



## Farklı LED Spektrumlarının Patlıcan Anterlerinde Haploid Bitki Oluşumuna Etkileri

Gülsün Elif VURAL<sup>1\*</sup>, Gamze ÇAKIRER SEYREK<sup>2</sup>, Emine KIRBAY<sup>3</sup>, Sinan ZENGİN<sup>1</sup>,  
 Ş. Şebnem ELLİALTIOĞLU<sup>4</sup>, Köksal DEMİR<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Antalya Tarım Üretim Danışmanlık ve Pazarlama A.Ş., Antalya, Türkiye

<sup>2</sup> Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara, Türkiye

<sup>3</sup> Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Atatürk Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Ali Çetinkaya Kampüsü, Merkez, Afyonkarahisar, Türkiye

<sup>4</sup> Ankara Üniversitesi Teknokent, Ellialtıoğlu Tarım Teknolojileri Şti., Ankara, Türkiye

Gülsün Elif VURAL ORCID No: 0000-0002-0128-1460

Gamze ÇAKIRER SEYREK ORCID No: 0000-0002-6225-9208

Emine KIRBAY ORCID No: 0000-0002-0343-0629

Sinan ZENGİN ORCID No: 0000-0002-1687-1906

Ş. Şebnem ELLİALTIOĞLU ORCID No: 0000-0002-3851-466X

Köksal DEMİR ORCID No: 0000-0001-6120-7249

\*Sorumlu yazar: [elif.vural@antalyatarim.com.tr](mailto:elif.vural@antalyatarim.com.tr)

(Alınış: 23.12.2020, Kabul: 25.05.2021, Online Yayınlanma: 31.12.2021)

### Anahtar Kelimeler

*Solanum melongena*,  
 Androgenesis,  
 Işıklandırma,  
*in vitro*,  
 Spektrum

**Öz:** Bitki doku kültürleri, yapay besin ortamlarında ve yapay ışıklandırma koşullarında bitkisel dokuların yetiştirilmesi işlemidir. Floresan veya gün ışığı lambalarının kullanımı yaygın olan bu alanda LED lambalarla aydınlatma giderek yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada patlıcan anter kültüründe farklı LED spektrumlarına sahip aydınlatma koşullarının embriyo oluşumu üzerine olan etkileri incelenmiştir. Isı yalıtımlı bitki büyütme kabini içerisinde bulunan raflarda farklı ışık reçetelerini içeren, farklı dalga boylarında ve spektrumda üretilen özel LED lambalar kullanılmıştır. LED modüllerin PPFD değerleri LICOR 250A-Quantum sensör (400-700 nm) kullanılarak belirlenmiştir. Ölçülen değerler PPFD ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) cinsinden kaydedilmiştir. DDV besin ortamında Karakullukçu [14]'ya göre kültüre alınan patlıcan anterleri floresan aydınlatmalı kontrol ortamında ve 8 farklı LED spektrumunda inkübasyona alınmıştır. Deneme süresince yapılan uygulamalar; 1. Beyaz LED, 2. Kırmızı LED (K), 3. Mavi LED (M), 4. Kırmızı ötesi LED (FR), 5. Kırmızı + Kırmızı ötesi LED (K + FR), 6. Mavi + Kırmızı ötesi LED (M + FR), 7. Kırmızı + Mavi LED (K + M), 8. Mavi + Kırmızı + Kırmızı ötesi LED (K + M + FR). Kontrol (1500 lux floresan lamba) koşullarında 28 embriyo/100 anter elde edilmiş, uygulamalar arasında ise sadece 7 numaralı ışıklandırma ortamında 6 embriyo/100 anter oluşmuştur. Diğer koşullardaki anterlerde ya yoğun kallus dokusu meydana gelmiş veya anterin iç kısmından embriyoid benzeri oluşumlar düzeyinde gelişmeler olmuştur. Işıklandırmanın etkisi belirgin şekilde gözlenmiştir. Işık yoğunluğunun bitki yetiştirme seviyesinden aşağı çekilerek azaltılması ile denemelerin yapılması, daha ümitvar sonuçların oluşmasına katkı sağlayabilecektir.

