

## SEBZE BÜYÜME VE GELİŞİMİNDE FOTOSEPTÖRLER

Prof. Dr. Hüseyin PADEM<sup>(1)</sup>

Halime ÖZDAMAR<sup>(1)</sup>

### ÖZET

Sebzeler diğer bitkilerde olduğu gibi yaşamda kalabilmeleri ve yaşamlarını sürdürebilmeleri için güneş ışığını enerji kaynağı olarak kullanmaktadırlar. Beyaz ışık farklı dalga boylarındaki ışıklardan oluşmaktadır; insan gözü bu ışıklardan yalnızca bir bölümünü algılayabilmektedir. Bitkiler ise bu renk tayfının dışındaki ışıklarda algılayabilecek duyarlı pigmentlere sahiptirler, bu pigmentlere 'fotoreseptör' adı verilmektedir. Sebze yetiştiriciliğinin değişik aşamalarında üretim amacına uygun olarak ışık kaynaklarını bilerek kullanmak başarıyı artıran bir teknik olacaktır.

### 1. GİRİŞ

Bitki gelişimi için en önemli iklim faktörlerinden birisi ışıktır. Hiçbir iklim faktörü ekolojik açıdan ışık kadar önemli değildir. Işık herşeyden önce hayatın enerji kaynağıdır (AÇIKGÖZ, 1994). Bahçe bitkilerinin hemen hemen tümü ışıksız yaşamını sürdüremez, bunların içerisinde yemeklik mantar bu kuralı bozar. Çünkü mantarların büyüme ve gelişiminde fotosentezin önemi yoktur (ERİŞ, 1995).

Bütün canlılar gibi bitkilerinde yaşamlarını normal sürdürebilmeleri için enerjiye ihtiyaçları vardır, bu enerjiyi bitkiler doğal olarak güneşten sağlarlar (SEVGİCAN, 1999). Güneşten dünyanın dış yüzeyine ulaşan ışık enerjisinin toplam değeri 2 cal/m<sup>2</sup>/dakika'dır. Yapılan araştırmalar güneş ışıklarının ancak % 50'sinin dünyaya ulaştığını, kalan kısmın ya atmosferde tutulduğunu ya da atmosfer ve dünya tarafından yansıtıldığını göstermektedir (AĞAOĞLU ve ark., 1995).

Görme olayı tipik olarak hayvanlar alemine aittir. Bununla birlikte bitkiler büyüdükleri ışık koşullarında kalitatif veya kantitatif değişimleri duyma yetisindedirler. Buradan fotosentetik organizmaların ışığa genetik adaptasyon gösterdikleri anlaşılmaktadır. Fakat bir bitkinin gelişiminin çimlenme, vegetatif büyüme, reproduktif gelişime geçiş ve senesens gibi tüm evrelerinin bir dış etken olan ışıktan etkilenimleri gayet iyi bilinmektedir (ÜNSAL, 1988).

Işık, bitkiler için sadece fotosentezde enerji kaynağı olmayıp, aynı zamanda birçok farklı gelişim sürecini kontrol eden ve yönlendiren bir faktördür (ANDİÇ, 1993). Hiçbir fiziksel faktör, bitki gelişimini düzenleme ve ayarlama ışık kadar etkili değildir (SENGBUSCH, 2001).

Işığın etkilediği, bitkinin şeklini meydana getiren olayların tümü 'fotomorfogenez' olarak adlandırılır. Bu iki farklı durumda meydana gelebilmektedir. Fotomorfogenez ışığın etkin olduğu durumdaki bir gelişim ifadesi iken, skotomorfogenez (etiyoleşme) ışığın bulunmadığı durumdaki bir gelişim belirtisidir (ÜNSAL, 1988). Fideler gelişme durumlarında iken içerisinde buldukları ortamın ışıklı veya ışıksız olması durumunda farklı gelişim özellikleri gösterirler.

