çalışmada yüksek ışık şartlarında sıcaklığın 30°C'den 17°C'ye kadar azalmasıyla beraber oransal kök ağırlığında azalma olduğunu ancak sıcaklığın 17°C'den 14°C'ye kadar azalmasıyla oransal kök ağırlığında belli belirsiz eğrisel olarak bir artışın söz konusu olduğunu bildirmiştir. Araştırmacı, düşük ışık şartlarında sıcaklığın 30°C'den 21°C'ye kadar azalmasıyla oransal kök ağırlığı da azaldığını ve sıcaklığın 21°C'den 14°C'ye kadar düştüğü durumda ise eğrisel olarak bir artış gösterdiğini tespit etmiştir. Ayrıca sıcaklıkla ışığın oransal kök ağırlığı üzerine interaktif bir etkisinin olduğunu bildirmiştir.

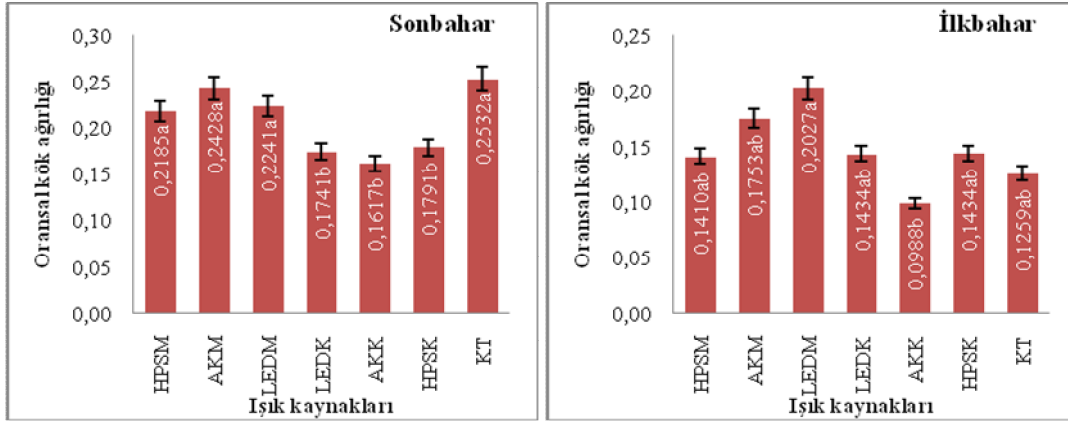
Çalışmada sonbahar döneminde patlıcanda en yüksek oransal kök ağırlığı 0.2074 ile KT uygulamasında tespit edilmiştir. İlkbahar yetiştiriciliğinde ise en yüksek oransal kök ağırlığı KT uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 5.39). Özkaraman (2004), OKA parametresinin sıcaklık ve ışık şiddeti sınırlarında zamanla azaldığını bildirmiştir. Tez çalışma sonucunda; genel olarak biber ve patlıcanda KT uygulamalarda OKA değerinin en yüksek değerlere ulaştığı saptanmıştır.

5.4.2 Oransal gövde ağırlığı (OGA)

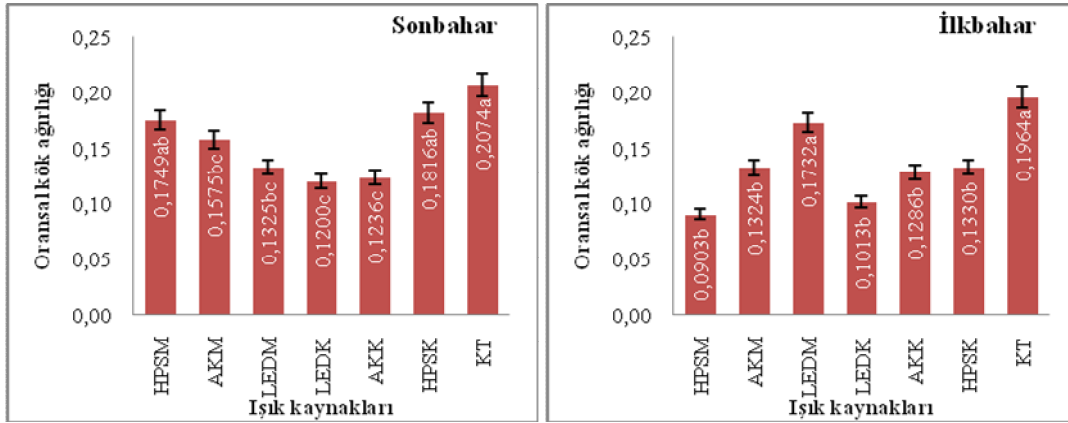
Oransal gövde ağırlığı değerleri yönünden sonbahar döneminde domateste en yüksek değer 0.3159 ile AKM uygulamasında belirlenmiştir. İlkbahar döneminde ise 0.2801 - 0.4092 arasında tespit edilmiştir (Şekil 5.40). Sonbahar biber yetiştiriciliğinde en yüksek OGA değeri 0.3741 ile AKM uygulamasında ve en düşük ise 0.2763 ile HPSK uygulamasından elde edilmiştir. İlkbahar biber yetiştiriciliğinde ise OGA değeri en yüksek 0.5688 AKK uygulamasında ve en düşük değeri ise 0.3639 ile LEDM uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 5.41). Her iki uygulama sonucunda oransal gövde ağırlığı yönünden istatistiksel olarak çok önemli seviyede farklılıkların ($P < 0.01$) olduğu saptanmıştır. Kandemir (2005), yüksek sıcaklık şartlarında ışığın artmasıyla birlikte oransal gövde ağırlığında doğrusal olarak çok az artış meydana geldiğini belirtmiştir. Düşük sıcaklık şartlarında ise ışığın azalmasıyla beraber oransal gövde ağırlığında doğrusal olarak artış olduğunu bildirmiştir. Bu araştırmaya benzer olarak; çalışmamız sonucunda ilkbahar döneminde yetiştirilen domates ve biber fidelerinin oransal gövde ağırlığı değerlerinin sonbahar döneminden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 5. 37 Farklı ışık kaynaklarının domates fidelerinde oransal kök ağırlığı değeri üzerine etkileri.



Şekil 5. 38 Farklı ışık kaynaklarının biber fidelerinde oransal kök ağırlığı değeri üzerine etkileri.

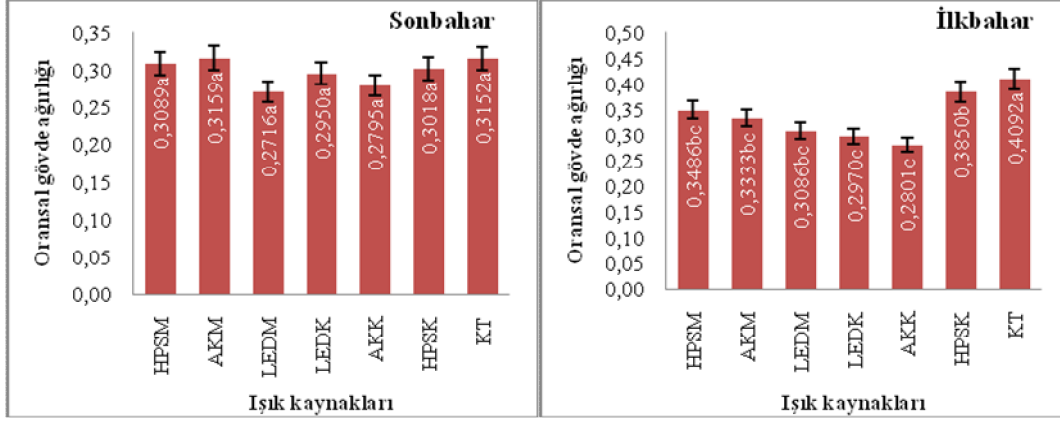


Şekil 5. 39 Farklı ışık kaynaklarının patlıcan fidelerinde oransal kök ağırlığı değeri üzerine etkileri.

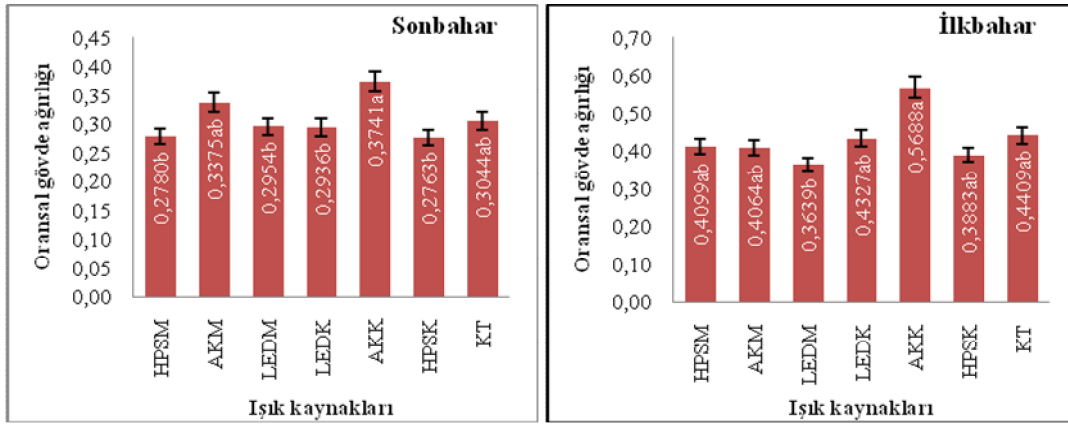
Sonbahar patlıcan yetiştiriciliğinde en yüksek oransal gövde ağırlığı 0.3618 ile AKK uygulamasında ve en düşük oransal gövde ağırlığı ise 0.2885 ile KT uygulamasından elde edilmiştir. İlkbahar döneminde ise oransal gövde ağırlığı yönünden en yüksek değer 0.4864 ile HPSM uygulamasında ve en düşük ise 0.2344 ile AKM uygulamasında saptanmıştır (Şekil 5.42). Uzun (1996), ışığın bitki morfolojisine olan etkisi sonucunda, düşük ışık koşullarında bitkilerde daha az kuru madde birikimi meydana geldiğini bildirmiştir. Araştırmacı, domates ve patlıcan bitkilerinde sıcaklık ve ışığın oransal gövde ağırlığı üzerine önemli etkide bulunduğunu, yüksek sıcaklık ve yüksek ışık koşullarında yetiştirilen bitkilerin, düşük ışık ve düşük sıcaklık koşullarında yetiştirilen bitkilerden daha yüksek oransal gövde ağırlığına sahip olduklarını tespit etmiştir. Artan sıcaklık ve ışık yoğunluğu ile birlikte ilkbahar döneminde kök oluşumuyla beraber oransal gövde ağırlığında artmakta olduğunu bildirmiştir. Araştırma sonucunda; yapay aydınlatma uygulamalarının genel olarak oransal gövde ağırlığını artırdığı saptanmıştır. Aynı zamanda, özellikle akkor lamba uygulamasının oransal gövde ağırlığı üzerine olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir.

5.4.3 Oransal yaprak ağırlığı (OYA)

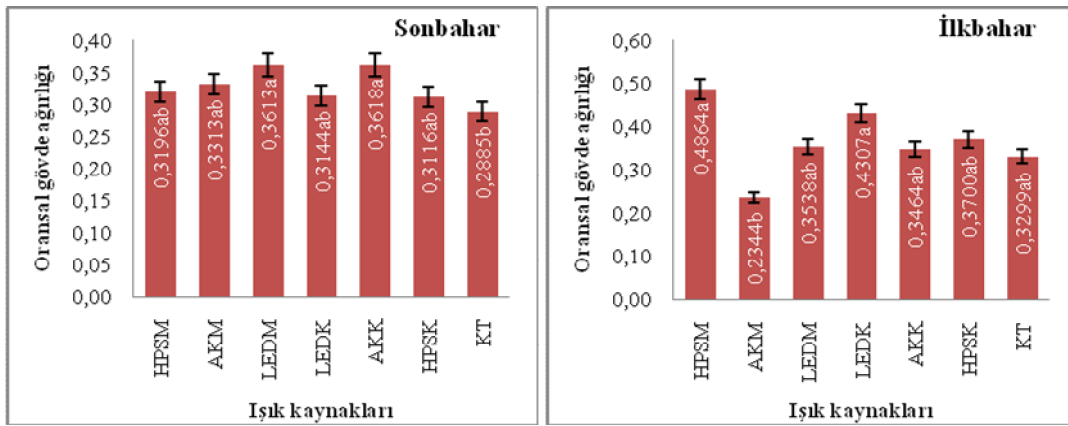
Araştırmada, her iki domates yetiştiriciliği döneminde oransal yaprak ağırlığı değerleri yönünden istatistiksel olarak çok önemli seviyede farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Sonbahar yetiştiriciliğinde en yüksek OYA 0.608 ile AKK uygulamasında ve en düşük ise 0.5198 KT uygulamasından elde edilmiştir. İlkbahar döneminde ise en yüksek değer, 0.6032 AKK uygulamasında ve en düşük ise 0.4754 ile KT uygulamasında bulunmuştur (Şekil 5.43). Fitter ve Hay (1987), domateste oransal yaprak ağırlığı üzerine yaptıkları araştırmada; oransal yaprak alanındaki değişimlerin özellikle özgül yaprak alanındaki değişikliklerden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Ayrıca, OYA'nın yüksek ışığa veya düşük ışığa ihtiyaç duyan bitki türlerine göre değişiklik gösterdiğini belirtmişlerdir. Sarıbaş (2013), organik domates fidesi üretiminde fide kalitesi ile çevre koşulları arasındaki ilişkileri araştırdığı çalışmada; domates fidelerinin düşük ışık şiddeti ve yüksek sıcaklıklarda oransal yaprak ağırlığının arttığını tespit etmiştir. Araştırmamız sonucunda yapay aydınlatma ile OYA'nın artış gösterdiği ve özellikle kırmızı renkli yapay aydınlatma sonucunda domates fidelerinde OYA'nın en yüksek değerlere ulaştığı belirlenmiştir.



Şekil 5. 40 Farklı ışık kaynaklarının domates fidelerinde oransal gövde ağırlığı değeri üzerine etkileri.



Şekil 5. 41 Farklı ışık kaynaklarının biber fidelerinde oransal gövde ağırlığı değeri üzerine etkileri.



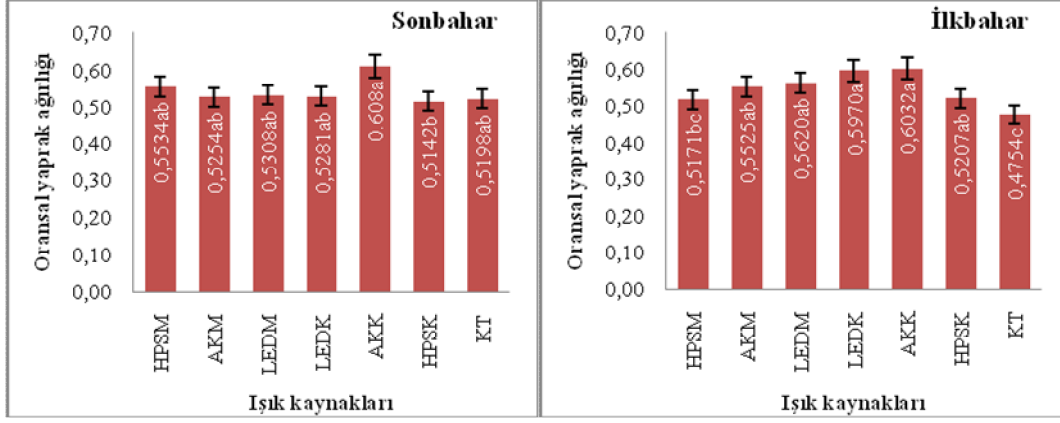
Şekil 5. 42 Farklı ışık kaynaklarının patlıcan fidelerinde oransal gövde ağırlığı değeri üzerine etkileri.

Çalışmada sonbahar döneminde biber fidelerinde en yüksek OYA 0.5446 ile HPSK uygulamasında bulunmuştur. İlkbahar yetiştiriciliğinde OYA değeri yönünden uygulamalara göre 0.3324 - 0.4492 arasında değişmiştir (Şekil 5.44). Masuda ve diğ. (2006), patlıcanda ve biberde gece ilave ışık uygulamasının yaprak kuru madde üretim miktarlarının belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada; ışık yoğunluğu $200 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ miktarının üzerine çıktığında bitkilerin kuvvetli ve sağlıklı bir şekilde büyüdüğü saptamışlardır. Özkaraman (2004), kavunda OYA'nın sıcaklık ve ışık arttıkça zamanla arttığını bildirmiştir. Kandemir (2005), biberde yaptığı çalışmada; OYA değerlerini 0.2 – 0.4 arasında tespit etmiştir. Bu literatürlere benzer şekilde çalışmamız sonucunda; sıcaklık ve güneş ışığını yüksek olduğu sonbahar döneminde OYA değerleri daha yüksek olarak elde edilmiştir.

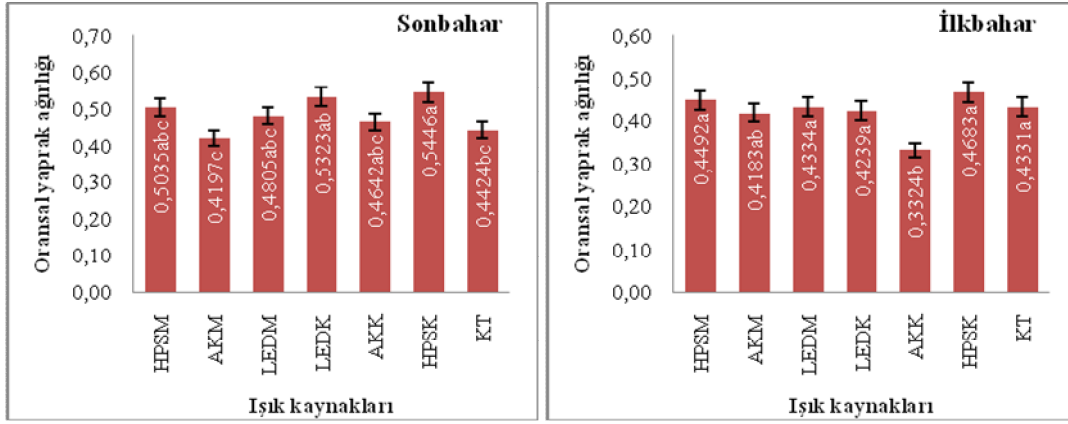
Patlıcan fidelerinde sonbahar döneminde en yüksek OYA 0.5657 ile LEDK uygulamasında bulunmuştur. İlkbahar döneminde bu değer, 0.4123 - 0.5250 arasında tespit edilmiştir (Şekil 5.45). Çalışma sonucunda; domateste olduğu gibi kırmızı renkli yapay aydınlatmanın, patlıcan bitkisinde de OYA'nın en yüksek değerlere ulaştığı tespit edilmiştir. Sarıbaş (2013), patlıcan fidelerinde düşük ışık şiddeti şartlarında artan sıcaklıkla birlikte OYA'da hızlı bir şekilde artış gösterdiğini belirlemiştir.

5.4.4 Özgül yaprak alanı (ÖYA)

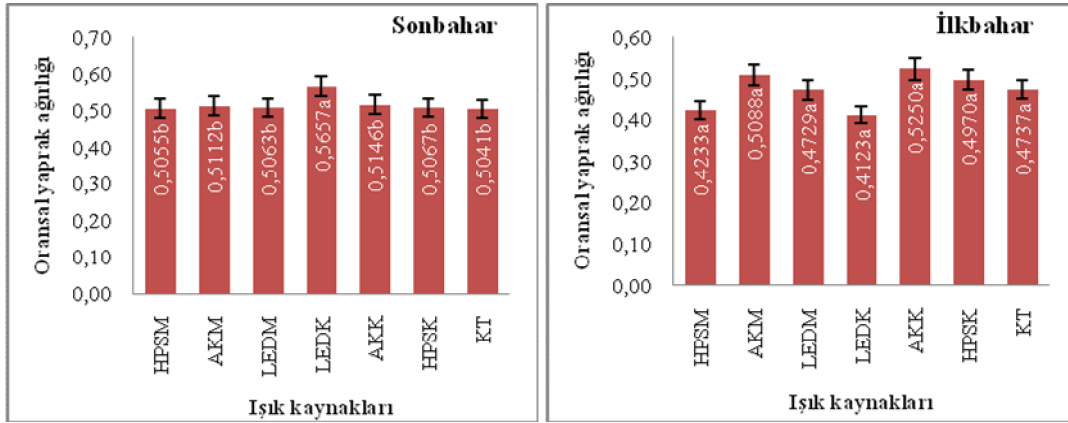
Bitkilerin özgül yaprak alanları bitki tür ve çeşidine bağlı olmakla beraber bitkinin yetiştiği çevre koşullarına göre önemli değişiklikler göstermektedir (Özbakır ve diğ., 2012; Yıldız, 2013) Çalışmada ÖYA değerleri yönünden yapılan incelemede sonbahar domates yetiştiriciliğinde en büyük ÖYA değeri $807.06 \text{ cm}^2/\text{g}$ ile LEDK uygulamasında ve en az ise $494.10 \text{ cm}^2/\text{g}$ ile AKK uygulamasından elde edilmiştir. İlkbahar yetiştiriciliğinde ise ÖYA değerleri $389.23 \text{ cm}^2/\text{g}$ - $934.93 \text{ cm}^2/\text{g}$ arasında ölçülmüştür (Şekil 5.46). Sonbahar ve ilkbahar domates yetiştiriciliğinde ÖYA değerleri yönünden istatistiksel olarak çok önemli düzeyde farklılıkların olduğu saptanmıştır. Liu ve diğ. (2012), farklı ışık spektrumlarında yetiştirilen domates fidelerinde turuncu ve yeşil ışık altında yetiştirilen fidelerin en yüksek ÖYA'na sahip olduğu saptanmıştır. En düşük ÖYA değeri, kırmızı-mavi ışık altında bulunmuştur.



Şekil 5. 43 Farklı ışık kaynaklarının domates fidelerinde oransal yaprak ağırlığı değeri üzerine etkileri.



Şekil 5. 44 Farklı ışık kaynaklarının biber fidelerinde oransal yaprak ağırlığı değeri üzerine etkileri.



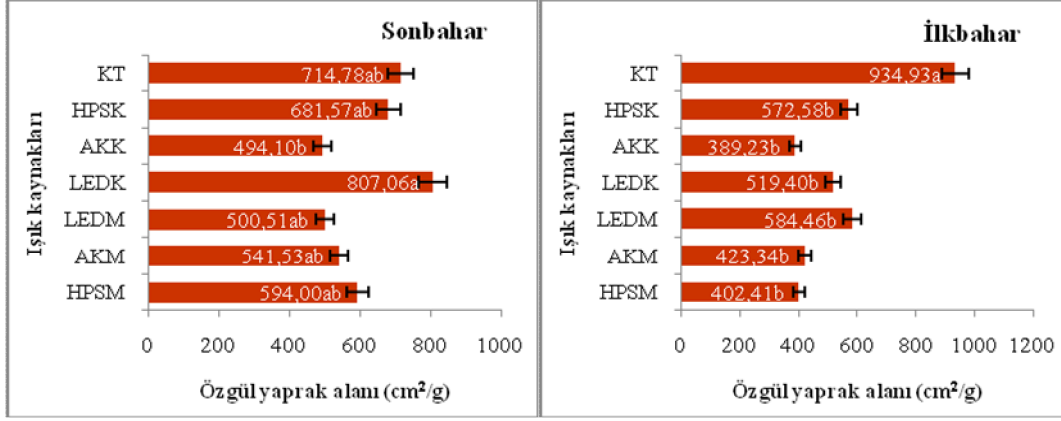
Şekil 5. 45 Farklı ışık kaynaklarının patlıcan fidelerinde oransal yaprak ağırlığı değeri üzerine etkileri.

Fan ve diğ., (2013), domates fidelerinde fotosentetik ışık akısı yoğunluğu yükseldikçe özgül yaprak ağırlığının azaldığı bildirmişlerdir. Sarıbaş (2013), domates fidelerinde ÖYA'nın sıcaklık ve ışık şiddetinin düşük olduğu şartlarda en yüksek değerine ulaştığı saptamıştır. Bu çalışmalarını destekler nitelikte olarak, özellikle düşük sıcaklıklarda domates fide yetiştiriciliğinde ilkbahar döneminde KT uygulamasının ÖYA değeri bakımından öne çıktığı tespit edilmiştir.

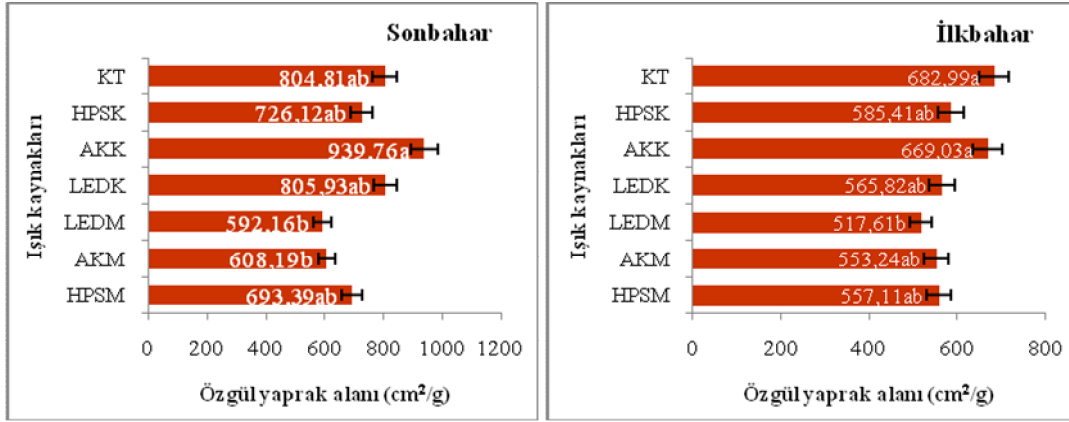
Sonbahar dönemi biber yetiştiriciliğinde ÖYA yönünden en yüksek değer 939.76 cm²/g ile AKK uygulamasında ve en düşük ise 592.16 cm²/g ile LEDM uygulamasında tespit edilmiştir. İlkbahar döneminde ise bu değer, en yüksek 682.99 cm²/g ile KT uygulamasında ve en küçük ise 517.61 cm²/g ile LEDM uygulamasında ölçülmüştür (Şekil 5.47). Patlıcan yetiştiriciliği sonbahar döneminde ÖYA değeri en yüksek 1161.61 cm²/g ile LEDM uygulamasında ölçülürken, ilkbaharda bu değer 1036.98 cm²/g ile LEDK uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 5.48). Kandemir (2005), biberde sıcaklık ve ışığın etkilerini araştırdığı çalışmada özgül yaprak alanı değerlerini 200 – 700 cm²/g arasında bulmuştur. Özkaraman (2004), özgül yaprak alanı parametresinin düşük ışık şiddeti ve yüksek sıcaklıkta arttığını belirlemiştir. Brown ve diğ. (1995), biberde yaptıkları çalışmada, LED uygulamalarına göre metal halide lambalar altında yetiştirilen fidelerde özgül yaprak alanının daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmamız sonucunda; biberde ve patlıcanda diğer ışık kaynaklarına göre ortama yaydığı ısı miktarı çok düşük olan LED ışık kaynağı uygulamalarının özgül yaprak alanını olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir.

5.4.5 Oransal yaprak alanı (YAO)

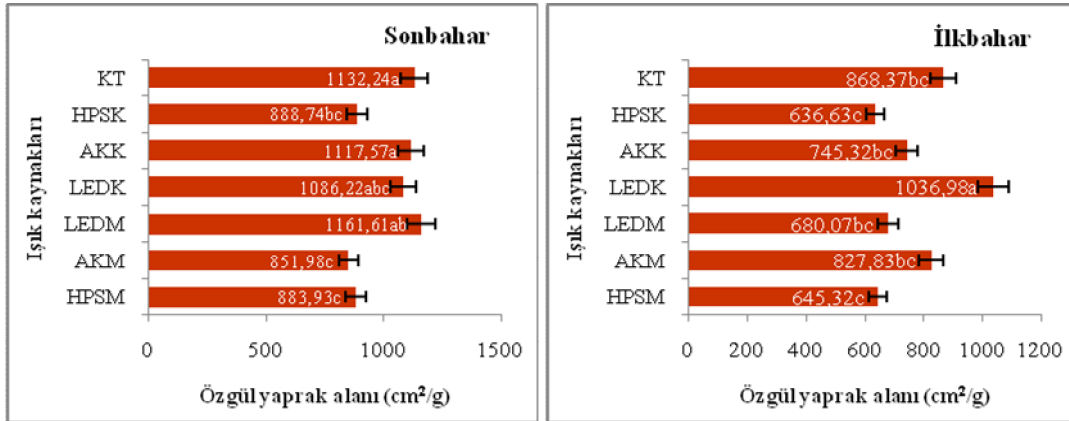
Oransal yaprak alanı, birim ağırlıktaki yaprak alanının toplam bitki kuru ağırlığına oranlanmasıyla elde edilen bir parametredir (Uzun, 1997). Denemede sonbahar dönemi domates yetiştiriciliğinde oransal yaprak alanı yönünden en yüksek değer 426.20 cm²/g ile LEDK uygulamasından elde edilmiştir. İlkbahar döneminde ise bu değerler 208.08 cm²/g ile 444.51 cm²/g arasında değişim göstermiştir (Şekil 5.49). Sonbahar dönemi biber yetiştiriciliğinde en yüksek YAO değeri 436.24 cm²/g ile AKK uygulamasında ve en az ise 255.26 cm²/g ile AKM uygulamasında belirlenmiştir. İlkbahar yetiştiriciliğinde YAO değerleri 222.41 cm²/g - 295.81 cm²/g arasında değişim göstermiştir (Şekil 5.50).



Şekil 5. 46 Farklı ışık kaynaklarının domates fidelerinde özgül yaprak alanı değeri üzerine etkileri.



Şekil 5. 47 Farklı ışık kaynaklarının biber fidelerinde özgül yaprak alanı değeri üzerine etkileri.

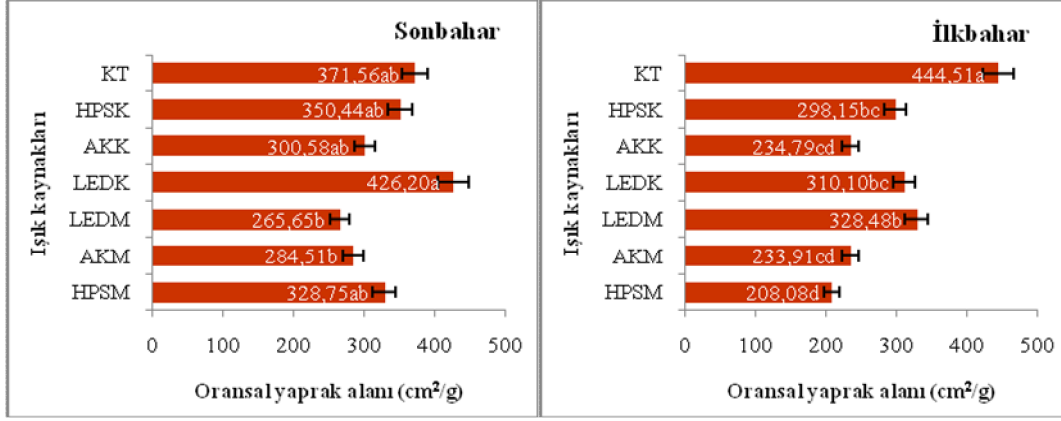


Şekil 5. 48 Farklı ışık kaynaklarının patlıcan fidelerinde özgül yaprak alanı değeri üzerine etkileri.

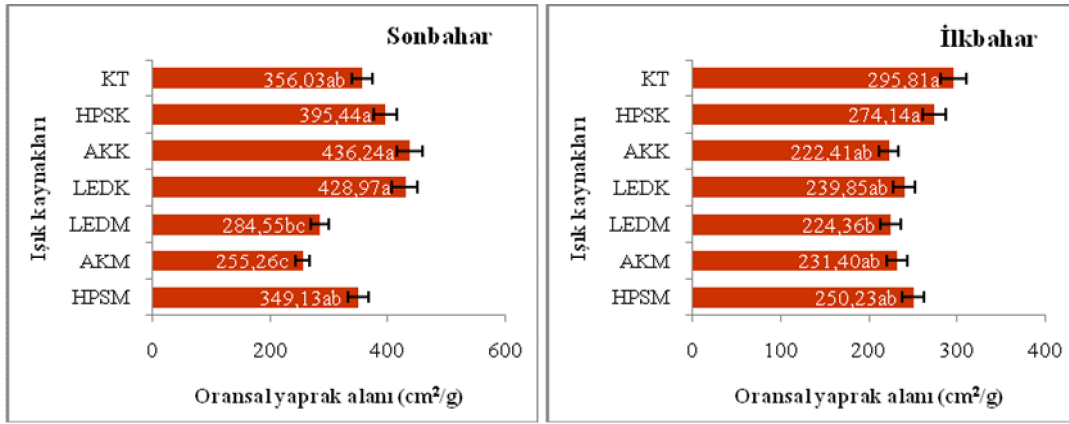
Patlıcanda sonbahar yetiştiriciliği döneminde en yüksek YAO değeri 614.47 cm²/g ile LEDK uygulamasında ve ilkbaharda ise 427.57 cm²/g ile yine LEDK uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 5.51). Domates, biber ve patlıcanda her iki dönemde de YAO yönünden istatistiksel olarak %1 düzeyinde farklılıkların olduğu saptanmıştır. Uzun (1996), düşük ışık koşullarında domates ve patlıcanın genellikle vejetatif büyüdüğünü, gövdede daha az kuru madde birikiminin söz konusu olduğunu ve bunun sonucunda oransal yaprak alanının arttığını kaydetmiştir. Araştırma verileri incelendiğinde YAO açısından farklı ışık kaynaklarının farklı sıcaklıklarda değişik etkiler oluşturduğu saptanmıştır. Ancak deneme sonuçlarına göre genel olarak KT uygulamasının en yüksek değerlere ulaştığı belirlenmiştir. McAvoy ve Janes (1990), domates fidelerinde farklı PPF'lerde yaptığı çalışma sonucu YAO değerlerinin 249 – 360 cm²/g arasında değiştiğini tespit etmiştir. Picken ve diğ. (1986), ışığın bitkideki kuru madde dağılımı üzerine çok önemli etkisinin olduğunu, ışık yoğunluğunun artması ile oransal yaprak alanının önemli düzeyde azaldığını belirtmişlerdir. Özkaraman (2004), YAO parametresinin sıcaklık ve ışık şiddeti sınırlarında zamanla azalış gösterdiğini belirlemiştir. Kandemir (2005), biberde ÖYA ile YAO birbirleriyle yakın ilişki içerisinde olduğunu bildirmiştir. Yani ışık yoğunluğu ve sıcaklıkta olan değişimlerin özgül yaprak alanını da aynı şekilde etkilemekte olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı, en yüksek özgül yaprak alanını düşük ışık ve yüksek sıcaklık koşullarında ve en düşük özgül yaprak alanını ise yüksek ışık ve düşük sıcaklık şartlarında oluşturduğunu belirlemiştir. Aynı şekilde Fitter ve Hay (1987), domateste yaptıkları araştırmada oransal yaprak alanındaki değişimlerin özellikle özgül yaprak alanındaki değişikliklerden kaynaklandığını bildirmişlerdir.

