

## Sera Gölgelemede Işık Seçici Ağların Kullanımı

Nefise Yasemin TEZCAN<sup>1\*</sup> Hazel TAŞPINAR<sup>1</sup> Servet SELEK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Antalya

<sup>2</sup> Selekler Tarım, Sera Sistemleri, Hayvancılık, Gıda, Ulaştırma, Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti., Eskişehir

\*Sorumlu yazar: nytezcan@akdeniz.edu.tr

Geliş tarihi: 21.02.2017, Yayına kabul tarihi: 27.11.2017

**Özet:** Ülkemizde seralarda güneş ışınlarının yüksek olduğu bahar ve yaz aylarında uygun çevre koşulları havalandırma ve gölgeleme yöntemleri ile sağlanmaktadır. Seralarda, gölgeleme genellikle sera dış yüzeyine boya, kireç vb. maddelerin püskürtülmesi şeklinde uygulanmaktadır. Serayı dıştan gölgelemeyle güneş ışınları sera içine girmeden tutulduğu için sera içinde yüksek sıcaklık oluşmamaktadır. Dıştan gölgeleme en iyi gölgeleme sistemi olmasına karşın, bu sistem dış atmosfer koşullarının etkisinde kalmaktadır. Dolayısıyla kısa sürede bozulmaktadır. Bununla birlikte tüm dünyada tarımsal üretimden istenilen kalite ve miktarda ürün alabilmek için gelişen teknolojinin sağladığı avantajlar kullanılmaktadır. Nitekim son yıllarda bu uygulamalardan birisi de hem açık tarlada hem de serada gölgeleme amaçlı ışık seçici (foto-selektif) renkli ağların kullanımınıdır. Bu ağlar kırmızı, sarı, mavi, sedef, yeşil ve siyah renkli olabilmektedir. Her bir renk PAR bölgesindeki dalga boylarını farklı düzeylerde geçirmektedir. Dolayısıyla her bir rengin bitki gelişimi üzerine etkisi farklıdır. Işık seçici ağların gölgeleme oranları %15, 35, 55 ve 75 düzeylerinde olabilmektedir. Bu çalışmada seralarda gölgeleme materyali olarak kullanılan ışık seçici ağların özellikleri ve işlevleri derlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Gölgeleme ağları, ışık modifikasyonu, ışık kalitesi, tarımsal ağlar

### Using of Photo-selective nets in Greenhouse Shading

**Abstract:** During spring and summer seasons which solar radiation is high in Turkey, the optimal climate conditions in greenhouses is obtained by ventilation and shading. Shading of greenhouses is generally made by painting of greenhouses external surface with white paint or calcium carbonate etc. Greenhouse effect could be reduced by external shading because solar radiation is kept from entering the greenhouse. Although external shading is the best system, it is influenced by external atmospheric conditions. Therefore, it is broken down in a short time. Furthermore, the advantages of developing technology to get the desired quality and quantity of products from agricultural production are used in all over world. Indeed, one of these applications in recent years is the use of color (photo-selective) nets in the open field and greenhouses. Colored nets may have red, yellow, blue, pearl, green and black color. Each color is transmitting PAR wavelengths at different levels. For this reason, each color has different effects on crop growth. Shading intensity of color nets could be 15, 35, 55, and 75 %. In this study, properties and functions of photo-selective nets used as shading materials in greenhouses have been reviewed.

**Key words:** Agricultural nets, light modification, light quality, shade nets

### Giriş

Seralar iklim koşullarının açıkta bitki yetiştirmeye uygun olmadığı yerlerde ve zamanlarda, kültür bitkilerinin ekonomik olarak yetiştirilmesini olanak kılan ve bitkisel üretim için gerekli ışık, sıcaklık, nem, havanın CO<sub>2</sub> konsantrasyonu gibi

çevre koşullarını üretim periyodu boyunca kontrollü olarak sağlayan sistemlerdir (Tiwari, 2003; Al-Helal and Alhamdan 2009). Birim alandan yüksek verim alınmasını sağlayarak, küçük tarım alanlarının en uygun şekilde değerlendirilmesine olanak veren örtü altı yetiştiriciliği ülkemizdeki en önemli tarımsal

faaliyetlerden birisi haline gelmiştir (Şen Kuş ve Başçetinçelik 2012). Örtü altı tarımda kullanılan yapılar, alçak plastik tüneller, yüksek plastik tüneller ve seralar olmak üzere üç grupta incelenebilir. Bu yapılar içerisinde seralar, içlerinde yetiştirilen bitkilere çok daha elverişli koşullar sağlayan ve daha yüksek gelir elde edilmesine olanak veren tarımsal yapılardır. Ayrıca, seralarda sıcaklık, havalanma, nem, ışıklanma gibi iklimsel etmenler kolaylıkla ve hatta otomatik olarak ayarlanabilir. Seralarda bitki besin maddelerinin verilmesi, sulama, CO<sub>2</sub> gübrelemesi, soğutma gibi bazı uygulamalar da yine otomatik olarak yapılabilir. Bu nedenlerle seralar, örtü altı tarımında kullanılan diğer yapılara oranla daha yüksek bir yatırım ve işletme masrafına gereksinim duyarlar (Abak ve Ertekin 1985).