Işıklı ortamda (etiyoleşmemiş) fidelerde klorofil oluşur, gövde uzaması baskı altında tutulur, gövde genişlemesi sağlanır, yan köklerin gelişimi hızlanır, yaprak büyümesi teşvik edilir; karanlık ortamda (etiyoleşmiş) fidelerin yaprak büyümesi engellenir, klorofil oluşmaz, hızlı gövde uzaması sağlanır, yan köklerin oluşumu ve gövde genişlemesi sınırlanır (ANON., 2002a).

Bezelyede yapılan bir çalışmada fitokrom üzerinde oksin ve giberellinlerin etkilerini incelenmiştir. Gaz kromatografisi (GC) ve kütle spektrofotometresi (MS) tarafından ölçülen indol asetik asit (IAA) seviyelerinin

(1) Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, ISPARTA

kırmızı ışıktan sonra epidermiste azaldığı, kızıl ötesi ışıktan sonra ise hem normal yetiştirilmiş hem de ışısız ortamda yetiştirilmiş (etiyoleşmiş) bitkilerde arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca araştırma sonucunda bitkilere giberellin uygulamalarının kırmızı ışık engellemesinin önüne geçemediği oysa IAA uygulamalarının kırmızı ışık engellemesini ertelediği saptanmıştır (BEHRİNGER, 1991). Belirli ışık sistemlerindeki fitokromun bezelyelerdeki sap uzamasına etkilerinin incelendiği bir araştırmada; epidermal kabuktaki IAA seviyesinin kızıl ötesi (FR) ışınından sonra arttığı fakat tüm sistemdeki IAA seviyelerinin önemli derecede değişmediği saptanmıştır. FR ışınının etkisinin kırmızı ışık tarafından tersine çevrilebildiği tespit edilmiştir (BEHRİNGER ve ark., 1992). Işıksızlıktan ağarmış (etiyoleşmiş) bezelye çeşitlerinde yapılan bir çalışmada kromoforun uygun durumlarda 3 fitokrom türünün meydana gelebildiği ve serbestçe paralel reaksiyonlarla kendi photoproductlarına dönüşebildikleri saptanmıştır (SİNESHCHÉKOV ve AKHOBADZE, 1992). Yapılan bir çalışmaya göre kırmızı ve kızıl ötesi ışığın, IAA seviyeleri ve sap büyümesi üzerine etkileri bodur ve sırik bezelyeler üzerinde araştırılmıştır. Araştırma sonucunda etiyoleşmiş fidelere 3 saat kırmızı ışık uygulaması yapıldığında fidelerin büyüme ve uzamanın % 70-90 oranında azaldığı, tüm sap kısmında IAA seviyesinin azaldığı ya da değişiklik göstermediği tespit edilmiştir. Epidermal dokularda ise 3 saatlik kırmızı ışık uygulamasının ekstrakte edilebilir IAA seviyesinin devamlı arttığı saptanmıştır. 5 saatlik kızıl ötesi ışık uygulamasının epidermal kabuklardaki ekstrakte edilebilir IAA yaklaşık % 30 ya da daha fazla arttırdığı tespit edilmiştir (BEHRİNGER ve DAVİES, 1992). Yapılan bir çalışmada Alcan bezelye çeşitlerinin 3. boğumlarından IR video kayıtlarıyla ışığa yönelim hareketleri saptanmaya çalışılmıştır. Araştırma sonucunda kırmızı ışığın mavi ışığın irradyanslarını sınırlayarak daha aşağı seviyelerde fototropizmi teşvik etmediği tespit edilmiştir (BRİTZ ve CAROLL, 1993).