5.4.6 Yaprak kalınlığı

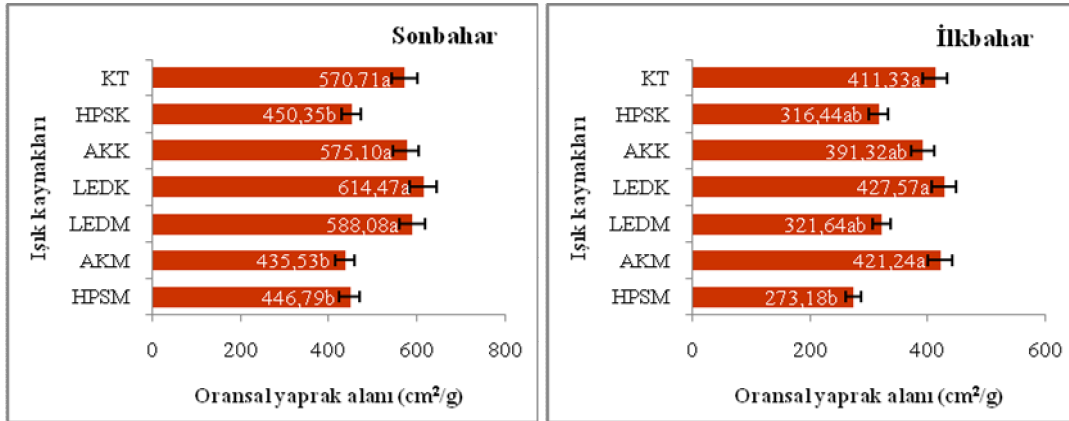
Domates fidelerinde sonbahar döneminde en kalın yaprak 0.002 g/cm² ile LEDM ve AKK uygulamasında ölçülmüştür. İlkbahar döneminde ise aynı değer 0.0026 g/cm² ile AKK uygulamasında tespit edilmiştir (Şekil 5.52). Fan ve diğ. (2013), domates fidelerinin büyümesi ve yaprak gelişimi üzerine kırmızı ve mavi ışık (1:1) kombinasyonuna sahip (50, 150, 200, 300, 450 ve 550 µmol m⁻² s⁻¹) LED lambaların etkilerini incelemişlerdir. Fotosentetik ışık akısı yoğunluğu 50 µmol m⁻² s⁻¹'den 300 µmol m⁻² s⁻¹'e yükseldiğinde yaprak kalınlığını arttırdığı ve 300 - 450 µmol m⁻² s⁻¹ arasında yaprak kalınlığı açısından önemli bir değişikliğin olmadığını bildirmişlerdir.



Şekil 5. 49 Farklı ışık kaynaklarının domates fidelerinde oransal yaprak alanı değeri üzerine etkileri.



Şekil 5. 50 Farklı ışık kaynaklarının biber fidelerinde oransal yaprak alanı değeri üzerine etkileri.

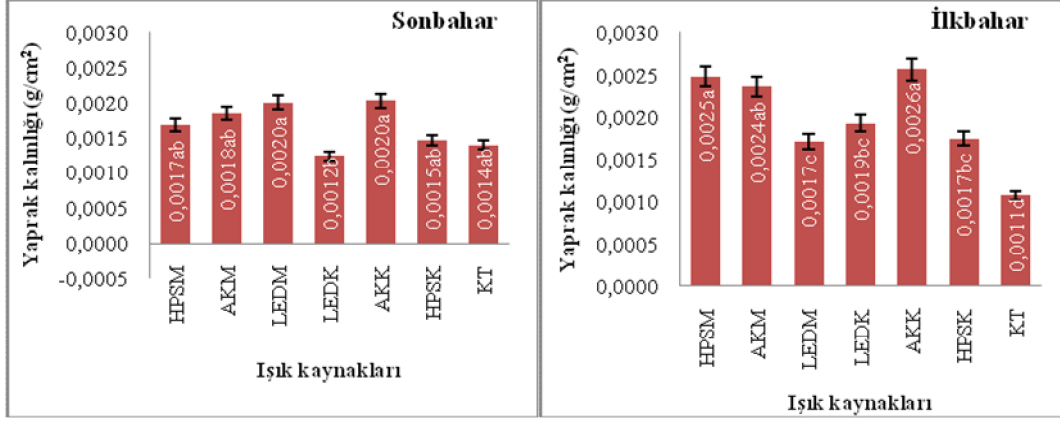


Şekil 5. 51 Farklı ışık kaynaklarının patlıcan fidelerinde oransal yaprak alanı değeri üzerine etkileri.

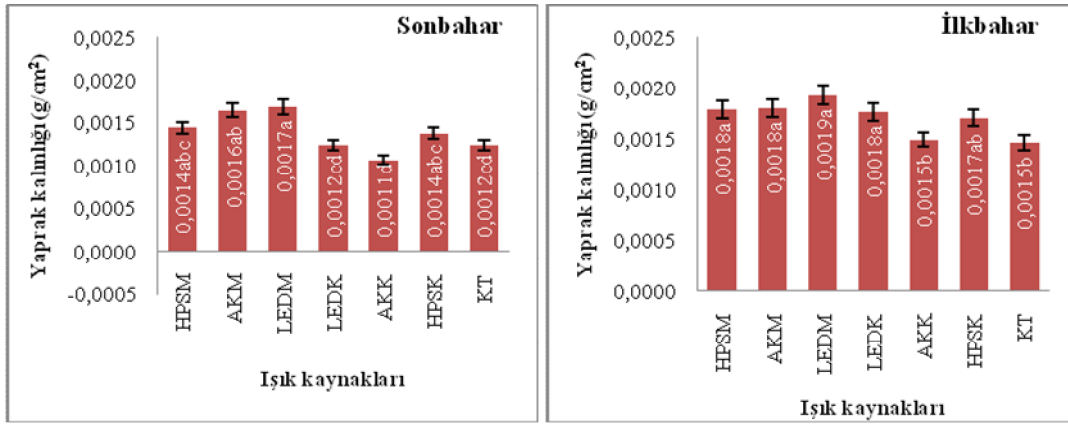
Picken ve diğ. (1986), ışığın domatesteki kuru madde dağılımı üzerine çok önemli etkisinin olduğunu ve yaprak kalınlığının artan ışık miktarıyla doğrusal olarak arttığını tespit etmişlerdir. Sarıbaş (2013), domates fidelerinde yaprak kalınlık değerlerini $0.001 - 0.008 \text{ g/cm}^2$ arasında elde etmiştir. Belirtilen literatürle ile belirlemiş olduğumuz yaprak kalınlık değerleri ışık kaynaklarına göre değişmekle birlikte uyumlu olarak bulunmuştur.

Biber fidelerinde sonbahar döneminde yaprak kalınlığı yönünden istatistiksel olarak çok önemli düzeyde farklılıkların olduğu belirlenmiştir. En kalın yaprak değeri 0.0017 g/cm^2 ile LEDM uygulamasında ve en ince yaprak kalınlığı ise 0.0011 g/cm^2 ile AKK uygulamasından elde edilmiştir. İlkbahar yetiştiriciliğinde yaprak kalınlığı yönünden en yüksek değer, 0.0019 g/cm^2 LEDM uygulamasında ölçülmüştür (Şekil 5.53). Araştırma sonucunda, en yüksek yaprak kalınlığı değeri LEDM ışık kaynağı uygulamasından elde edilmiştir. Bu sonuçlara benzer olarak Schuerger ve diğ. (1997); HPS, mavi floresan, kırmızı LED ve kırmızı-turuncu LED lambalar altında yetiştirilen biber bitkilerinde yaprak kalınlığının HPS lambalarda, diğer lambalara göre daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Kandemir (2005), biberde yaptığı çalışma sonucunda yüksek ışık ve yüksek sıcaklık ile yüksek ışık ve düşük sıcaklık şartlarında yaprak kalınlığı değerlerinin en yüksek sonuçlara ulaştığını bildirmiştir. Araştırmacı, yaprak kalınlığının yüksek ışık ve düşük sıcaklıklarda artmasının; bu şartlarda vejetatif büyümenin daha az olması sonucunda, fotosentezde üretilen kuru maddenin yapraklarda fazla birikmesinden kaynaklandığını ifade etmiştir.

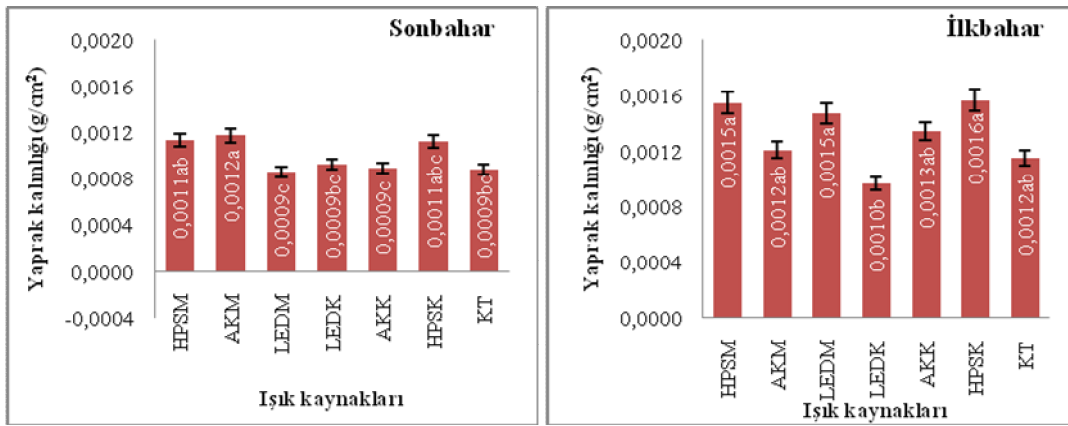
Yaprak kalınlığı yönünden sonbahar patlıcan döneminde en yüksek değer, 0.0012 g/cm^2 ile AKM uygulamasında elde edilmiştir. İlkbahar yetiştiriciliğinde ise bu değer, $0.0010 \text{ g/cm}^2 - 0.0016 \text{ g/cm}^2$ arasında değişmiştir (Şekil 5.54). Araştırma sonucunda, incelenen tüm türlerde her iki yetiştirme döneminde yaprak kalınlığı yönünden istatistiksel olarak çok önemli seviyede farklılıkların ($P < 0.01$) olduğu saptanmıştır. Sarıbaş (2013), patlıcan fidelerinde, genel olarak yüksek sıcaklık ve yüksek ışık şiddeti şartlarında en yüksek değerine ulaştığını bildirmiştir. Piszczek ve Glowacka (2008), hıyar da yaptığı çalışmada $50 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, $55 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ve $60 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ PPF'ye sahip mavi ışığa sahip floresan lambalar altında ve gün ışığı koşullarında fideleri yetiştirmişlerdir. Mavi ışığa sahip floresan altında PPF arttıkça yaprak kalınlığının da artmakta olduğu bulunmuştur.



Şekil 5. 52 Farklı ışık kaynaklarının domates fidelerinde yaprak kalınlığı değerlerinin değişimi.



Şekil 5. 53 Farklı ışık kaynaklarının biber fidelerinde yaprak kalınlığı değerlerinin değişimi.



Şekil 5. 54 Farklı ışık kaynaklarının patlıcan fidelerinde yaprak kalınlığı değerlerinin değişimi.

5.5 Farklı Işık Kaynaklarında Yetiştirilerek Seraya Dikilen Domates, Biber ve Patlıcanın Bitkisel Özellikleri İle Meyve Kalitesi ve Verim Unsurlar Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

5.5.1 Domates, biber ve patlıcanın bazı bitki özelliklerine ait sonuçlar

5.5.1.1 Bitki boyu ve boylanma hızının değişimi

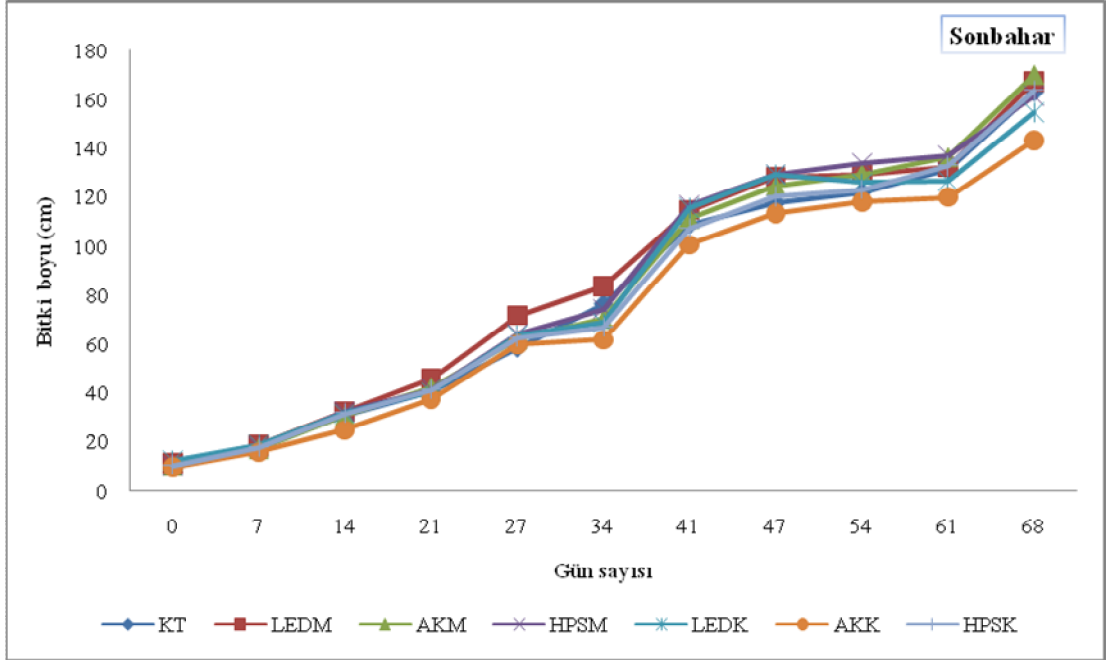
Denemede sonbahar dönemi domates fidelerinde en yüksek bitki boyu değeri, 170.1 cm ile AKM uygulamasında ölçülmüştür (Şekil 5.55). Bitki boylanma hızları, uygulamalara göre birbirine yakın değerlerde bulunmuştur (Şekil 5.56). İlkbahar yetiştiriciliğinde en yüksek bitki boyu, 179.3 cm ile AKM uygulamasında ölçülmüştür (Şekil 5.57). Bitki boylanma hızlarının ortam sıcaklığına bağlı olarak önce artan sonra azalan bir hızla artış gösterdiği saptanmıştır (Şekil 5.58). Deneme sonucunda her iki dönemde de AKM ışık kaynağı altında yetiştirilmiş domates bitkilerinin daha uzun boylu oldukları belirlenmiştir. Brazaityté ve Kasiulevičiūtė (2013), HPS lambalara takviye olarak mavi LED lambalar altında yetiştirilen domateste ek mavi ışık kullanıldığında bitki boyunun daha fazla arttığını ifade etmişlerdir. Ayrıca kullanılan domates çeşitlerine göre de bu artış miktarlarının farklılık gösterdiği bildirilmiştir. Uzun (1996), domateste bitki boyu üzerine sıcaklık ve ışık şiddetinin çok önemli interaktif etkisinin olduğunu, en yüksek bitki boyunun düşük ışık ve yüksek sıcaklık koşullarında elde edildiğini bildirmiştir. McCall (1992), yapay ışıklandırmanın seviyesinin artması ile bitki boyunda önemli artışların saplandığını bildirmiştir. Jankauskienė ve Kasiulevičiūtė (2013), HPS lambalara göre mavi ve yeşil LED ışık altında büyüyen hıyar bitkilerinde; bitki boyu değerlerinde artışlar olduğunu tespit etmişlerdir. Hıyar çeşitlerinde en yüksek büyüme hızının mavi ışığa sahip LED lambalar altında olduğunu belirlemişlerdir. Mortensen ve Stromme (1987), domateste yaptıkları çalışmada mavi ışığın bitki boyunu kuvvetli bir şekilde azalttığını bildirmiştir. Bu literatür araştırmada belirtilen sonuçlar ile uyumlu bulunmamıştır. Bu durum yapılan çalışmanın doğal ışık takviyesi olmadan sadece tek renk ile bitkilere uygulama yapılmasından kaynaklanmaktadır.

Sonbahar döneminde biberde bitki boyu en yüksek 85.7 ile AKM ve en kısa 78.6 cm ile AKK uygulamasında ölçülmüştür (Şekil 5.59). Bitki boylanma hızı bakımından uygulamalar arasında belirgin bir farklılık bulunmamıştır (Şekil 5.60). İlkbahar döneminde en yüksek bitki boyu, 99.4 - 126.4 cm arasında değişim

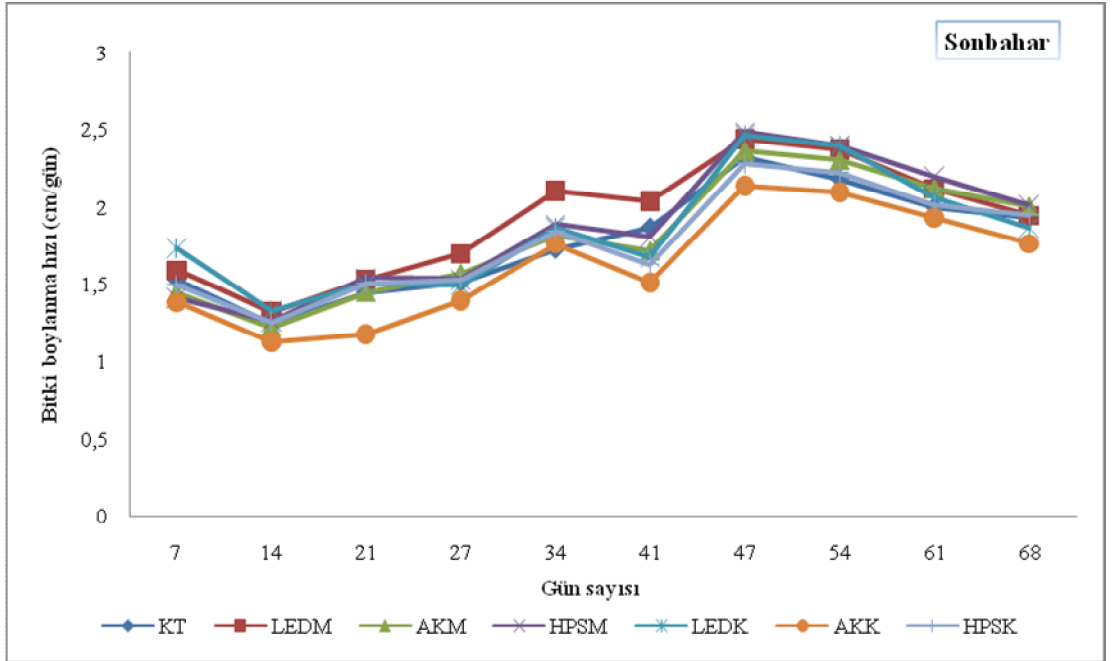
göstermiştir (Şekil 5.61). Bitki boylanma hızı değerleri yönünden, uygulamalar arasında belirgin bir farklılık saptanmamıştır (Şekil 5.62). Araştırmamız sonuçlarına göre domatestede olduğu gibi ATL uygulamasının bitki boyu bakımından daha fazla öne çıktığı görülmüştür. Graham ve Decoteau (1995), ATL uygulaması altında yetiştirilen biber fidelerine ilave floresan uygulamasının bitki boyu üzerine olumlu etkilerinin olduğunu ifade etmişlerdir. Wyżgolik ve diğ. (2008), plastik seralarda farklı ışık koşullarında yetiştirilen biberde düşük fotosentetik aktif radyasyon (PAR) değeri altında yetişen bitkilerde bitki boyu uzama hızının daha yavaş olduğunu bildirmişlerdir.

Sonbahar patlıcan yetiştiriciliğinde en yüksek bitki boyu, 105.1 cm ile AKM uygulamasında ve en kısa bitki boyu ise 88.4 cm ile HPSK uygulamasında ölçülmüştür (Şekil 5.63). Bitki boylanma hızı bakımından, AKM uygulamasının daha fazla öne çıktığı belirlenmiştir (Şekil 5.64). İlkbahar yetiştiriciliğinde bitki boyu değerleri, 109.33 - 127.11 cm arasında değişim göstermiştir (Şekil 5.65). Bitki boylanma hızı yönünden, mavi ışık uygulamalarının daha fazla artış gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 5.66). Deneme verileri incelendiğinde; bitki boyları ve bitki boylanma hızlarının mavi renk uygulamaları sonucunda belirgin bir şekilde öne çıktığı görülmüştür. Piszczek ve Glowacka (2008), hıyar bitkisinin fidelerini farklı PPF'ye sahip mavi ışığa sahip floresan lambalar altında ve gün ışığı koşullarında yetiştirmişlerdir. Çalışma sonucunda; en uzun bitki boyunun ve boğumlar arası mesafenin mavi ışığa sahip floresan altında yetiştirilen bitkilerde olduğu belirlenmiştir. Uzun (1996), patlıcanda bitki boyunun sıcaklıkla doğrusal ve ışıkla tamamlayıcı etki gösterdiğini bildirmiştir.

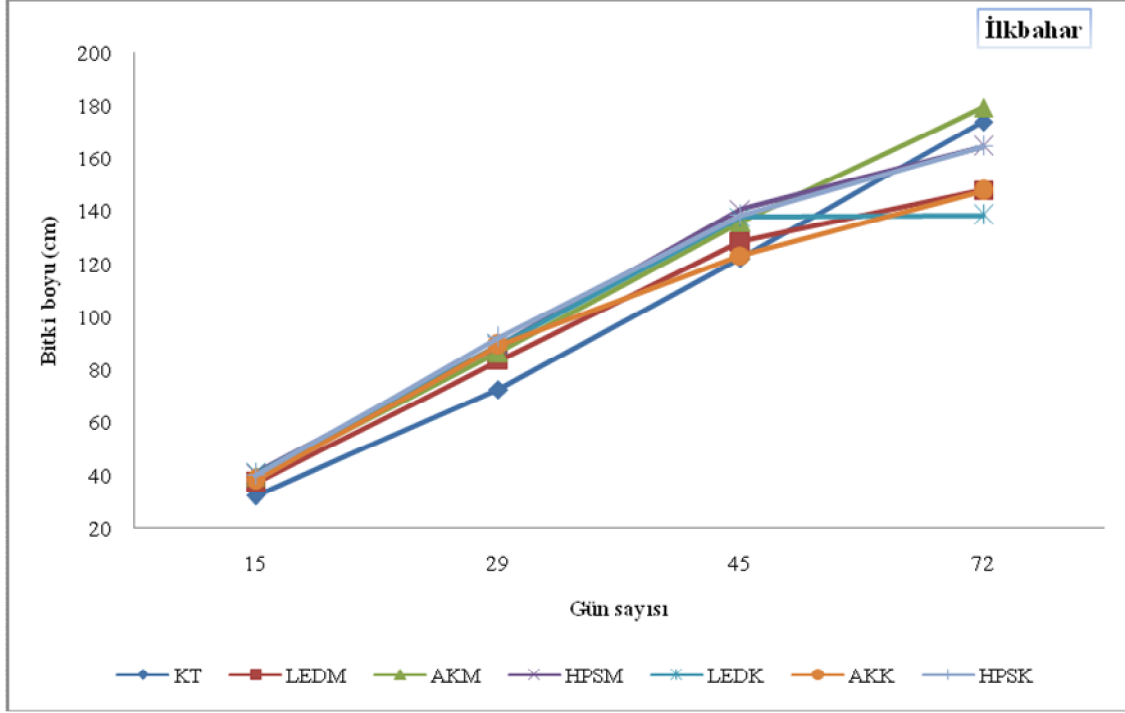
Ayrıca deneme verileri değerlendirildiğinde; sonbahar yetiştiriciliğinde bitki boylarının, ilkbahar yetiştiriciliğine göre daha düşük olduğu görülmüştür. Bunun sebebi sıcak ve yüksek güneş ışığı ile yaz aylarında bitki boyunun daha yavaş artması daha sonra sonbaharda düşük sıcaklık ve ışık koşullarında bitki boyunun belli bir döneme kadar hızlı artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan araştırmalarda her ışık renginin, bitkiler üzerine yaptığı etkilerin farklı olduğu saptanmıştır (Günay, 2005; Singh ve diğ., 2014). Ertekin (2002) ve Kandemir (2005), ışık yoğunluğunun azalması durumunda sürgünlerde boy uzamasına, cılızlaşmaya ve gevrekleşmeye yol açtığını bildirmiştir. Özkaraman (2004), bitki boyunun düşük ışık şiddeti ve yüksek sıcaklıkta daha fazla arttığını belirtmiştir.



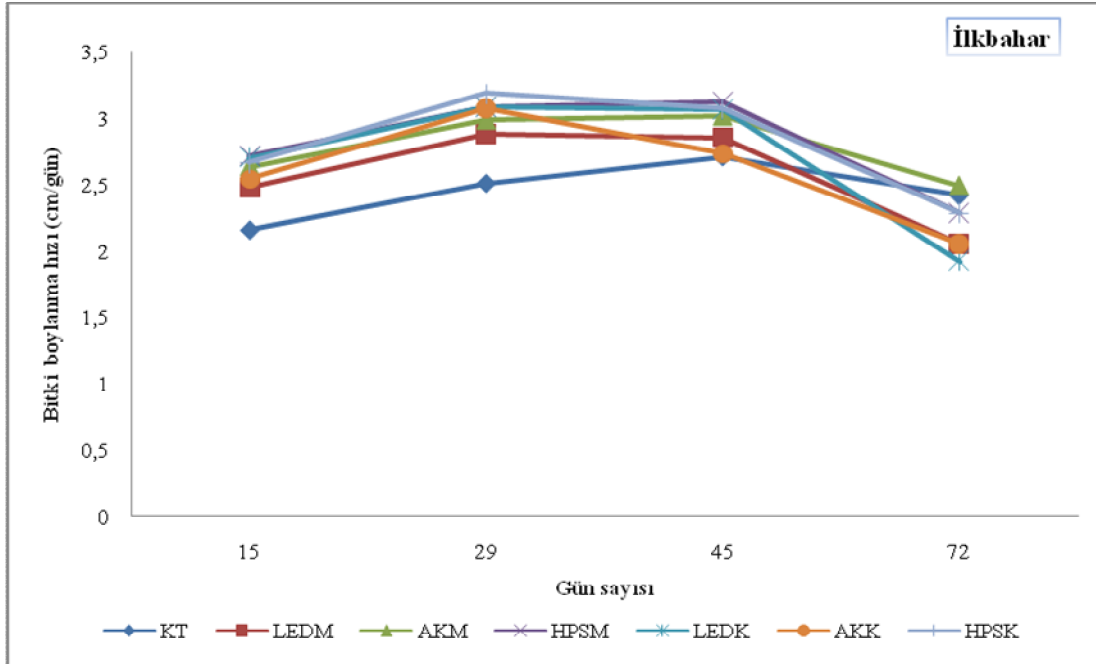
Şekil 5. 55 Sonbahar döneminde yetiştirilen domateslerde bitki boylarının değişimleri.



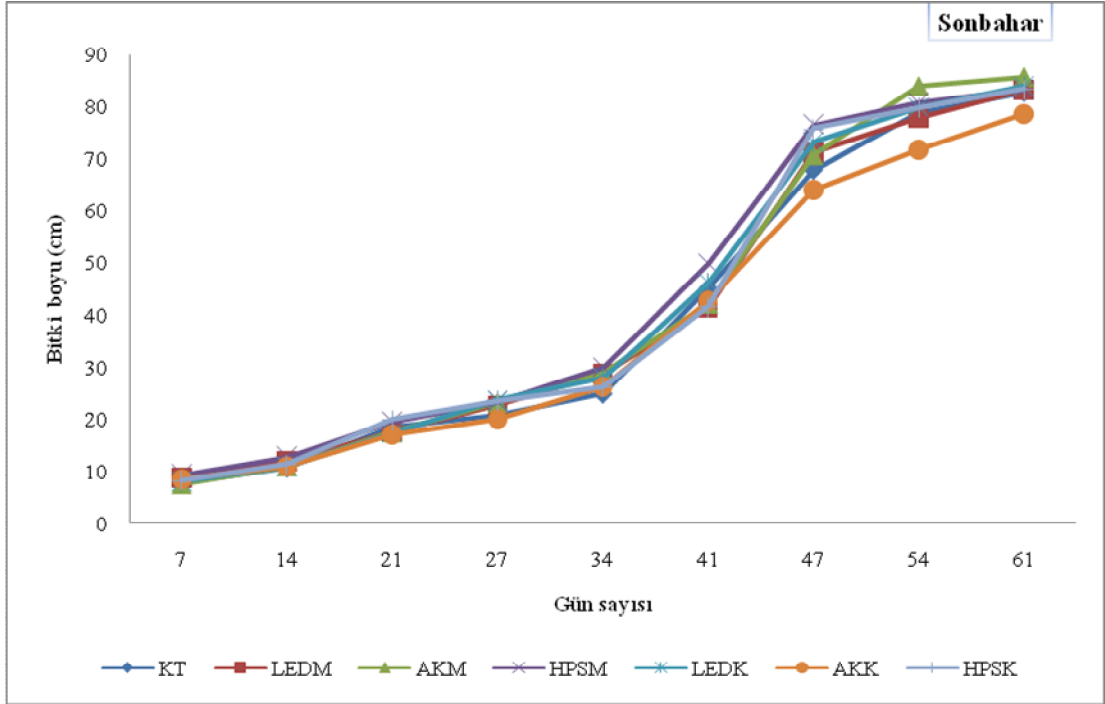
Şekil 5. 56 Sonbahar döneminde yetiştirilen domateslerde bitki boylanma hızlarının değişimleri.



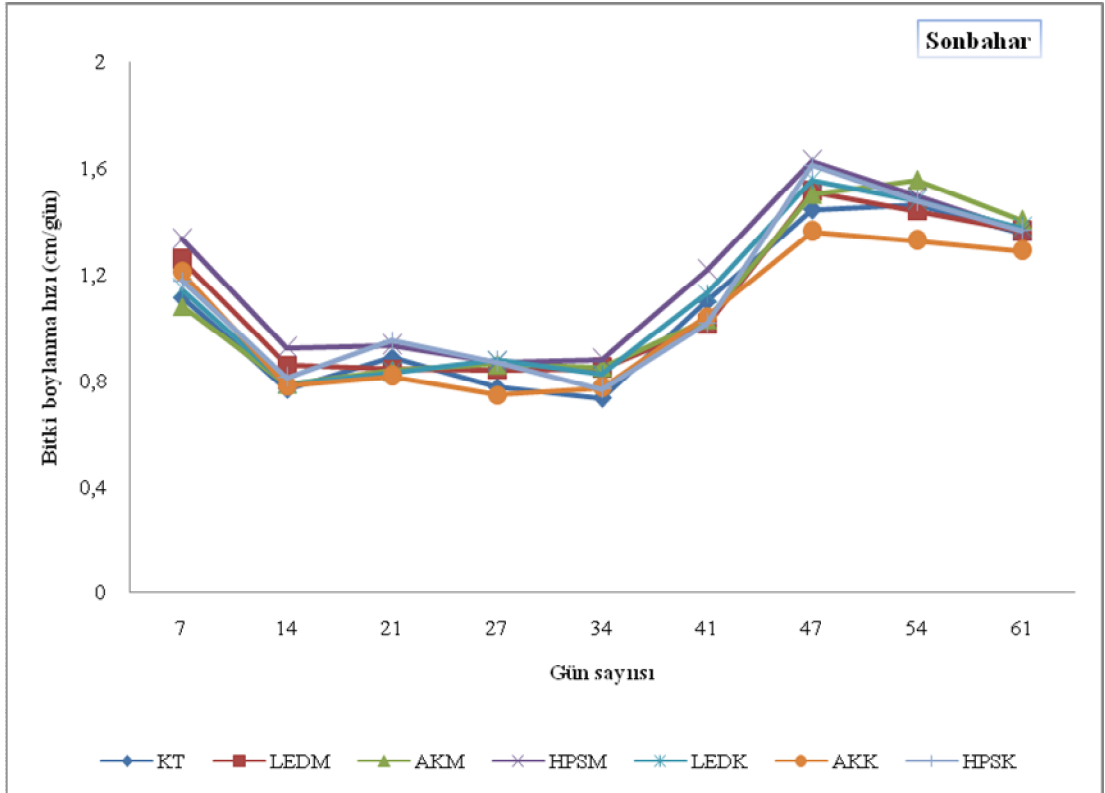
Şekil 5. 57 İlkbahar döneminde yetiştirilen domateslerde bitki boylarının değişimleri.



