

**AKDENİZ BÖLGESİNDEKİ DEĞİŞİK ÖRTÜ MALZEMELİ
SERALARDA, IŞINIMIN GEÇİRGENLİKLERİ İLE GÜNEŞ IŞINIMI VE
FOTOSENTEZ İÇİN ETKİN IŞINIMIN (PAR) BELİRLENMESİ ÜZERİNDE
BİR ARAŞTIRMA**

Dr. Hüseyin CEVRİ⁽¹⁾

Prof. Dr. Ali BAŞÇETİNÇELİK⁽¹⁾

GİRİŞ

Doğal olmayan koşullarda bitkilerin gelişebilmeleri ve yaşamlarını devam ettirebilmeleri için ışık, sıcaklık, bağıl nem, karbondioksit, besin maddeleri vb. gibi etkenlere olan gereksinimlerinin kontrol altında tutabilmeleri *sera* adı verilen yapılarda sağlanmaktadır (Başçetinçelik, 1985). Birim alandan daha yüksek verimin alınabilmesi ve ürün sayısının artırılabilmesi, yoğun bir tarım kolu olan sera yetiştiriciliği ile sağlanabilir.

Bilindiği gibi bitki büyümesi; ışık, ısı, su, CO₂ ve bitki besin etmenleri gibi bir çok faktöre bağlıdır. Bu faktörlerin bitki gelişimine olan etkileri, birbirinden bağımsız olabildiği gibi, bir veya birkaç faktörün uygun zaman ve yeterli miktarda sağlanması sonucunda, bitki gelişmesi sağlanır.

Bir çok bölgede güneş ışınım düzeyi günden güne ve aynı gün içerisinde saaten saate büyük değişiklik gösterir. Ilıman iklim bölgelerinde, yaz mevsiminde güneşlenme süresinin fazla olması nedeniyle, bitki gelişimi için yeterli düzeyde ışık ve ısı sağlanır. Diğer büyüme faktörlerinin de yeterli seviyede olması durumunda, bitkilere iyi bir büyüme etkinliği gerçekleşir. Diğer taraftan kış mevsiminde bitki beslenmesinin uygun olmasına karşın, yeterli ışık sağlanmaması durumunda bitki gelişimi yavaşlar. Bu durum ülkemizin de yer aldığı Akdeniz ülkelerindeki seralarda yapılan kış yetiştiriciliğinde örtü malzemesi ve sera tasarımına bağlı olarak büyük önem taşımaktadır.

Toplam güneş ışınımının sadece belirli bir oranı sera örtü malzemesinden geçerek sera içerisinde ulaşır. Bir serada yaygın ışınım geçirgenliği, doğrudan ışınım geçirgenliğinden farklıdır. Işınım geçirgenlikleri seranın şekli ve örtü malzemesinin özelliklerine bağlı olarak farklılık göstermekle birlikte, doğrudan ışınım geçirgenliği seranın yerleşim yönüne bağlıdır. Bitkilerin kabul edilebilir bir gelişme gösterebilmesi için, gün içerisinde 1,2-1,7 MJm⁻² gün ışınım enerjisi alması gerekmektedir (Yağcıoğlu, 1999). Fotosentez için etkin ışınım (PAR)'ın tamamı örtü malzemesi tarafından sera içerisine geçirebilmemekte olup, en uygun örtü malzemesi bile % 82-92 arasında PAR geçirgenlik değerine sahip bulunmaktadır. Örtü malzemesinin sera çatısı üzerine yerleştirilmesiyle, başta çatının gölgeleme etkisinden dolayı toplam geçirgenlik

(1) Narenciye ve Seracılık Araştırma Enstitüsü ANTALYA

(2) Ç. Ü. Z. F. Tarım Makinaları Bölümü ADANA

değeri azalır. Örneğin, geçirgenlik değeri %87 olan cam ile kaplı Venlo tipi bir serada ürün PAR'ın sadece %65'ini alabilmektedir (Balls, 1986).

Toplam Işınım ve PAR Ölçümü

Toplam güneş ışınımının (280-2 800 nm) ölçüsünde pironometre kullanılmaktadır. PAR dalga boyları için özel quantum algılayıcılar tasarlanmıştır. Quantum algılayıcıları ile ölçülen PAR (400-700 nm) iki farklı birim ile tanımlanabilir. Işınım ölçümü ve ışık özü birimleri arasında dönüşüm ışık kaynağının kalitesine bağlıdır. Güneş ışımındaki PAR miktarının Wm^{-2} 'den $mol\ s^{-1}.m^{-2}$ dönüştürülmesinde 4,6 sayısı çarpan olarak kullanılır.