Türkiye'de toplam örtü altı alanı 2014 yılı itibari ile 649118 da olup bu alanın % 13'ünü (80975 da) cam seralar, % 46'sını (298651 da) plastik seralar, % 24'ünü (156720 da) alçak plastik tünel, % 17'sini (112771 da) yüksek plastik tünel alanları oluşturmaktadır (c). Ülkemizde seracılığın en yaygın olarak yapıldığı bölgeler Marmara ve Ege bölgeleri ile Akdeniz kıyı şerididir. Akdeniz Bölgesi ülkemizde sera alanlarının hem miktar hem de oransal olarak en fazla bulunduğu bölgedir. Bölgedeki toplam sera alanı ülkemizdeki toplam sera alanının % 85'ini (322682 da) oluşturmaktadır. Bölgedeki seraların büyük bir çoğunluğu ise Antalya ilinde yer almaktadır (Kacıra et. al., 2004).

Sera yetiştiriciliğinde ortaya çıkan iklimsel sorunlar şu şekilde sıralanabilir (Alain, 1989).

**Kış üretim sezonunda:** Gece sıcaklığının düşük kalması, oransal nemin yükselmesi ve örtü yüzeyinde yoğunlaşması, düşük ışık yoğunluğu ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonudur.

**Yaz üretim sezonunda:** Akdeniz bölgesindeki seralarda sera iç sıcaklığının yükselmesi ve buna bağlı olarak verim ve kalite düşüklüğü, hava sıcaklığı ve buhar basıncı açığının artmasıyla bitkilerin su stresine girerek stomalarını kapatıp daha az fotosentez yapmasıdır.

Serada çevre faktörlerinin kontrolü, sıcaklık, nem, ışık, CO<sub>2</sub> konsantrasyonu gibi gelişim etmenlerinin bitkinin optimum

yetiştirme sınırlarında sağlanabilmesi için alınabilecek önlemler olarak tanımlanmaktadır (Demir ve ark., 1995). Seralarda iklim kontrolü ek bir ilk yatırım maliyeti ve yüksek işletme masrafı ortaya çıkarır. Ancak iklim kontrolü ile birim alandan ekonomik sınırlar içerisinde niceliksel ve niteliksel yönden verim artırılabilir (Alain, 1989; Demir ve ark., 1995). Bitkisel üretim için serada kışın olduğu gibi, yazında uygun çevre koşullarının sağlanması gerekir. Sıcak dönemlerde bitkilerin yetişebileceği uygun çevre koşullarının sağlanabilmesi için seranın sıcaklığının ve neminin belirli sınırlar arasında tutulabilmesi gerekir. Bu nedenle, serada sıcak dönemlerde yetiştiricilik yapılabilmesi seranın havalandırılması, soğutulması ve gölgelendirilmesi ile sağlanabilir (Yüksel, 2004). Yazın ışımının yüksek olduğu günlerde iyi bir havalandırma sistemine sahip seralarda bile yaprak sıcaklıkları sera sıcaklığının 5-15 °C üstünde bulunabilirler. Buda iyi bir havalandırmanın bile, bitki sıcaklığını düşürmede yeterli soğutmayı sağlamadığını göstermektedir. Serada sıcaklığın ve su bütçesinin optimum veya optimumuna yakın bir değerde tutulabilmesi için, seranın soğutulması gereklidir. Bunun için değişik olanaklar mevcuttur. Bu olanaklar sırasıyla havalandırma ve gölgelemedir (Baytorun, 1995). Gölgelemedenin amacı, güneş ışınlarının sera içerisine girmesini engelleyerek sera içindeki sıcaklığın düşürülmesidir. Nitekim sıcak dönemlerde seradaki ışımın yoğunluğu bazı bitkiler için oldukça yüksek olabilmektedir. Bu durumda seraya ulaşan ışımın azaltılması gereklidir. Gölgeleme ile seradaki sıcaklığın düşürülmesi yanında, kışın içten gölgeleme ile ısının korunumu mümkün olabilmektedir. Gölgeleme her şeyden önce bitki sıcaklığına etki etmektedir. Gölgelememiş seralarda bitki yaprak sıcaklığı hava sıcaklığının 15 °C üstüne çıkarken, gölgelemiş seralarda bu değer daha düşük düzeylerde tutulabilmektedir. Seralarda gölgeleme yöntemi dıştan ve içten gölgeleme şeklinde iki sınıfta toplanabilmektedir (Baytorun, 1995; Yüksel, 2004). Seranın dıştan gölgelemesi, ışınların sera içine

girmeden engellenmesini sağladığından daha uygundur. Ancak kullanılan örtü malzemesi ve hareket düzeneklerinin dış koşullardan etkilenmesi nedeniyle ömürleri daha kısa olmaktadır. Rüzgar, toz, nem vb. etkenler, örtü malzemesinin yırtılmasına ve açma-kapama düzeneklerinin kısa süre içinde bozulmasına neden olmaktadır. Seranın içten gölgelenmesinde, sera içi sıcaklık dıştan gölgelemeye göre biraz daha yüksek olmakla birlikte, kullanılan örtü malzemesi ve açma-kapama düzeneklerinin ömrü daha uzun olmaktadır (Yağcıoğlu, 2005).