## Effects of Different LED Spectra on Haploid Plant Formation in Eggplant Anthers

### Keywords

*Solanum melongena*,  
 Androgenesis,  
 Illumination,  
*in vitro*,  
 Spectrum

**Abstract:** In plant tissue culture area, where fluorescent or daylight lamps are used, lighting with LED lamps is becoming more common. In this study, the effects of lighting conditions with different LED spectra on eggplant anther culture were investigated. The shelves in the plant growth cabinets are equipped with special LED lamps containing different light prescriptions and produced in different wavelengths and spectra. The PPFD values of the LED modules were determined using the LICOR 250A-Quantum sensor.

According to Karakullukçu [14] eggplant anthers cultured in DDV nutrient medium were incubated in fluorescent illuminated control medium and 8 different LED spectra. Applications during the trial; 1. White LED, 2. Red LED (K), 3. Blue LED (M), 4. Far-red LED (FR), 5. Red + Far-red LED (K + FR), 6. Blue + Far-red LED (M + FR), 7. Red + Blue LED (K + M), 8. Blue + Red +

Far-red LED (K + M + FR).

Under control (1500 lux fluorescent lamp) conditions, 28 embryos / 100 anther were obtained, and between applications only 6 embryos / 100 anther were formed in lighting medium 7. In other illumination conditions, dense callus tissues were formed on the anthers cutting points or there were some embryoid-like formations from the inner part of the anther. The effect of illumination was clearly observed. Experiments by reducing the light intensity by lowering to the plant growth level may contribute to the formation of more promising results.

## 1. GİRİŞ

F<sub>1</sub> hibrit çeşit ıslahında doku kültürü laboratu-varlarında farklı tekniklerle elde edilen %100 saf hatların (Doubled Haploid= DH) değeri ve önemi son yıllarda daha iyi anlaşılma başlanmıştır. Islah hatlarının saflaştırılma süresi kendileme ile türden türe değişmekle birlikte genellikle 5-12 generasyon sürmektedir. Sadece bir generasyon süresi içerisinde %100 saf hatlara ulaşabilme imkânı sunan haploidi teknikleri, çeşit ıslahı için gerekli süreci önemli ölçüde kısaltmakta ve yeni çeşitlerin geliştirilmesinin hız kazanmasını sağlamaktadır.

Eşeyli üreme ile türünü devam ettiren bireylerin somatik hücreleri belirli kromozom sayısına sahiptir ve bu kromozom sayıları bitki türlerine göre farklılık göstermektedir. Bir bitkide eşeyli üremenin gerçekleşebilmesi için mayoz bölünme ile kromozom sayısı yarıya inmekte ve daha sonra döllenme ile kromozom sayısı tekrar ikiye katlanarak ana bitkinin kromozom sayısına çıkmaktadır. Mayoz bölünme diploid bir bitkide gerçekleşirse eşey hücreler ana bitkinin yarı kromozomuna 'n' kromozomuna sahip olur bu bitkilere haploid veya monohaploid bitkiler denilir. Ama tetraploid bir bitkinin eşey hücrelerinde döllenme olmadan elde edilen bitki de dihaploid olarak adlandırılmaktadır [1, 2]. Ait oldukları bitki türünün kromozom sayısının yarısına sahip olan haploid bitkilerin bazı kimyasal maddeler uygulanarak katlanması sonucu, türün normal kromozom sayısına (2n, 4n, 8n vb. gibi) yeniden çıkartılması ve mutlak homozigot (%100 saf) bitkilerin elde edilmesi işleme dihaploidizasyon adı verilmektedir [3].

Patlıcanda en yaygın kullanılan haploidi tekniği anter kültürüdür. Anter kültürünün esası; normal şartlarda polen hücrelerini meydana getirecek olan mikrosporların tam olgunlaşma aşamasından önce (türe göre belirlenen uygun aşamalarda) alınarak mikrospor gelişimini yavaşlatarak veya durdurarak farklı ön uygulamalarla önce embriyoyu, daha sonra da embriyodan tam bitki oluşumunu teşvik etmek için uygulanan bütün işlemleri içine alan bir süreci kapsamaktadır. Patlıcanda anter kültürü yoluyla ülkemizde başarıyla DH hatlar elde edilebilmektedir. Başarıyı etkileyen birincil faktör genotip olmakla birlikte anterlere uygulanan sıcaklık şokları, besin ortamının yapısı ve uygun tomurcuk gelişme döneminin belirlenmesi önem taşımaktadır [4].