Dünyada ve bu arada ülkemizde bir çok bölge için yayınlanmış Toplam Güneş Radyasyon istatistikleri bulunmakta birlikte PAR ile ilgili bilgiler yoktur denilebilir. Halbuki belirli bölgelerde güneş ışınları spektrumunun bilinmesi, güneş ışınlarından enerji elde etmeyi düşünen başta mimar ve mühendislerin yanında ayrıca tıp, biyoloji konuları için de gerekli olmaktadır. Tarımın her kolu için ise, özellikle 400-700 nm dalga boyu arasında bulunan ve fotosentez ve fotoperiyodizm üzerine etkileri büyük olan PAR değerlerinin bilinmesine her zamandan daha fazla gereksinim duyulmaktadır.

Bu araştırmada, ülkemizde yaygın olarak kullanılan değişik tip seralarda güneş ışınımı ve PAR geçirgenliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çünkü bitkisel üretimin asıl kaynağı olan güneş enerjisinin özellikle kış aylarında üretim için önemi bilinmekle beraber, bunun farklı yapıların kullandığı ülkemiz seralarında hangi seviyelerde olduğu konusunda halen bir bilgi eksikliği de bulunmaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada değişik tasarım özelliklerine sahip cam ve plastik örtülü seralarda güneş ışınımı ve PAR değerlerinin zamana bağlı olarak değişimi incelenmiş ve dış ortamdaki ışınım değerlerine bağlı olarak, sera ortamına ulaşan ışınım miktarları belirlenmiştir.

MATERYAL VE METOD

Materyal

Araştırmada Kullanılan Seralar

Seraların ışınım geçirgenliğinin belirlenmesi için, Antalya bölgesinde yaygın olarak kullanılan farklı tasarım özelliklerine sahip ve farklı yönde konumlandırılmış olan cam ve plastik örtülü seralardan yararlanılmıştır. Araştırmada kullanılan farklı tasarımdaki seraların özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Bu seralarda çatı açıklığı doğrultusunda, üç ayrı noktadan toplam ışınım ve iki ayrı noktadan PAR ölçümleri yapılmıştır.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan Seraların Özellikleri

Kullanılan Seralar	Yerel İsmi	Konumu	Örtü Malzemesi (mm)	Kiriş Açıklığı (m)	Yan Yüksekliği (m)
C1A	Çiftçitipi	K-G	Cam (3)	18	1,80
C1B	Çiftçitipi	D-B	Cam (3)	18	1,80
C2	Çatı Hav.	K-G	Cam (3)	16	2,0
C2P	Çatı Hav.	K-G	Cam (Perde) (3)	16	2,0
C3	Güneş	D-B	Cam (3)	13	1,5 ve 3,0
C4	Venlo	D-B	Cam (4)	6,4	3,0
P1A	Yay Çatılı	K-G	PE (0,18)	5,5	2,0
P1B	Yay Çatılı	K-G	PE (Eski) (0,18)	5,5	2,0
P2	Agroser	K-G	PE (0,20)	8,0	4,0
P3	Ayer	D-B	PE(0,20)	7,2	3,5

Metod

Seralarda Işınım Ölçüleri

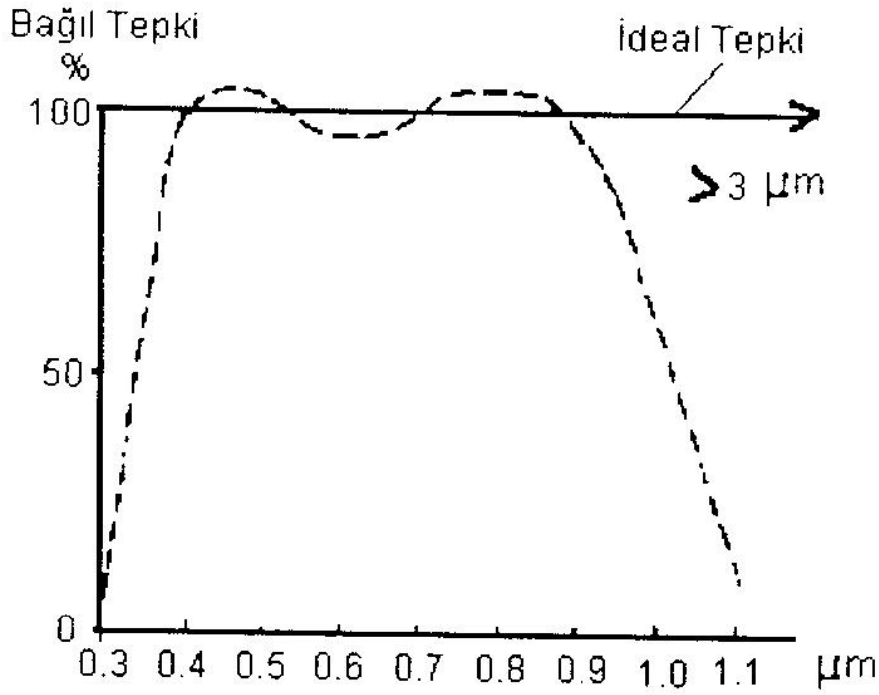
Ülkemizde yaygın olarak kullanım alanı bulan farklı örtü malzemeleri ile kaplı farklı örtü malzemeleri ile kaplı farklı yapı ve yönde konumlandırılmış seraların geçirgenliklerini belirlemek amacı ile, toplam ışınım ve PAR ölçümleri yapılmıştır.