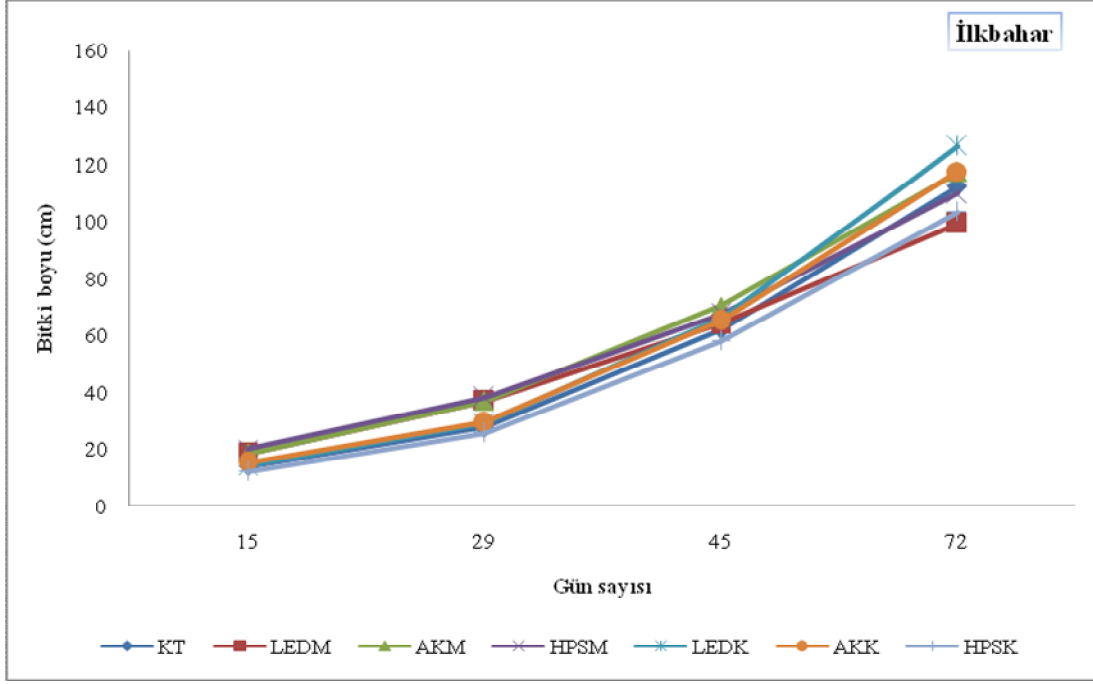
Şekil 5. 58 İlkbahar döneminde yetiştirilen domateslerde bitki boylanma hızlarının değişimleri.



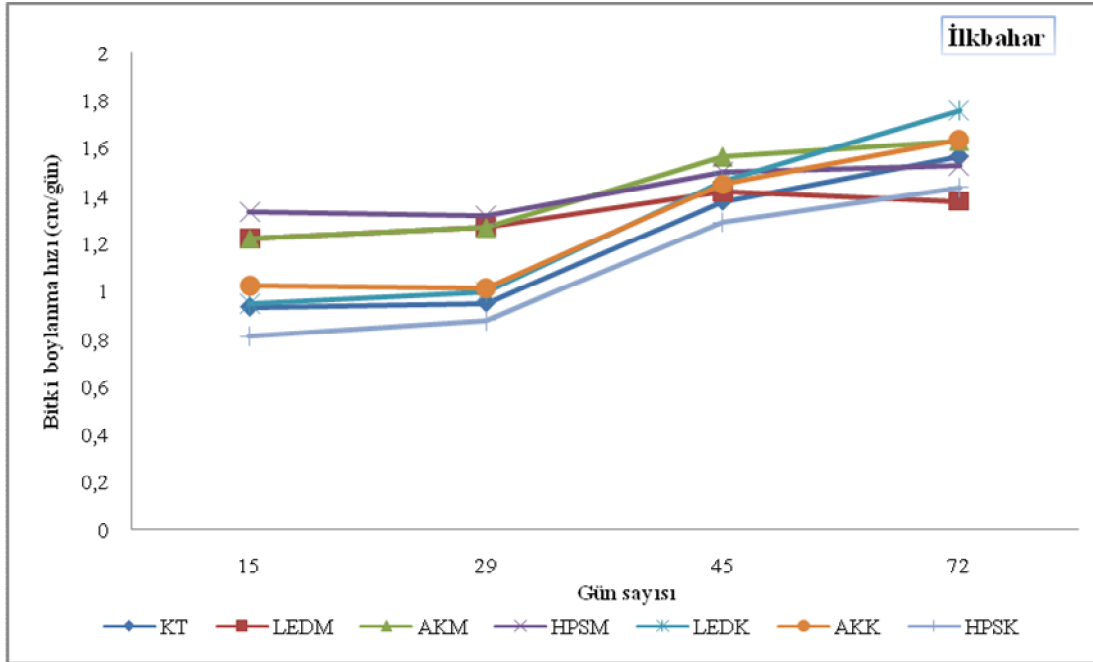
Şekil 5. 59 Sonbahar döneminde yetiştirilen biberlerde bitki boylarının değişimleri.



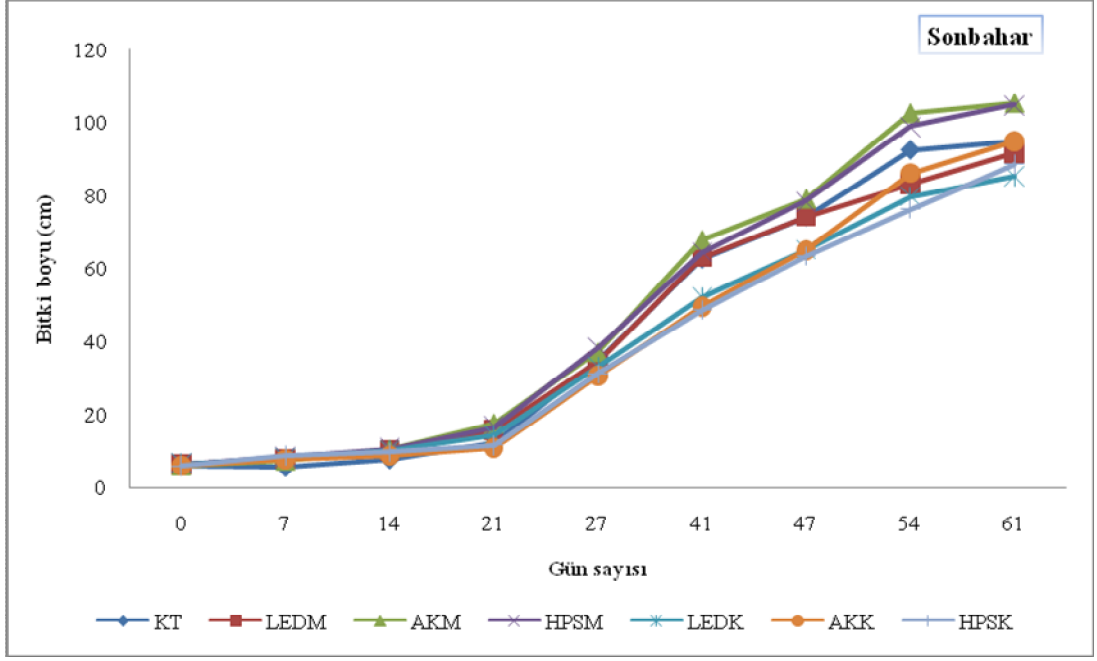
Şekil 5. 60 Sonbahar döneminde yetiştirilen biberlerde bitki boylanma hızlarının değişimleri.



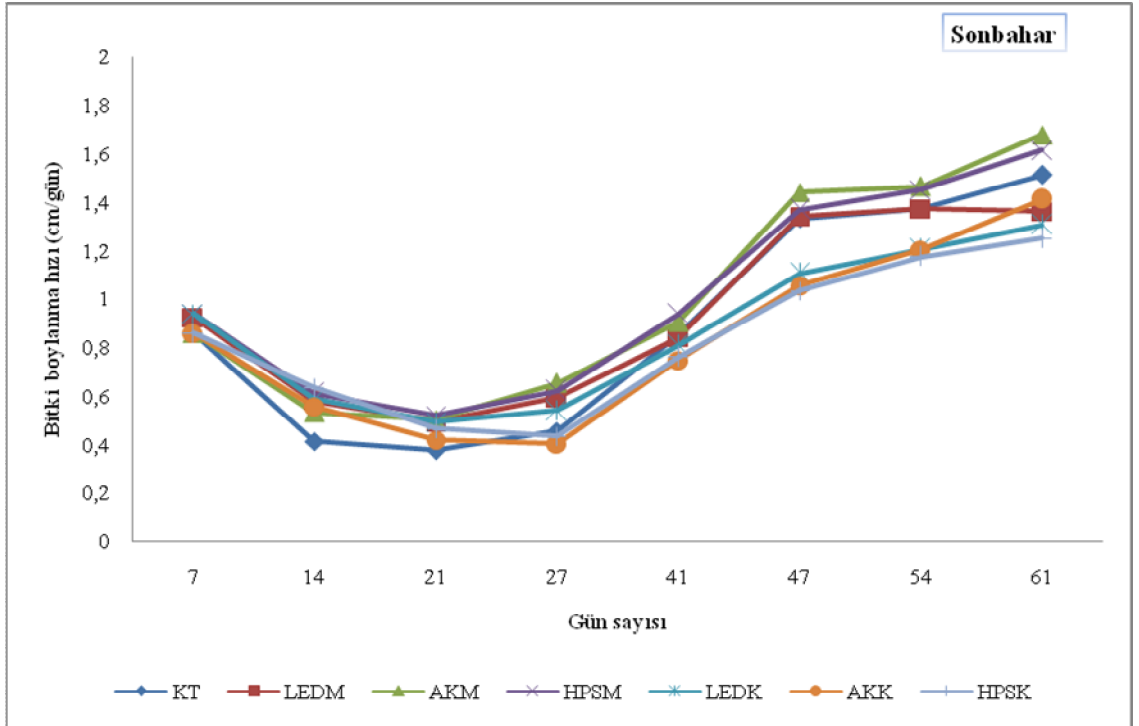
Şekil 5. 61 İlkbahar döneminde yetiştirilen biberlerde bitki boylarının değişimleri.



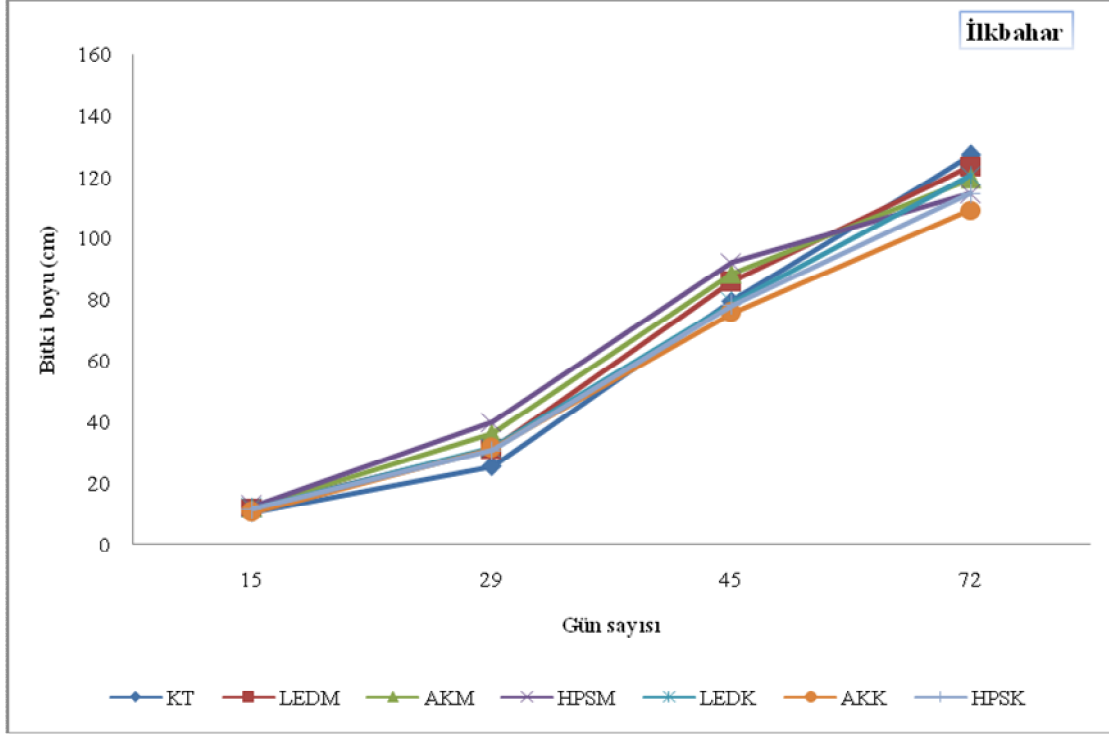
Şekil 5. 62 İlkbahar döneminde yetiştirilen biberlerde bitki boylanma hızlarının değişimleri.



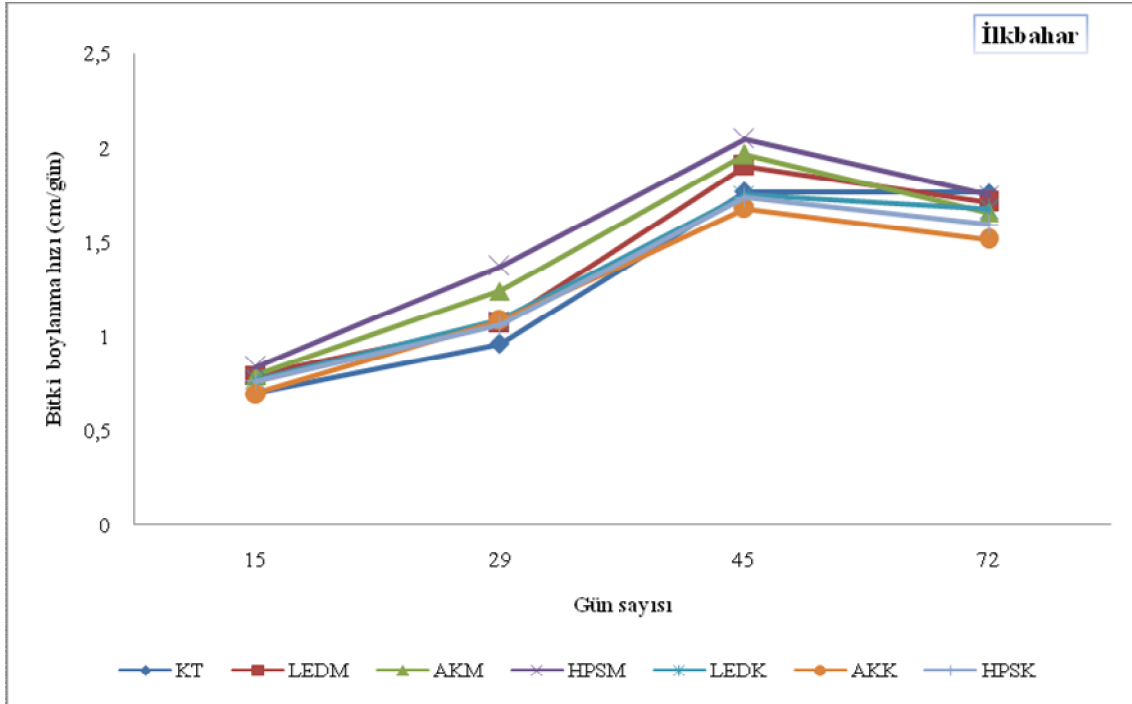
Şekil 5. 63 Sonbahar döneminde yetiştirilen patlıcanlarda bitki boylarının değişimleri.



Şekil 5. 64 Sonbahar döneminde yetiştirilen patlıcanlarda bitki boylanma hızlarının değişimleri.



Şekil 5. 65 İlkbahar döneminde yetiştirilen patlıcanlarda bitki boylarının değişimleri



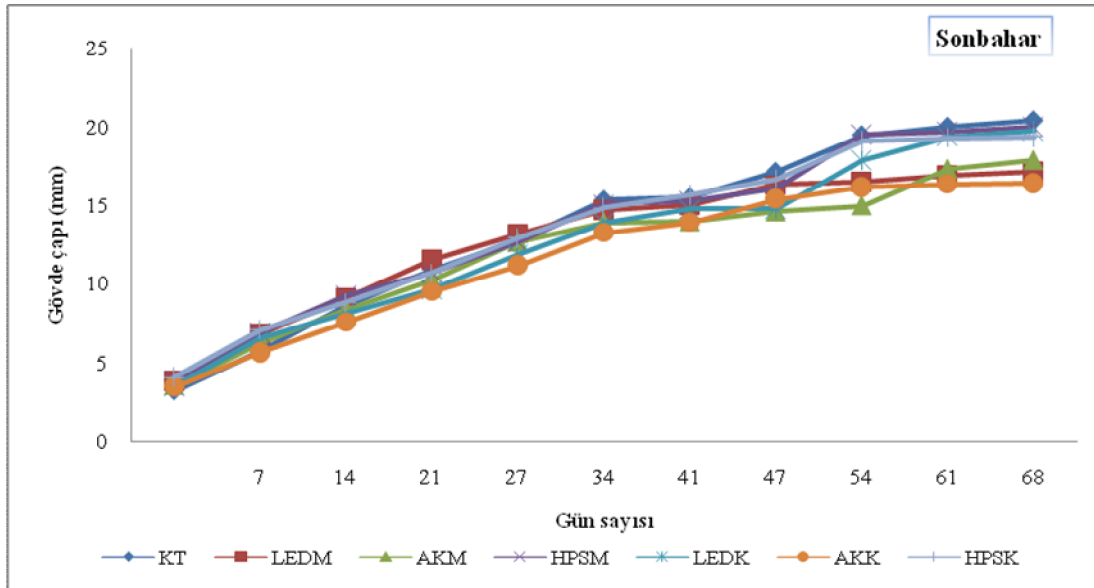
Şekil 5. 66 İlkbahar döneminde yetiştirilen patlıcanlarda bitki boylanma hızlarının değişimleri.

5.5.1.2 Gövde çapı ve gövde çapı artış hızının değişimi

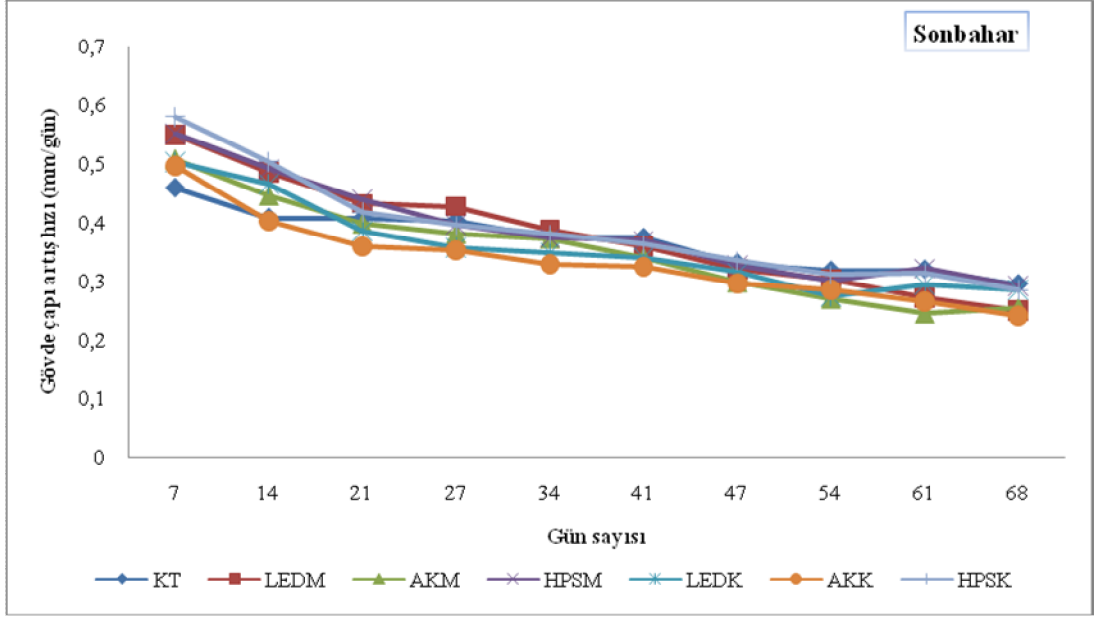
Sonbahar döneminde domates bitkilerinde en yüksek gövde çapı 19.5 mm ile HPSM uygulamasından ölçülmüştür (Şekil 5.67). Bu dönemde alınan verilere göre gövde çapı artış hızları, uygulamalara göre birbirine yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir (Şekil 5.68). İlkbahar yetiştiriciliğinde en yüksek gövde çapı 17.6 mm ile HPSK uygulamasında ve en ince gövde çapı değeri ise 13.9 mm ile AKM uygulamasında tespit edilmiştir (Şekil 5.69). Uygulamalarda gövde çapı artış hızlarının, neredeyse doğrusal bir hızda azalış gösterdikleri saptanmıştır (Şekil 5.70). Aydınşakir ve diğ. (2005), farklı ışık kaynaklarında altınbaşak bitkisinde, sodyum buharlı lamba (HPS) uygulamasının akkor telli lamba (ATL) uygulamasına göre gövde çapı yönünden daha olumlu sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir. Uzun (2001) domates ve patlıcanda bitki gövde çapı ile sıcaklık arasında pozitif eğrisel ve ışık şiddeti ile ise pozitif doğrusal bir ilişki bulunduğunu bildirmiştir. Özkaraman (2004), kavunda büyüme, gelişme ve verim üzerine kantitatif etkilerini araştırmıştır. Araştırmada, yüksek ışık şiddeti ve sıcaklıkta gövde çapının arttığı bildirilmiştir. Brazaityté ve Kasiulevičiūtė (2013), HPS lambalara takviye olarak mavi LED lambalar altında yetiştirilen domates çeşitlerinde; ek mavi ışık kullanıldığında bitki gövde çapında belirgin artışlar olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmada sonbahar biber yetiştiriciliğinde; en yüksek gövde çapı 13.4 mm ile HPSM uygulamasında ve en zayıf gövde çapı ise 12 mm ile AKK uygulamasında ölçülmüştür (Şekil 5.71). Gövde çapı artış hızı bakımından uygulamalar arasında belirgin bir farklılık görülmemiştir (Şekil 5.72). İlkbahar yetiştiriciliğinde en fazla gövde çapı değeri 16.9 mm ile LEDM uygulamasında ve en zayıf gövde çapı ise 14 mm ile HPSK uygulamasında tespit edilmiştir (Şekil 5.73). Biber bitkilerinde gövde çapı artış hızı yönünden, KT uygulamasının en düşük değerlere sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 5.74). Kandemir (2005), biberde artan sıcaklık ve ışık altında gövde çapının eğrisel olarak arttığını bildirmiştir. Hem yüksek ve hem de düşük sıcaklık şartlarında ışığın $1500 \text{ Mmol/m}^2/\text{s}$ 'den $70 \text{ Mmol/m}^2/\text{s}$ 'ye azalmasıyla birlikte bitki gövde çaplarında azalmaların olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca, bitki gövde çapının, bitki boyu ile ilişki içerisinde olduğunu belirtmiştir. Bu durumu, yüksek sıcaklık ve yüksek ışık şartlarında bitkilerde boylanmanın az olması sonucunda fotosentezde üretilen kuru maddenin gövde de daha fazla birikmesi şeklinde açıklamıştır.

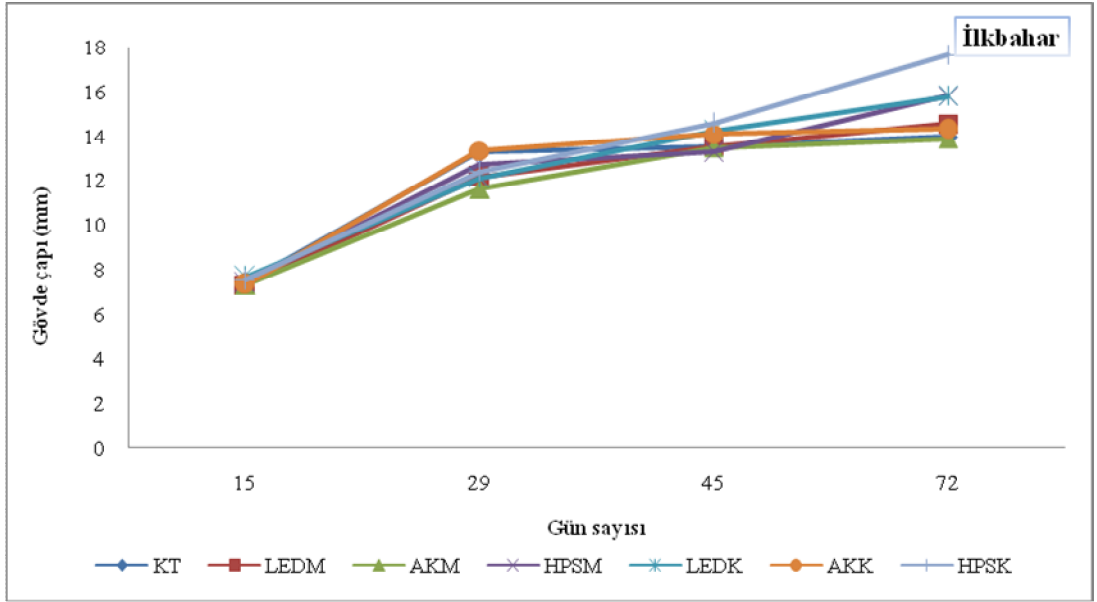
Gövde çapı değerleri yönünden sonbahar yetiştiriciliğinde patlıcan bitkilerinde en yüksek değer, 18.7 mm ile LEDM ve KT uygulamalarında ve en zayıf gövde çapı değeri ise 16.2 mm ile HPSK uygulamasında ölçülmüştür (Şekil 5.75). Gövde çapı artış hızı bakımından uygulamalar arasında benzerlik ortaya çıkmıştır (Şekil 5.76). İlkbahar patlıcan yetiştiriciliğinde ise en yüksek gövde çapı 19.9 mm ile AKK uygulamasında ve en az gövde çapı ise 17.3 mm ile LEDK uygulamasında tespit edilmiştir (Şekil 5.77). Gövde çapı artış hızı yönünden önce artan, daha sonra azalan bir artışın olduğu gözlenmiştir (Şekil 5.78). Günay (1982) ışığın değişik dalga boylarının fotosentezi etkilediğini, tür ve cinslerine göre değişmekle beraber pigmentlerin değişik dalga boylarında ışığı absorbe etme güçlerinin olduğunu belirtmiştir. Ayrıca ışık şiddetinin artmasıyla birlikte bitkilerin bodurlaşarak gövde çaplarını artırdıklarını bildirmişlerdir. Uzun ve diğ. (1998), bitkilerde gövde çapındaki artışın iki nedenle olabildiğini bildirmiştir. Birincisinin bitkinin çoğunlukla vegetatif olarak büyümesi sonucu bitki kuru maddesinin öncelikle kök ve gövde gibi organlarda birikmesi olduğunu, diğerinin ise düşük sıcaklıklarda yetişen bitkilerin yavaş ancak dengeli bir büyüme sonucu olarak gövde çapının artması olduğunu belirtmişlerdir.



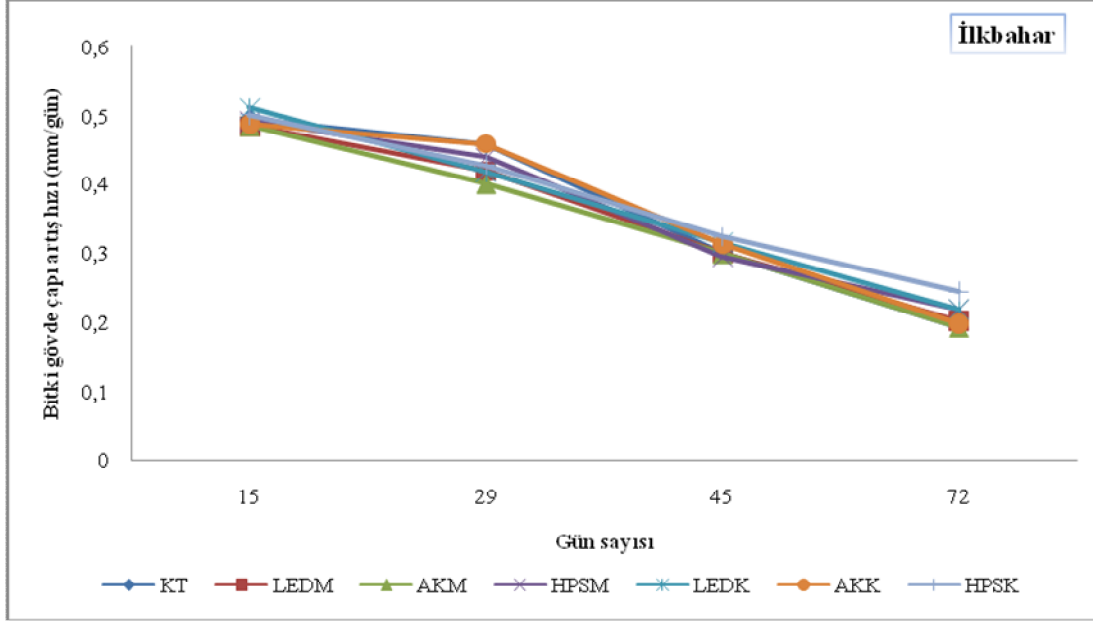
Şekil 5. 67 Sonbahar döneminde yetiştirilen domateslerde gövde çaplarının değişimleri.



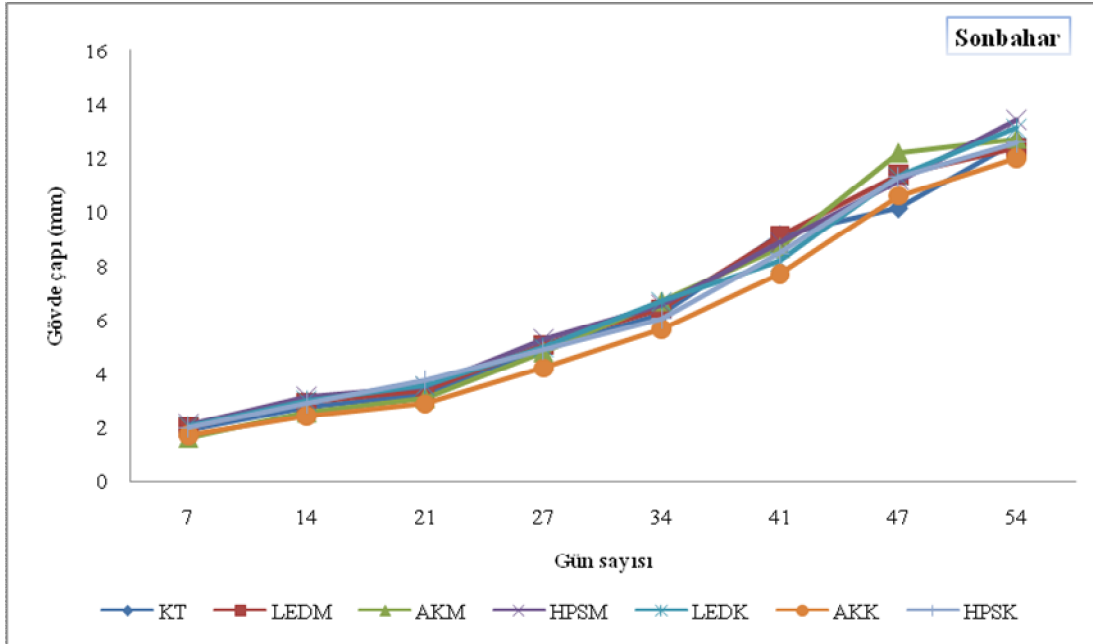
Şekil 5. 68 Sonbahar döneminde yetiştirilen domateslerde gövde çapı artış hızlarının değişimleri.



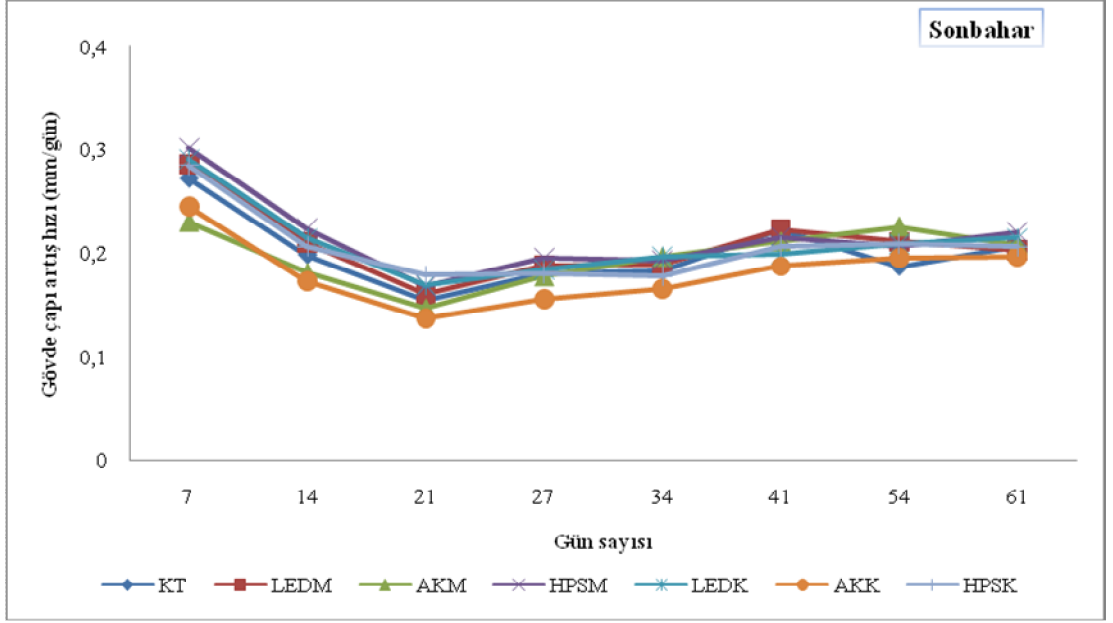
Şekil 5. 69 İlkbahar döneminde yetiştirilen domateslerde gövde çaplarının değişimleri.



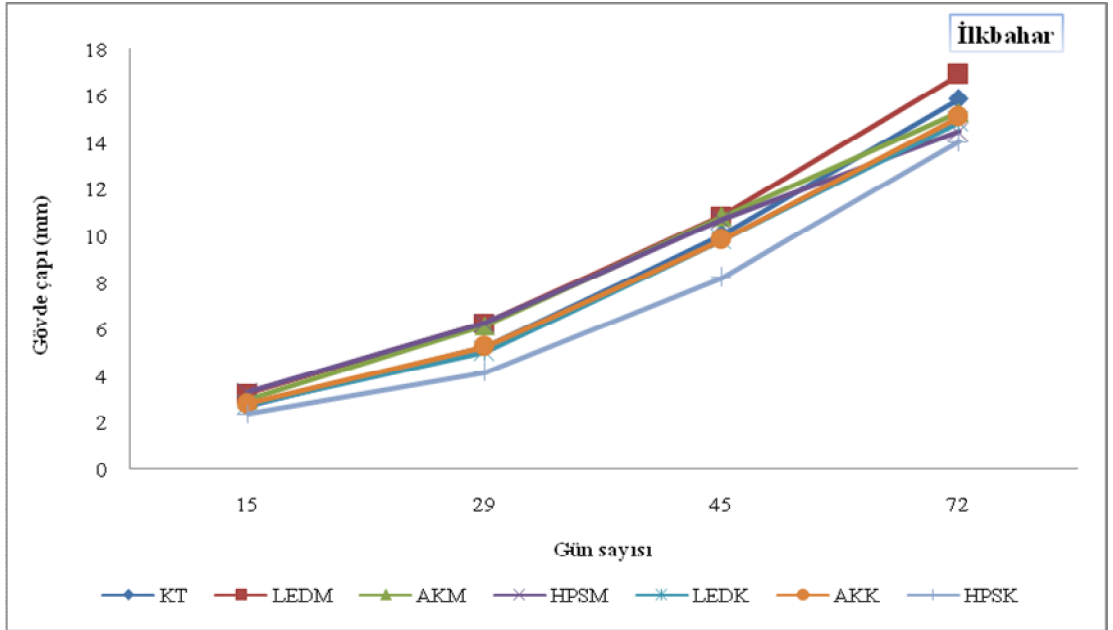
Şekil 5. 70 İlkbahar döneminde yetiştirilen domateslerde gövde çapı artış hızlarının değişimleri.