Kültüre alınan anterlerin inkübasyon süresince içinde bulunduğu koşullar da mikrospordan embriyoya dönüşümün sağlanmasında önemli rol oynamaktadır. Kültür koşullarında iki önemli değişken bulunmaktadır; bunlar sıcaklık ve ışıktır. Işık şiddeti *in vitro* koşullarda

kültüre alınacak bitkinin türüne, kullanılan eksplantın tipine ve besin ortamına göre 300-10.000 lux arasında ayarlanabilmektedir [5]. Anter kültürleri için ışık intensitesinin düşük olması hatta kültürün ilk günlerinin karanlıkta bekletilmesi tavsiye edilmektedir. Anterler kültürün ilk döneminde genellikle karanlıkta kültüre alınmakta, anterlerden oluşan embriyolar 300-1000 lux ışık yoğunluğunda rejenere edilmekte ve gelişen *in vitro* bitkicikler ise 3.000-10.000 lux ışıklandırma özelliğine sahip dış ortama aktarılmaktadır [3].

Patlıcan anter kültürleri için uygun olan inkübasyon koşulları; kültürlerin öncelikle DDV-C ortamında 35 °C ve karanlıkta 8 gün süreyle tutularak sıcaklık şoku altında bırakılması ve bundan sonra aynı besin ortamında 25 °C'de 16/8 saat aydınlık/karanlıktan oluşan fotoperiyodik düzende 4 gün daha bekletilmesidir. İlk 12 günün sonunda anterler DDV-R ortamına aktarılarak 25 °C'de 16/8 saat aydınlık/karanlık şartlarda 300-1.000-2.000 lux ışık yoğunluğunda bırakılmaktadır. Anterlerden embriyo çıkışları 35-50. günler arasında olmakta, ancak kültürler embriyo çıkışı devam ettiği sürece inkübasyon koşullarında tutulmaktadır [6].

Son yıllarda LED aydınlatmalar tarımsal amaçlı olarak yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Patlıcan anter kültüründe önceki çalışmalarımızdan birinde inkübasyon aşamasında flouresan aydınlatma ve LED aydınlatma koşulları karşılaştırılmıştır. İki ışıklandırma arasında, kullanılan 4 genotipten 3'ünde androgenetik embriyo oluşturma oranı bakımından farklılık olmadığı halde; Anamur çeşidinde flouresans ışıkta tutulan anterlerden elde edilen embriyo sayısı LED ışığa göre 4 kat fazla olmuştur [6].

Farklı ışık spektrumlarının bitkilerde gelişme ve biyokimyasal içerikler üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Kırmızı ışık bitkilerde fotosentez, büyüme, çiçeklenme, besin içeriğine etki etmekte; mavi ışık ise fotosentez, büyüme ve besin içeriğine olduğu gibi gövde uzaması ve gide gelişimi, stoma kontrolü ve fototropizm gibi olaylar üzerinde etkili olmaktadır [7, 8]. Anter kültüründe inkübasyon aşamasında ışık spektrumlarının etkisi üzerinde bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bununla birlikte ışık spektrumlarının fide ve bitkilerde büyüme ve fitokimyasal içerikleri bakımından değişiklik oluşturması konusunda çalışmalar bulunmaktadır. Engelen-Eigles vd. [9] su teresinde (*Nasturtium officinale*) farklı büyüme rejimi uygulamalarının gluconasturtiin konsantrasyonuna etkili olduğunu belirlemiştir. Bitkiler farklı gece ve gündüz sıcaklığına, uzun (16 h) ve kısa (8 h) gün koşullarına, kırmızı (R) ve far-red (FR) ışığa maruz bırakıldığında; en yüksek gluconasturtiin miktarı düşük sıcaklık (10-15 °C), uzun gün ve kırmızı ışığa maruz bırakılan