Seralarda Toplam Işınım Ölçümleri

Toplam ışınım ölçümleri için seralarda çatı bölmelerin orta noktasına rastlayan ve yapı elemanlarının gölgeleme etkisinin en az olduğu, iki giriş arası ile boyuna kolonlar arasında alanlar belirlenmiştir. Bu alanlarda belirlenen üç ayrı ölçme noktasından tabandan 1,5 m yükseklikte ölçümler yapılmıştır.

Seraların en önemli özelliklerinden birisi olan ışık geçirgenliğinin belirlenmesi için; Şubat-Nisan aylarında yaygın ışınımın baskın olduğu günlerde ölçümler yapılmıştır. Toplam ışınım ölçümlerinde, güneş ışınım spektrumunda ki 400-1 000 nm dalga boyları arasındaki ışınım duyarlı silikon hücreli algılayıcılar kullanılmıştır. Toplam güneş ışınımının her kWm⁻²'si için 10,8 mV² üreten güneş ışınım enerjisi algılayıcılarının hata payı, yaklaşık olarak ± % 3 olup, en kötü koşullarda ± %5 civarındadır. Bu tip algılayıcılar esas olarak; ürünler için referans değerlerin belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadırlar. Kullanım alanları silikon hücrelerin spektral tepkisi ile sınırlıdır. Silikon hücreli algılayıcıların spektral karşılığı Şekil 1'de verilmiştir.

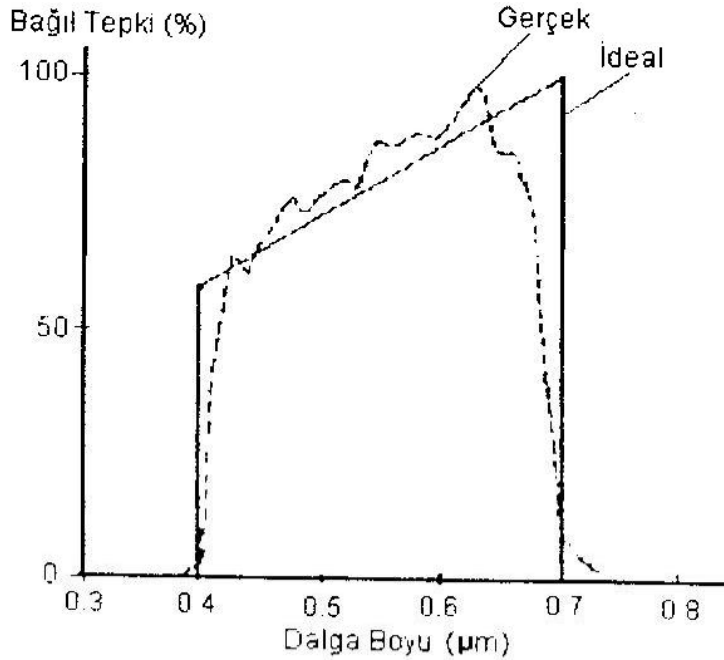
Işınım ölçümünde 5 adet LI-COR 200SA Pironometre algılayıcısından yararlanılmıştır.



Şekil 1. Silikon hücreli algıciyuların spectral karşılığı

Seralarda Fotosentez İçin Etkin Işınım (PAR) Ölçümleri

PAR ölçümlerinde kullanılan algıciyularının yaklaşık spectral ve ideal quantum doğruluğu Şekil 2'de verilmiştir. Algıciyuların çıktıları, $\text{mmol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ başına 10 mV'dur. PAR ölçümünde yine 4 adet LI-COR 190SA Quantum algıciyusundan yararlanılmıştır.



Şekil 2. PAR ölçümünde kullanılan quantum algıciyusunun spektral karşılığı

Verileri Kaydetme ve Çıktı Alma

Güneş ışınım enerjisi ve PAR algılayıcıları doğrusal mV çıktı vermektedirler. Bu nedenle algılayıcılar doğrudan veri kaydedicilere bağlanabilmektedir.

Algılayıcıların çıktıları, herhangi bir zaman aralığında uygun olarak alınabildiği gibi, anlık ışınım ve quantum değerlerinin değişim yoğunluğu da belirlenebilmektedir.