## 2. FOTORESEPTÖRLERİN TANIMI VE SINIFLANDIRILMASI

Bitkiler, yaşamda kalmak için ışığa gereksinim duyan canlılardır. Bunun için güneş ışığını enerji kaynağı olarak kullanırlar ve karbondioksitle suyun ışıklı ortamda kimyasal olarak glukoz ve oksijene dönüşmesi işlemini, yani kısaca fotosentez olayını gerçekleştirirler. Işığın bir enerji kaynağı olmasının yanı sıra daha başka işlevlerinin bulunduğu da bilinmektedir. Sözelimi bitkiler büyümelerini ışıktan aldıkları bilgilere göre ayarlamaktadırlar. Bu olgunun sırrı da güneş ışığının yapısından kaynaklanmaktadır. Beyaz ışık, farklı dalga boylarındaki ışıklardan oluşmaktadır. İnsan gözü bu ışıklardan yalnızca bir bölümünü, gökkuşağında da görebileceğimiz, kısa dalga boyundaki mor ışıktan, uzun dalga boylu koyu kırmızı rengi algılayabilmektedir. Oysa bitkiler, bu renk tayfının dışındaki ışıkları da algılayabilecek duyarlı pigmentlere sahiptirler. Bu pigmentlere FOTORESEPTÖR adı verilmektedir (GÜNENÇ, 2000).

Fotoreseptörler arasında bazı etkileşimler bulunmaktadır, yani birbirine bağımlıdırlar. Bir pigmentin hareketi ve işlevi diğer pigmentlerin işlevlerine tesir etmektedir. Örneğin kısa gün koşullarında mavi ve kırmızı ışıkların kriptokrom ile fitokrom arasında sinerjistik etkileşimleri bulunmaktadır. Ancak sürekli aynı ışığın verilmesi durumunda bunlar birbirinden bağımsız hale geçerler. Çiçeklenme üzerinde kriptokrom ile fitokrom arasında antogonistik bir etkileşim söz konusudur (CASAL, 2000).

Fotoreseptörler aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilirler (ANON., 2002a).

A. Kırmızı- kızıl ötesi sistemleri:

- Fitokrom

B. Mavi ışık sistemleri:

- Kriptokrom

- Fototropin

### 3. KRİPTOKROM

Kriptokromun aksiyon spektrumu ultraviyole ışığa tekabül eden 370 nm yakınında ve mavi spektral bölgede 400 ve 500 nm arasında 3 maksimum pik verir. Kriptokromun moleküler yapısı üzerine yapılan çalışmalar; kriptokrom kromoforun flavin veya karatinoid yapısında olabileceğini ortaya koymuştur. Kromoforun yapısı tam olarak hala bilinmemektedir. Fakat bir çeşit flavin olduğu konusundaki düşünceler daha fazladır (ÜNSAL, 1988). Kriptokrom gövde uzaması, yaprak genişlemesi, çiçeklenme zamanı, hipokotil gelişimi, hücre uzaması gibi fizyolojik olaylarda yer almaktadır (BRİGGS ve HUALA, 1999; LİN, 2000).

### 4. FOTOTROPİN

Fototropinin moleküler yapısı üzerinde yapılan incelemeler bir çeşit flavoprotein olup sitoplazmik kalsiyum konsantrasyonlarını ayarladığı ve protein kinaz aktivitesine sahip olduğu ortaya konmuştur (LİN, 2000). Fototropin fototropizmi kontrol eder, yaprak alanı, gövde uzunluğu, kuru ağırlık, stoma açılımı gibi fizyolojik olaylarda etkili olmaktadır (DOUGHER, 2001; BRİGGS ve HUALA, 1999).