bitkilerden elde edilmiştir. Li ve Kubota [10] tarafından yapılan bir çalışmada UV-A, mavi (B), yeşil (G), kırmızı (R) ve far-red (FR) LED'ler kullanılarak, yetiştirme odalarında ana ışık kaynağı beyaz floresan lamba olan ve yüksek ekim yoğunluğunda yetiştirilen 'Red Cross' bebek yapraklı marulda (*Lactuca sativa* L.) farklı ek aydınlatmaların büyüme ve fitokimyasallar üzerine etkisi araştırılmıştır. Marul bitkilerinin büyümesi ve fitokimyasal konsantrasyonu ışık uygulamalarından önemli ölçüde etkilenmiştir. Karotenoidler mavi ışıkta %12 artarken, fenolik bileşikler kırmızı ışıkta %6 oranında artmıştır. FR uygulaması ise beyaz ışık kontrol grubu ile kıyaslandığında antosiyanin, karotenoid ve klorofil konsantrasyonunda sırasıyla %40, %11 ve %14 oranında bir azalışa neden olmuştur. Taze ağırlık, gövde uzunluğu, yaprak uzunluğu ve yaprak genişliği FR ışık uygulamasında kontrol grubu ile kıyaslandığında %14, %44 ve %15 artış göstermiştir. Sase vd. [11]'nin yaptıkları çalışmada marul, krizantem, Çin hardalı ve Welsh soğanında gece ek aydınlatmada farklı spektral nitelikteki LED'lerin (mavi, yeşil, kırmızı ve far-red) etkileri araştırılmıştır. Spektral dağılımlar ise mavi, yeşil, kırmızı ve far-red LED'ler için sırasıyla 466, 527, 661 ve 738 nm olarak pik vermiştir. Ek aydınlatma yapılmayan kontrol bitkileri ile kıyaslandığında, mavi ve kırmızı ışık altındaki marul bitkilerinde taze sürgün ağırlığı %22 ve %38 daha yüksek bulunmuştur. Krizantemde de taze sürgün ağırlığı açısından mavi ve kırmızı ışık uygulaması benzer etki yapmıştır. Her iki bitkide de mavi ışık, gövde ve yaprak uzamasını teşvik etmiştir.

Patlıcan anter kültüründe inkübasyon koşullarının ve özellikle de ışıklandırma parametrelerinin incelendiği çalışmalar yok denecek kadar az sayıdadır. Bu çalışmadaki amaç, androgenesis'e olumlu cevap veren iki patlıcan çeşidinde anter kültüründen elde edilen embriyo sayısı üzerine inkübasyon aşamasında farklı ışık spektrumlarının etkisini incelemektir.

## 2. MATERYAL VE METOT

Bu araştırma 2018 ilkbahar döneminde Antalya Tarım Üretim ve Pazarlama A.Ş. Gaziler İstasyonunda bulunan Donör Ebeveyn Yetiştirme Ünitelerinde ve Bitki Doku Kültürü Laboratuvarında yürütülmüştür. Farklı ışık spektrumlarında inkübasyon aşaması Ankara Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nde gerçekleştirilmiştir. Bitkisel materyal olarak iklim kontrollü cam serada yetiştirilen Anamur F<sub>1</sub> çeşidi donör bitkileri ve bunlardan alınan anterler kullanılmıştır (Şekil 1).

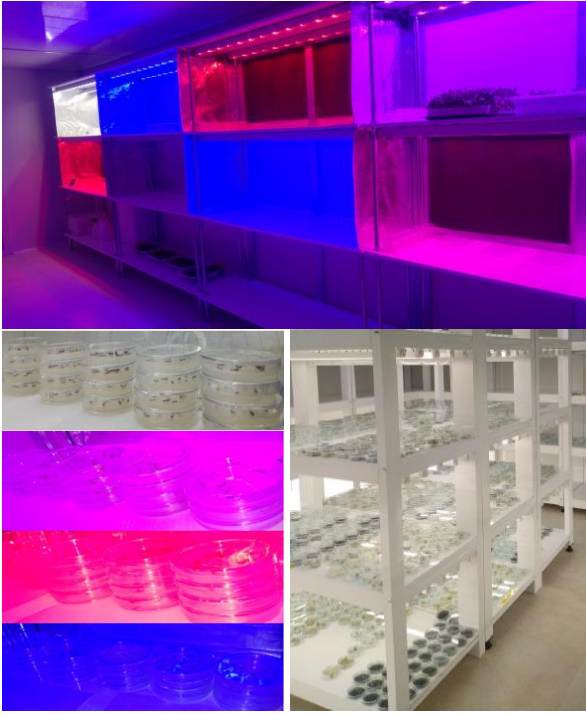


Şekil 1. Anamur F<sub>1</sub> çeşidi bitkileri ve bunlardan alınan uygun dönemdeki anterleri bulunduran tomurcuklar