Tarımsal üretimde bitkileri güneş ışınlarının zararlı etkilerinden korumak için başvurulan yöntemlerin başında ışık seçici (foto-selektif) renkli gölgeleme ağlarının

kullanılması gelmektedir (Ilic et. al., 2011). Işık seçici ağların kullanımı aşırı ışık zararını önlemesinin yanında, rüzgarın zararlı etkisini önlemekte, kuş ve virüs hastalıklarının taşıyan böcekleri bitkilerden uzak tutmakta ve bitkilerin bulunduğu ortamda sıcaklığın yükselmesini önlemektedir (Shahak, 2008; Teitel et. al., 2008; Kittas et. al., 2009). Işık seçici ağlar tarla koşullarında yetiştirilen bitkilerin örtülmesinde uygulanabildiği gibi seralarda, sera dış yüzeyine veya sera içinde bitkilerin üzerine örtülerek de uygulanabilmektedir (Şekil 1) (Shahak et. al., 2004; Castronuovo et. al., 2015; Namera et. al., 2015).



Şekil 1. Işık seçici ağların açık tarla ve serada kullanımına bir örnek (Castronuovo et. al., 2015; Namera et. al., 2015)

Figure 1. A sample for photoselective nets using in open field and greenhouses (Castronuovo et. al., 2015; Namera et. al., 2015)

#### Seralarda Gölgelemeyle Soğutma

Doğal ışık kaynağı güneştir. Güneş, farklı dalga boylarına sahip ışınlar yayar. Dalga boyları < 400 nm olan ışınlar morötesi (UV) ışınlardır. Ultraviyole ismi verilen, gözle görülemeyen bu ışınlar bitkilerde renk oluşumunu ve büyümeyi engeller hatta cüceliğe neden olur (Aldrich and Bartok 1989; Yüksel, 2004). Morötesi (UV) spektrumu; UVA, UVB ve UVC olarak 3 alt gruba ayrılır. Bitkiler UVB ışınlarının zararlı etkilerinden kendilerini koruyabilmek için yaprak alanlarını küçültmekte bu durum fotosentezde azalmaya neden olmaktadır. Ayrıca UVB ışınları topraktaki mikroorganizmaları öldürerek toprağı verimsizleştirmektedir. Dalga boyları 400-700 nm arasında değişen ışınlar, görünür ışık olup, dalga boylarına göre sırasıyla mor (400-430 nm), mavi (450-500 nm), yeşil (500-570 nm), sarı (570-590 nm), turuncu (590-610 nm), kırmızı (610-700 nm)

renklerde ortaya çıkarlar. 400 - 700 nm (PAR) dalga boyuna sahip ışınlar bitkilerin fotosentez yapabilmeleri için gerekli enerjiyi sağlar. Bu ışınların yoğunluğu, süresi ve spektral dağılımı bitkinin tepkisini etkiler. Dalga boyları 700 nm'den büyük olan kızılötesi ışınlar gözle görülemeyen ışınlardır. Bu ışınların etkisi fotosentezden çok ortamın ısınması üzerinedir. Anılan ışınlar yakın kızılötesi (NIR), kısa dalga boylu kızılötesi (SWIR), orta dalga boylu kızılötesi (MWIR), uzun dalga boylu kızılötesi (LWIR) ve uzak kızılötesi (FIR) olmak üzere 5 alt gruba ayrılır (Aldrich and Bartok 1989; Yüksel, 2004; Öztürk, 2008).

Toplam ışınım güneşten gelen 280-3000 nm dalga boyuna sahip ışınları kapsamaktadır. 400-700 nm dalga boyu aralığındaki ışınım, bitkiler tarafından fotosentez işleminde etkin olarak kullanıldığından, fotosentez için etkin ışınım (PAR) olarak adlandırılır (Baytorun ve

Başçetinçelik 1993; Öztürk, 2008). Bu ışınların yoğunluğu, süresi ve spektral dağılımı bitkinin tepkisini etkiler (Aldrich and Bartok 1989). Günümüzde PAR için, kuantum akım şiddeti birimi ( $\text{mol/m}^2\text{s}$ ) kullanılır. Bütün bitkiler belirli ışınım spektrumlarına karşı tepki gösterirler. Bitkilerdeki tepkimeler ışınım spektrumunun belirli bölümlerinde gerçekleşir ve hızlanır. Genel olarak, bitki tepkimeleri için önemli üç etkin spektrum vardır (Öztürk, 2008):

1. Bitki gelişmesi ve fotosentez işlemi için en fazla tepki, kırmızı ve mavi ışıkta oluşur.
2. Klorofil oluşumu, foto periyodizm, morfogenez ve dormansi tepkileri için en fazla tepki, kırmızı ışıkta oluşur.
3. Fototropizm ve polarite etkileri için mavi ışıkta fazla tepki oluşur.

Seraya ulaşan ışınım, örtü malzemesi ve gölgeleme materyali tarafından absorbe edilmekte ve yansıtılmaktadır. Absorbe

edilen ışınım malzemeyi ısıtmakta, bu ısı sonradan konveksiyon ve ışıma ile tekrar ortama verilmektedir. Yazın ısı tekniği yönünden dış gölgelemenin avantajları bulunmaktadır. Nitekim gölgeleme materyali tarafından geri verilen ısı enerjisi sera dışına kalmaktadır (Baytorun, 1995). Sera içerisine ulaşan güneş ışınımının gölgelenmesi, iç ortam sıcaklığının azaltılması için çok etkilidir. Seraların gölgelenmesinde genellikle aşağıdaki yöntemler uygulanır (Öztürk, 2008).