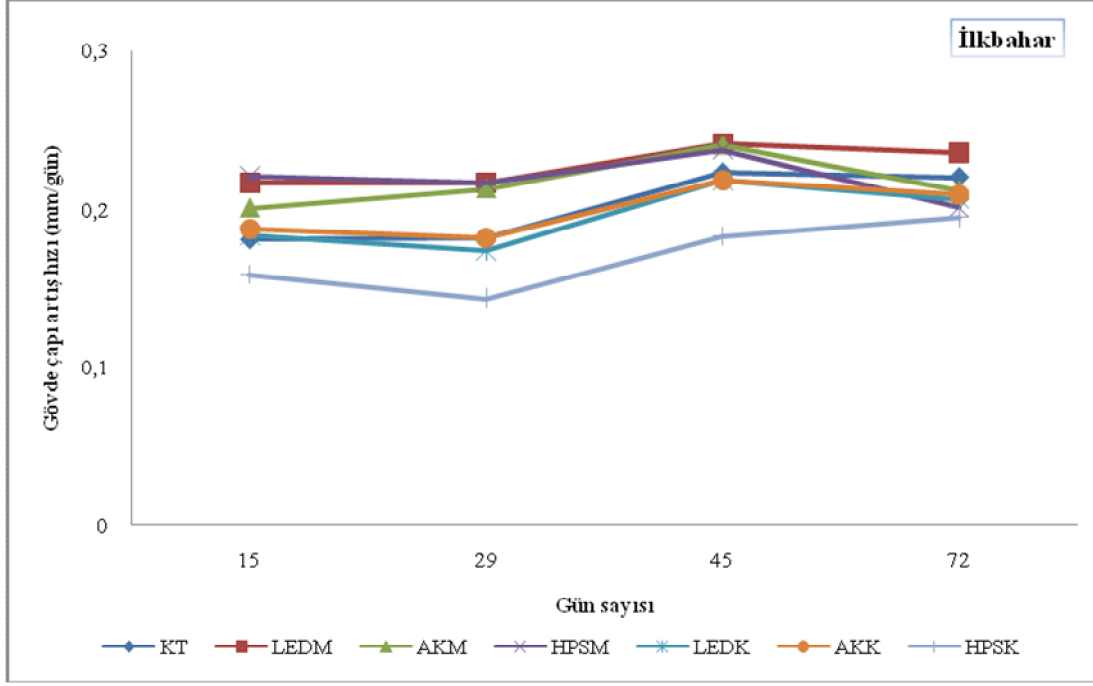
Şekil 5. 71 Sonbahar döneminde yetiştirilen biberlerde gövde çaplarının değişimleri.



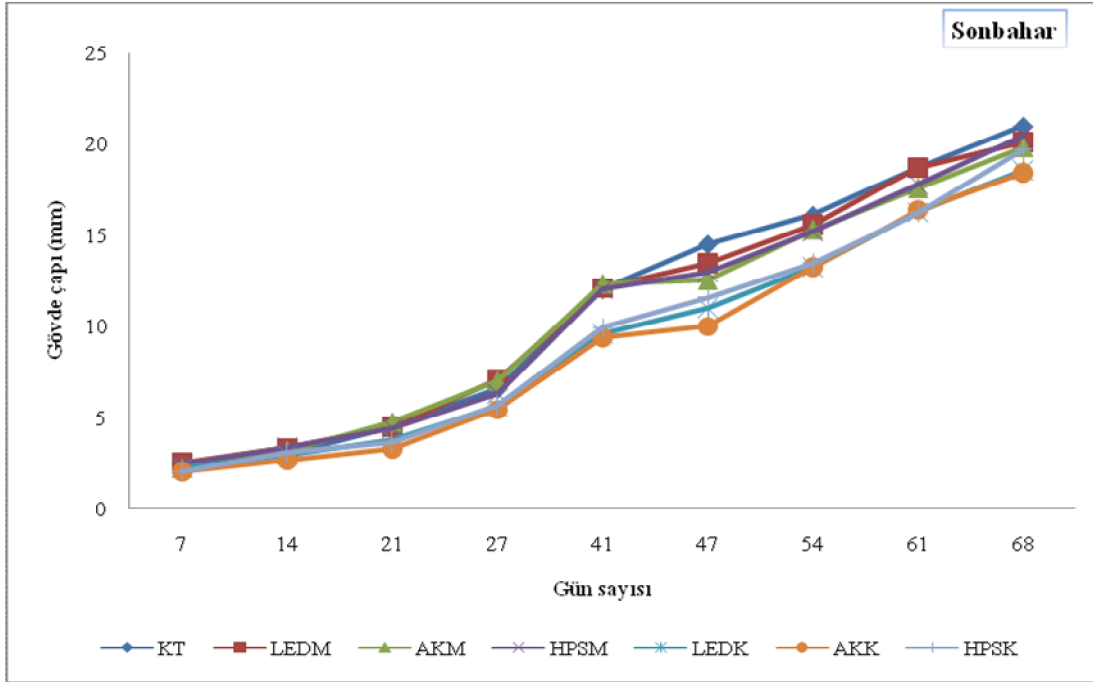
Şekil 5. 72 Sonbahar döneminde yetiştirilen biberlerde gövde çapı artış hızlarının değişimleri.



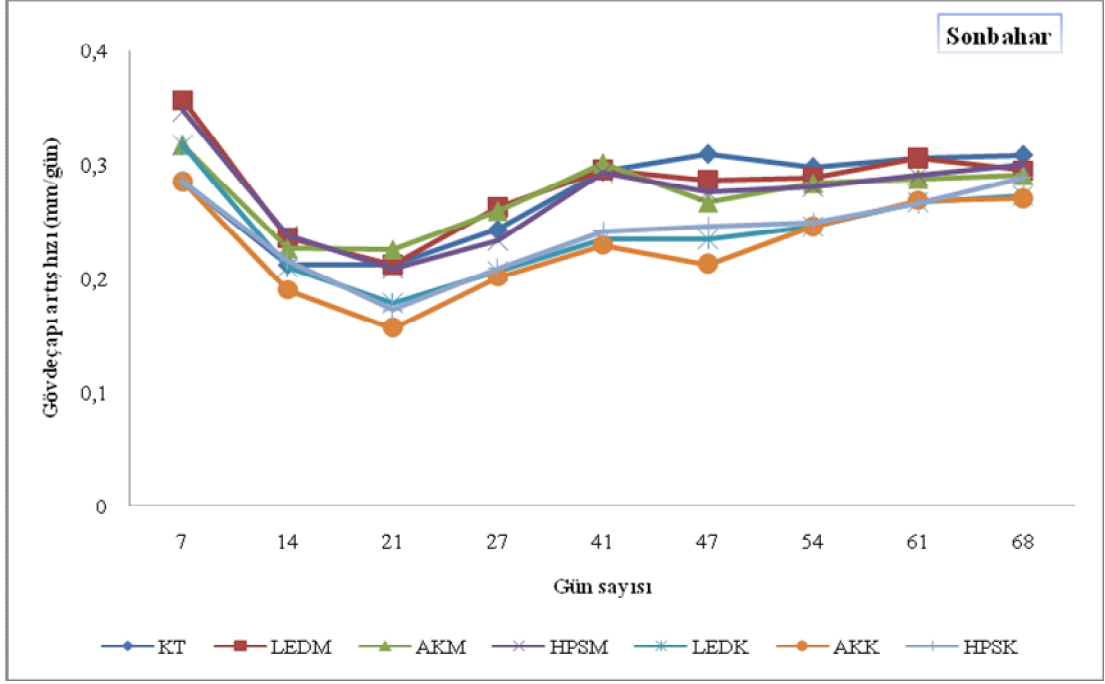
Şekil 5. 73 İlkbahar döneminde yetiştirilen biberlerde gövde çaplarının değişimleri.



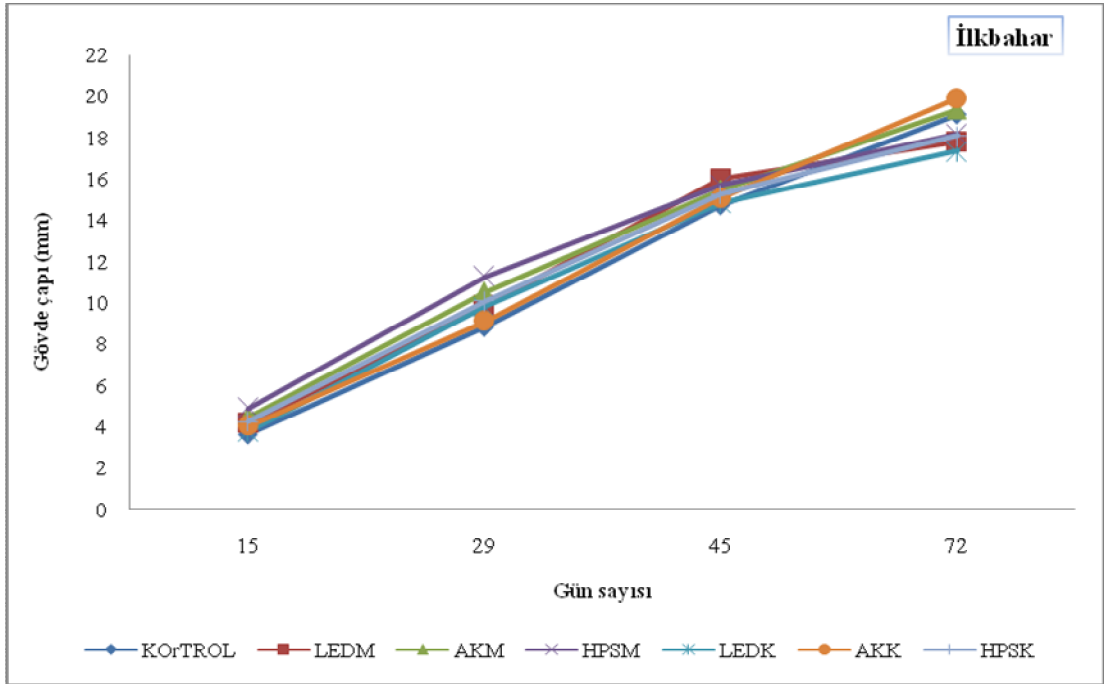
Şekil 5. 74 İlkbahar döneminde yetiştirilen biberlerde gövde çapı artış hızlarının değişimleri.



Şekil 5. 75 Sonbahar döneminde yetiştirilen patlıcanlarda gövde çaplarının değişimleri.



Şekil 5. 76 Sonbahar döneminde yetiştirilen patlıcanlarda gövde çapı artış hızlarının değişimleri.



Şekil 5. 77 İlkbahar döneminde yetiştirilen patlıcanlarda gövde çaplarının değişimleri.



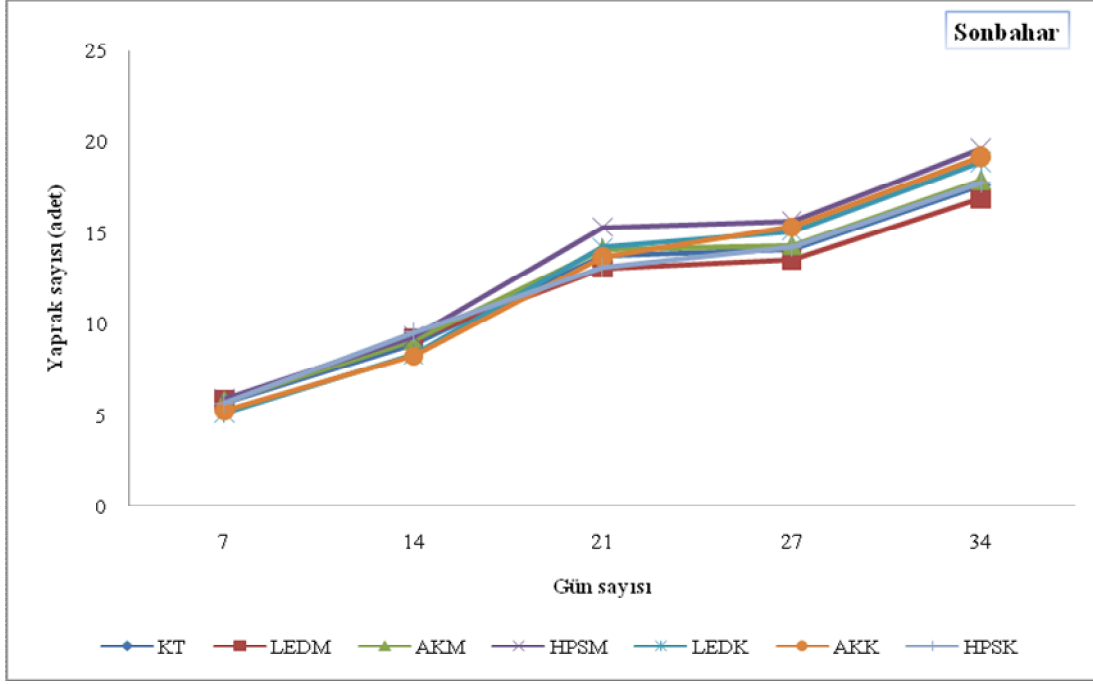
Şekil 5. 78 İlkbahar döneminde yetiştirilen patlıcanlarda gövde çapı artış hızlarının değişimleri.

5.5.1.3 Bitki yaprak sayısı ve yapraklanma hızının değişimi

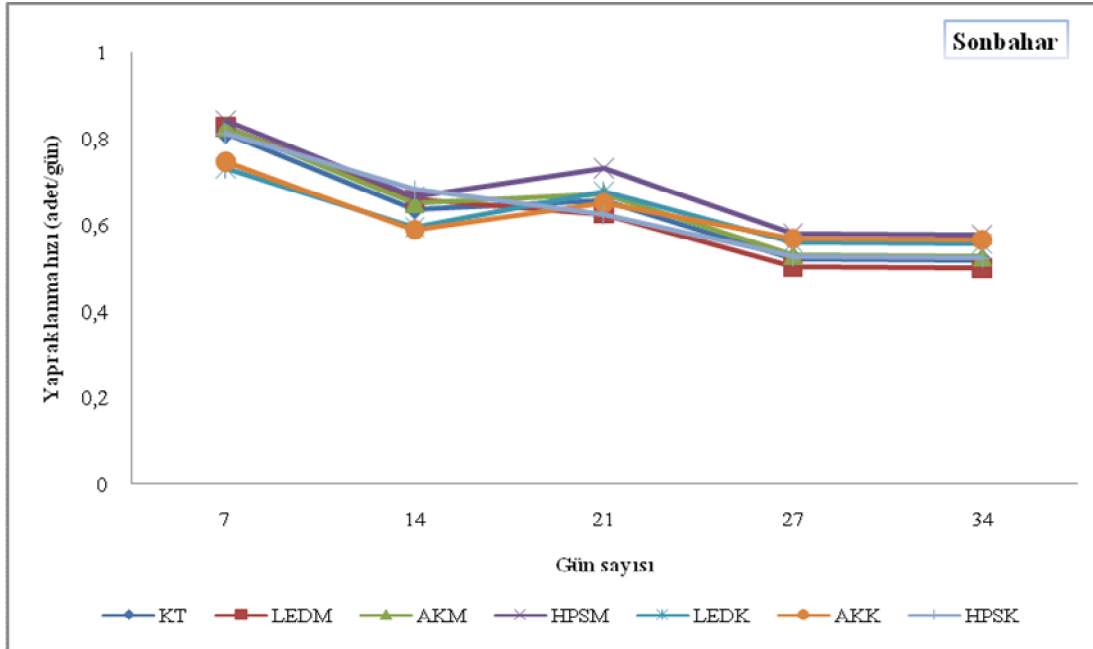
Araştırmada sonbahar döneminde domateste en fazla yaprak sayısı ortalama 19.6 adet ile HPSM uygulamasında bulunmuştur (Şekil 5.79). Çalışma sonuçları incelendiğinde; uygulamalar arasında yaprak sayısı artış hızlarının birbirine yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir (Şekil 5.80). İlkbahar döneminde domateste yaprak sayısı miktarlarının 22 - 28.7 adet arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 5.81). Bu dönemde yaprak sayısı artış hızlarının neredeyse doğrusal bir şekilde azalış gösterdiği saptanmıştır (Şekil 5.82). Domateste olduğu gibi en yüksek yaprak sayıları; biberde sonbahar yetiştiriciliğinde 109.3 adet ile HPSM uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 5.83). Yapraklanma hızı bakımından uygulamalar arasında belirgin bir farklılık görülmemiştir. Ancak AKK uygulamasında yaprak sayısı değerlerinin düşük olması oldukça dikkat çekmektedir (Şekil 5.84). İlkbahar yetiştiriciliğinde; biberde en yüksek yaprak sayısı 206.2 adet ile AKM uygulamasında ve en az yaprak sayısı ise 129.3 adet ile HPSK uygulamasında tespit edilmiştir (Şekil 5.85). Bu sonuca benzer olarak, yapraklanma hızı yönünden de AKM uygulamasının daha fazla öne çıktığı belirlenmiştir (Şekil 5.86). Deneme sonucunda domateste ve biberde mavi ışık uygulamasının yapraklanma sayısı üzerine olumlu yönde etki ettiği belirlenmiştir. Glowacka (2004), gün ışığına ek olarak mavi

ışıġa sahip floresan lamba altında domates yetiştiriciliği yapıldığında bitkilerde oluşan yaprak sayısı üzerine mavi ışıġın olumlu etkisinin olduğunu saptamıştır. Jankauskienė ve Kasiulevičiūtė (2013), HPS lambalara gėre HPS+mavi ve yeşil LED ışıġ altında bėyuyan hıyar bitkilerinde yaprak sayısı değerlerinde artışların olduğunu bildirmiştir. Brazaitytė ve Kasiulevičiūtė (2013), HPS lambalara takviye olarak mavi LED lambalar altında yetiştirilen domates çeşitlerinde ilave mavi ışıġ kullanıldığında yaprak sayısında artış olduğunu belirlemişlerdir. McCall (1992), domateste yapay ışıġlandırmanın seviyesinin artması ile yaprak sayısında önemli artışların olduğunu bildirmiştir. Uzun (1996); domateste ışıġ şiddetinin $1.9 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 'dan $8.1 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 'ye arttığında, sıcaklık artsa da azalsa da yaprak sayısında azalmanın olmadığını tespit etmiştir.

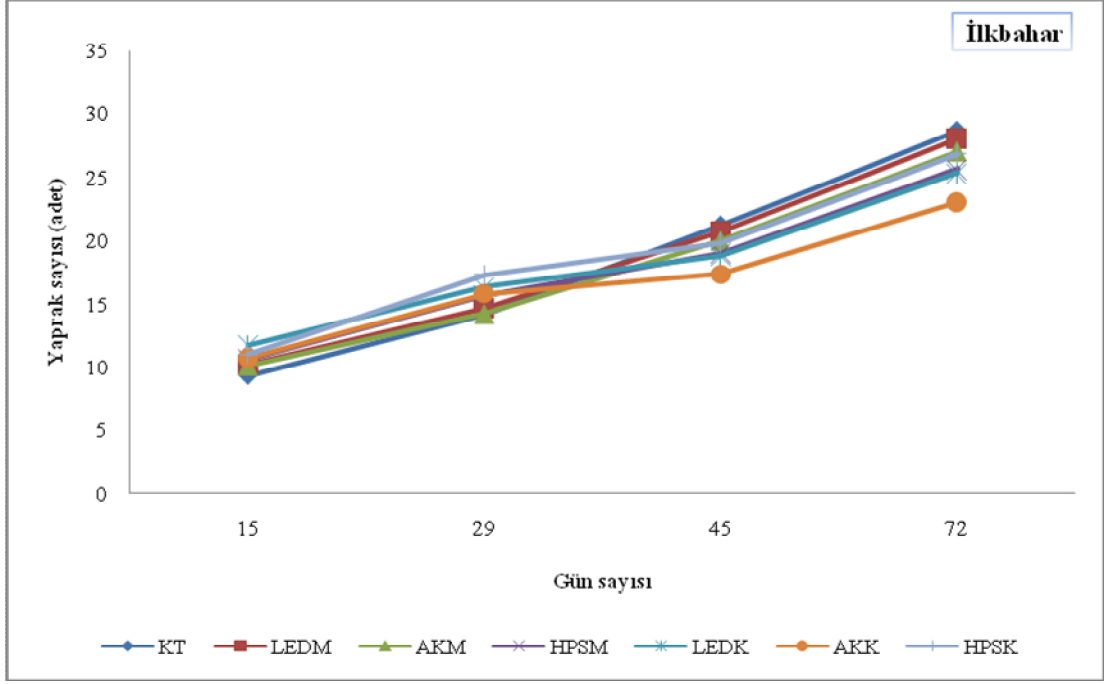
Çalışmada sonbahar döneminde patlıcanda en yėksek yaprak sayısı 34.3 adet ile AKM uygulamasından elde edilmiştir (şekil 5.87). Diğer türlerde olduğu gibi yapraklanma hızı bakımından uygulamalar arasında AKM uygulaması ne çıkmıştır (şekil 5.88). İlkbahar yetiştiriciliğinde patlıcanda, en yėksek yaprak sayısı 47.2 adet ile AKK uygulamasında ve en az yaprak sayısı ise 27.8 adet ile LEDM uygulamasından tespit edilmiştir (şekil 5.89). Diğer uygulamaların aksine, yapraklanma hızı yönünden AKK uygulamasının daha fazla ne çıktığı belirlenmiştir (şekil 5.90). Efe (2014), marulda yaptığı çalışmada toplam yaprak sayısının mavi+sarı+kırmızı LED lamba kombinasyonunda en yėksek olduğunu saptamıştır. zkaraman (2004), kavunda yėksek ışıġ şiddeti ve sıcaklıkta yaprak sayısının arttığını bildirmiştir. Piszczek ve Glowacka (2005), hıyarda yaptıkları çalışmada sarı floresan ışıġ altında yetiştirilen bitkilerin yaprak sayısında azalmaların meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Uzun (2006), domates ve patlıcan bitkilerinde yaptığı çalışmada, günlük ışıġ şiddeti arttığında hem domates (ilk salkım) ve hem de patlıcanda ilk meyveden önceki yaprak sayılarının azaldığını belirlemiştir.



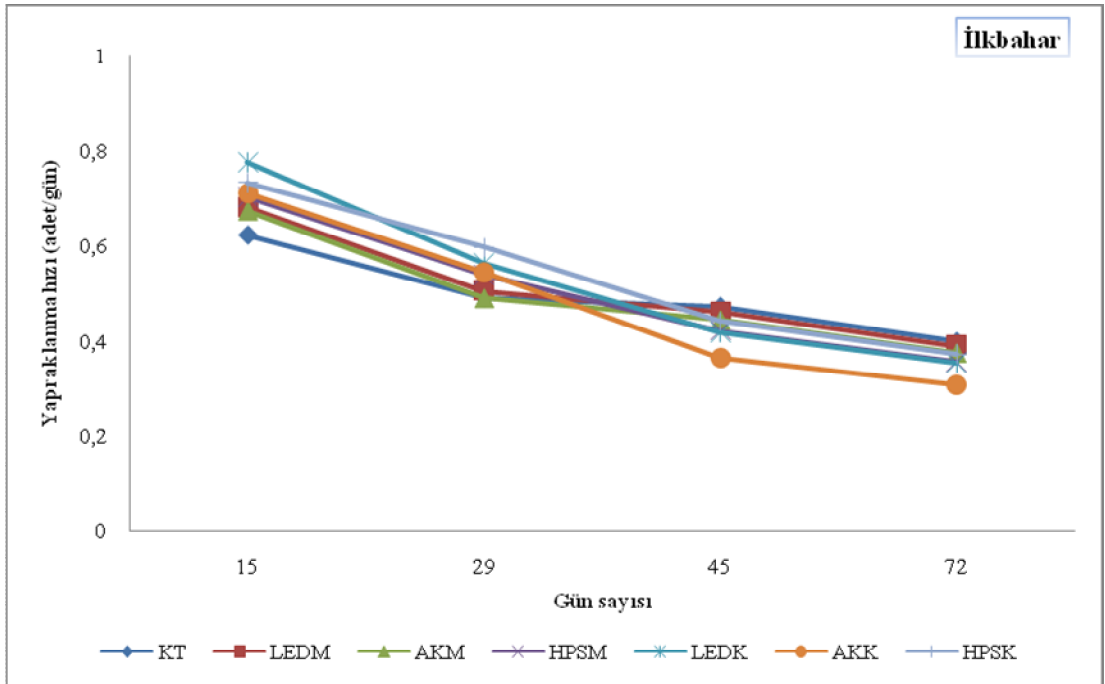
Şekil 5. 79 Sonbahar döneminde yetiştirilen domateslerde yaprak sayılarının değişimi.



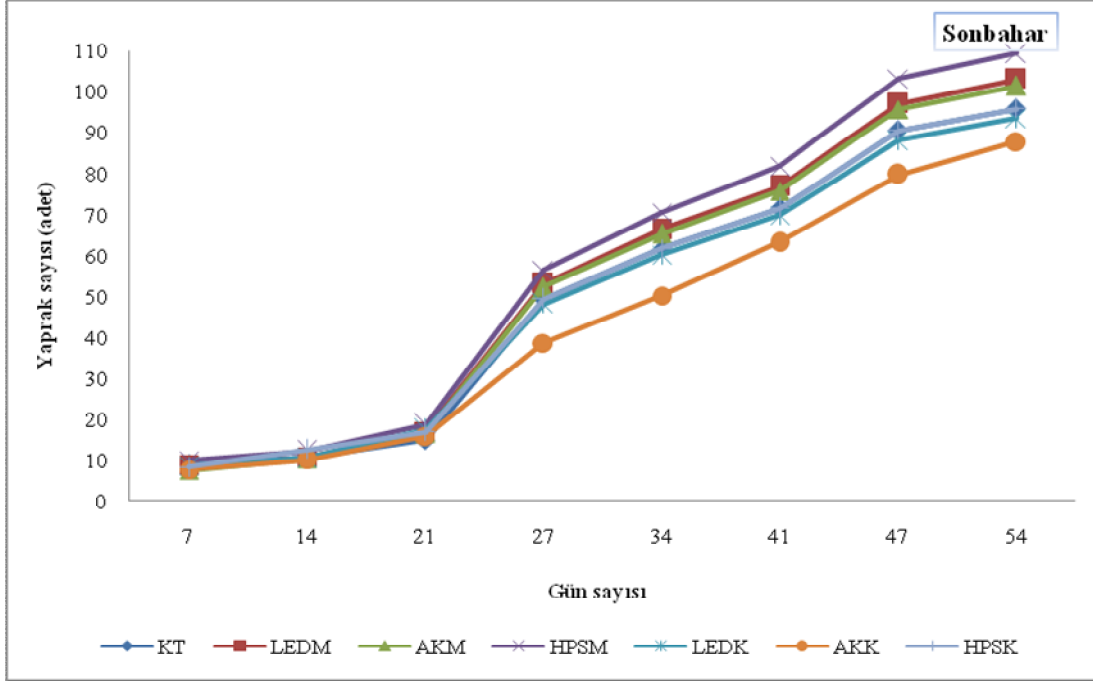
Şekil 5. 80 Sonbahar döneminde yetiştirilen domateslerde yaprak sayısı artış hızlarının değişimi.



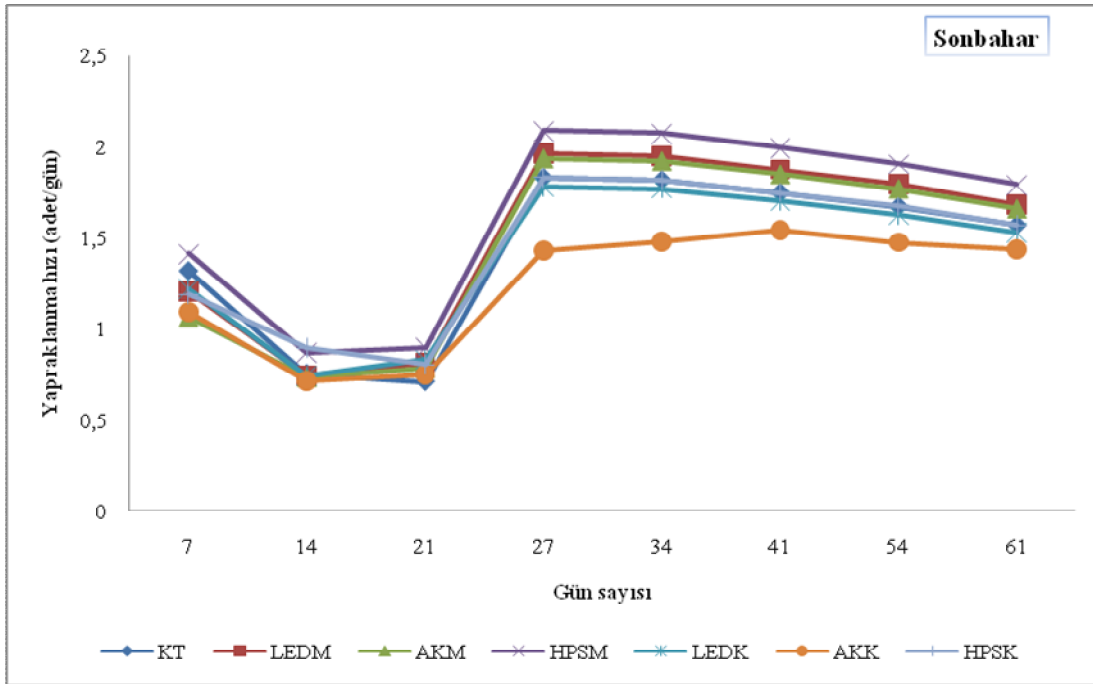
Şekil 5. 81 İlkbahar döneminde yetiştirilen domateslerde yaprak sayılarının değişimi.



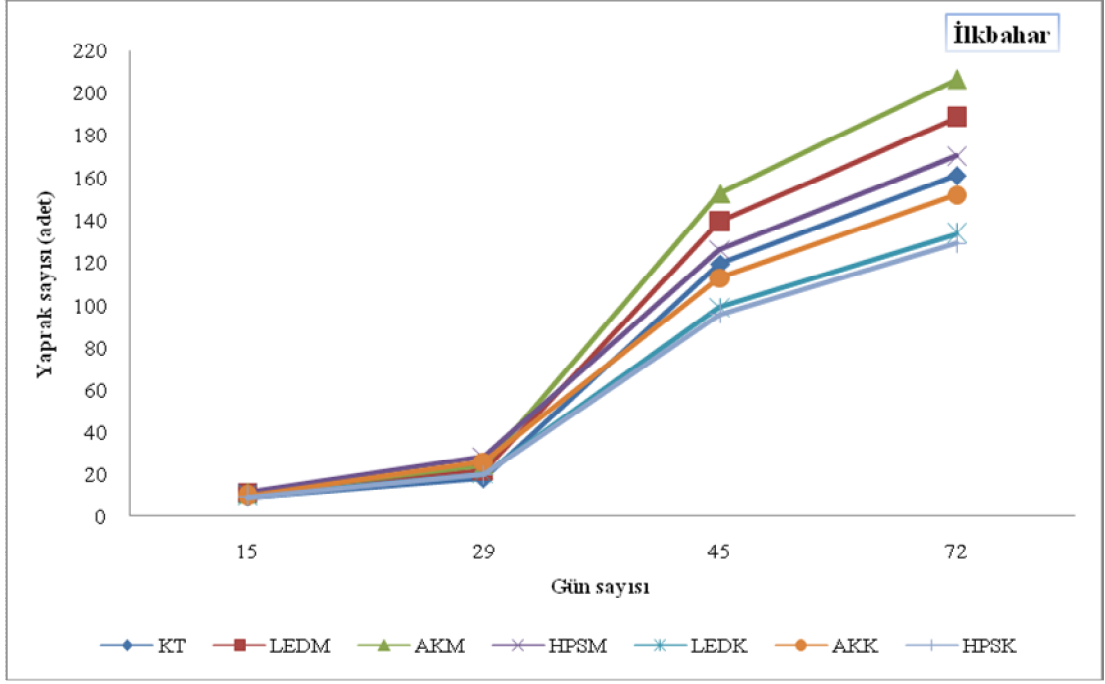
Şekil 5. 82 İlkbahar döneminde yetiştirilen domateslerde yaprak sayısı artış hızlarının değişimi.



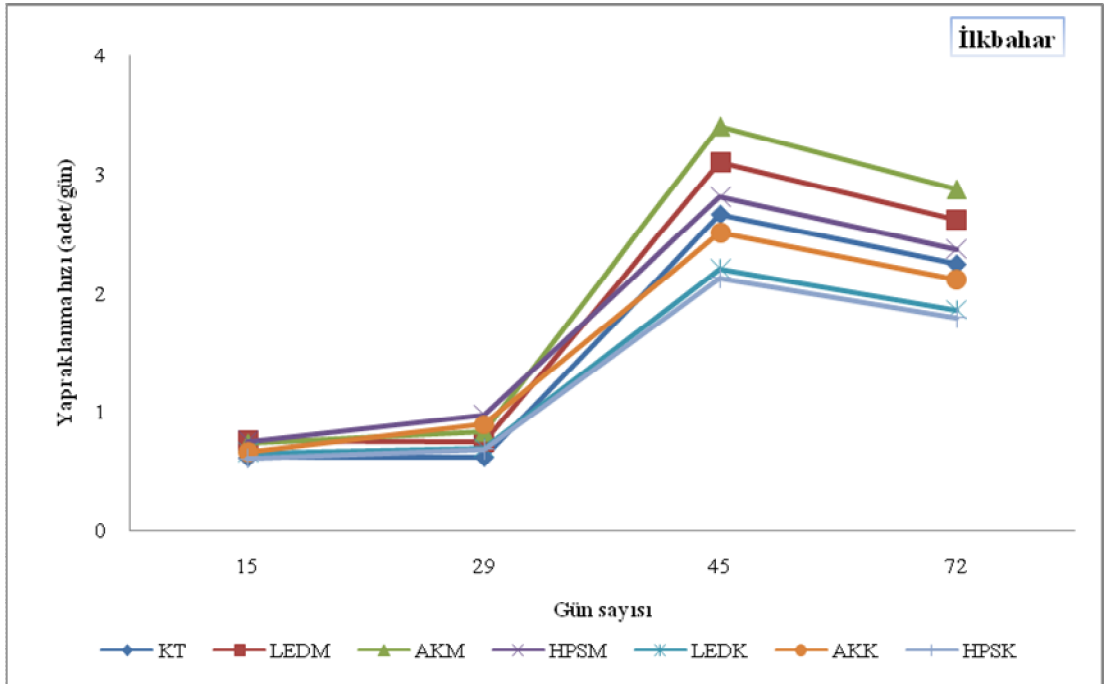
Şekil 5. 83 Sonbahar döneminde yetiştirilen biberlerde yaprak sayılarının değişimi.