### 5. FİTOKROM

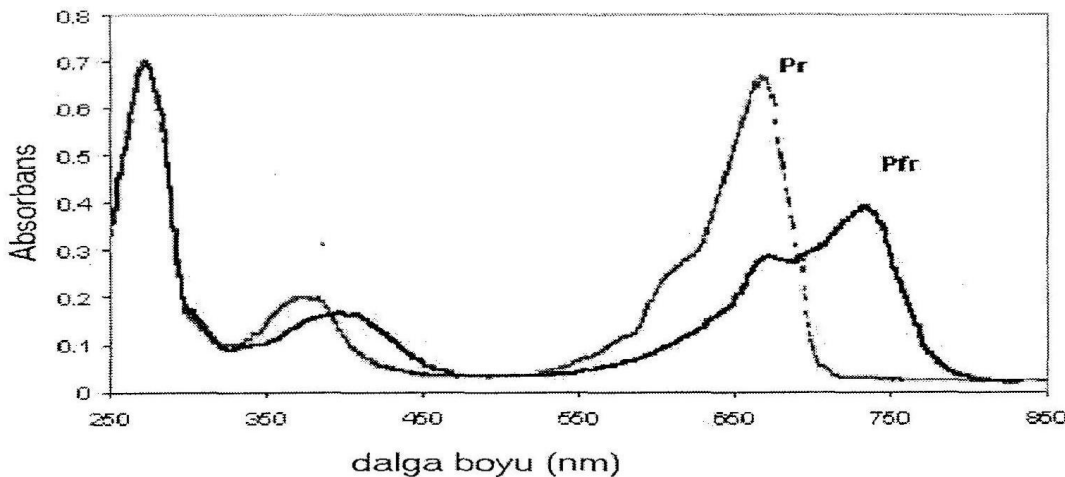
Fitokrom, protein orijinli bir bitki renk pigmentidir. Işıklı periyotta ve ışık kalitesine göre, ışığın bulunduğu veya bulunmadığı zamanlarda bitki büyümesini ve gelişimini ayarlar (ANDİÇ, 1993).

1935-1937 yıllarında, bazı araştırmacılar yaptıkları deneylerde, marul tohumlarında kırmızı ışığın çimlenmeyi hızlandığını, kızıl ötesi ışınların ise çimlenmeyi engellediğini bulmuşlardır. 1952 yılında özel ışık spektrumlarına dayalı çalışmalarda çimlenmenin en fazla 660 nm dalga boyunda teşvik edildiği; buna karşılık 730 nm dalga boyunda ise çimlenmenin engellendiği ortaya konulmuştur (TAİZ ve ZEİGER, 1998). Bu araştırmacılar kırmızı ve kızıl ötesi ışınları birbiri ardı sıra almalı bir şekilde uygulayarak çimlenme deneylerini sürdürmüşler ve sonuçta kırmızı ve kızıl ötesi ışık etkilerinin dönüşken olduğunu saptamışlardır (ÜNSAL, 1988). Şekil 1 ve 2'de Pr ve Pfr'nin dalga boyları, ışığın etkisiyle birbirine dönüşümleri görülmektedir.

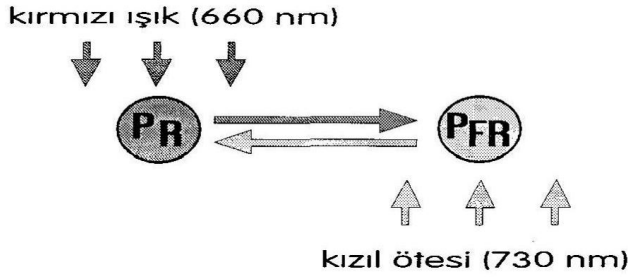
Araştırmacılar bu olayı, fotoreversibl özellikte ve 2 tipte olabilen bir pigmentin varlığı ile açıklamaya çalışmışlardır.

- **Pr**: fitokromun kırmızı ışıktaki tipi (Fizyolojik olarak inaktif özelliktedir).
- **Pfr**: fitokromun kızıl ötesi ışıktaki tipi (Pigment sisteminin aktif formudur).

Şekil 1. Pr ve Pfr'nin dalga boyları (HARTMANN, 1966).