- Serada yansıtma özelliği yüksek malzemelerden yapılan gölgeleme perdeleri kullanmak,
- Serayı ışınım geçirgenliği düşük malzemelerle örtmek,
- Sera örtü malzemesinin dış yüzeylerini boyamak, ve
- Sera çatısına çok küçük su damlacıkları püskürtmek.



Şekil 2. Gölgeleme perdelerinin sera dış ve iç ortamına yerleştirilmesine ilişkin bir örnek  
*Figure 2. A sample for installation of shading nets to inside and outside of greenhouses*

Şekil 2'de görüldüğü gibi sera iç ve dış ortama yerleştirilen gölgeleme perdeleri ve ışık seçici ağlar uygun bir açma-kapama mekanizasyon sistemine sahip olup insan gücüne gereksinim duyulmamaktadır. Sera dış ortamına yerleştirilen ışık seçici ağlar

güneş ışınlarının yoğun olarak geldiği bahar ve yaz aylarında açılıp toplanması ile sera iç ortamında uygun bir serinletme ve güneşlenme süreleri elde edilmesini sağlayabilirler. Gölgeleme perdeleri ve ışık seçici ağlar elastik bir yapıya sahiptirler. Bu

sayede toplandığında küçük hacim kaplarlar aynı zamanda serada güneş ışınlarına ihtiyaç duyduğumuzda gölgeleme yapmazlar.

Gölgeleme perdelerinin mekanizasyonu aşağıdaki elemanlardan oluşur.

- Gölgeleme perdesi,
- Perdeyi taşıyan sistemler,
- Perdelerin açılıp kapanmasını sağlayan yardımcı elemanlar,
- Açma kapatma işlemi için çalıştırma mekanizması.

### ***Sera Gölgeleme Perdesi Olarak Işık Seçici Ağlar***

Güneş ışınımının yüksek düzeylerde olduğu yaz dönemlerinde, sera içerisine ulaşan güneş ışınımının azaltılması için gölgeleme perdeleri kullanılır (Öztürk, 2008). Gölgeleme perdeleri genellikle bitkileri yüksek güneş ışınımından korumak ve bitkinin yetiştirildiği ortamının mikro iklimasını iyileştirmek, açık alanda yapılan bitkisel üretimde, rüzgar, dolu zararı, kuş zararı ve böceklerle bulaşan virüs hastalıklarından korumak gibi farklı amaçlar için kullanılır (Kittas et. al., 2009; Teitel et. al., 2008). Geçirimli ağlar yoğun bir şekilde meyve yetiştiriciliği gibi belli yetiştiricilik tiplerinde kuş ve zararlı böceklerle karşı koruma amaçlı kullanıldığı gibi anılan ağlar sera havalandırma kapakları boyunca böcek koruma amaçlı ve sera çatısında gölgeleme perdesi vb. gibi uygulamalarda da kullanılabilir. Bu uygulamalarda tarımsal ağlar daha düşük bir kimyasal kullanımı ile üretimde girdilerin düşürülmesini bazı durumlarda ise enerji tüketimi için gereksinilen ihtiyaçları azaltmayı veya elimine etmeyi sağlarlar. Bu açıdan tarımsal ağlar pestisitlere göre çevre dostu olan bir teknoloji olarak düşünülmektedir (Briassoulis et. al., 2007a).

Işık seçici ağlar aşama aşama tüm dünyada kullanılmakta ve anılan ağlar farklı bitkilere, alanlara ve iklim faktörlerine bağlı olarak da değerlendirilebilmektedir (Shahak, 2008). Bu ağlar aynı zamanda güneş ışınlarının farklı oranlarda filtrasyonu ile üründe fiziksel korumayı amaçlayan yeni bir tarımsal teknoloji konseptini sunmaktadır (Shahak et. al., 2004; Shahak, 2008). Işık

seçici renkli gölgeleme materyalleri bitki tarafından alınan ışığın spektral kalitesini ve miktarını etkileyebilecek özellik taşımaktadır. Son dönemlerde de renkli gölgeleme malzemeleri bitki gelişimi ve büyümesinin teşviki için uygun hale gelecek şekilde tasarlanmıştır. Bu ağlar seralarda olduğu kadar dış ortamda da kullanılabilirler (Justen et. al., 2012).