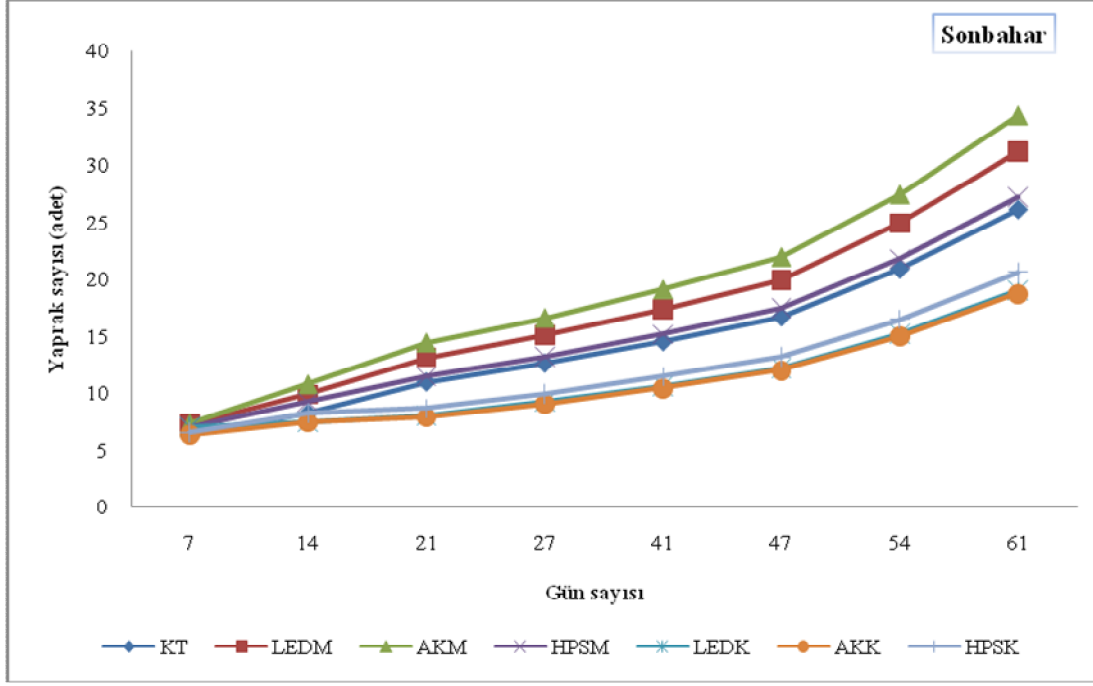
Şekil 5. 84 Sonbahar döneminde yetiştirilen biberlerde yaprak sayısı artış hızlarının değişimi.



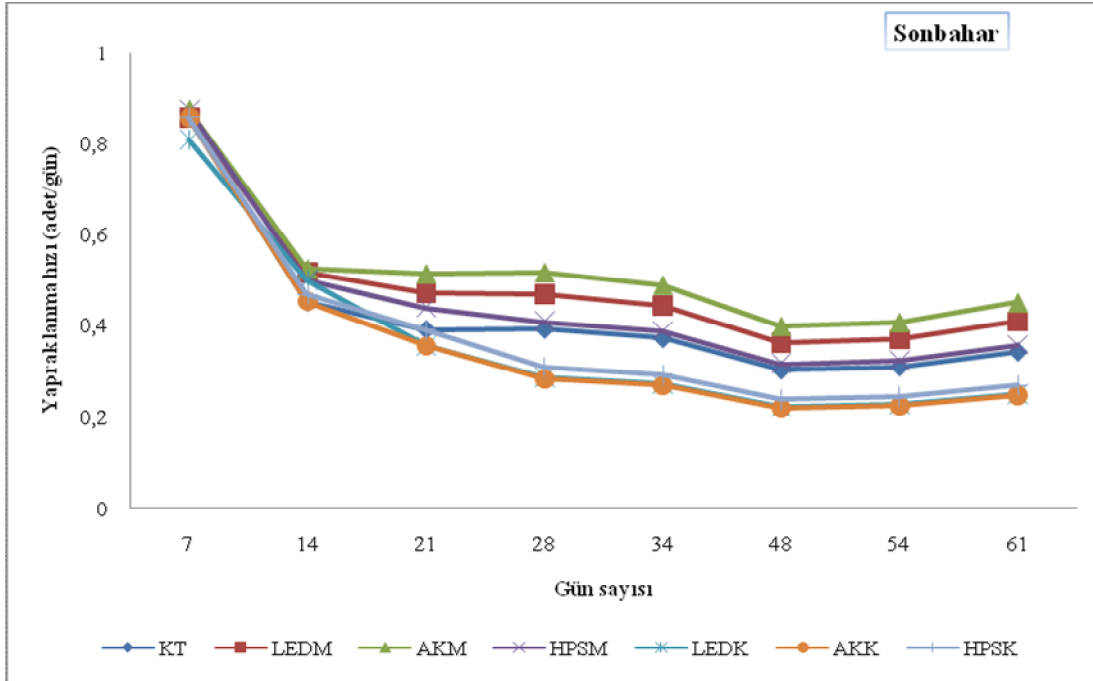
Şekil 5. 85 İlkbahar döneminde yetiştirilen biberlerde yaprak sayılarının değişimi.



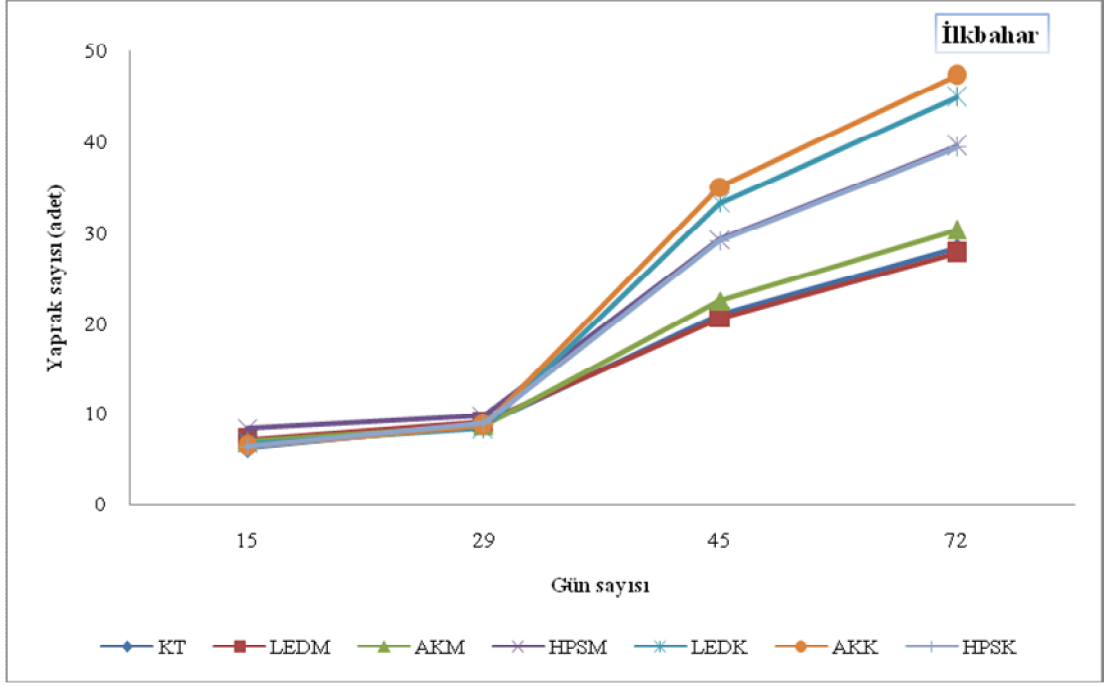
Şekil 5. 86 İlkbahar döneminde yetiştirilen biberlerde yaprak sayısı artış hızlarının değişimi.



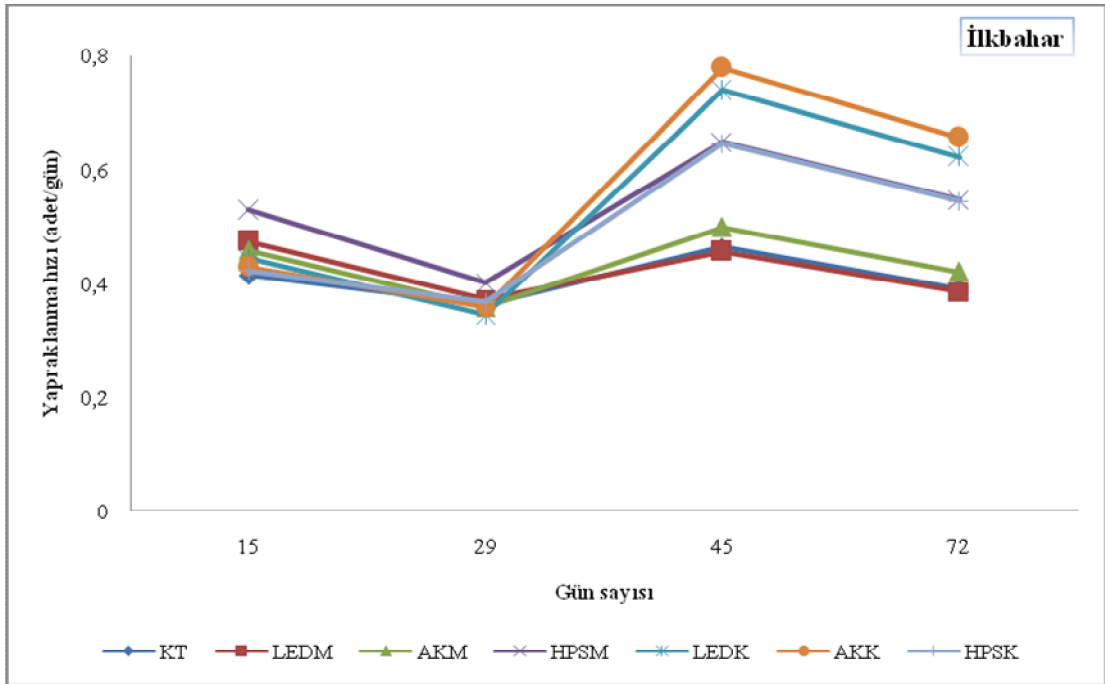
Şekil 5. 87 Sonbahar döneminde yetiştirilen patlıcanlarda yaprak sayılarının değişimi.



Şekil 5. 88 Sonbahar döneminde yetiştirilen patlıcanlarda yaprak sayısı artış hızlarının değişimi.



Şekil 5. 89 İlkbahar döneminde yetiştirilen patlıcanlarda yaprak sayılarının değişimi.



Şekil 5. 90 İlkbahar döneminde yetiştirilen patlıcanlarda yaprak sayısı artış hızlarının değişimi.

5.5.1.4 Domates, biber ve patlıcanda dikimden ilk çiçeklenmeye kadar geçen sürenin belirlenmesi (DÇGGS)

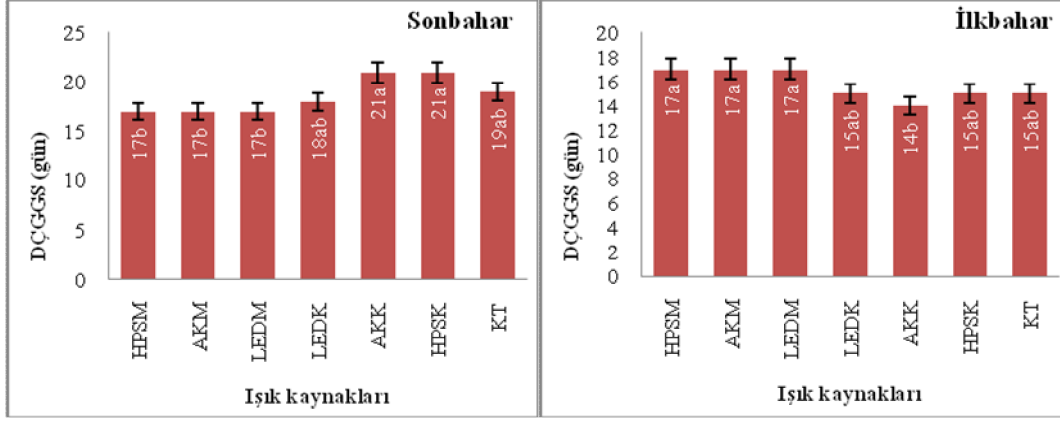
Araştırmada sonbahar domates yetiştiriciliği döneminde dikimden ilk çiçeklenmeye kadar geçen süre incelendiğinde; en erken çiçeklenme süresi 17 gün ile LEDM, AKM ve HPSM uygulamalarında, en geç çiçeklenme ise 21 gün olarak HPSK ve AKK uygulamalarında belirlenmiştir. İlkbahar döneminde domateste en erken çiçeklenme süresi 14 gün ile AKK uygulamasında ve en geç çiçeklenme ise 17 gün ile LEDM, AKM ve HPSM uygulamalarında saptanmıştır (Şekil 5.91). Biber yetiştiriciliği sonbahar döneminde dikimden itibaren en erken çiçeklenme 26 gün süreyle LEDM uygulamasında ve en geç çiçeklenme ise 30 gün ile LEDK, HPSK, AKK ve KT uygulamalarında gerçekleşmiştir. İlkbahar biber yetiştiriciliğinde en erken çiçeklenme 19 gün (LEDK uygulamasında) ve en geç çiçeklenme ise 21 gün (HPSM, HPSK ve KT uygulamalarında) olarak belirlenmiştir (Şekil 5.92). Denemede sonbahar döneminde patlıcanda en erken çiçeklenme 26 gün ile LEDM uygulamasında belirlenmiştir. En geç çiçeklenme ise 30 gün süre ile LEDK, HPSK, AKK ve KT uygulamalarında tespit edilmiştir. İlkbahar yetiştiriciliğinde en erken çiçeklenme 19 gün (LEDK uygulamasında), en geç çiçeklenme ise 21 gün (HPSM, HPSK ve KT uygulamalarında) olarak saptanmıştır (Şekil 5.93).

Bu veriler analiz edildiğinde sonbahar döneminde (sıcak dönem) LEDM uygulaması altında yetiştirilmiş fidelerin dikimden itibaren incelenen tüm türlerde daha erken sürelerde çiçeklenmenin arttığı saptanmıştır. Bunun aksine; ilkbahar döneminde ise yetiştirilen fidelerde (soğuk dönem) kırmızı renk uygulaması yapıldığında daha erken sürede çiçeklendikleri belirlenmiştir. İki farklı dönemde farklı dalga boyuna sahip ışık uygulamalarının ortaya çıkmış olmasının yetiştirme dönemleri arasındaki sıcaklık ve gün uzunluğu farkından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sevgican (1999), domates yetiştiriciliğinde yetersiz ışıklandırma koşulları altında gövdenin ince kaldığını, çiçek sayısının azalttığı, salkımların zayıf kalmasına ve zayıf kök gelişimine neden olduğunu bildirmiştir. Uzun (2007), patlıcanda düşük sıcaklıklarda ilk çiçeklenmeye kadar gün sayısının ışığın etkisiyle doğrusal olarak arttığını, yüksek sıcaklıklarda ise eğrisel olarak artış olduğunu bildirmiştir. Nanya ve diğ. (2012), kırmızı, mavi ve bu renklerin kombinasyonlarına sahip LED lambalar kullanarak uygun ve eşit sıcaklık şartlarında yaptığı çalışmada; kırmızı LED ışık altında büyüyen fidelerde ilk çiçeklenmeye kadar geçen gün

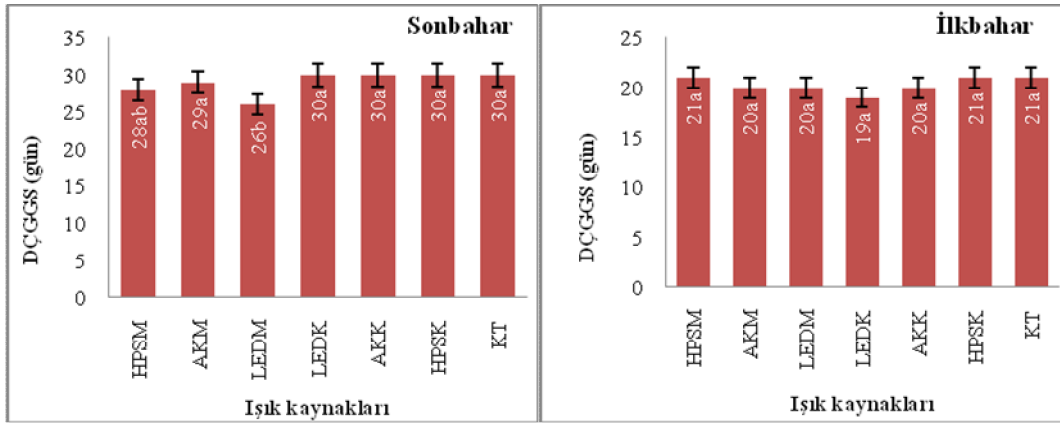
sayısının, mavi LED ışık altında büyüyen fidelere göre daha erken sürelerde gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Yoshida ve diğ. (2012), çilekte; kırmızı ve mavi LED lamba altında çiçeklenmenin oldukça erken sürede meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Mavi LED ışık altında sürekli aydınlatma sonucunda, vejetatif bitki büyümesinin azaldığı ve çiçeklenme miktarının arttığı saptanmıştır. Heo ve diğ. (2003), siklamen bitkisinde ışıklandırmanın çiçeklenme ve büyüme üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, en erken çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısının mavi-kırmızı ışığa sahip yetiştirme ortamında olduğunu ve bu sürenin en geççi olduğu ortamın ise yalnızca kırmızı ışıkta gerçekleştiğini bildirmiştir.

5.5.1.5 Bitki başına oluşan çiçek sayısının değişimi

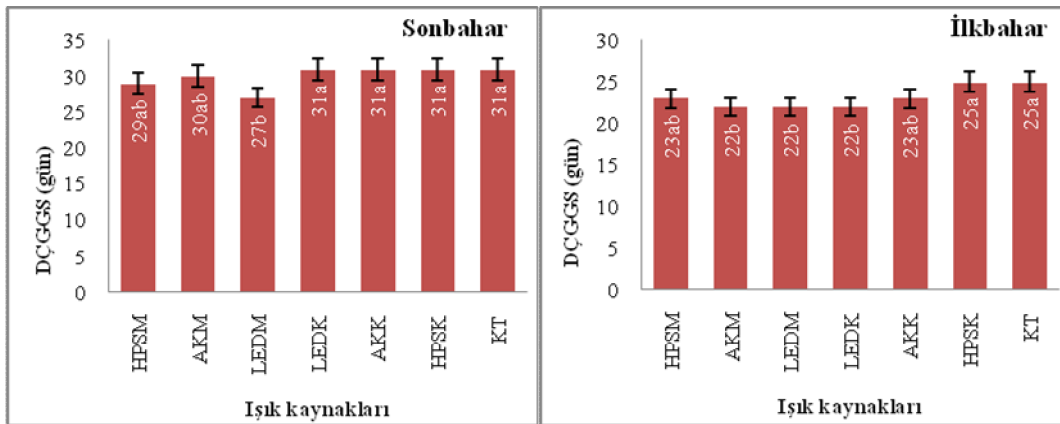
Sonbahar yetiştiriciliğinde domateste bitki başına en fazla çiçek sayısı ortalama, 11.9 adet/bitki ile HPSM uygulamasında tespit edilmiştir. İlkbahar yetiştiriciliğinde bu değer, en çok 23 adet/bitki ile HPSK uygulamasında ve en az ise 17.6 adet/bitki ile LEDM uygulamalarından elde edilmiştir (Şekil 5.94). Sonbahar biber yetiştiriciliğinde bitki başına çiçek sayısı, ortalama 10.1 - 21.6 adet/bitki arasında değişim göstermiştir. İlkbahar yetiştiriciliğinde biberde bitki başına en fazla çiçek sayısı 11.5 adet/bitki ile HPSM uygulamasında ve en düşük ise 6.2 adet/bitki ile HPSK uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 5.95). Patlıcanda sonbahar döneminde bitki başına çiçek sayısı yönünden uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli seviyede farklılıkların olduğu saptanmıştır. Bitki başına en çok çiçek sayısı, ortalama 12.8 adet/bitki ile LEDM uygulamasında belirlenmiştir. İlkbahar yetiştiriciliğinde bu değer, ortalama 14.3 adet/bitki ile HPSM uygulamasında tespit edilmiştir (Şekil 5.96). Çalışmamız sunucunda; HPS ve LED uygulamalarının tüm türlerde çiçek sayısını artırıcı yönde olumlu etki yaptığı saptanmıştır. Islam ve diğ. (2005), farklı ışık kaynaklarının (akkor telli lamba ve sodyum buharlı lamba) arena çiçeğinin (*Eustoma grandiflorum*) çiçeklenmesi ve bitki gelişimi üzerine olan etkileri üzerine yaptıkları araştırmada, sodyum buharlı lambanın (HPS) çiçeklenme ve çeşitli kök yapısı üzerine akkor telli lambadan daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Yine Shillo (1976), Healy ve diğ. (1982), Söğüt (1993), Karagüzel ve Altan (1995), Van der Zande ve Blacquire (1997), Mascarini ve diğ. (2001) ve Eriş (2003)'in birçok farklı türde yaptıkları çalışma sonuçlarında elde etmiş olduğumuz bulguları destekler yönde olduğu görülmüştür.



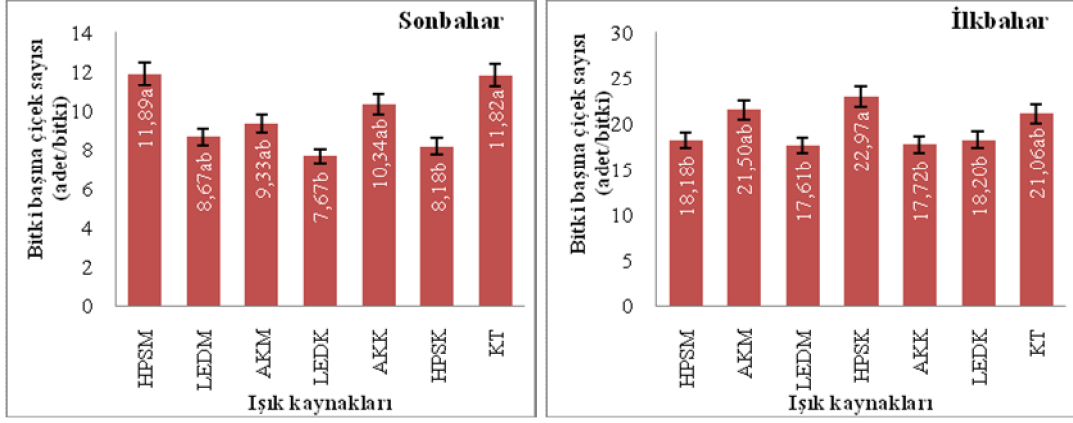
Şekil 5. 91 Farklı ışık kaynaklarının domateste dikimden ilk çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısı üzerine etkileri.



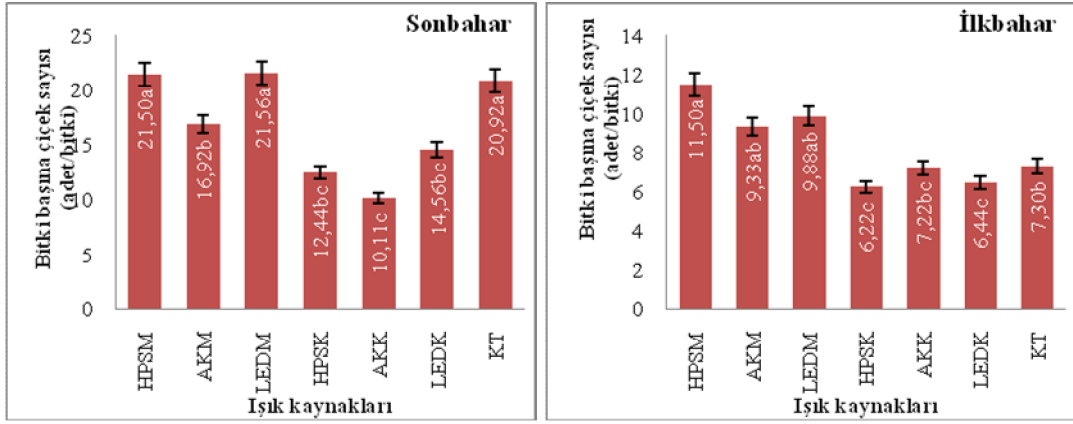
Şekil 5. 92 Farklı ışık kaynaklarının biberde dikimden ilk çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısı üzerine etkileri.



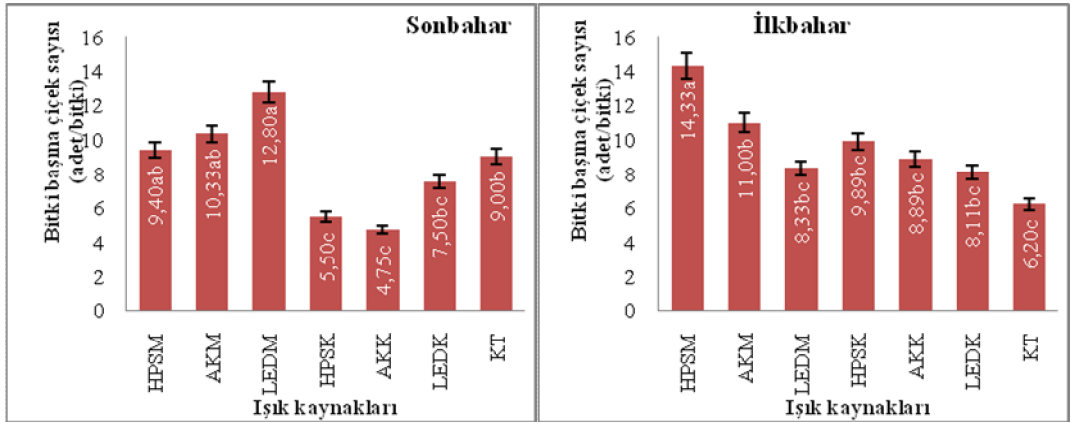
Şekil 5. 93 Farklı ışık kaynaklarının patlıcanda dikimden ilk çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısı üzerine etkileri.



Şekil 5. 94 Farklı ışık kaynaklarının domateste bitki başına oluşan çiçek sayısı üzerine etkileri.



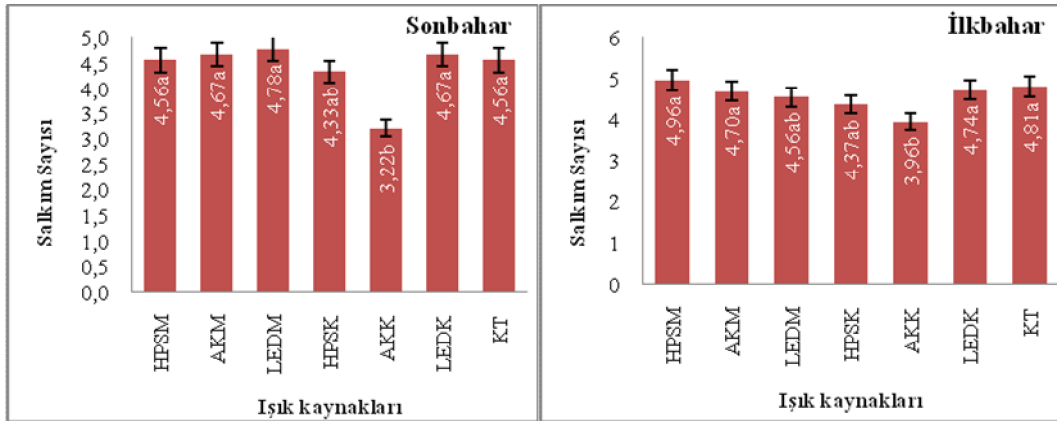
Şekil 5. 95 Farklı ışık kaynaklarının biberde bitki başına oluşan çiçek sayısı üzerine etkileri.



Şekil 5. 96 Farklı ışık kaynaklarının patlıcanda bitki başına oluşan çiçek sayısı üzerine etkileri.

5.5.1.6 Bitki başına oluşan salkım sayısının değişimi

Bitki başına salkım sayısı sonbahar domates yetiştiriciliğinde; en çok ortalama 4.8 adet/bitki ile LEDM uygulamasında ve en az ortalama ise 3.2 adet/bitki ile AKK uygulamasında tespit edilmiştir. İlkbahar döneminde ise bitki başına en fazla salkım sayısı, ortalama 5 adet/bitki ile HPSM uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 5.97). Her iki dönem domates yetiştiriciliğinde de bitki başına salkım sayısı yönünden uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli seviyede farklılıkların olduğu saptanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre mavi ışık altında salkım sayısının arttığı belirlenmiştir. Sevgican (1999), domates yetiştiriciliğinde uzun gün koşulları altında salkım sayısının arttığını bildirmiştir. Buna karşın; yetersiz ışıklandırmanın gövdenin ince kalmasına, çiçek sayısının azalmasına, salkımların zayıf kalmasına ve zayıf kök gelişimine neden olduğunu bildirmiştir. Ayrıca çalışma sonuçları; Dominique-André ve diğ. (1998) ve Uzun (2006) ile uyumluluk göstermiştir.

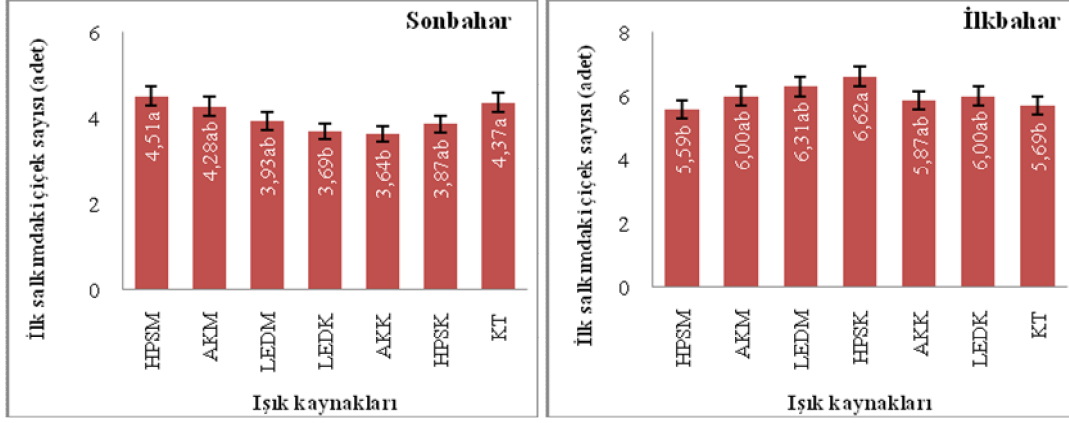


Şekil 5. 97 Farklı ışık kaynaklarının domateste bitki başına oluşan salkım sayısı üzerine etkileri.

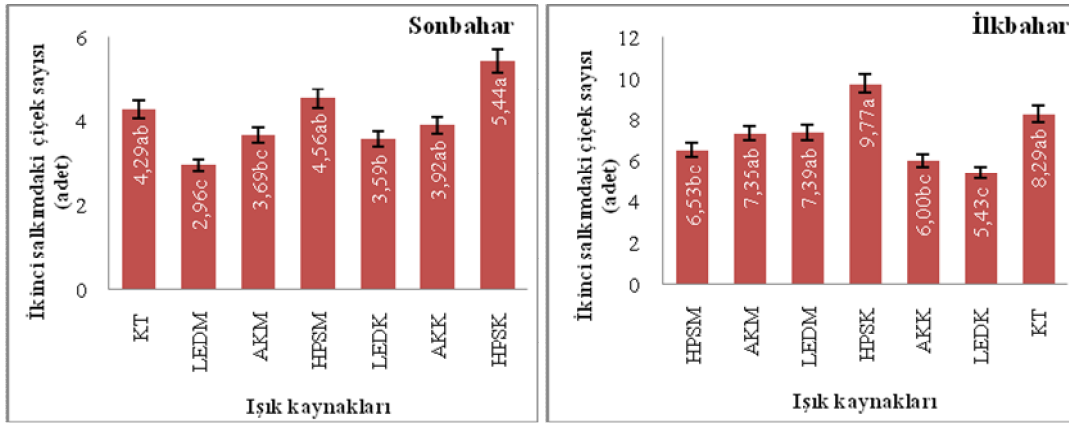
5.5.1.7 Salkım başına oluşan çiçek ve meyve sayılarının değişimi

Domateste sonbahar yetiştiriciliğinde en fazla çiçek sayısı, ilk salkımda ortalama 4.5 adet HPSM uygulamasında, ikinci ve üçüncü salkımda ise 5.4 adet ve 7.5 adet ile HPSK uygulamasında tespit edilmiştir. İlkbahar yetiştiriciliğinde ilk ve ikinci salkımda bu değerler sırasıyla ortalama 6.6 adet ve 9.8 adet ile HPSK uygulamasında, üçüncü salkımda ise 8.1 adet ile AKM uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 5.98- Şekil 99- Şekil 100). Çalışma sonucunda, HPS ve ATL gibi ışık ile beraber ortam sıcaklığını da artıran uygulamaların domateste çiçeklenmeyi arttırdığı tespit edilmiştir. Healy ve diğ. (1982), Karagüzel ve Altan (1995), Van der Zande ve Blacquire (1997), Dominique-André ve diğ. (1998), Mascarini ve diğ. (2001), Islam ve diğ. (2005) ve Uzun (2006)'nın birçok farklı türde yaptıkları çalışma sonuçları elde etmiş olduğumuz bulguları destekler niteliktedir.