**Şekil 2.** Işığın etkisiyle Pr ile Pfr'nin birbirine dönüşümü (ANON., 2000).



**Pr:** Kırmızı dalga boyları ile ışıklandırılınca Pfr'ye dönüşür.

**Pfr:** Kızıl ötesi dalga boyları ile ışıklandırılınca Pr haline dönüşür.

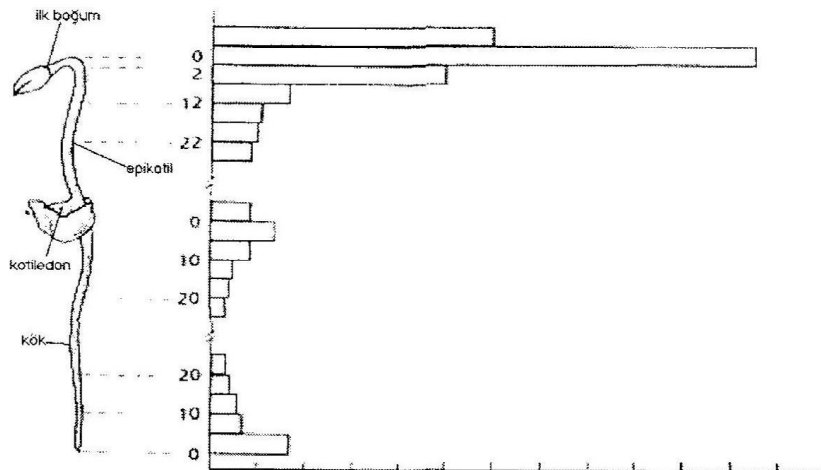
## 5.1. FİTOKROMUN ÖZELLİKLERİ

- Fitokromun genel özellikleri aşağıdaki şekilde maddelenebilir (VARDAR ve ark., 1973).
- Bu pigment esas itibariyle mavi-yeşil biliprotein olarak kabul edilir.
- Moleküler ağırlığı 125 kDa (kilodaltons) arasındadır.
- Kuvvetli asit, baz, üre ve protolitik enzimler fitokromu bozmakta ve fotoreversibilitesini kaybettirmektedir.
- Fitokromun bozulmaya karşı hassasiyeti tipine bağlıdır.
- Pfr, Pr'ye nazaran üre ve proteolitik enzimlere karşı daha çok hassastır.
- Etiyole fidelerde, etiyole olmayanlara göre fitokrom miktarının daha fazla olduğu saptanmıştır. Bu farkın hangi faktörlerden ileri geldiği, bugün hala kesinlikle bilinmemektedir.
- Fitokrom ya lokalize olduğu bölgede kalır yada diğer bölgelere taşınabilir. Örneğin; kırmızı ışığa maruz bırakılan bir bitkiden alınan bir dal, bu tür ışığa maruz kalmamış bir bitkiye aşılanırsa; bu bitkide çiçeklenmeye sebep olabilmektedir. Fitokromun rolü belli bir bölgeye has olmayıp, genetiksel olayların tümünde etken bir anahtar durumundadır.

## 5.2. FİTOKROMUN BİTKİDEKİ YERİ

Fitokrom; kök, gövde, yaprak, kotiledon, koleoptil ve gelişmekte olan meyveler gibi bitkinin her tarafında bulunmaktadır. Fakat yeşil bitkide fitokromun kantitatif tayini çok zordur. Etiyole fidelerde en yüksek fitokrom içeriği ise meristematik ve uzamakta olan dokularda saptanmıştır (Şekil 3) (ÜNSAL, 1988).

**Şekil 3.** Bezelyenin değişik organlarındaki fitokrom konsantrasyonları (TAİZ ve ZEİGER, 1998).



### 5.3. FİTOKROMUN ETKİLEDİĞİ FİZYOLOJİK OLAYLAR

Fitokrom; çimlenme, sürgün uzaması ve dallanması, çiçeklenme, yaprak gelişimi, internodyum uzunluğunun kontrolü, gövde uzaması ve genişlemesi gibi bitki büyüme ve gelişmesinin birçok safhalarına etki etmektedir (VARDAR ve ark., 1973).