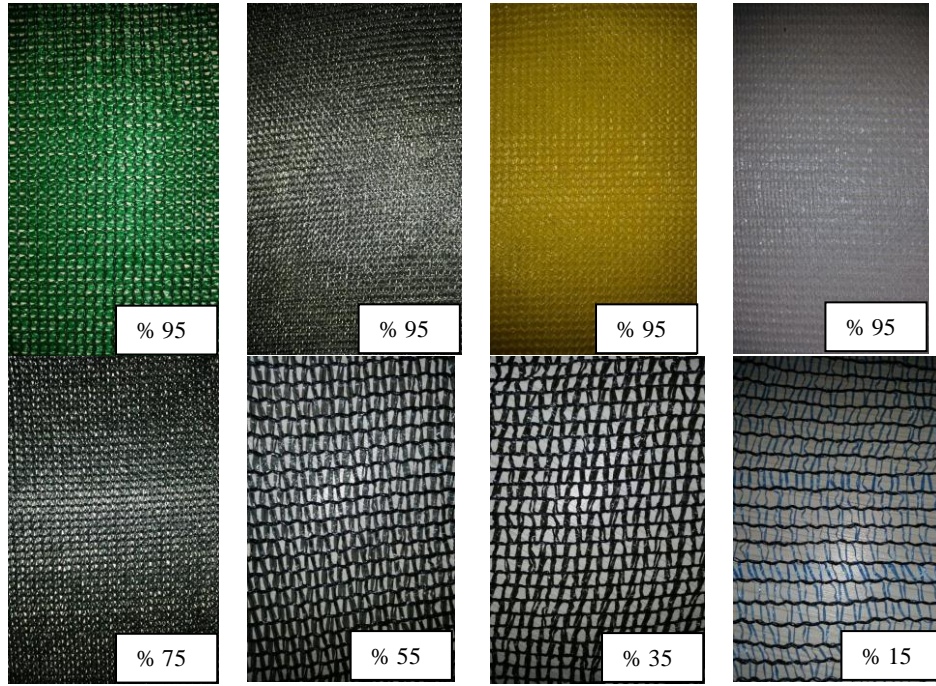
### ***Işık Seçici Ağların Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri***

Siyah ve yeşil renkli ışık seçici ağlar genellikle Akdeniz ülkelerinde sıcak periyotlarda sera örtü malzemesinin üstünde veya altında sera içindeki yüksek sıcaklıkları azaltmak için kullanılırlar. Gölgeleme ağları ayrıca aşırı güneş ışınımı ve yüksek sıcaklıklardan bitkileri korumak için oluşturulan ve "gölge evleri" olarak da adlandırılan özel yapılarda örtü malzemesi olarak da kullanılmaktadırlar. Bu ağların açıklık boyutu genellikle 0.6-4.0 mm aralığında olup ışınım geçirgenliği % 20-70 aralığında değişmektedir (Briassoulis et. al., 2007b). Günümüzde anılan geçirgenlik değerleri % 95 düzeylerine ulaşmıştır (Şekil 3).

Şekil 3'de görüldüğü gibi ışık seçici ağların gölgeleme yoğunluğu arttıkça sıkı bir dokuya sahip olduğu anılan yoğunluk azaldıkça daha seyrek bir doku yapısına sahip olduğu görülmektedir.

Siyah renkli gölgeleme ağlarının tersine renkli ağlar (kırmızı, sarı ve mavi gibi) güneşin UV, görülebilir veya uzak kırmızı ışınım dalga bandından gelen ışınımı farklı ve spesifik bir şekilde modifiye ederler. Aynı zamanda modifiye edilen ışığın da relatif içeriğini artırırlar. Bu durum plastiklerin tersine ağların delikli ve plastik ipli bir yapıya sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Nitekim gelen ışınım bu açıklıklardan serbest bir şekilde geçerken küçük bir parçası değişmemiş olarak kalırken diğer kalan ışınım iplere isabet ettiği için modifiye edilmekte ve dağılmış ışınlar olarak ortama ulaşmaktadır. Bazı renkli ağların özelliklerini aşağıdaki sıralanmıştır (Shahak et. al., 2004).





Şekil 3. Farklı renkli ve farklı gölgeleme yoğunluklu ışık seçici ağlardan örnekler  
 Figure 3. Photosensitive nets samples as different colour and shading density

**Mavi renkli ağlar:** UV, kırmızı ve uzak kırmızı dalga boylu ışınları absorbe ederken PAR mavi-yeşil bandında (400-540 nm) geniş bir geçirgenlik gösterirler.

**Kırmızı renkli ağlar:** 590 nm ve yukarı dalga boylu ışınları geçirirler.

**Sarı renkli ağlar:** 500 nm ve yukarı dalga boylu ışınları geçirirler.

Schettini (2011), çalışmasında farklı renkli (mavi, kırmızı, sedef, gri, sarı ve şeffaf renkli) ışık seçici ağların radyometrik özelliklerinin şeftali ağaçlarının vejetatif gelişimi ve meyve kalite parametreleri üzerine etkilerini 2008'den 2010 yılına kadar Valenzano'da Bari Üniversitesinin deneme alanında araştırmıştır. Denemede renkli ağlar çelik konstrüksiyonlu yay çatılı seralara örtü materyali olarak geçirilmiş olup açık tarla koşullarındaki ağaçlarda kontrol konusu kabul edilmiştir. Ağların radyometrik özellikleri spektrometre ile UV - görünür - NIR spektral bölgelerinde yapılmıştır. 200-2500 nm dalga boylarında renkli ağların spektral özelliklerini aşağıdaki gibi bildirmişlerdir.