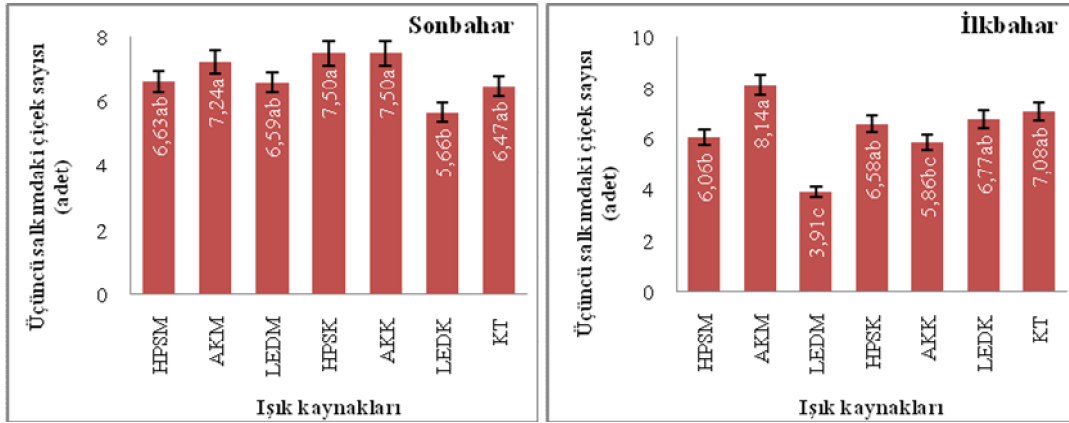
Sonbahar dönemi domates yetiştiriciliğinde ilk salkımdaki meyve sayıları ortalama 3.4 - 4.9 adet arasında değişim göstermiştir. İlkbahar döneminde ise ilk salkımdaki meyve sayısı en çok ortalama 8.7 adet ile HPSK uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 5.101). İkinci salkımdaki meyve sayısı yönünden yapılan incelemelerde sonbahar domates yetiştiriciliğinde en çok meyve sayısı ortalama 6.9 adet ile HPSM ve en az ise 4.2 adet ile LEDK uygulamasında tespit edilmiştir. İlkbahar yetiştiriciliğinde ise ikinci salkımdaki meyve sayılarının ortalama 3.4 - 8.2 adet arasında değiştiği saptanmıştır (Şekil 5.102). Sonbahar domates yetiştiriciliği döneminde üçüncü salkımdaki meyve sayısı en çok 6.9 adet ve ilkbahar döneminde ise 8.2 adet ile yine HPSM uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 5.103). Çalışma sonucunda ortaya çıkan bulgular, özellikle HPS uygulamalarının domateste çiçek sayısını olumlu yönde arttırdığı gibi yine meyve sayısını da arttırdığını göstermiştir. Bu sonuç Martine ve diğ. (1991), Graham ve Decoteau (1995), Eltez (1995), Uzun (2000), Dueck ve diğ. (2012) ve Jokinen ve diğ. (2012)'in çalışmaları ile uyumlu olmuştur.



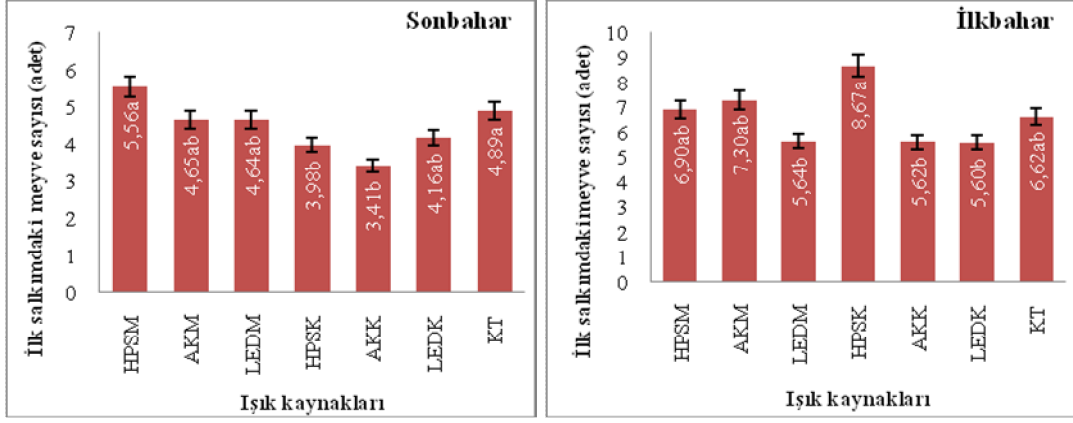
Şekil 5. 98 Farklı ışık kaynaklarının domateste ilk salkımdaki çiçek sayısı üzerine etkileri.



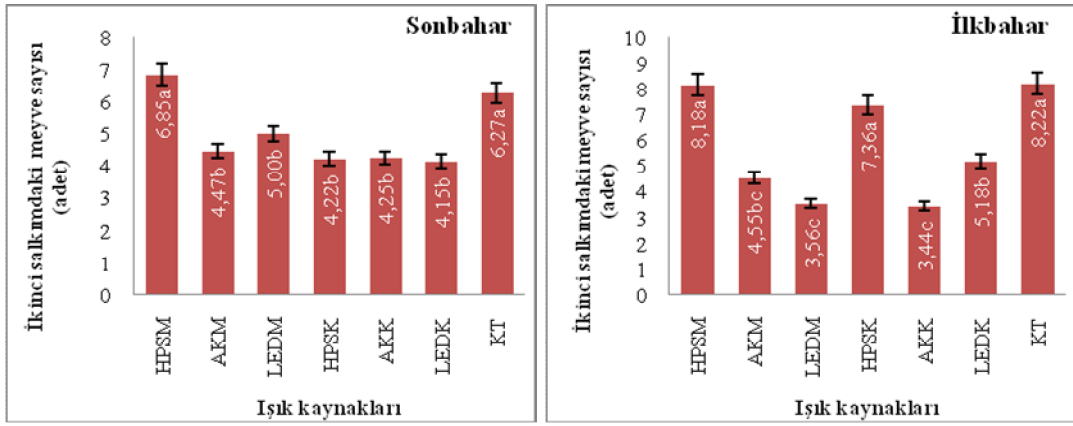
Şekil 5. 99 Farklı ışık kaynaklarının domateste ikinci salkımdaki çiçek sayısı üzerine etkileri.



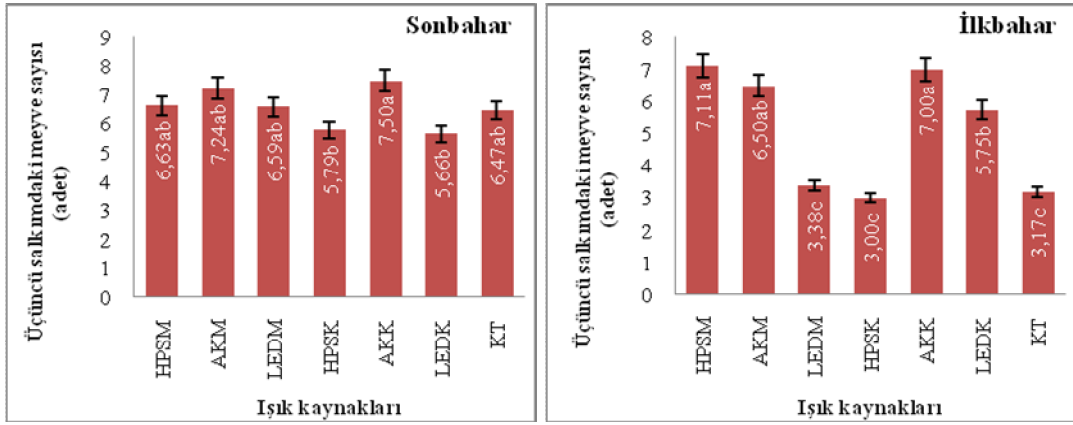
Şekil 5. 100 Farklı ışık kaynaklarının domateste üçüncü salkımdaki çiçek sayısı üzerine etkileri.



Şekil 5. 101 Farklı ışık kaynaklarının domateste ilk salkımdaki meyve sayısı üzerine etkileri.



Şekil 5. 102 Farklı ışık kaynaklarının domateste ikinci salkımdaki meyve sayısı üzerine etkileri.



Şekil 5. 103 Farklı ışık kaynaklarının domateste üçüncü salkımdaki meyve sayısı üzerine etkileri.

5.5.2 Domates, biber ve patlıcanda meyve özelliklerine ait sonuçlar

5.5.2.1 Meyve boyu ve meyve çapı

Sonbahar domates yetiştiriciliğinde ortalama meyve boyu yönünden yapılan incelemelerde en yüksek değer 52.1 mm ile AKK uygulamasında ölçülmüştür. Işık kaynağı uygulamaları arasında istatistiksel önemli bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. İlkbahar döneminde en yüksek meyve uzunluğu değeri 50.7 mm ile LEDK uygulamasında ve en düşük ise 43.2 mm ile LEDM uygulamasında tespit edilmiştir (Şekil 5.104). Uzun (2007), ışık yoğunluğundaki artışın meyve boyutlarında artış sağladığını ve buna bağlı olarak da verimliliğin arttığını bildirmiştir. Sonbaharda domates meyvelerinde çap yönünden yapılan incelemede en geniş meyve çapı ortalama 67.4 mm LEDK uygulamasında elde edilmiştir. Meyve boyunda olduğu gibi meyve çapı değerleri açısından sonbahar döneminde ışık kaynağı uygulamaları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. İlkbahar döneminde en geniş meyve çapı 59.7 mm ile HPSK, en dar meyve çapı değeri ise 51.3 mm ile LEDM uygulamasında ölçülmüştür (Şekil 5.105). Çalışma sonuçlarına göre; domateste kırmızı renk ile yapılan ışık uygulamaları hem meyve boyu hem de meyve çapı değerleri üzerine olumlu yönde etki yapmıştır. Sonbahar döneminde domateste yapılmış bir çalışmada, meyve çapının ve meyve büyüklüğünün %35 gölgelemede en yüksek olduğu tespit edilmiştir (El - Gizawy ve diğ., 1993). McCall (1992), farklı PPF'D'ye sahip HPS lambalar altında yetiştirilen domateste en yüksek meyve boyu ve çapı ölçümlerinin $30 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PPF'D'ye sahip HPS lambalar altında ölçüldüğünü bildirmiştir. Çalışma sonucunda; bu değerlerle yapılan yapay ışıklandırma altında meyvelerin %24'nün 40-47 mm, %62'sinin 47-57 mm ve %14'ünün ise 57-67 mm arasında meyve çapına sahip olduğu bulunmuştur.

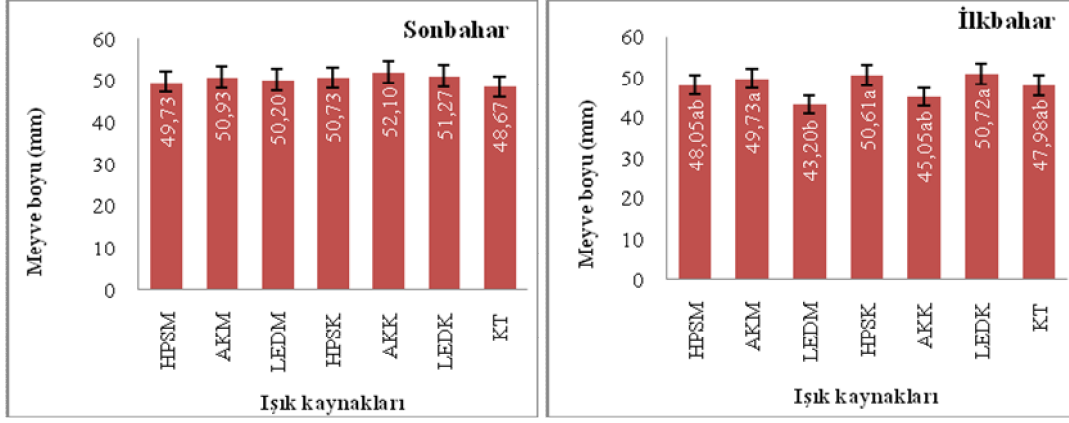
Araştırma sonbahar dönemi biber yetiştiriciliğinde en uzun meyve boyu ortalama 16 cm ile AKK uygulamasında ölçülmüştür. İlkbahar döneminde meyve boyu değerleri; ortalama 14 - 17.6 cm arasında değişmiştir (Şekil 5.106). Biberde sonbahar döneminde en geniş meyve çapı 10.2 mm (HPSM uygulamasında), ilkbaharda ise 10.3 mm olarak (LEDK uygulamasında) ölçülmüştür (Şekil 5.107). Veriler incelendiğinde daha önce birçok kriterde olduğu görüldüğü gibi sonbaharda kırmızı, ilkbaharda mavi uygulamaların daha fazla öne çıktığı görülmüştür. Patlıcan yetiştiriciliğinde sonbahar döneminde en yüksek meyve boyu değeri ortalama 21.5

cm ile LEDM uygulamasından elde edilmiştir. İlkbahar yetiştiriciliğinde ise meyve boyu yönünden bu değer yine 23.5 cm ile LEDM uygulamasında ölçülmüştür (Şekil 5.108). Sonbahar patlıcan yetiştiriciliğinde en geniş meyve çapı değeri ortalama 49.5 mm, ilkbahar döneminde ise 50 mm ile yine LEDM uygulamasında tespit edilmiştir (Şekil 5.109). Deneme sonucunda meyve büyüklüğü açısından patlıcanda LEDM uygulamasının her iki dönemde de öne çıktığı saptanmıştır. Bu sonuçlar; Günay (1982), Özkaraman (2004) ve Kandemir (2005) ile uyumluluk göstermektedir.

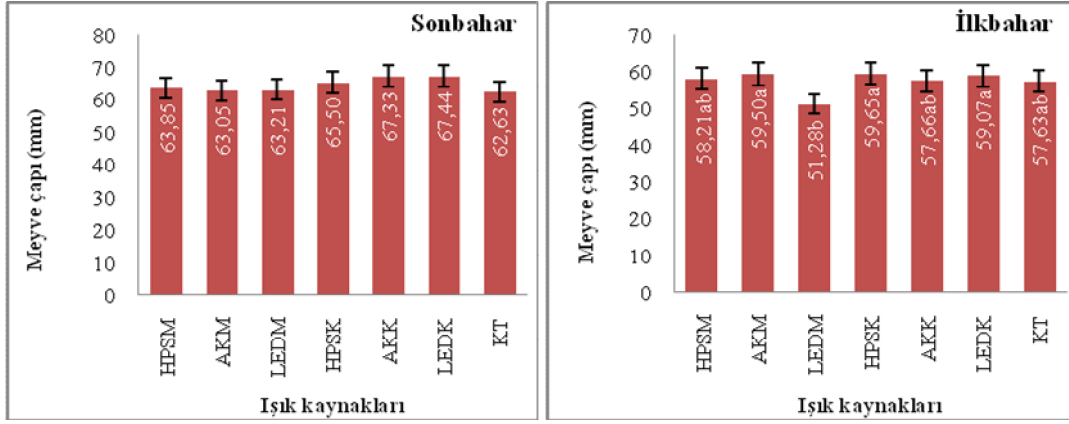
5.5.2.2 Meyve şekil indeksi (boy/çap)

Sonbahar döneminde domateste en fazla meyve şekil indeksi değeri 0.81 ile AKM uygulamasında ve en düşük meyve şekil indeksi ise 0.76 değeri ile LEDK uygulamasında tespit edilmiştir. İlkbahar döneminde bu değer 0.86 ile LEDK uygulamasında en yüksek ve 0.78 ile AKK uygulamasında en düşük olarak bulunmuştur (Şekil 5.110). Özbay ve diğ. (2012), farklı domates çeşitlerinde yaptıkları çalışmada; meyve şekil indeksi değerlerinin 0.637 - 1.399 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ünlü ve Padem (2009), Joker F1 domates çeşidi ile tarla koşullarında yaptıkları çalışmada, meyve indeksi değerlerinin 0.80-0.83 arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. Çalışmamız sonucunda, dönemsel olarak farklılık göstermekle birlikte renk ve ışık kaynağı uygulamalarının meyve şekil indeksi değerlerini olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

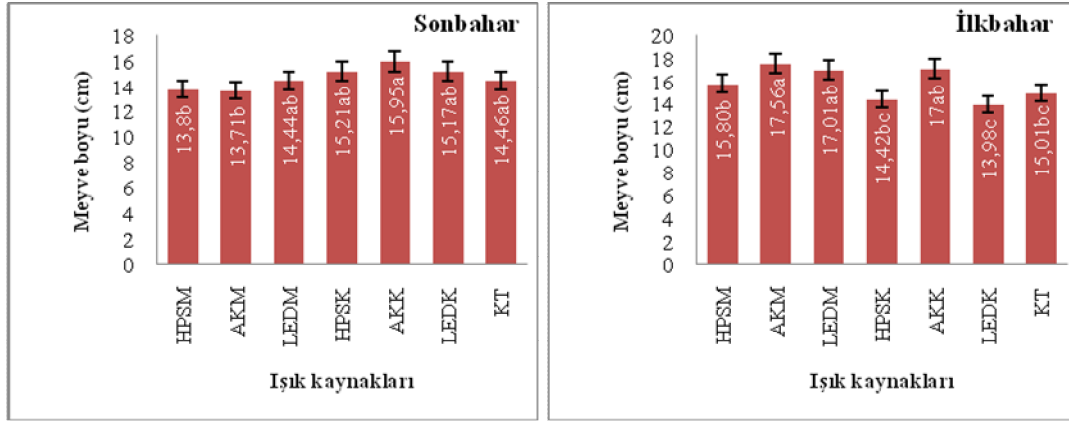
Sonbahar biber yetiştiriciliğinde meyve şekil indeksi 1.73 değeri ile AKK uygulamasında en fazla, 1.35 değeri ile HPSM uygulamasında en düşük olarak tespit edilmiştir. İlkbahar biber yetiştiriciliğinde en büyük meyve şekil indeksi 2.11 ile LEDM uygulamasında ve en düşük meyve şekil indeksi ise 1.36 ile LEDK uygulamasında bulunmuştur (Şekil 5.111). Sonbahar patlıcan meyve şekil indeksi 0.46 (HPSK uygulamasında) ile 0.41 (KT uygulamasında) arasında tespit edilmiştir. İlkbahar patlıcan yetiştiriciliğinde ise bu değerler 0.47 (LEDM uygulamasında) ile 0.40 (LEDK uygulamasında) arasında bulunmuştur (Şekil 5.112).



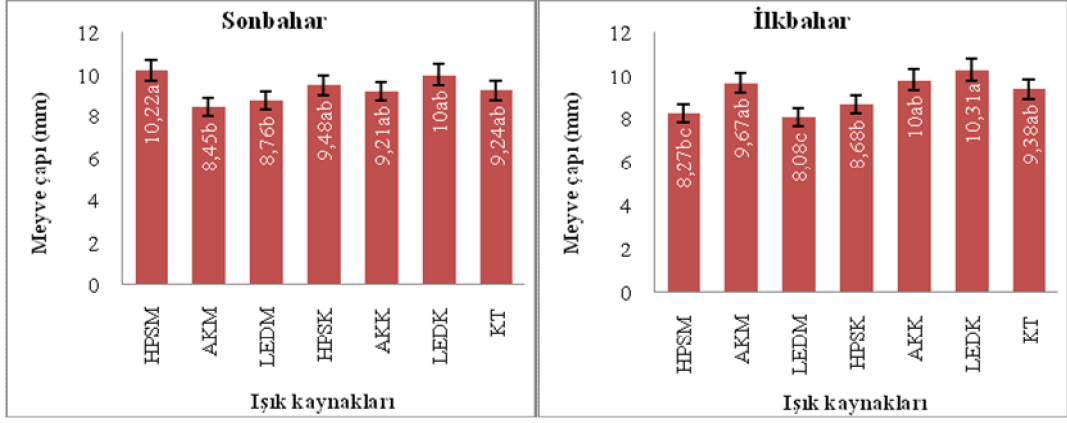
Şekil 5. 104 Farklı ışık kaynaklarının domateste meyve boyu üzerine etkileri.



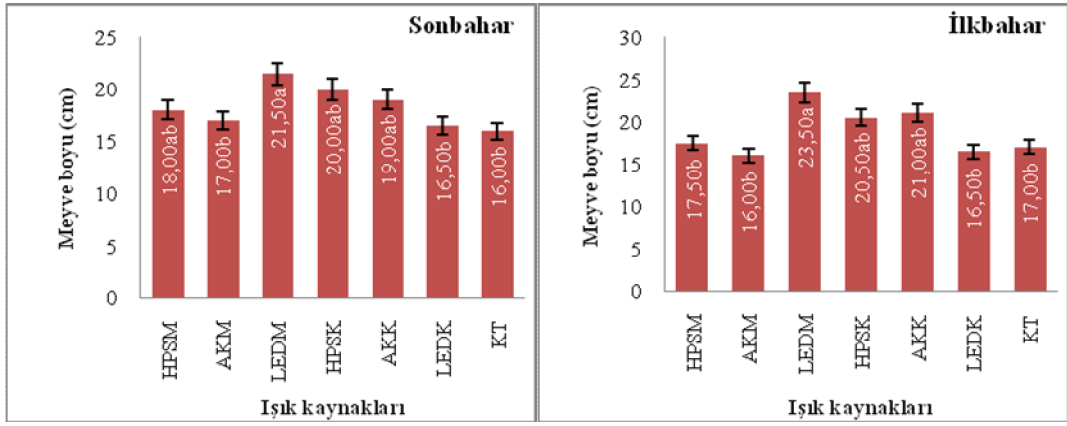
Şekil 5. 105 Farklı ışık kaynaklarının domateste meyve çapı üzerine etkileri.



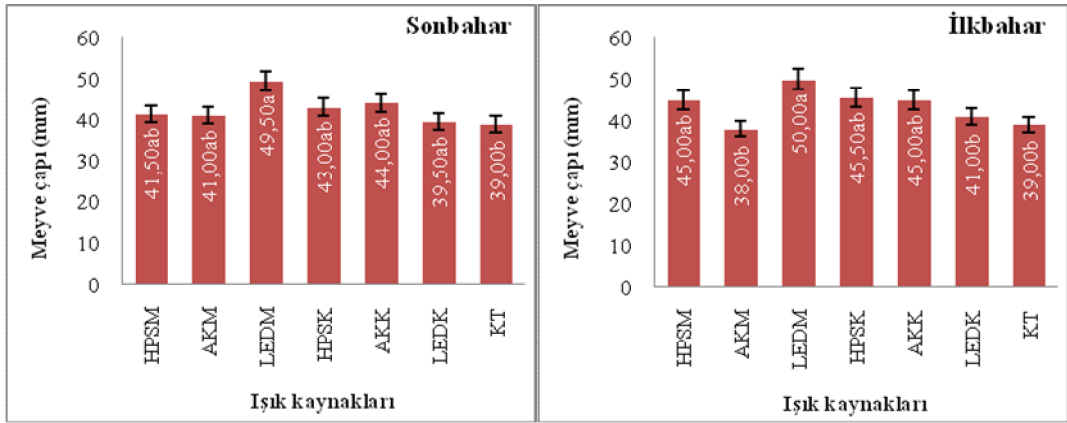
Şekil 5. 106 Farklı ışık kaynaklarının biberde meyve boyu üzerine etkileri.



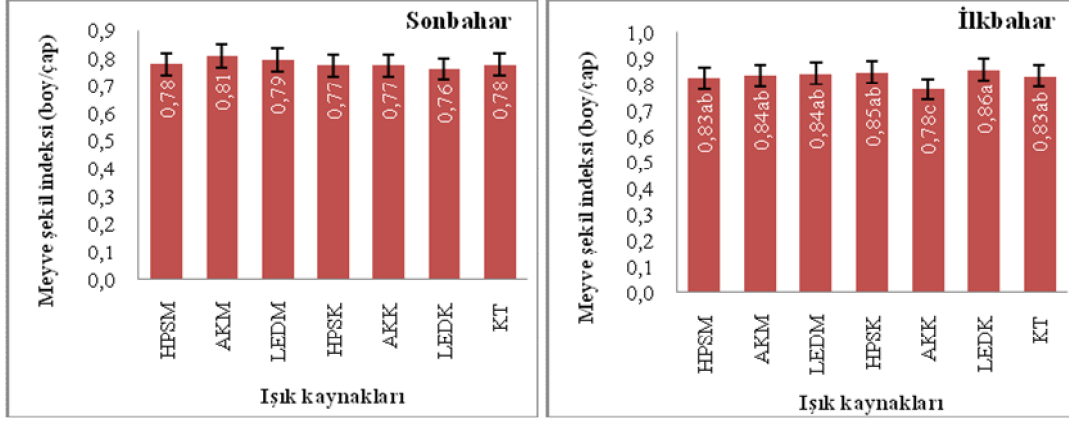
Şekil 5. 107 Farklı ışık kaynaklarının biberde meyve çapı üzerine etkileri.



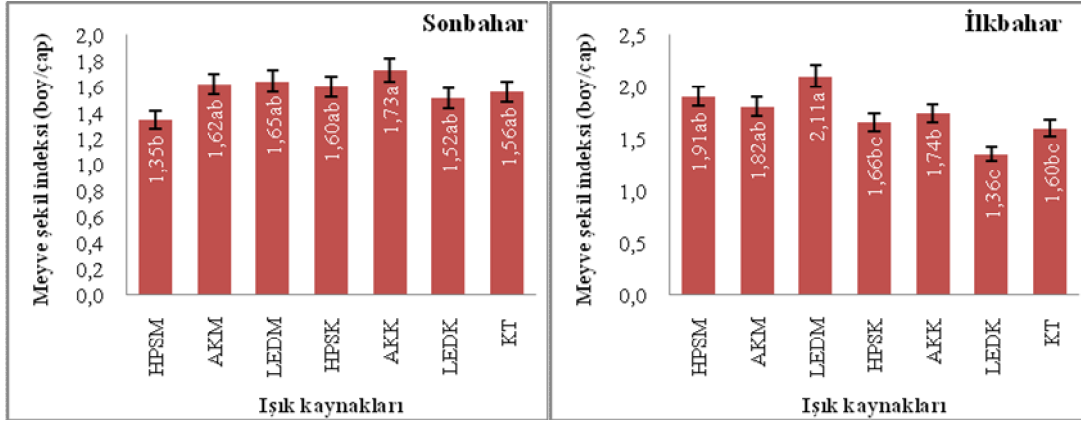
Şekil 5. 108 Farklı ışık kaynaklarının patlıcanda meyve boyu üzerine etkileri.



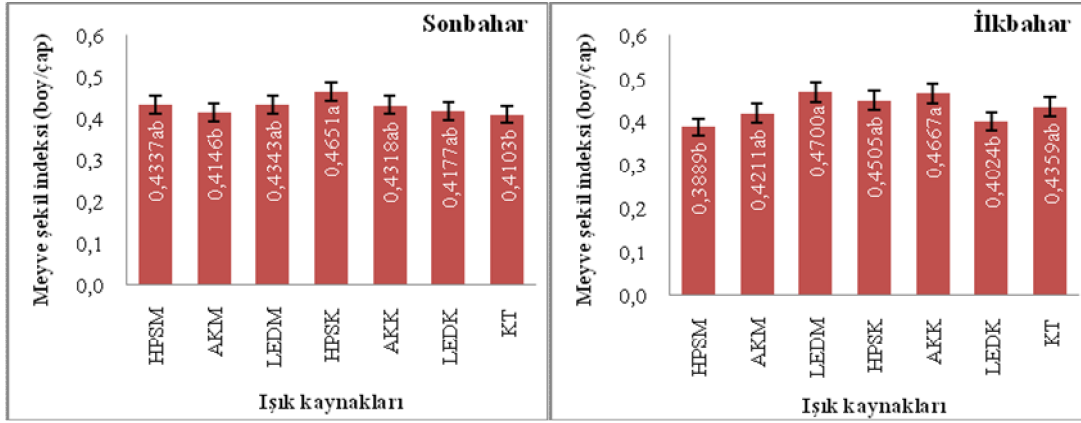
Şekil 5. 109 Farklı ışık kaynaklarının patlıcanda meyve çapı üzerine etkileri.



Şekil 5. 110 Farklı ışık kaynaklarının domateste meyve şekil indeksi üzerine etkileri.



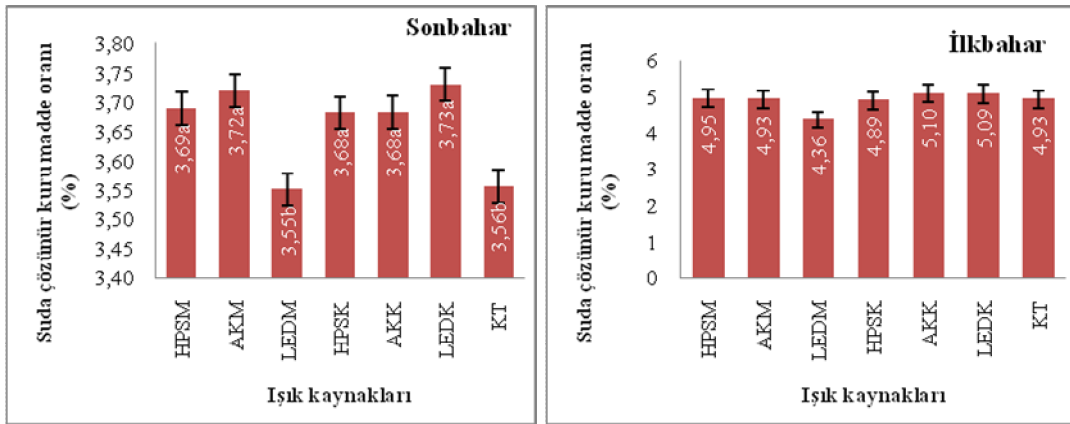
Şekil 5. 111 Farklı ışık kaynaklarının biberde meyve şekil indeksi üzerine etkileri.



Şekil 5. 112 Farklı ışık kaynaklarının patlıcanda meyve şekil indeksi üzerine etkileri.

5.5.2.3 Domateste suda çözünebilir kuru madde miktarının değişimi

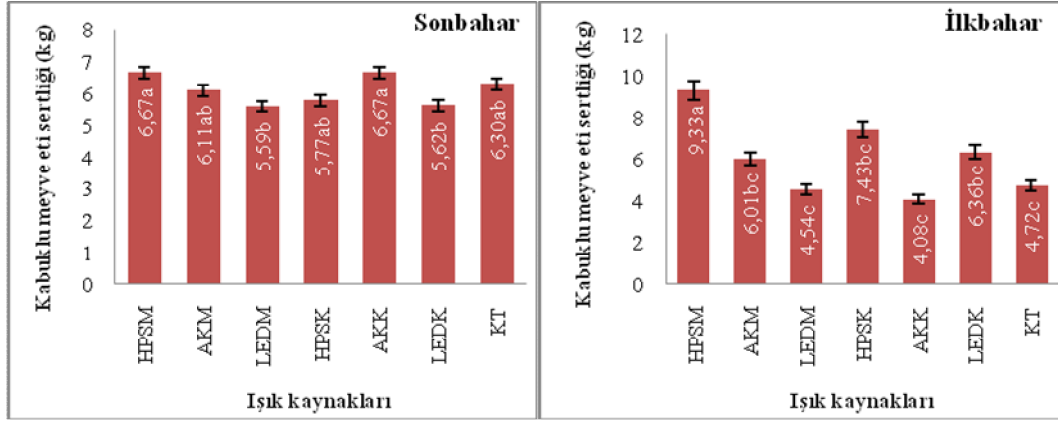
Denemede domates meyvelerinde sonbahar döneminde suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM) en yüksek %3.73 ile LEDK uygulamasında tespit edilmiştir. İlkbahar yetiştiriciliğinde ise bu değer %5.10 ile AKK uygulamasında elde edilmiştir (Şekil 5.113). Çalışmamız sonucunda kırmızı renk uygulamasının % SÇKM değerini olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Ayrıca ışık ve sıcaklığın düşük olduğu sonbahar döneminde % SÇKM değerlerinin ilkbahar dönemine göre düşük olduğu bulunmuştur. Bu sonuca benzer olarak; domateste sonbaharda yapılmış olan bir çalışmada gölgelemenin meyvede suda çözünebilir kuru madde miktarını azalttığı bildirilmiştir (El - Gizawy ve diğ., 1993). Hamamoto ve Yamazaki (2011), sabah saatlerinde yapılan ek aydınlatmanın meyvedeki suda çözünebilir kuru madde miktarı üzerine istatistikî olarak önemli düzeyde bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Yıldız (2013), domateste suda çözünebilir kuru madde değerlerinin % 4.27-4.60 arasında değişmiş gösterdiğini tespit etmiştir. Efe (2014), LED aydınlatmayla kıvrıcık marulda en yüksek SÇKM değerinin % 3,83 ile mavi+kırmızı LED uygulamasından elde ettiğini bildirmiştir.



Şekil 5. 113 Farklı ışık kaynaklarının domateste suda çözünebilir kuru madde miktarı üzerine etkileri.

5.5.2.4 Domates meyvelerinde ölçülen kabuklu meyve eti sertliği sonuçları

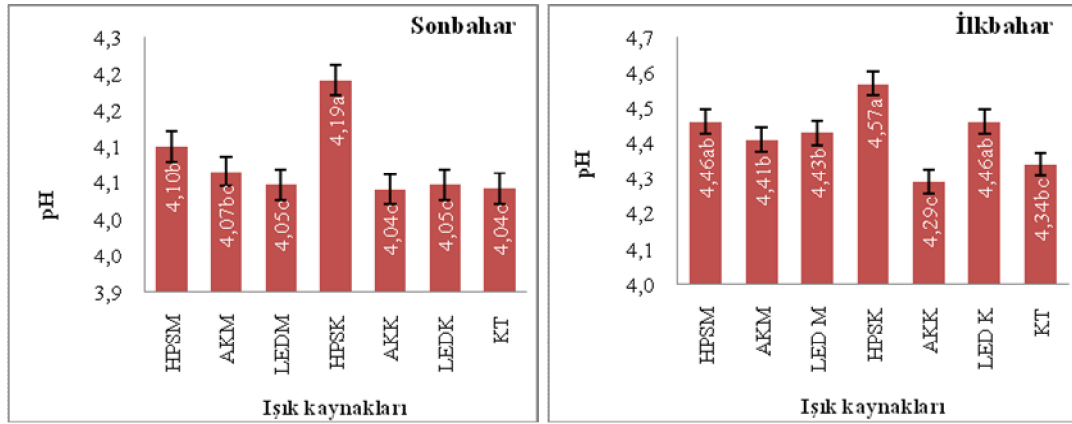
Araştırmada; sonbahar yetiştiriciliğinde domates meyvelerinde en yüksek kabuklu meyve eti sertliği değeri 6.67 kg ile HPSM ve AKK uygulamalarında ölçülmüştür. İlkbahar döneminde ise bu değer, 9.33 kg ile HPSM uygulamasında bulunmuştur (Şekil 5.114). Kabuklu meyve eti sertlik değerlerinin uygulamalara ve dönemlere göre değişik sonuçlar verdiği bulunmuştur.