Işınım algılayıcılarından aynı anda ölçüm sonuçlarını almak için KAYE Digistrip II veri kaydedici kullanılmıştır. Üç grup halinde toplam 48 kanala sahip olan veri kaydedici, ışınım ve sıcaklık değerleri için her 10 dakikalık zaman aralıklarında kayıt yapacak şekilde ve toplam ışınım değerleri için ise, birer saatlik toplam değerlerin kaydedilmesi amacı ile programmıştır.

Seralarda Toplam Işınım ve PAR Geçirgenliğinin Belirlenmesi

Seralarda ışınım geçirgenliği, sera içerisindeki yatay bir yüzeye ulaşan güneş ışınımının sera dışındaki yatay bir yüzeye ulaşan güneş ışınımına oranı olarak tanımlanır. Seralarda toplam ışınım ve PAR geçirgenliği aşağıdaki eşitlikten yararlanarak belirlenmiştir.

$$\tau = \frac{I_s}{I_o} \times 100 \quad (1)$$

Bu bileşikte;

τ = sera ışık geçirgenliği (%),

I_s = sera içerisinde yatay yüzeye ulaşan güneş ışınımı (Wm^{-2}) ve

I_o = sera dışında yatay yüzeye ulaşan güneş ışınımı (Wm^{-2})'dir.

Bu çalışmada üç ayrı noktadan alınan ölçme sonuçlarının giriş açıklığı doğrultusunda aritmetik ortalama değeri hesaplanmış ve bu konumda toplam ışınım ve PAR geçirgenlik değişimi belirlenmiştir.

Seralarda ışınım geçirgenliği yönünden yapılan çalışmalarda çatı eğiminden çok yerleşim yönünün önemli olduğu bildirilmektedir (Stoffers, 1971). Bu nedenle yönlendirmenin serada ışık geçirgenliğine etkisinin belirlenmesi amacı ile seralarda yöne bağlı olarak ışınım geçirgenliği de belirlenmiştir.

BULGULAR

Seralarda Toplam Işınım Geçirgenliği

Antalya bölgesindeki on farklı serada toplam ışınım geçirgenliği (280 - 2 800nm dalga boyları arasında) verilen yöntemle göre ölçülmüş ve materyal olarak seçilen bu seralarda ölçülen ve hesaplanan değerler grafikler halinde incelenmiştir.

Cam Seralara Ulaşan Ayrıca Işınım Şiddeti İle Dış Ortamdaki Işınım Şiddeti Arasındaki İlişki

Sera içerisinde ölçülen ışınım şiddeti ile dış ortamda ölçülen ışınım şiddeti arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak incelenmiştir ve seralara ulaşan güneş ışınım şiddeti ile dış ortamdaki ışınım şiddeti arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2.Cam Seralara Ulaşan Şiddeti İle Dış Ortamdaki Işınım Şiddeti Arasındaki İlişkiler

Sera Tipi	İlişkinin Eşitliği Y= sera iç ortamı X= dış ortam	Determinasyon Katsayısı R ²
C1A	Y= 0,6567 X	R ² = 0,9452
C1B	Y= 0,6823.X	R ² = 0,8887
C2	Y= 0,6177.X	R ² = 0,8706
C2P	Y= 0,5081.X	R ² = 0,9251
C3	Y= 0,7093.X	R ² = 0,9353
C4	Y= 0,4176.X	R ² = 0,6392

Plastik Seralara Ulaşan Işınım Şiddeti İle Dış Ortamdaki Işınım Şiddeti Arasındaki İlişki

Sera içerisinde ölçülen ışınım şiddeti değerleri ile dış ortamda ölçülen ışınım şiddeti arasındaki ilişkiler bu seralar içinde istatistiksel olarak incelenmiştir. (Çizelge 3).

Çizelge 3.Plastik Seralara Ulaşan Işınım Şiddeti İle Ortamdaki Işınım Şiddeti Arasındaki İlişkiler

Sera Tipi	İlişkinin Eşitliği Y= sera iç ortamı X= dış ortam	Determinasyon Katsayısı R ²
P1A	Y= 0,8451 X	R ² = 0,9902
P1B	Y= 0,8291 X	R ² = 0,9834
P2	Y= 0,6332 X	R ² = 0,9060
P3	Y= 0,6375 X	R ² = 0,9900

Seralarda PAR Geçirgenliği

Seralarda PAR ölçümleri, ışınım ölçümlerinin yapıldığı tarihlerde yapılmıştır.

Seralara ulaşan PAR değerlerinin ve PAR geçirgenliğinin zamana bağlı olarak değişimi yine ayrıca grafikler halinde incelenmiştir.