**Şeffaf renkli ağlar:** Solar infrared ve PAR bölgesinde üniform bir trend UV bölgesinde ise artan bir trend,

**Kırmızı, mavi, sarı ve sedef renkli ağlar:** PAR bölgesinde üniform olmayan bir geçirgenlik gösterdiklerini ancak bu ağların 800 nm ve solar infrared bölgesinden daha yüksek dalga bantlarında geçirgenliklerinin arttığını,

**Gri renkli ağlar:** Solar infrared ve PAR bölgesinde en düşük üniform geçirgenlik değerleri gösterdiğini saptamıştır.

Araştırmacı kırmızı renkli ağların (600-700 nm) özellikleri ile bağlantılı olarak 600 nm'den daha yüksek dalga bandında yüksek geçirgenlik gösterdiğini mavi ağların ise mavi dalga bandında geçirgenliğinin önemli derecede pik yaptığını (kırmızı ağ bu dalga bandında düşük geçirgenlik göstermiştir) sarı renkli ağların (570-600nm) ise özellikleri ile ilişkili olarak 500 nm'den daha yüksek dalga bandında geçirgenliğinin arttığını belirlemiştir. Araştırmacı ışık seçici ağlarla güneş ışınımının kalitesinin değiştirilmesinin mümkün olduğunu böylece ağlar altındaki şeftali ağaçlarının

büyümesinin, vejetatif gelişiminin ve meyve olgunlaşma zamanının açık tarla koşullarına kıyasla etkilendiğini bildirmiştir.

Arthurs et. al. (2013), yaptıkları çalışmada kırmızı, mavi, sedef ve siyah renkli ışık seçici renkli gölgeleme materyallerinin (%50 gölgeleme yoğunluklu) sera içi çevre koşullarına etkisini 12 aylık bir periyotta Florida da  $10 \times 10 \times 3$  m boyutlarındaki seralarda araştırmışlardır. Araştırmacılar, fotosentetik aktif radyasyonun en çok siyah renkli ağlar tarafından (sezona bağlı olarak %55'den %60'a kadar değişen gölgeleme faktörü ile) en az ise kırmızı renkli ağlar (%41 ve %51'lik gölgeleme faktörü) tarafından azaltıldığını mavi ve sedef renkli ağlarda ise bu düşüşün orta düzeylerde gerçekleştiğini bildirmişlerdir. En yüksek hava sıcaklık değerlerinin kırmızı renkli ağlarda siyah renkli ağlarda ise sürekli soğuk bir ortamın mavi ve sedef renkli ağlarda ise benzer sıcaklık değerlerinin kaydedildiğini belirtmişlerdir.

Işık seçici ağlar kullanım amacına (rüzgar ve dolu zararı, kuş zararı ve böceklerle bulaşan virüs hastalıklarından korumak veya gölgeleme gibi) bağlı olarak 10-200 mesh  $\text{cm}^{-2}$  aralığında değişen bir açıklık yoğunluğu ile karakterize edilirler (Briassoulis et al., 2007b; Castellano et. al., 2008). Ağlar genellikle polipropilen veya yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) malzeme ile üretilmektedir. Işık seçici ağların değişebilen gölgeleme faktörü gelen güneş ışınımını azaltmada ağın kapasitesini temsil etmektedir (Schettini, 2011). Modern gölgeleme ağları spesifik gölgeleme

oranlarını sağlamak için liflerin farklı boyutları ve açıklıkları ile polipropilen dokuma veya örülmüş PE malzemelerden üretilirler. Geleneksel siyah ağlar ise tamamen ışık geçirimsizdir ve ışığın spektral kalitesi ağ tarafından modifiye edilemez bu sebeple gölgeleme faktörü çoğunlukla direk bir şekilde ağın gözenekliliği ile orantılıdır (Castellano et. al., 2008). Renkli ağlar ışığın spesifik dalga boylarını geçirmek için güneş ışınımını seçerek filtre eden katkı maddeleri içermektedirler (Stamps, 2009).

Tarımsal ağlarda aranan mekanik özellikler anılan ağların kullanıldığı spesifik uygulamalara bağlıdır. Tarımsal ağların mekanik davranışını belirleyen en önemli parametre fabrikasyon yapısıdır. Bu ağların örülmüş ve dokuma fabrikasyon yapısı olmak üzere 2 temel tipi vardır. Gölgeleme amaçlı ağlar yapısı itibariyle örülmüş fabrikasyon yapı tipindedir. Ancak dokuma veya örülmüş fabrikasyon yapı tarımsal ağların mekanik özellikleri ve bu özelliklerin belirlenmesine ilişkin standart test metotları ile ilgili teknik literatürde çok az bilgi ve standart bulunmaktadır. Tarımsal ağlar için sadece İtalyan UNI 9405 standardı spesifik olarak geliştirilmiştir. Günümüzde tüm dünyada ve Avrupa'da tarımsal uygulamalarda kullanılan ve üretilen ticari amaçlı tarımsal ağların mekanik özellikleri dokuma ve/veya dokuma olmayan kumaşlar, tekstil ve/veya geotekstil ürünlerle ilgili olan ancak farklı ve birbiri ile uyum göstermeyen standart test metodlarına göre elde edilir (Çizelge 1) (Briassoulis et. al., 2007a).