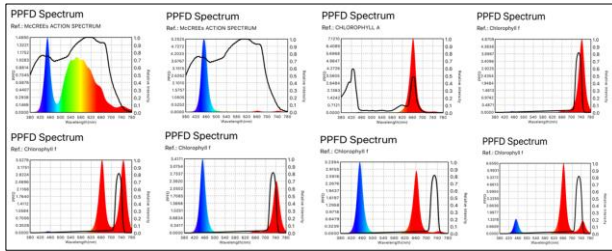
Dumas de Vaulx ve Chambonnet [12], Chambonnet [13], Karakullukçu [14], Doksöz [15] ve Özdemir-Çelik [16]'in çalışmaları göz önünde bulundurularak C ortamında kültüre alınan anterlere ön sıcaklık şoku uygulanmış ve ardından R ortamına aktarılan kültürler farklı ışıklandırma rejimlerinde inkübe edilmişlerdir. 25°C'de 16 saat aydınlık 8 saat karanlık fotoperiyodik düzende 1000 Lux yoğunluktaki floresan lambaların altında büyüme odasında tutulan kontrol uygulamalarından başka; 3x7 m ölçülerinde, ısı yalıtımlı bitki büyüme kabininde 8 farklı ışıklandırma koşulu daha denenmiştir. Kabin içerisinde bulunan raflarda farklı ışık reçetelerini içeren, farklı dalga boylarında ve spektrumda üretilen özel LED lambalar kullanılmıştır (Şekil 2).

LED modüllerin PFD değerleri LICOR 250A-Quantum sensör (400-700 nm) kullanılarak belirlenmiştir. Kırmızı ötesi ışığın spektrum aralığı 700 nm üzerinde olduğu için ASENSETEK Spektrometre ile ölçüm yapılarak PFD ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) cinsinden kaydedilmiştir. Ayrıca spektrum ölçümlerine göre raflar arasındaki ışık kaçakları da alüminyum perde örtüleri ile tamamen kapatılmıştır. Işık uygulaması 12 saat aydınlık / 12 saat karanlık olacak şekilde yapılmıştır. PFD değeri  $200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 'dir. Deneme süresince yapılan uygulamalar şunlardır: 1. Beyaz LED (B), 2. Kırmızı LED (656 nm) (K), 3. Mavi LED (450 nm) (M), 4. Kırmızı ötesi LED (736 nm) (FR), 5. Kırmızı + Kırmızı ötesi LED (K + FR), 6. Mavi + Kırmızı ötesi LED (M + FR), 7. Kırmızı + Mavi LED (K + M), 8. Mavi + Kırmızı + Kırmızı ötesi LED (K + M + FR) (Şekil 3).

Kültüre almayı takiben 60 gün boyunca inkübasyon işleminin ardından anterlerde embriyo çıkışları kaydedilmiş, kallus oluşumu gözlemleri alınmıştır. Elde edilen embriyolar, hormonsuz MS ortamında bitkiye dönüştürülmüş ve Karakullukçu [14] tarafından açıklanan şekilde dış koşullara alıştırılarak seraya transfer edilmişlerdir.



Şekil 2. Denemenin yapıldığı iki iklim odası ve farklı ışık spektrumları altındaki patlıcan anter kültürleri



Şekil 3. Farklı LED (elektronik ışıklı diyotlar) lambaların PPFD spektrumları; üstte soldan sağa: Beyaz, Mavi, Kırmızı, Kırmızı ötesi lamba spektrumları; altta soldan sağa: Kırmızı + Kırmızı ötesi, Mavi + Kırmızı ötesi, Mavi + Kırmızı + Kırmızı ötesi LED lambalara ait görünüm ve spektrumları

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Anter kültürüne olumlu yanıt veren bir patlıcan çeşidi olan Anamur F<sub>1</sub> anterlerinin iki farklı iklim odasında, farklı ışıklandırma koşullarında inkübe edilmesinin ardından embriyo ve anter gelişimi özellikleri belirlenmiştir.