Cam Seralara Ulaşan PAR İle Dış Ortamdaki PAR Arasındaki İlişki

Sera içersinde ölçülen PAR ile dış ortamda ölçülen PAR arasındaki ilişkilerde istatistiksel olarak incelenmiştir. Seralara ulaşan PAR ile dış ortamdaki PAR arasında da toplam radyasyonda olduğu gibi doğrusal bir ilişki bulunmuştur (Çizelge 4). Çizelge 4. Cam Seralara Ulaşan PAR İle Dış Ortamdaki PAR Arasındaki İlişkiler

Sera Tipi	İlişkinin Eşitliği Y= sera iç ortamı X= dış ortam	Determinasyon Katsayısı R ²
C1A	Y= 0,6343 X	R ² = 0,9581
C1B	Y= 0,6906 X	R ² = 0,9190
C2	Y= 0,6153 X	R ² = 0,7179
C2P	Y= 0,5113 X	R ² = 0,9127
C3	Y= 0,6816 X	R ² = 0,8669
C4	Y= 0,4594 X	R ² = 0,6622

Plastik Seralara Ulaşan PAR İle Dış Ortamdaki PAR Arasındaki İlişki

Plastik sera içerisinde ölçülen PAR ile dış ortamda ölçülen PAR arasındaki ilişkilerde istatistiksel olarak incelenmiştir. Seralara ulaşan PAR ile dış ortamdaki PAR arasında da doğrusal bir ilişki belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Plastik Seralara Ulaşan PAR İle Dış Ortamdaki PAR Arasındaki İlişkiler

Sera Tipi	İlişkinin Eşitliği Y= sera iç ortamı X= dış ortam	Determinasyon Katsayısı R ²
P1A	Y= 0,8165 X	R ² = 0,9938
P1B	Y= 0,7758 X	R ² = 0,9844
P2	Y= 0,5828 X	R ² = 0,8798
P3	Y= 0,5920 X	R ² = 0,9930

Seralarda PAR / Toplam Işınım Geçirgenliği

Seralarda PAR / Toplam ışınım geçirgenliği oranına bağlı olarak toplam ışınım geçirgenliği bilinen bir seranın PAR geçirgenliği belirlenebilir.

Toplam ışınım ve PAR geçirgenliğinin değişimine ilişkin grafiklerden ,seralarda toplam ışınım ve PAR geçirgenliği birbirine paralel bir değişim gösterildiğide belirtilmiştir.

Cam Seralarda PAR / Toplam Işınım Geçirgenliği

Araştırmaya alınan cam seralarda toplam ışınımın ve PAR geçirgenliğinin ortalama değerleri de Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Cam Seralarda Toplam Işınım ve PAR Geçirgenliği

Sera Tipi	Işınım Geçirgenliği (%)	PAR Geçirgenliği (%)
C1A	61,2	58,4
C1B	66,2	68,1
C2	55,7	56,8
C2P	49,2	52,1
C3	66,0	64,9
C4	39,0	43,4

Plastik Seralarda PAR / Toplam Işınım Geçirgenliği

Araştırmaya alınan plastik seralarda toplam ışınımın ve PAR geçirgenliğinin ortalama değerleri ise Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Plastik Seralarda Toplam Işınımın ve PAR Geçirgenliği

Sera Tipi	Işınım Geçirgenliği (%)	PAR Geçirgenliği (%)
P1A	78,7	78,5
P1B	79,2	75,1
P2	55,4	55,4
P3	61,6	58,0

Seralarda Güneş Işınımı ve PAR Potansiyelinin Belirlenmesi

PAR / Toplam ışınım oranı aşağıda her sera için belirlenmiştir. Buna göre, PAR'ın, Toplam Işınım oranı; günün ilk saatlerinde ve son saatlerinde yüksek olmakla birlikte ortalama olarak %37 - % 45 arasında bulunmuştur.

Genel olarak, PAR / Toplam Işınım oranı cam seralarda daha yüksek bulunmuştur.

Gün boyu her 10 dakikada alınan ölçüm sonuçlarına göre, C1A tipi serada PAR/Toplam Işınım oranı ortalama %44 olarak hesaplanmıştır. C1B tipi serada PAR/Toplam Işınım oranı ortalama % 42 olarak hesaplanmıştır. C2 tipi serada PAR/Toplam Işınım oranı ortalama % 40 olarak hesaplanmıştır.

C2P tipi serada ise PAR / Toplam Işınım oranı ortalama olarak %39 olarak hesaplanmıştır. C3 tipi serada PAR / Toplam Işınım oranı ortalama ortalama olarak %42 olarak hesaplanmıştır. C4 Tipi serada PAR / Toplam Işınım oranı ortalama olarak %45 olarak hesaplanmıştır.

Bu sonuçlar topluca Çizelge 8'de görülmektedir.