Çizelge 1. Çeşitli sektörlerde ağlar için uygulanan mekanik testlerin listesi (Briassoulis et. al., 2007a)

Table 1. List of mechanical tests which applied for nets in different sectors (Briassoulis et. al., 2007a)

Özellik <i>Properties</i>	Standart <i>Standart</i>
Çekme testi <i>Tensile test</i>	ASTM D 4632, ISO 5082, ISO 5081, UNI 9405, EN ISO 13934-1
Yırtılma dayanımı <i>Tear</i>	ASTM D 4533
Darbe dayanımı <i>Burst</i>	ASTM D 3786, BS 4768
Açıklık kopma dayanımı <i>Puncture</i>	ASTM D 4833

Tarımsal ağların mekanik özelliklerinde geotekstil ve tekstil ürünlerini üreten firmaların yanı sıra konuyla ilgili marketler anılan ağların çekme, darbe, açıklık kopması, sünme ve yırtılma direnci gibi test sonuçlarını dikkate almaktadırlar. Ancak, tarımsal ağların yapısı geotekstil ve tekstil kumaşlarının yoğun dokusundan farklıdır. Bu nedenle tekstil kumaşları için kullanılan testlerin sadece birkaçı tarımsal ağlar için uygun olabilmektedir. Bu testler aşağıdaki gibidir:

1. Çekme Testi (Tüm tarımsal uygulamalarda ağlar için en elzem testtir).
2. Darbe Testi (Ağın anti-dolu yeteneğini belirlemek için çok önemlidir).
3. Açıklık Kopma Testi (Ağın kurulum, kaldırma ve serilme sürecinde yararlı bir bilgidir).

Renkli plastik ürünler güneş ışınımına ve tarımda kullanılan kimyasallara uzun süre maruz kaldıktan sonra ağarabilmektedir. Ancak bu ağlar açık tarla koşullarında 5-8 yıl boyunca test edilip geliştirilmişlerdir. Yapılan çalışmalarda ağların ışınım modifikasyonunu etkileyen en önemli faktörün kuru sezon süresince ağların üzerindeki toz birikmesi olduğu saptanmıştır (İsrail de Nisan-Kasım ayları). Yıkama ile tozun yıkanması kısmen ağın geçirgenliğinde iyileşme sağlayabilmektedir ancak bu çözüm yolu her zaman pratik bir şekilde uygulanamayabilir. Ağların gerilmesi de (yerleştirilmesi) ışık seçici ağların gölgeleme faktörlerini etkileyen bir diğer faktördür (Shakak et. al., 2004).

### **Sonuç**

Dünyada ve ülkemizde tarımsal üretimde istenilen kalite ve miktarda ürün elde etmek için çağdaş teknolojinin gerektirdiği uygulamalar kullanılmaktadır. Nitekim bu uygulamaların yaygın bir şekilde kullanıldığı alan, bitkisel üretimde kontrollü bir ortamın oluşturulabildiği seralardır. Ülkemizde seracılık Marmara, Ege ve Akdeniz kıyı şeridinde dağılım ve gelişme göstermektedir. Anılan bölgelerin ekolojik koşulları itibariyle güneş ışınımının yüksek olduğu bahar ve yaz aylarında seralarda

uygun çevre koşullarının sağlanması için sera dış yüzeyine boya, kireç vb. malzemeler uygulanarak gölgeleme yapılmaktadır. Ancak, dünyada gelişen teknoloji ile seralarda ışık seçici ağlar ile gölgeleme yapılmaktadır. Işık seçici ağlar sera üzerine gelen güneş ışınımında modifikasyon sağlayan ürün kalitesini iyileştirmeye yönelik bir teknolojidir. Ülkemizde de piyasada bu amaca hizmet eden ürünler üretilmektedir. Ancak gerek üretici firmaların gerekse üreticilerin uygun açıklık konusunda yeterince bilinçli olmadığı yapılan karşılıklı görüşmelerle belirlenmiştir. Genellikle gölgeleme yoğunluğu fazla (% 70 ve % 90'lık) olan ağlar tercih edilmektedir. Nitekim Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Alanında yapılan ön deneme çalışmalarımızda açık tarla koşullarında farklı gölgeleme oranlarına (% 40, 55, 75 ve 95) sahip yeşil renkli gölgeleme ağlarının domates bitkisinin gelişimi üzerine etkisini araştırdığımız çalışmada yeşil renkte % 40 gölgeleme oranı diğer gölgeleme oranlarına göre (yeşil % 55, 75, 95) en iyi performansı göstermiştir. Gölgeleme yoğunluğu % 95 olan ağlarda meyve gelişimi ve renk oluşumu düşük düzeylerde gerçekleşmiştir. Elde edilen bulgulara göre gölgeleme ağları konusunda bilinçli bir kullanım olmadığı görülmektedir. Bununla birlikte anılan ağlar bitkiye, iklime ve alanlara göre değerlendirildiği için ülkemizde de bu tür uygulamaların (özellikle sarı, kırmızı, sedef gibi farklı renkli ağ kullanımı) bilimsel çalışmalarla desteklenmesi gerektiği söylenebilir. Böylece bu ağların kullanımının ülkemizde de yaygınlaştırılması ile örtü altı yetiştiriciliğinde daha kaliteli ürün yetiştirilmesi sağlanabilir.