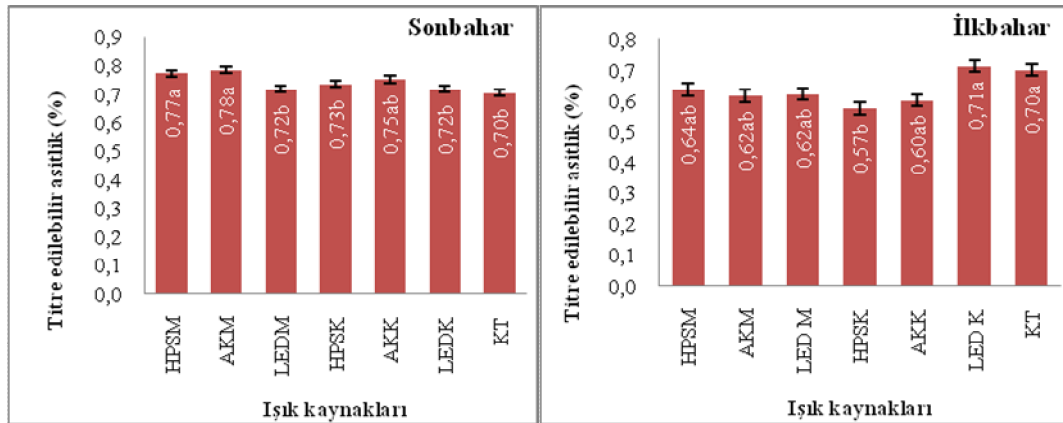
Şekil 5. 114 Farklı ışık kaynaklarının domateste kabuklu meyve eti sertliği üzerine etkileri.

5.5.2.5 Domates meyvelerinde ölçülen pH ve titre edilebilir asitlik değerleri

Sonbahar yetiştiriciliğinde domates meyvelerinde en yüksek pH değeri 4.19 ile HPSK ve en düşük pH değer ise 4.04 ile AKK ve KT uygulamalarında tespit edilmiştir. İlkbahar döneminde en yüksek pH değeri, 4.57 ile HPSK uygulamasında, belirlenmiştir (Şekil 5.115). Çalışma sonucunda HPS ışık kaynağı uygulamasının her iki dönemde de domates meyvelerinde pH değerinin olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Titre edilebilir asitlik miktarları sonbahar domates yetiştiriciliğinde %0.78 ile en yüksek AKM uygulamasında ölçülmüştür. İlkbahar yetiştiriciliğinde ise %0.71 ile LEDK uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 5.116). Her iki domates yetiştiriciliği döneminde de pH ve titre edilebilir asitlik değeri yönünden istatistiksel olarak önemli seviyede farklılıkların olduğu saptanmıştır. Kiracı ve Karataş (2015), domates meyvelerinde pH değerinin 4.37-4.58 arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. Yıldız (2013), domateste gölgeleme altında titre edilebilir asit değerini %0,42 olarak bulmuştur. Aynı çalışmada pH değeri 4.38 olarak elde edilmiştir. Araştırma sonuçları çeşitlere ve uygulamalara göre değişmekle birlikte belirtilen literatürleri destekler nitelikte olmuştur.



Şekil 5. 115 Farklı ışık kaynaklarının domatesteki pH miktarı üzerine etkileri.



Şekil 5. 116 Farklı ışık kaynaklarının domatesteki titre edilebilir asitlik miktarı üzerine etkileri.

5.5.3 Domates, biber ve patlıcanda verimlilik unsurlarına ait sonuçlar

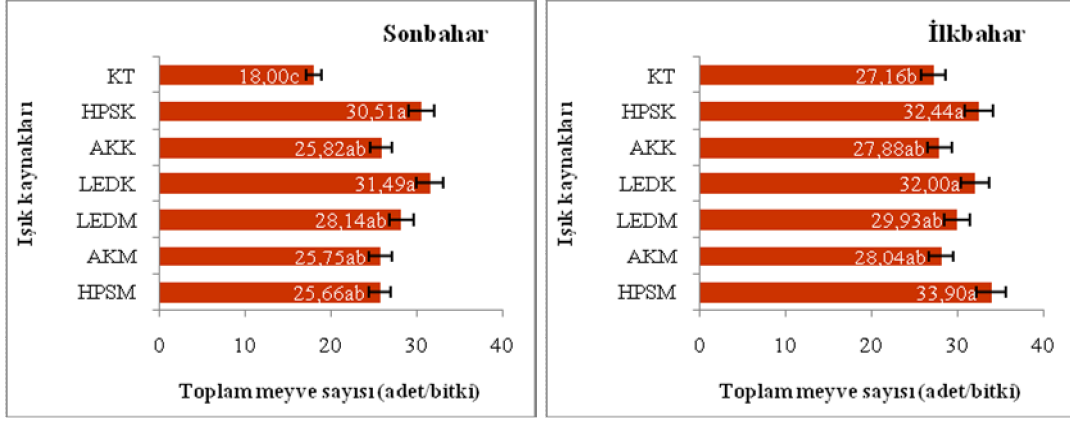
5.5.3.1 Bitki başına toplam meyve sayısı

Araştırmada bitki başına toplam meyve sayısı yönünden yapılan incelemelerde; sonbahar döneminde domatesteki 31.5 adet/bitki ile en yüksek (LEDK uygulamasında) ve en düşük 18 adet/bitki (KT uygulamasında) olarak tespit edilmiştir. İlkbahar yetiştiriciliğinde en yüksek bitki başına toplam meyve sayısı ortalama 33.9 adet/bitki ile HPSM uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 5.117). Her iki yetiştirme döneminde de bitki başına toplam meyve sayısı yönünden istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıkların olduğu saptanmıştır. Çalışmamız sonucunda domatesteki farklı yetiştirme dönemlerinde farklı ışık kaynaklarının öne çıktığı görülmüştür. Martine ve diğ. (1991), HPS lambalar altında yapılan domates yetiştiriciliğinde PPFD arttıkça, seyrek ve sık dikim yoğunluğunda meyve sayısının arttığını bildirmişlerdir. Uzun (2000), domatesteki düşük ışık ve yüksek sıcaklık şartlarında yetiştirilen bitkilerde meyve sayısının azaldığını kaydetmiştir. Dueck ve diğ. (2012), HPS ve LED

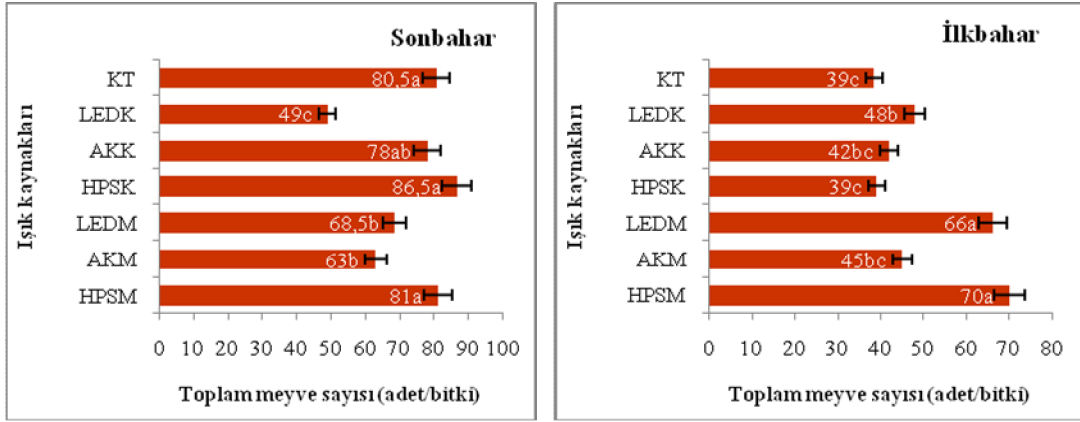
lambalar ile domateste yapılan çalışmada, LED ışık altında yetiştirilen domateslerin ortalama meyve sayısının arttığı belirlenmiştir.

Biber yetiştiriciliğinde sonbahar döneminde en yüksek bitki başına toplam meyve sayısı, ortalama 86.5 adet/bitki ile HPSK uygulamasında tespit edilmiştir. İlkbahar döneminde ise bitki başına toplam meyve sayısı en yüksek 70 adet/bitki ile HPSM uygulamasında saptanmıştır (Şekil 5.118). Çalışma sonucunda domates denemesinin sonuçlarına benzer bir şekilde biberde de sonbahar döneminde kırmızı, ilkbahar döneminde mavi renge sahip ışık kaynakları verimi olumlu yönde etkilemiştir. Graham ve Decoteau (1995), biberde ATL ve ilave floresan uygulamasının ilk hasattaki meyve sayısı üzerine olumlu etkilerinin olduğunu ifade etmişlerdir. Jokinen ve diğ. (2012), LED lambalar altında yetiştirilen biberde meyve sayısının kontrole göre arttığını bildirmişlerdir.

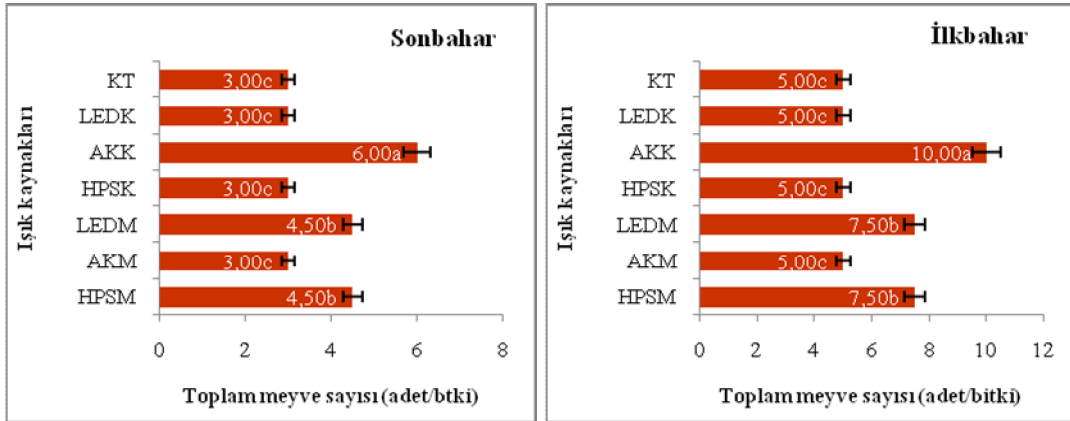
En yüksek bitki başına toplam meyve sayısı patlıcan yetiştiriciliğinde sonbaharda 6 adet/bitki ile AKK uygulamasında ve ilkbaharda 10 adet/bitki ile yine AKK uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 5.119). Eltez (1995), domates, biber ve patlıcanda yaptığı çalışmada; ilave ışık altında yetiştirilen fidelerin bitkilerinde oluşan meyve sayıları bakımından artışlar sağlandığını bildirmiştir.



Şekil 5. 117 Farklı ışık kaynaklarının domateste bitki başına toplam meyve sayısı üzerine etkileri.



Şekil 5. 118 Farklı ışık kaynaklarının biberde bitki başına toplam meyve sayısı üzerine etkileri.



Şekil 5. 119 Farklı ışık kaynaklarının patlıcanda bitki başına toplam meyve sayısı üzerine etkileri.

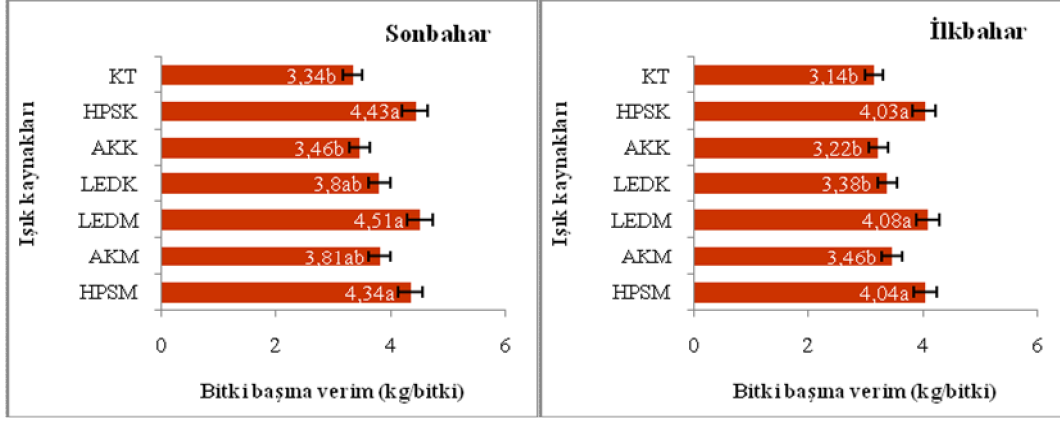
5.5.3.2 Bitki başına toplam verim değerleri

Denemede domates yetiştiriciliğinde en yüksek bitki başına verim değeri sonbahar döneminde 4.51 kg/bitki ve ilkbahar döneminde ise 4.08 kg/bitki ile LEDM uygulamasında belirlenmiştir. En düşük bitki başına verim değerleri; sonbaharda (3.34 kg/bitki) ve ilkbaharda (3.14 kg/bitki) KT uygulamasında tespit edilmiştir (Şekil 5.120). Deneme sonuçlarına göre LEDM uygulaması, KT ye göre domateste bitki başına toplam verim değerlerini oldukça artırmıştır. Menard ve diğ. (2006), mavi ışığın farklı düzeylerine sahip HPS ve LED lambalar altında yetiştirilen domatesin gelişmesi ve meydana gelen fizyolojik değişikliklerin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda; mavi renkli ışık altında yetiştirilen bitkilerin meyve veriminin arttığı tespit etmişlerdir. Richard ve Harry (1987), domateste güneş ışığı ve güneş ışığı+HPS lamba kombinasyonu ile yapılan bir çalışmada; güneş ışığı+HPS lamba kombinasyonu altında yetiştirilen bitkilerde, toplam verimin önemli derecede arttığını bildirmişlerdir. Martine ve diğ. (1991), domateste HPS lambalarla yaptığı çalışmada $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PFD'ye sahip HPS lambalarda meyve veriminin en yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Dominique-André ve diğ. (1998), domateste gün uzunluğunun etkilerini araştırmak amacıyla HPS lamba ile bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar, verim değeri bakımından ek ışıklandırma altında yetiştirilen bitkilerde güneş ışığı altında yetişen bitkilere göre artış görüldüğünü ancak istatistiksel olarak farkın önemli düzeyde olmadığını belirtmişlerdir. Deram (2013), farklı ışık şiddetleri ve farklı dalga boyuna sahip LED lambalar ve HPS lambalar ile kontrol uygulamaları altında yetiştirilen domateslerin büyüme ve gelişmesini karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Çalışma sonucunda, domateste en yüksek verim değeri kırmızı-mavi (5:1 oranında) LED lamba altında yetiştirilen domates bitkilerinde tespit edilmiştir.

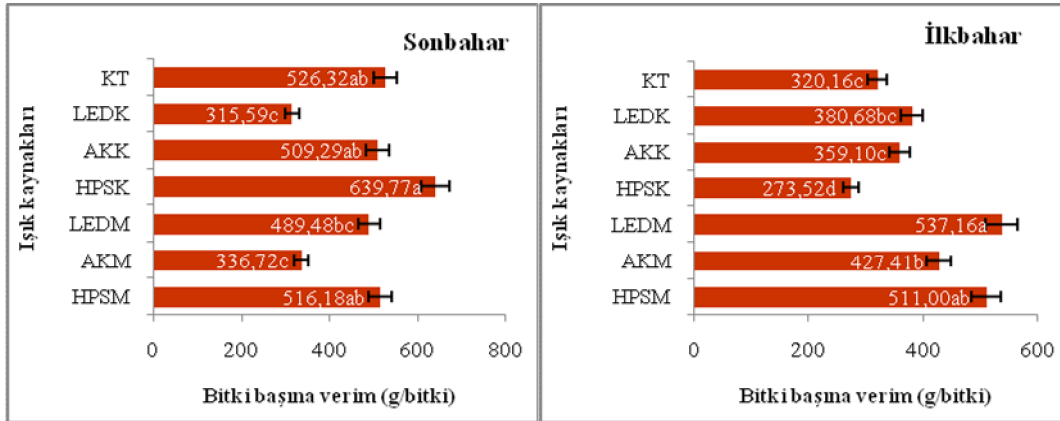
Bitki başına verim değerleri yönünden; sonbahar biber bitkilerinde en yüksek değer 639.77 g/bitki ile HPSK uygulamasından elde edilmiştir. İlkbahar döneminde bu değer, 537.16 g/bitki ile LEDM uygulamasında saptanmıştır (Şekil 5.121). Çalışma sonucunda; ilkbahar yetiştiriciliğinde domateste olduğu gibi biberde de LEDM uygulaması önemli ölçüde öne çıkmıştır. Sonbaharda ise istatistiksel olarak LEDM'den farklı olmayan HPSK ışık kaynağı daha fazla öne çıkmıştır. Jokinen ve diğ. (2012), biberde LED lambaların verim ve kalite üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda; LED ışık altında yetiştirilen biberde meyve

sayısının arttığı ve bitkilerde pazarlanabilir üründe verimin % 16 oranında artışı gösterdiği saptanmıştır. Graham ve Decoteau (1995), biberde gündüz yüksek kızıl ötesi dalga boyuna sahip ATL uygulaması ve gün sonunda soğuk-beyaz floresan lamba ile bir saat yapılan ek aydınlatmanın fide büyümesi ve dikimden sonra meyve verimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar; ilave floresan uygulamasının ilk hasattaki meyve sayısı ve meyve ağırlığı üzerine olumlu etkilerinin olduğunu ifade etmişlerdir. Ancak yapılan değerlendirmede, ek aydınlatma altında yetiştirilen fidelerin dikimden sonra toplam verim değerleri arasında bizim çalışmamızın aksine istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılığın bulunmadığı tespit etmişlerdir.

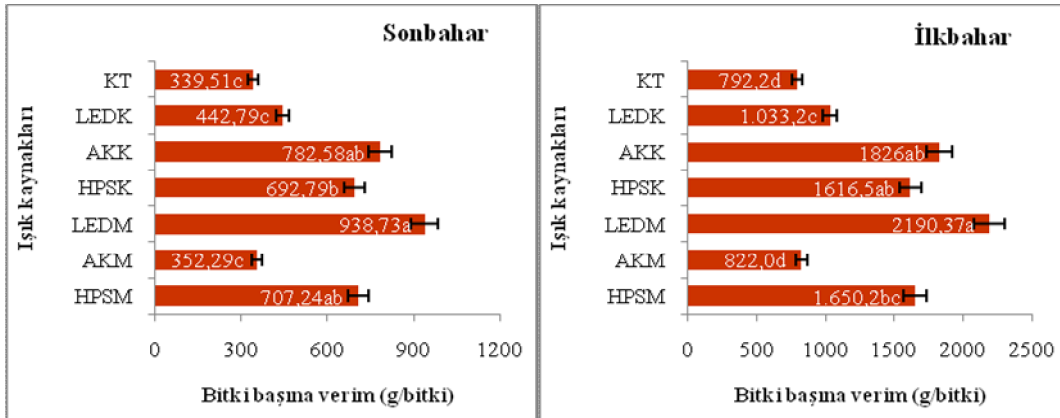
Patlıcan yetiştiriciliğinde sonbahar döneminde en yüksek bitki başına verim değeri 938.73 g/bitki ile LEDM uygulamasında belirlenmiştir. İlkbaharda ise bitki başına verim değerleri yönünden en yüksek 2190.37 g/bitki ile LEDM ve en düşük ise 792.2 g/bitki ile KT uygulamasında dağılış göstermiştir (Şekil 5.122). Eltez (1995), biber, patlıcan ve domateste ilkbahar yetiştiriciliğinde fide döneminde yapılan ilave aydınlatmanın araştırdığı çalışmada; fide devresinde HPS lambalarla yetiştirilen türlerde, dikimden sonraki yetiştirme aşamasında kontrole göre erkenci ve toplam verim bakımından artışların sağlandığı tespit etmiştir. Uzun (2000), meyve ağırlığının artan ışık yoğunluğu ile arttığını, ancak artan sıcaklıklarda ise azaldığını bildirmiştir. Araştırmacı; ışığın bitkilerin yaprakları ile absorbe edilmesi ve bitkilerin fotosentezde kullanma etkinliğine bağlı olarak belirli bir yoğunluğa kadar verimi artırdığını, daha sonra azaldığını tespit etmiştir. Ayrıca çalışma sonuçları; Nakkila ve diğ. (2006), Rolf ve diğ. (2010) ve Hamamoto ve Yamazaki (2011) gibi araştırmacıların çalışmalarıyla uyum göstermektedir.



Şekil 5. 120 Farklı ışık kaynaklarının domatesteki bitki başına verim üzerine etkileri.



Şekil 5. 121 Farklı ışık kaynaklarının biberdeki bitki başına verim üzerine etkileri.



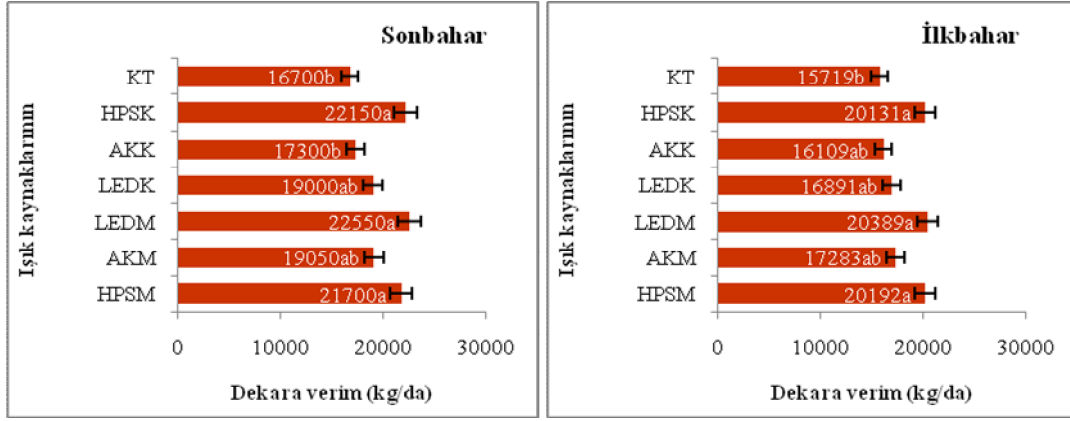
Şekil 5. 122 Farklı ışık kaynaklarının patlıcandaki bitki başına verim üzerine etkileri.

5.5.3.3 Dekara verim değerleri

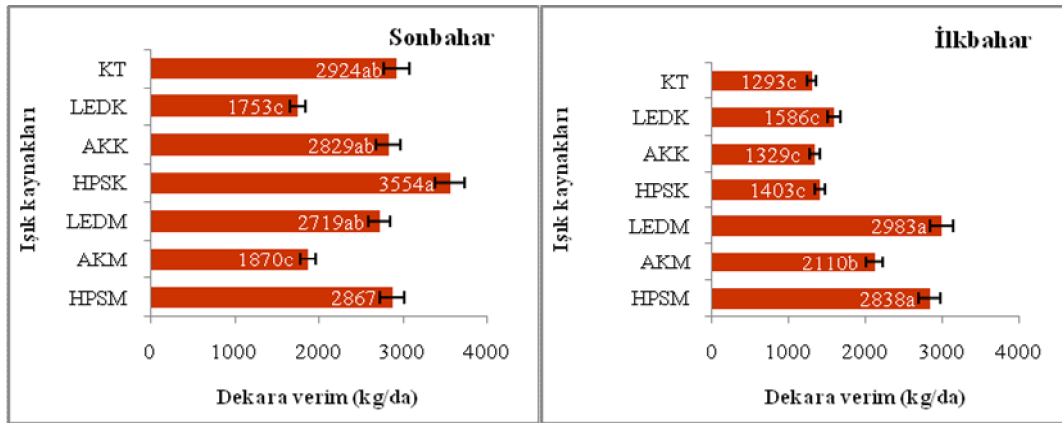
Denemede sonbahar domates yetiştiriciliğinde en yüksek dekara verim değeri 22550 kg/da ile LEDM uygulamasında belirlenmiştir. İlkbahar yetiştiriciliğinde ise bu değer 20389 kg/da ile yine LEDM uygulamasında elde edilmiştir (şekil 5.123). Çalışma sonucunda çoğu parametrede olduğu gibi LEDM uygulamasının domates verimi üzerine de olumlu yönde etki yaptığı grlmştir. Hui-lian ve diğ. (2012), beyaz (kontrol), mavi ve kırmızı renklere sahip LED lambaların domates yetiştiriciliği üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda mavi LED uygulamasının domatesin verim ve kalitesini olumlu yönde arttırdığını ifade etmişlerdir. Çalışma sonuçları Dorais (2003) ile benzerlik göstermektedir.

Biber yetiştiriciliğinde sonbahar döneminde en yüksek dekara verim değeri 3553 kg/da ile bitki başına toplam meyve sayısı parametresinde olduğu gibi HPSK uygulamasında saptanmıştır. İlkbahar yetiştiriciliğinde ise en yüksek değer, 2983 kg/da ile LEDM uygulamasında saptanmıştır (şekil 5.124). Çalışma sonuçları Graham ve Decoteau (1995) ve Jokinen ve diğ. (2012)'in LED ışık kaynağı ve ilave ışıklandırmanın verimlilik üzerine etkileri konusunda bulguları ile benzerlik göstermektedir.

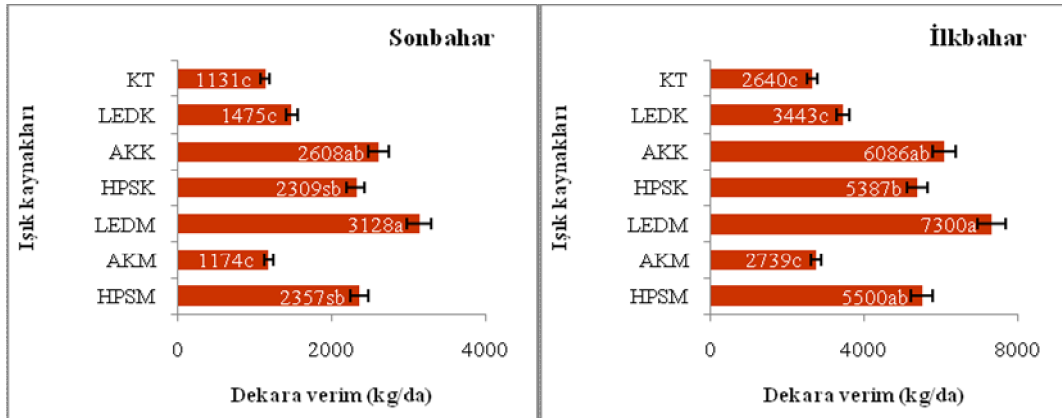
Sonbahar yetiştiriciliğinde en yüksek dekara verim değeri, patlıcanda 3128 kg/da ile LEDM uygulamasında ve ilkbaharda ise 7300 kg/da ile yine LEDM uygulamasından elde edilmiştir (şekil 5.125). Çalışma sonucunda LEDM uygulamasının domateste olduğu gibi patlıcanda da verim üzerine olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Araştırma bulguları incelendiğinde; Nakkila ve diğ. (2006), Rolf ve diğ. (2010) ve Hamamoto ve Yamazaki (2011)'in çalışmalarıyla uyumluluk göstermiştir.



Şekil 5. 123 Farklı ışık kaynaklarının domatesteki debara verim miktarı üzerine etkileri.



Şekil 5. 124 Farklı ışık kaynaklarının biberdeki debara verim miktarı üzerine etkileri.



Şekil 5. 125 Farklı ışık kaynaklarının patlıcandaki debara verim miktarı üzerine etkileri.

6 SONUÇ VE ÖNERİLER

Örtüaltı yetiştiriciliğinde temel amaç, dış koşulların bitki yetiştirilmesine olanak vermediği dönemlerde de pazara kârlı ve kaliteli ürünlerin sunulabilmesidir. Bitkilerin büyüme ve gelişmeleri için en uygun çevre koşullarının ve yetiştirme ortamlarının sağlandığı seralardan, ekonomik olarak en yüksek oranda ürün ve kazanç elde edilebilmektedir. Bunun içinde; seraların belirtilen amaçlara göre planlanmaları, projelendirilmeleri ve bitki yönetiminin sağlanması gerekmektedir. Seraların planlanmasında incelenmesi gereken en önemli etmenler havalandırma, ısıtma, soğutma ve ışıklandırma. Tez çalışmasında; sera koşullarında farklı yapay ışık, renk ve kaynaklarının domates, biber ve patlıcan da fide büyüme, gelişme, kalitesi ile dikim sonrası adaptasyonları üzerine olan etkileri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Ülkemizde; sıcaklık ve hava oransal neminin bitkiler üzerindeki etkileri birçok çalışma ile belirlenmiş olmasına rağmen, ışık kaynaklarının bitki büyüme ve gelişmesi üzerine etkileri konusunda çok fazla çalışma yapılmadığı görülmüştür. Bitkilerin büyüme ve gelişmesinde ışığın etkisi düşünüldüğünde her bir bitki türü için mümkün olduğunca kontrollü çevre şartlarında farklı denemeler yapılması kaçınılmaz bir zorunluluk olduğu ortaya çıkmıştır. Bu çalışma ile çiftçilerimizin daha verimli ve kaliteli ürünleri turfanda olarak daha sağlıklı üretme olanağına sahip olmaları amaçlanmıştır. Bu şekilde kaliteli fideyle daha erkenci ve sağlıklı ürünler elde ederek ekonomik olarak yüksek kazanç sağlamaları hedeflenmiştir. Bu araştırmadan elde etmiş olduğumuz sonuçlar ve türe göre yapılan öneriler aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

a. Çalışmada; tohum çıkış süreleri ve çıkış oranları incelendiğinde domates tohumlarının mavi renge sahip ışık kaynaklarında daha yüksek çıkış oranı değerlerine ulaştığı ve daha kısa sürede çıkış gösterdiği saptanmıştır. Patlıcan ve biberde her iki yetiştirme döneminde en erken fide çıkış oranları, HPS ışık kaynağı uygulamalarında ortaya çıkmıştır. Çalışma sonucunda; tohum çıkış süresini kısa sürede oluşturan uygulamaların, en erken sürede ilk gerçek yapraklanma gösterdikleri belirlenmiştir. HPS ışık kaynağı uygulamaları, çıkış süreleri, % çıkış oranları ve fide yapraklanması açısından tavsiye edilebilir olmuştur.

b. Domateste her iki yetiştirme döneminde de LEDM uygulamasında fide boyları en kısa olmuştur. AKK uygulamasında ise en kalın gövde çapı değerleri ölçülmüştür. Biber fidelerinde üzerine kırmızı renk ile yapılan yapay ışıklandırma sonucunda, en

kısa boylu fidelerin meydana geldiği belirlenmiştir. Patlıcan fidelerinde ise ATL uygulaması altında en kısa fide boyuna sahip oldukları tespit edilmiştir.

c. Tüm türlerde en düşük yaprak alanları; mavi renk ve kontrol uygulamaları altında saptanmıştır. Araştırma sonucunda; kırmızı renk uygulamasının yaprak yüzey alanını arttırdığı ve ışık kaynağı olarak ise HPS uygulamasının daha fazla öne çıktığı belirlenmiştir. Bu sonuca benzer olarak, yaprak kalınlığı açısından mavi ışık uygulamalarının olumlu yönde artışı saptanmıştır.

d. İncelenen tüm ışık kaynağı uygulamalarında genel olarak her iki dönemde de en uzun fide kök boyları, mavi ışık uygulaması sonucunda yetiştirilen fidelerde ölçülmüştür. Bu sonucu destekler nitelikte mavi renk uygulamalarının, kırmızı renk uygulamalarına göre kök kuru ağırlığını arttırdığı belirlenmiştir. Fide yetiştiriciliğinde kök uzunluğu ve kök ağırlığı bakımından; yüksek sıcaklığa sahip sonbahar döneminde LED uygulamalarının öne çıktığı, düşük sıcaklıklara sahip ilkbahar döneminde ise ortam sıcaklığını artıran HPS ve ATL uygulamalarının tavsiye edilebilir nitelikte oldukları bulunmuştur.

e. Çalışma sonucunda domateste ilkbahar döneminde, ATL ışık kaynağının sıcaklık etkisi ile yaprak kuru ağırlığı oldukça arttırdığı düşünülmektedir. Bu sonuca benzer olarak fidelerde yapraklanma sayısı açısından da AKK ışık kaynaklarının öne çıktığı görülmüştür. Her iki dönemdeki sıcaklık farkına rağmen, biber bitkisinde mavi renk ile ışıklandırmanın kırmızı renk ile ışıklandırmaya göre yaprak kuru ağırlığını artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca; mavi renkli ışık altında yetiştirilen bitkilerin toplam bitki kuru ağırlıklarının daha fazla arttığı tespit edilmiştir.

f. Araştırma sonuçlarına göre; genel olarak yapay aydınlatma uygulamalarının oransal gövde ağırlığı ve oransal yaprak ağırlığını artırdığı belirlenmiştir. Özellikle ATL uygulamasının oransal gövde ağırlığı ve kırmızı renkli yapay aydınlatmanın ise oransal yaprak ağırlığı üzerine olumlu etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Ancak oransal kök ağırlığı açısından kontrol bitkileri, genelde daha yüksek değerlere ulaşmıştır. Yapay aydınlatma uygulamalarına göre kontrol bitkilerinde gövde ve yaprak kuru ağırlıklarının daha düşük değerlerde kalması sonucu oransal olarak hesaplanan kök ağırlığı değeri kontrol bitkilerinde daha yüksek olarak belirlenmiştir.

g. Araştırmamız sonucunda biberde ve patlıcanda LED uygulamaları ile özgül yaprak alanının olumsuz yönde, HPS ve ATL uygulamalarının ise olumlu yönde etkiledikleri belirlenmiştir. Oransal yaprak alanının kontrol uygulamasında genel olarak en yüksek değerlere ulaştığı tespit edilmiştir.

h. Deneme sonucunda her iki dönemde de seraya dikilen bitkilerin ATL ve HPS ışık kaynakları altında yetiştirilen bitkilerde gövde çapı ve gövde çapı artış hızı açısından öne çıktığı, mavi renk altında yetiştirilmiş fidelerin ise bitki boyları ve boylanma hızları açısından öne çıktıkları saptanmıştır.

i. Bitkilerde yapraklanma hızı bakımından uygulamalar arasında belirgin bir farklılık bulunmamıştır. Ancak, AKK uygulamasında daha düşük değerlerin oluşması dikkat çekmiştir. Özellikle domateste ve biberde; mavi ışık uygulamasının, yapraklanma sayısı üzerine olumlu yönde etki ettiği belirlenmiştir.

j. Çalışma sunucunda HPS ve LED uygulamalarının tüm türlerde çiçek sayısını artırıcı yönde olumlu etki yaptığı belirlenmiştir. Genel olarak en erken ilk çiçeklenme; sonbaharda mavi renk altında ve ilkbaharda ise kırmızı ışık altında yetiştirilmiş olan bitkilerde bulunmuştur.

k. Deneme verileri incelendiğinde yapay aydınlatma uygulamalarının, meyve sayısı açısından olumlu etki yaptığı belirlenmiştir. Ayrıca, fide döneminde mavi ışık uygulaması yapılmış bitkilerde genelde verimin oldukça artış gösterdiği tespit edilmiştir.

l. Çalışma sonuçlarına göre; incelenen tüm türlerde birçok kriterde olduğu gibi meyve boyu ve meyve çapı parametreleri açısından sonbaharda kırmızı, ilkbaharda ise mavi ışık uygulamalarının öne çıktığı saptanmıştır.

m. Domateste her iki yetiştirme döneminde mavi ışık altında yetiştirilmiş fidelerde bitki başına salkım sayısının arttığı belirlenmiştir. Ayrıca HPS ve ATL uygulamalarında domateste salkım başına çiçek ve meyve sayısını arttırdığı bulunmuştur.

n. Domateste kırmızı renk uygulamasının SÇKM değerini olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Işık ve sıcaklığın düşük olduğu sonbahar döneminde, % SÇKM değerlerinin ilkbahar dönemine göre düşük olduğu saptanmıştır. Ayrıca HPS ışık kaynağı uygulamasının, her iki yetiştirme döneminde meyve pH değerlerini olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

Bu çalışma sonucunda; sera koşullarında yapay ışık kaynaklarının ve farklı renkteki ışıkların domates, biber ve patlıcan türlerinde fide büyüme, gelişmesi ve arazi şartlarına adaptasyonları üzerine olan kantitatif etkileri ayrıntılı olarak tespit edilmiştir. Böylece doğal ışığa ek yapay ışık kaynağı kullanımının, örtüaltı domates, biber ve patlıcan yetiştiriciliğinde faydaları belirlenmiştir. Farklı sıcaklık ve ışık koşullarında bitkiler incelenen özellikler yönünden farklı tepkiler göstermiştir. Bu

durum göz önüne alınarak gelecekte farklı renklerin birlikte yer alacağı kombinasyonların farklı oranlarda kullanımı ile ilgili olarak yeni çalışmalar yapmayı planlamaktayız.