Çizelge 8. Cam Seralarda PAR / Toplam Işınım Oranı

Sera Tipi	PAR Geçirgenliği (%)
C1A	44
C1B	42
C2	40
C2P	39
C3	42
C4	45

Yine gün boyu her 10 dakikada alınan ölçüm sonuçlarına göre, P1A tipi serada PAR /Topam Işınım oranı ortalama olarak % 40 olarak hesaplanmıştır. P1B tipi serada PAR / Toplam Işınım oranı ortalama olarak % 37 olarak hesaplanmıştır. P2 tipi serada

PAR / Toplam Işınım oranı ortalama olarak % 40 olarak hesaplanmıştır. P3 tipi serada ise PAR / Toplam Işınım oranı ortalama olarak % 38 olarak hesaplanmıştır.

Bu sonuçlarda topluca Çizelge 9'da görülmektedir.

Çizelge 9. Plastik Seralarda PAR / Toplam Işınım Oranı

Sera Tipi	PAR Geçirgenliği (%)
P1A	40
P1B	37
P2	40
P3	38

Değişik Bölgelerdeki Güneş Işınımı ve PAR Potansiyelinin Belirlenmesi

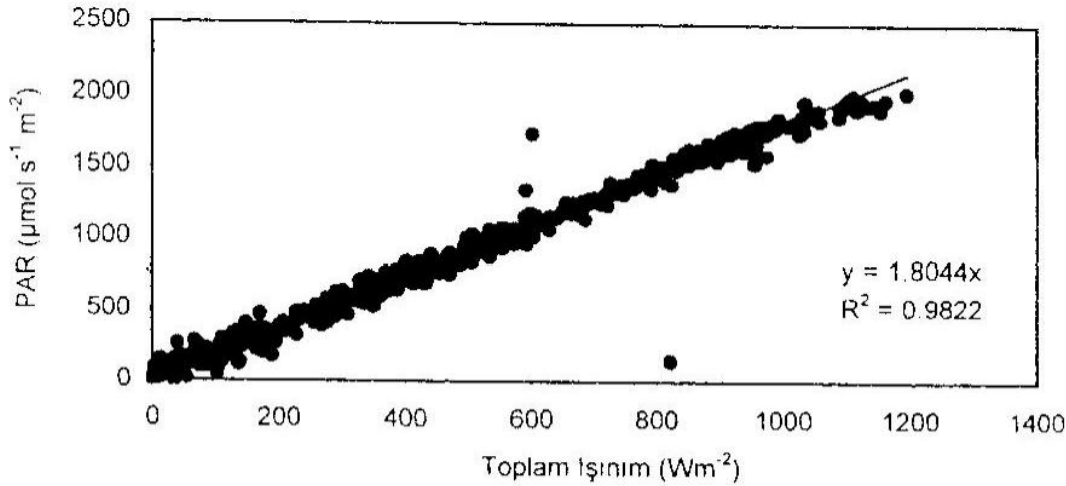
Atmosfer dışında m^2 alana 1 saniye 1 353 Joule'luk enerji bıraktığı bilinen güneş ışınımı arz atmosferine girince, içinden geçtiği atmosferin özelliklerine ve aldığı yola bağlı olarak enerjisini azaltan ve saptıran olaylarla karşılaşmaktadır. Güneş ışınları atmosfer içinde, yeryüzüne 85 km den daha yakın mesafeye eriştiğinde X ışınlarının hemen tamamı ile ultraviyole (morötesi) ışınımın bir bölümü yutulmuş olur. Enerji kaybının diğer şekli olan yutulma (absorpsiyon) güneş ışınımı atmosfere girdiğinde başlar. CO_2 ve su buharı kızılaltı (enfraruj) ışınımı doğrudan doğruya emebilmektedir. Ultraviyole bölgedeki yutulma ise ozon tabakasında gerçekleşir. Günümüzde çeşitli endüstriyel artıklarla kirlenen atmosferden geçen güneş ışınımı farklı dalga boylarında farklı miktarlarda yutulur. Sonuçta, güneş ışınımının yeryüzüne ulaştığı zaman hem kendisine dik birim alana verebileceği enerjisi, hem de spektrumu farklılıklar gösterebilir.

Ülkemizde bu çalışma ile yapılmış olan ölçüm sonuçlarına göre; güneyden kuzeye bu farklılık incelenmiştir. Bir yıl içinde bulutlu gün miktarı fazla olan bölgelerde faydalanılabileceğimiz ışınımın büyük bir bölümü yaygın ışınımdır. Bu durum aynı zamanda seracılığın ağırlıklı olarak yapıldığı ve üretim devresinin kışın ortalandığı Antalya bölgesi ve de Batı Avrupa seracılığında farklı olarak hedeflediğimiz Jeotermal bölgelerde de faydalandığımız ışınımın büyük bir bölümü aynı yani yaygın ışınımdır. Bulutlu havalardaki güneş ışınımının spektrumu, bulutsuz havadaki doğrudan ışınımın spektrumundan ve özellikle en yüksek enerjinin geldiği dalga boyu açısından farklı bir yapıdadır. Bu nedenle ışık geçirgenliği için, en iyi karşılaştırmanın düzgün bulutlu gökyüzü, yani yaygın ışınımda olabileceği diğer bir deyişle yaygın ışınımın dominant olduğu günlerde Şubat-Mayıs ayları içersinde bu ölçümler yapılmıştır.