Antalya Tarım büyütme odasında 25°C'de 16 saat aydınlık 8 saat karanlık fotoperiyodik düzende 1500 Lux yoğunluktaki floresan lambaların altında tutulan petri kutularındaki anterlerden 100 anter başına 28 adet embriyo elde edilmiştir. Ankara Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümündeki büyütme odasında ise sadece "Kırmızı + Mavi LED (K + M)," ışık altında 6 embriyo/100 anter elde edilmiştir. Beyaz LED ışığın yoğunluğu 1500 lux'ten çok fazla olması (yaklaşık 9000 lux) nedeniyle embriyo oluşumunu inhibe ettiği düşünülmektedir.

1 no'lu Beyaz LED ışıkta oluşan yoğun kırılan, dağılılabılır kallus dokusunda klorofil oluşumu belirgindir. 2 no'lu kırmızı ışıkta krem renkli yumuşak kallus oluşmuş, 3 no'lu mavi LED'de yoğun kallus

oluşumu meydana gelmemiş anterlerin içinden dışarı doğru hafifçe morfogenesis gözlenmiştir. Mavi ışığın hücre bölünmesini ve aşırı büyümeyi sınırladığı bir etkisi olabileceği düşünülmüştür. Nitekim fidelerde aşırı boy uzamasını önlemek için mavi ışığın faydalı olabileceği bildirilmektedir [17]. Soya fasulyesinde de gövde ve boğum uzunluğu mavi ışık sayesinde kontrol altına alınmıştır [18]. 4 no'lu kırmızı ötesi LED ışık altındaki anterlerin bir kısmında büyük kallus dokusu oluşurken, bazı anterlerin içinden haploid olduğu düşünülen kallogenesis oluşmuştur. Benzer durum 5 no'lu ortamda elde edilmiştir. 6 no'lu ortamda kallus oluşumu daha az meydana gelmiş, anterlerin içinden hafifçe morfogenesis sağlanmıştır. 7 no'lu mavi + kırmızı LED lambaların yer aldığı ışıklandırmada aşırı kallus oluşumu görülmemiş ve anterlerden embriyo meydana gelmiştir. 8 no'lu ışıklandırmada en sert dokulu bir miktar yeşil ve en iri kallus oluşumu ortaya çıkmıştır. Denemede anterler ve oluşumları ile ilgili görüntülere Şekil 4'te yer verilmiştir.



Şekil 4. Farklı spektrumlara sahip 8 adet LED ışıklandırma altında inkübe edilen anter kültürlerindeki gelişimlere ait görüntüler. 1. Beyaz, 2. Kırmızı, 3. Mavi, 4. Kırmızı ötesi, 5. Kırmızı + Kırmızı ötesi, 6. Mavi + Kırmızı ötesi, 7. Kırmızı + Mavi, 8. Mavi + Kırmızı + Kırmızı ötesi LED aydınlatma uygulamaları



Şekil 5. Anter kültüründen elde edilen bitkiciklerin büyütülmesi ve dış koşullara aktarılmış görüntüleri

Kontrol uygulaması olarak denemede yer alan ve 1500 lux floresan lamba altında, 16/8 saat aydınlık/karanlık koşullarda tutulan anterlerden elde edilen embriyo ve bitkiciklere ait görüntüler ise Şekil 5'te verilmiştir. Elde edilen tüm bitkicikler hormonsuz MS ortamına aktararak büyütülmüş ve dış koşullara aktarılmıştır.

LED lambaların homojen bir ışınım oluşturması, önemli derecede enerji tasarrufu sağlaması, daha az ısı üretmeleri nedeniyle iklim odalarında aşırı ısınmaya neden olmaması, ışık reçeteleri ile bitki büyüme ihtiyaçlarının tam olarak karşılanması [19] gibi avantajları nedeniyle doku kültürü laboratuvarlarında inkübasyon aşamasında kullanımları fayda sağlayabilir. Ancak bu konuda çalışmalar çok az sayıdadır. Optimum ışık rejimi ve spektrumu kullanılarak androgenesis yanıtı artırılabilir. Bu konuda çalışmaların detaylandırılarak sürdürülmesi faydalı olacaktır.