#### 5.3.1. ÇİMLENME

Tohum çimlenmesine tür, çeşit, tohum olgunluğu ve çevre koşulları gibi faktörler etki etmektedir. Tohumların çimlenmeleri için nem, oksijen ve uygun sıcaklık dereceleri esas olmakla beraber, bazı türlerin tohumları ayrıca ışığa da ihtiyaç duymaktadırlar. Tohum çimlenmesinde ışığın etkisi uzun zamandan beri bilinmektedir. Ancak, ışığın etki şekli son yıllarda anlaşılmıştır. Tohum çimlenmesinde ışığın kontrol mekanizması, belirli meyve ve yapraklardaki pigment oluşumuyla açıklanmaktadır. Işığın hem şiddeti hem de kalitesi çimlenmeyi etkilemektedir (SAĞSÖZ, 2000).

Çimlenme için ışığa gereksinim duyan bitki tohumlarında fitokrom sistemi başlangıçta Pr formunda yani inaktif durumda olduğundan, çimlenme reaksiyonlarını engellemektedir. Ancak bu tohumlar kırmızı ışığa maruz bırakıldıklarında, Pr pigmenti Pfr formuna, yani fizyolojik aktif forma dönüşerek çimlenme sağlanmaktadır. Ancak çimlenme için ışığa gereksinim duymayan yani karanlıkta çimlenebilen tohumlarda, fitokrom sisteminde Pfr formu konsantrasyonu yeterince yüksek olduğundan çimlenme reaksiyonlarının engellenmesi söz konusu değildir (ANDIÇ, 1993).

#### 5.3.2. FİTOKROMUN EKOLOJİK ÖNEMİ

Fitokromun ekolojik önemi, verim denemelerinden kolaylıkla anlaşılabilir. Yapılan denemelerde sebzeler; güneşin batışını müteakip kırmızı ışığa maruz bırakılırsa verimin büyük ölçüde arttığı gösterilmiştir.

Malçlama; verimi artırmak, erkenciliği sağlamak, topraktan su kaybını önlemek ve nem oranını yükseltmek gibi amaçlara yönelik olarak toprak üzerinin bir plastik örtü ya da organik maddelerle örtülmesi işlemine verilen addır (SEVGİCAN, 1989). Malçlama ile yabancı otların gelişmesi önlenir, topraktan su tasarrufu sağlanır, toprağın kuruması ve kaymak bağlaması engellenir (YÜKSEL ve ark., 1992). Siyah malç; su muhafazası, meyvesi yenilen bitkilerde meyvelerin temiz kalması ve yabancı ot kontrolünün sağlanması amacıyla kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalarda malçın rengi değiştirilerek kırmızı ve kızıl ötesi ışınların bitkilerin doğal gelişimleri üzerindeki ayarlayıcı etkisi ortaya konularak; ürünün verim ve kalite kriterlerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Kızıl ötesi/kırmızı ışın oranını ortaya çıkaran kırmızı yüzeyin, fitokrom sistemini harekete geçirerek domates gibi bitkilerin gelişimlerini, kalitesini ve verimini artırıcı etkide bulunduğu bildirilmektedir (ANON., 1999).