Bütün bunlara göre Günlük Toplam Güneş Işınımı ve PAR arasındaki ilişki ölçüm yapılan yörelere göre aşağıda verildiği şekilde belirlenmiştir.

ANTALYA $Y = 1,8005.X, R^2 = 0,9830$
 NAZİLLİ $Y = 1,8164.X, R^2 = 0,9992$
 MENEMEN $Y = 1,8061.X, R^2 = 0,9895$
 YALOVA $Y = 1,8451.X, R^2 = 0,9884$
 ESKİŞEHİR $Y = 1,7917.X, R^2 = 0,9559$
 ANKARA $Y = 1,7672.X, R^2 = 0,9878$

Determinasyon katsayısının (R^2) 0,95'den büyük bulunduğu ölçüm yapılan tüm belgelerden alınan toplam sonuca göre yapılan analiz sonucunda ise ülkemiz için toplam ışınım ile PAR arasındaki ilişki elde edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Ölçüm yapılan bölgelerde ölçülen toplam ışınım ile PAR arasındaki ilişki ($Y=1,8044.X, R^2=0,9822$)

Determinasyon katsayısının $R^2=0,9994$ bulunduğu Antalya koşulları için ışınım düşük seviyede geldi (kapalı), ışınım orta seviyede (bulutlu) ve ışınım yüksek seviyede geldiği (açık) günlerden oluşan bir süre boyunca yapılan ölçümlerde elde edilen ortalama değerler arasında toplam ışınım ile PAR arasında ki ilişki ise, $Y=1,9277.X, R^2=0,9994$ şeklinde belirlenmiştir.

Düşük, orta ve yüksek seviyede ışınımın aldığı günler açısından toplam güneş ışınımı ve PAR arasında ilişkiler ise, yeni aynı süre içerisinde ayrı ayrı araştırılmış ve elde edilen yine doğrusal ilişkiler aşağıda verilmiştir.

Buna göre ; günde $5,7 \text{ MJm}^2$ enerjinin geldiği düşük seviyede ışınım aldığı kapalı bir günde yine $11,2 \text{ mol m}^2$ PAR'ın gerçekleştiği ölçülmüş ve toplam

güneş ışınımı ile PAR arasında aşağıdaki ilişki $Y=1,9782.X$, $R^2 =0,9675$ şeklinde belirlenmiştir. Günde $15,6 \text{ MJm}^2$ enerjinin geldiği ve ortalama seviyede ışınım elindiği bulutlu bir günde ise, $32,2 \text{ mol m}^2$ PAR'ın gerçekleştiği ölçülmüş ve toplam güneş ışınımı ile PAR arasında aşağıdaki ilişki $Y=2,0728.X$, $R^2 =0,9954$ şeklinden saptanmıştır. Günde $21,0 \text{ MJm}^2$ enerjinin geldiği ve yüksek seviyede ışınım aldığı açık bir günde ise, yine $38,8 \text{ mol m}^2$ PAR'ın gerçekleştiği ölçülmüş ve toplam güneş ışınımı ile PAR arasında ise aşağıdaki ilişki $Y=1,829.X$, $R^2 =0,9920$ olarak belirlenmiştir.

Aynı günler içerisinde yapılan hesaplamalar sonucu kapılı, bulutlu ve açık günler için PAR / Toplam ışınım oranı sırasıyla % 43,4; %45,7 ve % 41,6 olarak belirlenmiştir.

Bu durumda ölçüm yapılan bölgelerde yatay yüzeye gelen aylık ortalama günlük toplam güneş ışınımı MJm^2 değerlerinden hareketle (Çizelge 10), aynı bölgeler için yatay yüzeye gelen aylık ortalama günlük PAR mol m^2 değerleri hesaplanmıştır (Çizelge11).