Çalışmanın yürütüldüğü Konya yöresinde örtü altında erkenci yetiştiricilikte erken ilkbahar ve geç sonbahar dönemlerinde yetersiz sıcaklık, ışıklandırma ve yetersiz fotosentez sonucunda kaliteli fide yetiştiriciliği ve bitkisel üretimde zaman zaman sıkıntılar yaşanmaktadır. Bu çalışmada elde edilen sonuçların önemli pratik değeri ve kazanımları bulunmaktadır. Bu nedenle gelecekte yöredeki örtüaltı üreticilerinin sorunlarının çözümüne katkıda bulunacak çalışmaların yapılması planlanmaktadır. Böylece bilimsel çıktılarının, örtüaltı üretiminde uygulanabilir olarak değerlendirilmesi mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

- Argus, 2010. Light and lighting control in greenhouses, pp. 25, Argus Control Ltd., Canada.
- Avercheva, O.V., Berkovich, Y.A., Erokhin, A.N., Zhigalova, T.V., Pogosyan, S.I., Smolyanina, S.O., 2009. Growth and photosynthesis of Chinese cabbage plants grown under light-emitting diode-based light source, *Russian Journal of Plant Physiology*, 56 (1), 14–21.
- Aydınşakir, K., Özkan, H., Karagüzel, Ö., Kaya, A.S., 2005. Farklı ışık kaynaklarının Altınbaşak (*Solidago x hybrida* ‘Tara’)’da verim ve kalite özelliklerine etkisi, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (3), 377-384.
- Balkaya, A., Kandemir, D., Sarıbaş, Ş., 2015. Türkiye sebze fidesi üretimindeki son gelişmeler, *TÜRKTOB Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, 4 (13): 4-8.
- Balkaya, A., Uzun, S., Odabaş, M.S., 2004. Determination of the relationship between the sowing times and plant light interception in red podded bean growing, *Asian Journal of Plant Sciences*, 3:223-230.
- Başak, Ö., 2006. Kontrollü yaşlandırma testinin biberde tohum partilerinin düşük ve yüksek sıcaklıkta fide çıkışı ve depo ömrünün tahmininde kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 196374.
- Berkovich, Y.A., Krivobok, N.M., Moreno, I., 2004. Configurations of LED arrays for uniform illumination, 5th Iberoamerican Meeting on Optics and 8th Latin American Meeting on Optics, Lasers and Their Applications, SPIE, 5622.
- Bozcuk, S., 1997. Bitki Fizyolojisi (Metabolik olaylar), Hatioğlu Yayınevi, Ankara. 221s.
- Brazaitytė, A., Duchovskis, P., Urbonavičiūtė, A., Samuolienė, G., Jankauskienė, J., Sakalauskaitė, J., Šabajevienė, G., Sirtautas, R., Novičkovas, A., 2010. The effect of light-emitting diodes lighting on the growth of tomato transplants, *Zemdirbyste Agriculture*, 97, 89-98.
- Brazaitytė, A., Duchovskis, P., Urbonavičiūtė, A., Samuolienė, G., Jankauskienė, J., Kazėnas, V., Kasiulevičiūtė-Bonakėrė, A., Bliznikas, Z., Novičkovas, A., Breivė, K., Žukauskas, A., 2009. After-effect of light-emitting diodes lighting on tomato growth and yield in greenhouse, *Scientific Works of the Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture*, 28 (1), 115-126.
- Brazaitytė, A., Kasiulevičiūtė, A., 2013. The comparison of supplemental blue and green light effects on two cucumber hybrid transplant grown under HPS lighting in greenhouse, *The Sixth International Scientific Conference Proceedings, Rural Development*, 2 (6), 49-53.
- Brown, C.S., Schuerger, A.C., Sager, J.C., 1995. Growth and photomorphogenesis of pepper plants under red light-emitting diodes with supplemental blue or far-red lighting, *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 120 (5), 808-813.
- Bula, R.J., Morrow, R.C., Tibbitts, T.W., Barta, D.J., Ignatius, R.W., Martin, T.S. 1991. Light-emitting diodes as a radiation source for plants, *Hort. Science*, 26, 203–205.

- Cemeroğlu, B., 2007. Gıda analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 34, Bizim Büro Basımevi. Ankara.
- Cummings, I.G., 2011. Red to far-red ratio correction in plant growth chambers, *Acta Hort. (ISHS)*, 907, 145-149.
- Çağlayan, N., 2013. Seralar için LED lambalı aydınlatma otomasyon sisteminin tasarlanmasına ve uygulanmasına yönelik bir çalışma, Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 334863.
- Çil, E.E., 2006. UV-C ışın stresinin sera şartlarında yetiştirilen fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) üzerinde bazı morfolojik ve fizyolojik etkilerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 182010.
- Dayıoğlu, M.A., Silleli, H., 2012. Seralar için yapay aydınlatma sistemi tasarımı: günlük ışık integrali yöntemi, *Tarım Makineleri Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science)*, 8 (2): 233-240.
- Demir, K., Çakırer, G., 2015. Kaliteli fide üretimini etkileyen faktörler, *TÜRKTOB Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, 4 (13): 12-15.
- Demirsoy, M., 2004. Farklı fide ortamlarının domates, biber, patlıcan ve hıyar Fidelerinin büyüme ve gelişmesine kantitatif etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 59s. 155067.
- Deram, P., 2013. Light-emitting-diode (LED) lighting for greenhouse tomato production (Master's thesis), McGill University, Montréal.
- Dominique-André, D., Martine, D., Chris, H.W., André, G., 1998. Effects of supplemental light duration on greenhouse tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) plants and fruit yields. *Scientia Horticulturae*, 74, 295-306.
- Dorais, M., 2003. The use of supplemental lighting for vegetable crop production: light intensity, crop response, nutrition, crop management, cultural practices, Canadian Greenhouse Conference, 1-8.
- Dueck, T.A., Janse, J., Eveleens, B.A., Kempkes, F.L.K., Marcelis, L.F.M., 2012. Growth of tomatoes under hybrid led and hps lighting, *Acta Hort. (ISHS)*, 952, 335-342.
- Duong, T., Takamura, T., Watanabe, H., Okamoto, K., Tanaka, M., 2003. Responses of strawberry plantlets cultured in vitro under superbright red and blue light-emitting diodes (LEDs), *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 73, 43-52.
- Efe, H., 2014. Katı ortam kültüründe kıvrıkcık yapraklı salata yetiştiriciliğinde ilave led aydınlatma uygulamalarının verim kalite ve bitki gelişimine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat, 376065.
- El-Gizawy, A.M., Gomaa, H.M., El-Habbasha, K.M. and Mohamed, S.S. 1993. Effect of different shading levels on tomato plants, 1. Growth, Flowering and Chemical Composition. *Acta Hort. (ISHS)* 323:341-348.
- Eltez, R.Z., 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, 38474.

- Er, C., Başalma, D., 2014. Tohumluk ve tohumculuk: Temel ilkeler ve teknoloji, 1. Basım, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Eriş, A., 2003. Bahçe bitkileri fizyolojisi, Uludağ Üniv. Zir. Fak. Ders Notları No.11 Bursa. 152s.
- Ertekin, Ü., 2002. Seracılık ve örtüaltı “Biber-Domates-Hıyar-Patlıcan” yetiştiriciliği, Antalya.
- Fan, X., Xu, Z., Liu, X.Y, Tang, C., Wang, L., Han, X., 2013. Effects of light intensity on the growth and leaf development of young tomato plants grown under a combination of red and blue light, *Scientia Horticulturae*, 153, 50–55.
- Fitter, A.H., Hay, R.K.M., 1987. Environmental physiology of plants. 2nd Edition. Academic Press, Harcourt Brace and Company Publishers, London.
- Fölster, E. 1971. The influence of the type of fluorescent lamps on the growth of young vegetable plants, *Acta Hort. (ISHS)*, 22: 95-102.
- Gislerød, H.R., Mortensen, L.M., Torre, S., Pettersen, H., Dueck, T., Sand, A., 2012. Light and energy saving in modern greenhouse production, *Acta Hort. (ISHS)*, 956: 85-97.
- Glowacka, B., 2002. Effect of light colour on the growth of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) transplant, *Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus*, 1 (2), 93–103.
- Glowacka, B., 2004. The effect of blue light on the height and habit of the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) transplant, *Folia Horticulturae*, 16 (2), 3-10.
- Goto, E., 2012. Plant production in a closed plant factory with artificial lighting, *Acta Hort. (ISHS)*, 956:37-49.
- Graham, H.A.H., Decoteau, D.R., 1995. Regulation of bell pepper seedling growth with end-of-day supplemental fluorescent light, *Hortscience*, 30 (3), 487–489.
- Gunlaugsson, B., Adalsteinsson, S., 2006. Interlight and plant density in year-round production of tomato at northern latitudes, *Acta Hort. (ISHS)*, 711, 71-76.
- Günay, A., 1982. Genel sebze yetiştiriciliği, Cilt I., Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayımları, Ankara. 94 s.
- Günay, A., 2005. Sebze yetiştiriciliği. Cilt II, Meta basımevi, İzmir. 345s.
- Hamamoto, H., Yamazaki, K., 2011. Supplemental lighting inside the plant canopy increased the yield and quality of three-truss-ordered tomato, *Acta Hort. (ISHS)*, 907, 283-286.
- Healy, W.E., Wilkins, H.F., 1982. Responed of alstromeria ‘Regina’ to temperature treatments prior to flower-inducing temperature, Department of Horticultural and Landscape Architecture, University of Minnesota, Saint Paul, USA.
- Heo, J. W., Lee, C. W., Paek, K. Y., 2003. Flowering and growth of cyclamen miniature dixie white influenced by control of light quality and day length using LED, Research Center for the Development of Advanced Horticultural Technology, Chungbuk National University, 361 – 763, Korea.
- Hernández, R., 2013. Growth and development of greenhouse vegetable seedlings under supplemental led lighting (PhD thesis), The University of Arizona, USA.

- Hernández, R., Kubota, C., 2012. Tomato seedling growth and morphological responses to supplemental led lighting red, blue ratios under varied daily solar light integrals, *Acta Hort. (ISHS)*, 956, 187-194.
- Hogewoning, S.W., Peter, D., Trouwborst, G., Van leperen, W., Harbinson, J., 2010a. An artificial solar spectrum substantially alters plant development compared with usual climate room irradiance spectra, *Journal of Experimental Botany*, 61, 1267-1276.
- Hogewoning, S.W., Trouwborst, G., Maljaars, H., Poorter, H., Van leperen, W., Harbinson, J., 2010b. Blue light dose-responses of leaf photosynthesis, morphology, and chemical composition of *cucumis sativus* grown under different combinations of red and blue light, *Journal of Experimental Botany*, 61, 3107-3117.
- Hoshi, T., Higa, H., Goto, K., Niibori, K., 2011. Effects of supplemental lighting on the quality of tomato seedlings raised in greenhouses, *Acta Hort. (ISHS)*, 907, 117-123.
- Hui-lian, X., Qicong, X., Fenglan, L., Yanzhong, F., Feifei, Q., Wei, F., 2012. Applications of xerophytophysiology in plant production-LED blue light as a stimulus improved the tomato crop, *Scientia Horticulturae*, 148, 190-196.
- Islam, N., Patil, G.G., Gislerod, H.R., 2005. Effect of photoperiod and light integral on flowering and growth of *eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn, *Scientia Hort.*, 103, 441-451.
- Jankauskienė, J., Kasiulevičiūtė, A., 2013. The comparison of supplemental blue and green light effects on two cucumber hybrid transplant grown under HPS lighting in greenhouse, *The Sixth International Scientific Conference Proceedings Rural Development*, 2 (6), 111-114.
- Johkan, M., Shoji, K., Goto, F., Hahida, S., Yoshihara, T., 2012. Effect of green light wavelength and intensity on photomorphogenesis and photosynthesis in *Lactuca Sativa*, *Environmental and Experimental Botany*. 75, 128-133.
- Jokinen, K., Särkkä, L.E., Näkkilä, J., 2012. Improving sweet pepper productivity by LED interlighting, *Acta Hort. (ISHS)*, 956, 59-66.
- Kandemir, D., 2005. Sera şartlarında sıcaklık ve ışığın biberde (*Capsicum annum* L.) büyüme, gelişme ve verim üzerine kantitatif etkileri, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 198760.
- Karagüzel, O. ve Altan, S., 1995. Gypsophilada (*Gypsophila paniculata* L."Perfecta") dikim zamanları ve uzun gün uygulama sürelerinin bitki gelişimi ve çiçeklenmeye etkileri, Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Cilt II (Sebze-Bağ-Süs Bitkileri), 615-619.
- Karakaş, A., 2008. Sera aydınlatmacılığı, *Elektrik Mühendisliği Dergisi*, 434: 142-144.
- Kilic, S., Karatas, A., Çavusoğlu, K., Unlu, H., Unlu, H.O., Padem, H., 2010. Effects of different light treatments on the stomata movements of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Joker) seedlings, *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9 (1), 131-135.

- Kim, S.J., Hahn, E.J., Heo, J.W., Paek, K.Y., 2004. Effects of LEDs on net photosynthetic rate, growth and leaf stomata of chrysanthemum plantlets in vitro, *Scientia Horticulturae*, 101, 143–151.
- Kiracı, S., Karataş, A., 2015. Organik domates yetiştiriciliğinde bitki aktivatörü uygulamalarının verim ve kalite üzerine etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(1): 17–22.
- Koç, C., Vatandaş M., Koç A.B., 2009. LED aydınlatma teknolojisi ve tarımda kullanımı, 25. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi Bildiri Kitabı, s:153-158. ISPARTA.
- Köksal, N., İncesu, M., Teke, A., 2013. LED aydınlatma sisteminin domates bitkisinin gelişimi üzerine etkileri, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 7 (1), 53-57.
- Li, Q., Kubota, C., 2009. Effects of supplemental light quality on growth and phytochemicals of baby leaf lettuce, *Environmental and Experimental Botany*, 67, 59-64.
- Liu, W., 2012. Light environmental management for artificial protected horticulture, *Agrotechnol*, 1 (1): 1-4.
- Liu, X.Y., Chang, T.T., Guo, S.R., Xu, Z.G., Li, J., 2011a. Effect of different light quality of led on growth and photosynthetic character in cherry tomato seedling, *Acta Hort. (ISHS)*, 907, 325-330.
- Liu, X.Y., Guo, S.R., Xu, Z.G., Jiao, X.L., Takafumi, T., 2011b. 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.
- Liu, X.Y., Guo, S.R., Chang, T.T., Xu, Z.G., Takafumi, T., 2012. Regulation of the growth and photosynthesis of cherry tomato seedlings by different light irradiations of light emitting diodes (LED), *African Journal of Biotechnology*, 11 (22), 6169-6177.
- Lu, N., Maruo, N., Johkan, M., Hohjo, M., Tsukagoshi, S., Ito, Y., Ichimura, T., Shinohara, Y., 2012. Effects of supplemental lighting with light-emitting diodes (LEDS) on tomato yield and quality of single-truss tomato plants grown at high planting density, *Environment Control in Biology*, 50 (1), 63-74.
- Martine, D., André, G., Marc, J.T., 1991. Annual greenhouse tomato production under a sequential intercropping system using supplemental light, *Scientia Horticulturae*, 45, 225-234.
- Mascarini, L., Mascarini, A., Goldberg, M., Landini, S., 2001. Effect of greenhouse shading materials on the foliar area and flowering of two *Cyclamen persicum* hybrids, N. Carolina University.
- Masuda, M, Yoshida, Y, Murakami, K, Nakachi, K, Kinoshita, T., 2006. Leaf injury and dry mass production in eggplant and pepper plant as affected by overnight supplemental lighting, *Environment Control in Biology*, 44 (4), 285-291.
- McAvoy, R.J., Janes, H.W., 1990. Cumulative light effects on growth and flowering of tomato seedlings, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 115 (1), 119-122.
- McCall, D., 1992. Effect of supplementary light on tomato transplant growth, and the after-effects on yield, *Scientia Hortic.*, 51, 65-70.

- McFate, K.L., 1989. Electrical energy in agriculture. Elsevier Science Publishers, Netherlands.
- Menard, C., Dorais, M., Hovi, T., Gosselin, A., 2006. Developmental and physiological responses of tomato and cucumber to additional blue light, *Acta Hort*, 711, 291-296.
- Morrow R.C., 2008. LED lighting in horticulture, *HortScience*, 43: 1947–1950
- Mortensen, L.M., Stromme, E., 1987. Effects of light quality on some greenhouse crops, *Scientia Horticulturae*, 33, 27-36.
- Nakkila, J., Hovi-Pekkanen, T., Tahvonon, R., 2006. Interplanting ensures continuous tomato production, *Acta Hort. (ISHS)*, 711, 255-260.
- Nanya, K., Ishigami, Y., Hikosaka, S., Goto, E., 2012. Effects of blue and red light on stem elongation and flowering of tomato seedlings, *Acta Hort. (ISHS)*, 956, 261-266.
- Nelson, J., Bugbee, B., 2013. Supplemental greenhouse lighting, return on investment for LED and HPS fixtures, Utah State University.
- Novičkovas, A., Brazaitytė, A., Duchovskis, P., Jankauskienė, J., Samuolienė, G., Viršilė, A., Sirtautas, R., Bliznikas, Z., Žukauskas, A., 2012. Solid-state lamps (LEDs) for the short-wavelength supplementary lighting in greenhouses, experimental results with cucumber, *Acta Horticulturae*, 927, 723–730.
- Özbakır, M., Balkaya, A., Uzun, S., 2012. Samsun ekolojik koşullarında sonbahar dönemi alabaş (*Brassica oleracea* var. *gongylodes* L.) yetiştiriciliğinde değişik tohum ekim zamanlarının büyüme üzerine kantitatif etkileri. *Anadolu Tarım Bilim Dergisi*, 27 (2).
- Özbay, N., Sarıyer, T., Korkmaz, A. 2012. Afyonkarahisar ili ekolojik şartlarına uygun sofralık domates çeşitlerinin belirlenmesi. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 1(2):64-70.
- Özen, H.Ç., Onay, A., 2007. Bitki fizyolojisi, 1.Basım, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Özer, H., 2006. Su kültüründe organik olarak yetiştirilen domateste organik gübreler ve viyol hücre büyüklüğünün fide kalitesine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 200848.
- Özkaraman, F., 2004. Sera koşullarında sıcaklık, ışık ve farklı budamaların kavunda (*Cucumis melo* L.) büyüme, gelişme ve verime kantitatif etkileri, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 155254.
- Padem, H., Özdamar, H., 2002. Sebze büyüme ve gelişiminde fotoreseptörler, *Derim Dergisi*, 19(2): 2-8.
- Picken, A.J.F., Stewart, K., Klapwicz, K., 1986. Germination and vegetative development, In, J.G. Atherton And J. Rudich (Eds), *The Tomato Crop*. Chapman and Hall, London, 167-200.
- Pinho, P., Lukkala, R., Sarkka, L., Tetri, E., Tahvonon, R., Halonen, L., 2007. Evaluation of lettuce growth under multi-spectral-component supplemental solid state lighting in greenhouse environment, *International Review of Electrical Engineering (I.R.E.E.)*, 2, 6.

- Piszczek, P., Glowacka, B. 2005. Effect of light quality on growth of cucumber (*Cucumis sativus* L.) transplants, Veg. Crops Res. Bull, 63, 77-85.
- Piszczek, P., Głowacka, B., 2008. Effect of the color of light on cucumber (*Cucumis sativus* L.) seedlings, Vegetable Crops Research Bulletin, 68, 71-80.
- Richard, J.M., Harry, W.J. 1987. Alternative production strategies for greenhouse tomatoes using supplemental lighting, Scientia Horticulturae, 35, 161-166
- Rolf, I.P., Sissel, T., Hans, R.G., 2010. Effects of intracanopy lighting on photosynthetic characteristics in cucumber, Scientia Horticulturae, 125, 77–81.
- Samuolienė, G., Brazaitytė, A., Duchovskis, P., Viršilė, A., Jankauskienė, J., Sirtautas, R., Novičkovas, A., Sakalauskienė, S., Sakalauskaitė, J., 2012. Cultivation of vegetable transplants using solid-state lamps for the short-wavelength supplementary lighting in greenhouses, Acta Horticulturae, 952, 885–892.
- Sarıbaşı, H.Ş., 2013. Organik domates (*Solanum lycopersicum* L.) ve patlıcan (*Solanum melongena* L.) fidesi üretiminde fide kalitesi ile çevre şartları arasındaki ilişkilerin belirlenmesi ve üretimin planlanması, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 341455.
- Schuenger, A.C., Brown, C.S., Stryjewski, E.C., 1997. Anatomical features of pepper plants (*Capsicum annuum* L.) grown under red light-emitting diodes supplemented with blue or far-red light, Annals of Botany, 79(3): 273-282.
- Sevgican, A., 1999. Örtüaltı sebzeçiliği, E.Ü.Ziraat Fakültesi Basımevi, İzmir, S.302.
- Shillo, R., 1976. Control of Flower Initiation and Development of Statice (*Limonium sinuatum*) by Temperature and Daylength, ActaHort, 64, 197–203.
- Singh, D., Basu, C., Meinhardt-Wollweber, M., Roth, B., 2014. LED's for energy efficient greenhouse lighting, Q-Bio.OT. 22.
- Söğüt, Z., 1993. Adana koşullarında alstroemeria 'Regina' (İnka Zambağı) yetiştiriciliğinde gün uzunluğu ve ışık yoğunluğunun verim ve kaliteye etkileri üzerine bir araştırma. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst., Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 28992.
- Spaargaren, I.J.J., 2001. Supplemental lighting for greenhouse crops, Hortilux Schreder, Moster, Netherlands.
- Suzuki, K., Yasuba, K., Takaichi, M., Takahashi, T., Hoshi, T., 2011. Effect of the supplemental lighting on the growth of young plants in second nursery in tomato, Acta Hort. (ISHS), 907, 269-276.
- Şehirali, S., 2002. Tohumluk ve teknolojisi. Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü. Yenilenmiş 3. Baskı, İstanbul.
- Taiz, L., Zeiger, E., 2008. Plant physiology, ISBN: 0-87893-823-0 (3. Baskıdan Çeviri), Çeviri Editörü: İ. Türkan. Palme Yayıncılık, Ankara.
- Theo, J.B., Youbin, Z., 2009. The response of plant growth and leaf gas exchange to the speed of lamp movement in a greenhouse, Scientia Horticulturae, 119, 188–192.
- Thomas, B., Murphy, D.J., Murray, D., 2003. Encyclopaedia of applied plant sciences, 588-596. Academic pres, London.

- Tuna, A., Yazgan M.E., Parisa A.K., 2015. Effects of light in interior landscape design, *Düzce University Journal of Science and Technology*, (3) 167-172.
- URL-1: http://faostat3.fao.org/browse/rankings/countries_by_commodity/E, (Ziyaret tarihi: 25.04.2015).
- URL-2: http://faostat3.fao.org/browse/rankings/commodities_by_regions/E, (Ziyaret tarihi: 25.04.2015).
- URL-3: <http://www.odakled.com.tr/led-akademi.asp?islem=detay&ID=8>, (Ziyaret tarihi: 09.09.2015).
- URL-4: İç Anadolu Bölgesi, <http://www.cografya.gen.tr/egitim/bolgeler/ic-anadolu.htm>, (Ziyaret tarihi: 30.01.2015).
- URL-5: Konya İlindeki Uzun Yıllık Ortalamalarına Göre Günlük Ortalama Güneşlenme Süreleri, <http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=KONYA>, (Ziyaret tarihi: 09.03.2015).
- URL-6: GEPA (Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası), <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>, (Ziyaret tarihi: 08.03.2015).
- URL-7: Konya İli Global Radyasyon Değerleri ve Güneşlenme Süreleri, <http://www.eie.gov.tr/duyurular/YEK/gepa/>, (Ziyaret tarihi: 08.03.2015).
- URL-8: <http://www.mgm.gov.tr/tahmin/il-ve-ilceler.aspx?m=SARAYONU>, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, (Ziyaret tarihi: 30.05.2015).
- URL-9: <http://may.com.tr/tr/urun1.asp?id=249>, (Ziyaret tarihi: 15.03.2015).
- URL-10: http://www.argeto.com.tr/default.asp?page_id=3011&id=5&urun_id=13, (Ziyaret tarihi: 15.03.2015).
- URL-11: <http://may.com.tr/tr/urun1.asp?id=314>, (Ziyaret tarihi: 15.03.2015).
- URL-12: <http://www.tarim.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=86>, (Ziyaret tarihi: 04.03.2015).
- URL-13: <http://www.e-tartes.com/golgeleme-golgeleme-ortusu-55-700-m2.html>, (Ziyaret tarihi: 15.03.2015).
- URL-14: <http://fotonelektroteknik.com.tr/?ynt=solm&eyl=detay&id=6>, (Ziyaret tarihi: 12.03.2014).
- URL-15: http://rasteniya.dljavseh.ru/language/turkish/Uhod_za_rastenijami/Svet.html, (Ziyaret tarihi: 12.12.2012).
- URL-16: <http://www.mediacollege.com/lighting/measurement/>, (Ziyaret tarihi: 01.05.2015).
- URL-17: <http://www.ledtronics.com/TechNotes/TechNotes.aspx?id=13>, (Ziyaret tarihi: 01.05.2015).
- URL-18 Occupational Health Practice. <https://books.google.com.tr/books>, (Ziyaret tarihi: 01.05.2015).
- URL-19: <http://hbogm.meb.gov.tr/MTAO/2ElektrikTesisatBilgisi/unite2.pdf>, (Ziyaret tarihi: 12.10.2014).

- URL-20: <http://www.fotonelektroteknik.com.tr/?ynt=solm&eyl=detay&id=10>, (Ziyaret tarihi: 12.03.2014).
- Uzun, S., 1996. The quantitative effects of temperature and light environment on the growth, development and yield of tomato and aubergine (Unpublished PhD Thesis). The Univ. of Reading, England.
- Uzun, S., 1997. Sıcaklık ve ışığın bitki büyüme, gelişme ve verimine etkisi (I.Büyüme), *OMÜ. Ziraat Fak. Dergisi*, 1997, 12(1): 147–156.
- Uzun, S., 2000. Sıcaklık ve ışığın bitki büyüme, gelişme ve verimine etkisi (III. Verim), *O.M.Ü. Ziraat Fak. Dergisi*, 15 (1), 105-108.
- Uzun, S., 2001. Serada Domates ve patlıcan yetiştiriciliğinde bazı büyüme ve verim parametreleri ile sıcaklık ve ışık arasındaki ilişkiler, 6. Ulusal Seracılık Sempozyumu, 5-7 Eylül 2001, Fethiye-Muğla.
- Uzun, S., 2004. Quantitative effects of planting time on vegetative growth of broccoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*), *Pak. J. Bot.*, 36 (4), 769-777.
- Uzun, S., 2006. The quantitative effects of temperature and light on the number of leaves preceding the first fruiting inflorescence on the stem of tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) and aubergine (*Solanum melongena* L.), *Scientia Horticulturae*, 109, 142–146.
- Uzun, S., 2007. Effect of light and temperature on the phenology and maturation of the fruit of eggplant (*Solanum melongena*) grown in greenhouses, *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 35, 51-59.
- Uzun, S., 2012. “Sera ve Süs Bitkileri Ekolojisi” Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü Prof.Dr.Sezgin UZUN’un ders notu, Samsun 2012.
- Uzun, S., Demir, Y., Özkaraman F., 1998. Bitkilerde ışık kesimi ve kuru madde üretimi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(2): 133-154.
- Ünlü, H., Padem, H., 2009. Organik domates yetiştiriciliğinde çiftlik gübresi, mikrobiyal gübre ve bitki aktivatörü kullanımının verim ve kalite özellikleri üzerine etkileri. *Ekoloji Dergisi*, 19(73):1-9.
- Ürgenç, S., 1992. Ağaç ve süs bitkileri fidanlık ve yetiştirme tekniği. İstanbul Üniversitesi Üniversite Yayın No: 3676, Fakülte Yayın No:418. İ.Ü. Basımevi ve Film Merkezi. İstanbul, 569 s.
- Van Der Zande, M.T., Blacquire, T., 1997. Alternative sources for photoperiodic lighting of gypsophila, *ActaHor*, 418, 119–125.
- Van Ieperen, W. 2012. Plant morphological and developmental responses to light quality in a horticultural context, *Acta Hort. (ISHS)*, 956:131-139.
- Van Ieperen, W., Savvides, A., Fanourakis, D., 2012. Red and blue light effects during growth on hydraulic and stomatal conductance in leaves of young cucumber plants, *Acta Hort. (ISHS)*, 956, 223-230.
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman İ., 2000. Kültür sebzeleri (Sebze yetiştirme tekniği), Ege Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir. 440s.
- Wyżgolik, G., Nawara, J., Leja, M., 2008. Photosynthesis and some growth parameters of sweet pepper grown under different light conditions, *Scientific*

Works of the Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture, Sodininkystė ir Daržininkystė, 27, 93-98.

- Yağcıoğlu, A., 2009. Sera mekanizasyonu, Ege Üniversitesi Yayınları, 383 s.
- Yanagi, T., Okamoto, K., Takita, S., 1996. Effects of blue, red and blue/red lights of two different PPF levels on growth and morphogenesis of lettuce plants, ActaHort. (ISHS). 440, 117-122.
- Yanmaz, R., Duman İ., Yaralı F., Demir K., Sarıkamış G., Sarı N., Balkaya A., Kaymak H.Ç., Akan S. ve Özalp R., 2015. Sebze üretiminde değişimler ve yeni arayışlar, Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi, s. 579-605.
- Yavuzcan, G., 1990. Tarımsal elektrifikasyon, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1168, Ankara.
- Yeh, N., Chung J., 2009. High-brightness LEDs energy efficient lighting sources and their potential in indoor plant cultivation, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 13, 2175–2180.
- Yıldız, D., 2013. Gölgelemenin sırık domates yetiştiriciliğinde verim, kalite ve bazı ergonomik özellikler üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat, 338612.
- Yoshida, H., Hikosaka, S., Goto, E., Takasuna, H., Kudou, T., 2012. Effects of light quality and light period on flowering of everbearing strawberry in a closed plant production system, Acta Hort. (ISHS), 956, 107-112.

ÖZGEÇMİŞ

- AdıSoyadı:** Murat DEMİRSOY
- DoğumYeriveTarihi:** SAMSUN – 10.03.1978
- Adres:** S.Ü. Sarayönü Meslek Yüksekokulu Sarayönü / KONYA
- E-Posta:** mdemirsoy@selcuk.edu.tr
- Lisans:** Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü
- YüksekLisans:** Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Entitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı
- Mesleki Deneyim:** S.Ü. Sarayönü Meslek Yüksekokulu (Öğr. Gör. / 2005-2016)
- S.Ü. Sarayönü Meslek Yüksekokulu (Bölüm Bşk. / 2005-2016)

Yayın Listesi:

- Beyhan, M.A., Uzun, S., Kandemir, D., Özer, H., **Demirsoy, M.**, 2008. A model for predicting leaf area in young and old leaves of greenhouse type tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) by linear measurements, OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 23 (3), 154-157.
- **Demirsoy, M.**, Uzun, S., 2015. The quantitative effects of different growing media on the growth of tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) and pepper (*Capsicum annuum* L.) in autumn, The International Conference on Science, Ecology and Technology I, Vienna, AUSTRIA, 25-28 Ağustos.
- Aydın, M., **Demirsoy, M.**, Yılmaz, M., 2015. The quantitative effect of different artificial light sources on the growth of cucumber (*Cucumis sativus* L.) seedlings in autumn, The International Conference on Science, Ecology and Technology I, Vienna, AUSTRIA, 25-28 Ağustos.
- **Demirsoy, M.**, Aydın, M., Gürbüz, B., Yılmaz, M., 2015. Wild collection method of organic agriculture in Turkey and around the World (2009-2013), The International Conference on Science, Ecology and Technology I, Vienna, AUSTRIA, 25-28 Ağustos.