### **Kaynaklar**

- Abak, K. ve Ertekin, Ü. 1985. Değişik türlerinin farklı örtü altı tiplerine uygunluğu. Türkiye Seracılık Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 22 Ağustos, 1985, Antalya.
- Alain, B. 1989. Greenhouse microclimate and its management in wild winter



- climates. *Acta Horticulturae*, 1989, 246: 23-36.
- Aldrich, R.A. and Bartok, J.W. 1989. *Greenhouse Engineering*. Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Cooperative Extension, New York, pp. 203.
- Al-Helal, I.M. and Alhamdan, A.M. 2009. Effect of arid environment on radiative properties of greenhouse polyethylene cover. *Solar Energy*, 2009, 83: 790-798.
- Arthurs, S.P., Stamps, R.H., Giglia, F.F. 2013. Environmental modification inside photoselective shadehouses. *Hort. Science*, 48 (8): 975-979.
- Baytorun, N.A. ve Başçetinçelik, A. 1993. Seralarda kullanılan plastik örtü malzemeleri. *Tarımda Plastik Kullanımı Konulu Panel*, 1993, Antalya.
- Baytorun, N.A. 1995. Seralar. Ç.Ü., Zir. Fak. Genel Yayın No:110, Adana.
- Briassoulis, D., Mistriotis, A. and Eleftherakis, D. 2007a. Mechanical behaviour and properties of agricultural nets-Part I: Testing methods for agricultural nets. *Polymer Testing*, 2007, 26 (6): 822-832.
- Briassoulis, D., Mistriotis, A. and Eleftherakis, D. 2007b. Mechanical behaviour and properties of agricultural nets. Part II: Analysis of the performance of the main categories of agricultural nets. *Polymer Testing*, 2007, 26 (8): 970-984.
- Castellano, S., Candura, A. and Scarascia Mugnozza, G. 2008. Relationship between solidity ratio, colour and shading effect of agricultural nets. *Acta Horticulturae*, 2008, 801: 253-258.
- Castronuovo, D., Statuto, D., Muro, N., Picuno, P. and Candido, V. (2015). Technical and agronomic behaviour of plastic nets for the greenhouse cultivation of sweet pepper in the mediterranean area. *International Symposium on New Technologies and Management for Greenhouses*, July of 19-23, 2015, Evora, Portekiz.
- Demir, Y., Balkaya, A., ve Cemek, B. 1995. Seralarda çevre bitki ilişkisi ve çevre şartlarının kontrolü. *Türkiye 1. Seracılık Sempozyumu*, 27-28 Mayıs, 1995, Kütahya.
- Ilic, Z., Milenkovic, L., Durovka, M. and Kapoulas, N. 2011. The effect of color shade nets on the greenhouse climate and pepper yield. *46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture*, 2011, Opatija, Croatia.
- Justen, V.L., Fritz, V.A. and Cohen, J.D. 2012. Seasonal variation in glucosinolate accumulation in turnips grown under photoselective nettings. *Horticulture Environment and Biotechnology*, 2012, 53 (2): 108-115.
- Kacira, M., Sase, S., Kacira, O., Okushima, L., Ishii, M., Kowata, H. and Moriyama, H. 2004. Status of greenhouse production in Turkey: Focusing on vegetable and floriculture production. *J Agric Meteorol*, 2004, 60: 115-122.
- Kittas, C. and Rigakis, M.K. 2009. Influence of shading screens on microclimate, growth and productivity of tomato. *Acta Horticulturae*, 2009, 807 (1): 97-102.
- Nemera, D.B., Zur, N., Lukyanov, V., Shlizerman, L., Ratner, K., Shahak, Y., Cohen, S., and Sadka, A. 2015. Top photoselective netting results in improved microclimate, productivity, physiological performance and water-use efficiency in citrus. *International Symposium on New Technologies and Management for Greenhouses*, July of 19-23, 2015, Evora, Portekiz.
- Öztürk, H.H. 2008. *Sera İklimlendirme Tekniği*. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., İstanbul.
- Schettini, E. 2011. Nets for peach protected cultivation. *J. of Ag. Eng. Eng.*, 2011, 4: 25-31.
- Shahak, Y., Gussakovsky, E.E., Gal, E., and Ganelevin, R. 2004. Color nets: Crop protection and light quality manipulation in one technology. *Acta Hort.*, 2004, 659: 143-151.
- Shahak, Y. 2008. Photo selective netting for improved performance of horticultural

- crops: A review of ornamental and vegetable studies carried in Israel. *Acta Horticulturae*, 2008, 770: 161-168.
- Stamps, R.H. 2009. Use of colored shade netting in horticulture. *HortScience*, 2009, 44: 239-241.
- Şen Kuş, E., ve Başçetinçelik, A. 2012. Seralarda kullanılan bazı ısı koruma perdelerinin ışık ve ışınım geçirgenliği ile teknik özelliklerinin saptanması üzerine bir araştırma. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2012, 27 (2) :38-49.
- Teitel, M., Liron, O., Haim, Y., and Seginer, I. 2008. Flow through inclined and concertina-shape screens. *Acta Horticulturae*, 2008, 801: 99-106.
- Tiwari, G.N. 2003. *Greenhouse Technology for Controlled Environment*. Alpha Science International Ltd.. Pangbourne, England.
- Tuik 2015. *Türkiye İstatistik Kurumu Kayıtları*, Ankara.
- Yağcıoğlu, A. 2005. *Sera Mekanizasyonu*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 562, İzmir.
- Yüksel, A.N. 2004. *Sera Yapım Tekniği*. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., İstanbul.