#### 5.3.3. FİTOKROM VE FOTOPERYODİZM İLİŞKİSİ

Çiçeklenme için temelde kalıtsal özelliklere bağlı olan içsel birçok faktör etkili ise de, bazı dış faktörlerle bu olay hızlandırılabilir veya yavaşlatılabilir. Bu faktörlerden ışığın fotoperiyodik etkisi oldukça önemlidir. Aslında bitkinin fotoperiyodik reaksiyonları sadece çiçeklenme olayında değil, vejetatif büyüme, tohum çimlenmesi, yaprak dökümü, olgunlaşma, boy uzaması gibi daha birçok olayda görülmektedir (ERİŞ, 1995). Fotoperiyodizmin fitokrom ile ilişkili olduğu görüşü esas alınmaktadır. Buna göre; ışık periyodunda, bitkide fitokromun uzak kırmızı dalga boyunu absorbe eden Pfr birikmektedir. Bu form, kısa gün bitkilerinde çiçeklenmeyi engellemekte, uzun gün bitkilerinde ise teşvik etmektedir. Karanlık periyot başlayınca Pfr parçalanmakta ve bitkide Pr oluşmaktadır. Bu form ise, kısa gün bitkilerinde çiçeklenmeyi sağlamakta, uzun gün bitkilerinde ise engellemektedir (ANON., 2002b; ANON., 2002c).

## 6. SONUÇ

Pratikte farklı renklerdeki PE plastikler gerek malç olarak gerekse tünel veya seralarda örtü materyali olarak kullanılmaktadır. Bu durumda farklı renklerde PE plastiklerden geçen ışık; o rengin özelliğini taşıyan ışın olarak malçta toprak sıcaklığı, yabancı ot kontrolü ve su tasarrufu gibi konularda farklı etkiler yapmakta ve amaca uygun olanlar seçilerek kullanılabilir. Sera yüksek veya alçak tünellerde ise farklı renklerdeki örtüden geçen güneş ışığı, geçtiği plastiğin özelliğini taşıdığı için bitki gelişimi üzerinde o yönde bir etki yapmaktadır.

Sonuç olarak, fitokromun bitkinin bütün kısımlarında büyüme ve gelişmeyi kontrol ettiği bilinmektedir, fakat bu olayların mekanizması tam olarak açıklığa kavuşmamıştır. Fitokromun etkilediği fizyolojik olayların tam olarak bilinmesi ve mekanizmasının aydınlanabilmesi için bu konuda yeni araştırmaların yapılmasına ihtiyaç vardır. Bununla birlikte gerek tohum çimlenmesi ve gerekse fide gelişiminin kontrolünün mümkün olduğu işletmelerde bitkisel gelişimin her aşamasında ışığın etkin ve bilinçli kullanımı tohum çimlenme oranının artırılması yanında fide kalitesinin artırılmasında önemli katkıları olabilir.

## 7. SUMMARY

Vegetables like other plants use sunlight as an energy source for survive and continue their lives. White light consists of different wave length of lights; human eye is able to perceive solely some parts of these lights. On the other hand, plants have sensitive pigments which are able to perceive the lights which one out of this spectrum and those pigments are called 'photoreceptor'. To use the light source knowingly conducive to the aim of production in the different stages of vegetable cultivation will be a technique which increases the success.

## 8. KAYNAKLAR

- AÇIKGÖZ, E., 1994.** Tarımsal Ekoloji. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No:8, BURSA.
- AGAĞLU, Y. S., ÇELİK, H., FİDAN, Y., GÜLŞEN, Y., GÜNAY, A., HALLORAN, N., KÖKSAL, A. İ., YANMAZ, R., 1995.** Genel Bahçe Bitkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 4, ANKARA.
- ANDİÇ, C., 1993.** Tarımsal Ekoloji. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No: 106, ERZURUM.
- ANONYMOUS, 1999.** The Red Plastic Mulch Manufactured to Our Specifications by Sonoco Improved Yield of Tomatoes. National Geographic. 82-83p.
- ANONYMOUS, 2000.** Photoperiodism and Phytochrome.
- ANONYMOUS, 2002a.** Photomorphogenesis.
- ANONYMOUS, 2002b.** Light Affects Plant Growth and Development.
- ANONYMOUS, 2002c.** Life Science II.
- BEHRİNGER, F. J., 1991.** Studies on Light and Hormonal Regulation of Stem Growth in the Garden Pea. Dissertation Abstract International, Sciences and Engineering, 52:2, Cab. Abst. No: 920750061.
- BEHRİNGER, F. J., DAVİES, P. J., 1992.** Indole-3- Acetic Acid Levels After Phytochrome Mediated Changes in the Stem Elongation Rate of Dark and Light Grown Pisum Seedlings. Planta, 188:1, 85-92p., Cab. Abst. No: 930760993.
- BEHRİNGER, F. J., DAVİES, P. J., REID, J. B., 1992.** Phytochrome Regulation of Stem Growth and Indole-3- Acetic Acid Levels in the Iv and Lv Genotypes of Pisum. Photochemistry and Photobiology, 56:5, 677- 684p., Cab. Abst. No: 940704791.
- BRIGGS, W. R., HUALA, E., 1999.** Blue- Light Photoreceptors in Higher Plants. Annual Review of Cell and Developmental Biology, Vol: 15, 33- 62p.