**KAYNAKLAR**

- [1] Hatipoğlu R. Bitki Biyoteknolojisi, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Genel Yayın, Adana, 178s; 1999.
- [2] Gürel A, Hayta Ş, Nartop P, Bayraktar M, Fedakar SO. Bitki Hücre, Doku ve Organ Kültürü Uygulamaları. Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Ders Kitabı, İzmir, 221s; 2013.
- [3] Ellialtıoğlu Ş, Sarı N, Abak K. Haploid Bitki Üretimi. in: Bitki Biyoteknolojisi-I, Doku Kültürü ve Uygulamaları. Babaoğlu M, Gürel E, Özcan S (Eds.). Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları, Konya, s:137-189; 2000.
- [4] Vural GE, Ari E, Zengin S, Ellialtıoğlu ŞŞ. Development of androgenesis studies on eggplant in Turkey from past to present [Online First], IntechOpen, doi: 10.5772/intechopen. 88299; 2019.
- [5] Gönülşen N. Bitki doku kültürleri yöntemleri ve uygulama alanları. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, 78s; 1987.
- [6] Ellialtıoğlu ŞŞ, Sönmez K, Geboloğlu N, Boyacı HF. Recent advances in anther culture of eggplants in the contexts of cytological observations and incubation conditions. The Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress, 20-23 September, Bışkek/Kırgızistan; 2017.
- [7] Massa GD, Kim HH, Wheeler RM, Mitchell CA. Plant productivity in response to LED Lighting. HortScience 2008; 43: 1951-1956.
- [8] Kopsell DA, Sams CE, Morrow RC. Blue wavelengths from LED lighting increase nutritionally important metabolites in speciality crops. HortScience 2015; 50: 1285-1288;
- [9] Engelen-Eigles G, Holden G, Cohen JD, Gardner G. The effect of temperature, photoperiod, and light quality on gluconasturtiin concentration in watercress (*Nasturtium officinale* R. Br.). Journal of Agricultural and Food Chemistry 2006; 54: 328-334.
- [10] Li Q, Kubota C. Effects of supplemental light quality on growth and phytochemicals of baby leaf lettuce. Environmental and Experimental Botany 2009; 67: 59-64.
- [11] Sase S, Mito C, Okushima L, Fukuda N, Kanesaka N, Sekiguchi K, Odawara N. Effect of overnight supplemental lighting with different spectral LEDs on the growth of some leafy vegetables. Acta Horticulturae 2012; 956: 327-334.
- [12] Dumas de Vault R, Chambonnet D. Culture in vitro d'antheres d'aubergine (*S. melongena* L.); Stimulation de la production de plantes qu moyen de traitements á +35°C associes a de faibles teneurs en substances de croissance. Agronomie 1982; 2: 983-988.
- [13] Chambonnet D. Culture D'antheres *in vitro* chez trois Solanaceae maraicheres: le piment (*Capsicum annum* L.), l'aubergine (*Solanum melongena* L.), la tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) et obtention de plantes haploides. Academie de Montpellier, Doktora Tezi, 90s, France;1985.
- [14] Karakullukçu Ş. Değişik patlıcan genotiplerinde *in vitro* androgenesis ve haploid bitki oluşumunu uyarıcı bazı etmenler üzerinde araştırmalar. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 148s, Ankara; 1991.
- [15] Doksöz S. *In vitro* androgenesis yöntemi ile farklı patlıcan genotiplerinde dihaploid hatların elde edilmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 49s, Tokat; 2015.
- [16] Özdemir-Çelik B. Farklı uygulamaların patlıcan (*Solanum melongena* L.)'da mikrospor kültürü ile haploid embriyo ve bitki elde etme üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 86s, Antalya; 2018.
- [17] Özkök A, Çakırer G, Demir K. Sera ve LED aydınlatma. Tarım Gündem 2016; 31: 32-34.
- [18] Snowden MC. Effects of blue and green light on plant growth and development at low and high photosynthetic photon flux. Utah State University, Master of Science in Plant Science, 57p, Utah; 2015.
- [19] Çakırer G. Bitkilerde aydınlatma ve mavi LED. Tarım Gündem 2017; 41: 36-51.