- BRITZ, S. J., CARROLL, L. V., 1993.** Absence of Red-Light Enhancement of Phototropism in Pea Seedlings at Limiting Irradiances of Blue Light. *Plant Growth Regulation*, 12:3, 281- 286p., Cab. Abst. No: 940702171.
- CASAL, J. J., 2000.** Phytochromes, Cryptochromes, Phototropin: Photoreceptor Interactions in Plants. *Photochemistry and Photobiology*, Vol: 71, Issue: 1, 1-11p.
- DOUGHER, T. A., BUGHEE, B., 2001.** Differences in the Response of Wheat, Soybean and Lettuce to Reduced Blue Radiation. *Photochemistry and Photobiology*, Vol: 73, Issue: 2, 199-207p.
- ERİŞ, A., 1995.** Bahçe Bitkileri Fizyolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No: 11, BURSA.
- GÜNENÇ, A. Y., 2000.** Bitkilerin Duyuları. *Bilim ve Teknik*, Haziran 2000, Sayı: 391, 70-75s.
- HARTMANN, K. M., 1966.** Absorption Spectrum of Phytochrome: Pr and Pfr. B. .
- KÖKSAL, A. İ., YANMAZ, R., 1995.** Genel Bahçe Bitkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 4, ANKARA.
- LİN, C., 2000.** Plant Blue Light Receptors. *Trends in Plant Science*, Vol: 5, Issue: 8, 337- 342p.
- SAĞSÖZ, S., 2000.** Tohumluk Bilimi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 302, Ders Kitapları Serisi No: 54, ERZURUM.
- SENGBUSCH, P. V., 2001.** Plant Responses to Light: Phototaxis, Photomorphogenesis and Photoperiodism. Selected by Science Educators.
- SEVGİCAN, A., 1989.** Örtüaltı Sebzeçiliği. TAV Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı, Yayın No: 19, YALOVA.
- SEVGİCAN, A., 1999.** Örtüaltı Sebzeçiliği Cilt I (Topraklı Tarım). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 528, Ege Üniversitesi Basımevi, İZMİR.
- SİNESHCHIEKOV, V. A., AKHOBADZE, V. V., 1992.** Phytochrome States in Etiolated Pea Seedlings Fluorescence and Primary Photoreactions at Low Temperatures. *Photochemistry and Photobiology*, 56:5, 743- 749p., Cab. Abst. No: 940704737.
- TAİZ, L., ZEİGER, E., 1998.** *Plant Physiology*. Sinauer Associates Inc., Sunderland, 483-517p.
- ÜNSAL, N., 1988.** Bitkilerde Fotomorfogenez ve Fotoresptörler. *Doğa TU Botanik D.*, 58-70s.
- VARDAR, Y., GÜVEN, A., AHMET, M., 1973.** Bitkilerde Fitokrom Sistemi. *Türk Biyoloji Dergisi*, Cilt: 23, 47- 56s.
- YÜKSEL, A. N., KORKUT, A. B., KAYGISIZ, H., 1992.** Sera Üreticisinin El Kitabı. Hasat Yayıncılık, Bitkisel Üretim Serisi I, İSTANBUL.