Çizelge 10. Yatay Yüzeye Gelen Aylık Ortalama Günlük Toplam Güneş Işınımı (MJm^2)

AYLAR	ANTALYA	NAZİLLİ	MENEMEN	YALOVA	ESKİŞEHİR	ANKARA
OCAK	7,081	6,034	5,573	4,735	5,321	5,908
ŞUBAT	8,967	7,626	7,835	6,662	7,333	7,668
MART	12,193	10,978	10,936	9,176	10,517	10,978
NİSAN	15,587	14,539	14,204	12,361	13,743	15,587
MAYIS	18,604	18,143	17,891	15,838	17,179	17,766
HAZİRAN	20,615	21,579	19,525	18,394	19,400	21,327
TEMMUZ	20,741	21,118	20,070	19,484	20,070	20,531
AĞUSTOS	19,190	19,316	19,693	16,341	17,891	18,394
EYLÜL	15,754	15,335	14,623	12,947	14,204	14,581
EKİM	11,355	10,852	10,224	9,134	9,595	10,140
KASIM	7,422	6,788	7,039	6,117	6,536	7,333
ARALIK	6,369	5,279	5,196	4,358	4,693	4,902

Çizelge 11. Yatay Yüzeye Gelen Aylık Ortalama Günlük PAN (mol m^2)

AYLAR	ANTALYA	NAZİLLİ	MENEMEN	YALOVA	ESKİŞEHİR	ANKARA
OCAK	12,750	10,959	10,065	8,736	9,534	10,440
ŞUBAT	16,144	13,852	14,151	12,292	13,138	13,550
MART	21,953	19,940	19,751	16,931	18,843	19,400
NİSAN	28,064	26,409	25,654	22,806	24,624	27,545
MAYIS	33,496	32,954	32,313	29,223	30,780	31,395
HAZİRAN	37,117	39,195	35,265	33,393	34,758	37,689
TEMMUZ	37,343	38,358	36,249	35,949	35,960	36,282
AĞUSTOS	34,552	35,085	35,568	30,151	32,056	32,506
EYLÜL	28,366	27,855	26,411	23,889	25,449	25,768
EKİM	20,444	19,712	18,465	16,854	17,192	17,919
KASIM	15,164	12,329	12,713	11,287	11,711	12,958
ARALIK	11,467	9,590	9,384	8,040	8,408	8,663

SONUÇLAR

Günümüzde gelişen teknoloji bütün sektörlerde olduğu gibi serada yetiştiriciliği de etkilemekte ve hatta değiştirmektedir. Artık bu sektörde de ülkemiz için bitki yetiştiriciliğinden amaç, sadece belli bir verim düzeyi elde etmek değil, yıl boyu yüksek verim ve kalite koşullarını sağlamak olmaktadır.

Konumuz gereği önemi büyük olan sera içerisindeki bitkilere ulaşan toplam ışınım ve PAR değerlerinin tahmini ise oldukça kompleks bir durum gösterir. Yapılan bu çalışmada üreticiler tarafından yaygın olarak kullanılan C1A tipi serada toplam ışınım geçirgenliği ortalama değer olarak %61,2 olarak belirlenmiştir. C1B tipi serada toplam ışınım geçirgenliği ortalama değer olarak % 66,2 olarak bulunmuştur. Bu durum tek çatılı D-B konumundaki L1B tipi seraların toplam ışınım geçirgenliğinin K-G konumundaki C1A tipi seralara göre % 5 daha fazla olduğunu göstermektedir.

C2 tipi olan serada toplam ışınım geçirgenliği ortalama değer olarak % 55,7 olarak belirlenmiştir. PERDE kullanılan C2P tipi serada toplam ışınım geçirgenliği ortalama değer olarak % 49,2 olarak belirlenmiştir. Bu sonuca göre perde kullanılması, perdenin kullanılması durumuna göre % 6,5'luk bir ışınım azalışına neden olmaktadır.

C3 tipi serada toplam ışınım geçirgenliği ortalama değer olarak %66 olarak belirlenmiştir. C4 tipi serada toplam ışınım geçirgenliği ortalama değer olarak % 39 olarak belirlenmiştir.

Özellikle kesme çiçek karanfil yetiştiriciliğinde ve de çift ürün sebze yetiştiriciliğinin uygulandığı durumlarda yaygın olarak kullanım alanı bulunan P1A tipi serada yapılan çalışmada ise, yeni PE'nin kullanılmış olduğu P1A tipi serada toplam ışınım geçirgenliği ortalama değer olarak %78,7 olarak belirlenmiştir. Ömrünü ortalamış olan PE'nin kullanıldığı P1B tipi serada yine imalat özelliklerine bağlı olmakla beraber toplam ışınım geçirgenliği ortalama değer olarak % 79,2 olarak belirlenmiştir.

Hareketli perde sistemine sahip bu K-G konumundaki tek katlı PE kullanılan P2 tipi serada toplam ışınım geçirgenliği ortalama değer olarak % 55,4 olarak belirlenmiştir. Çift katlı ve şişirme uygulanan D-B konumundaki P3 tipi serada toplam ışınım geçirgenliği ortalama değer olarak % 61,6 olarak belirlenmiştir.

Fotosentetik olarak etkin güneş ışınımı PAR göz önüne alınırsa genelde bütünbitkiler için net fotosentez oranı açısından da bir doyma noktası vardır. Net fotosentez oranı, yaklaşık olarak 150 Wm⁻² PAR'da doyuma ulaşmakta ve dolayısıyla enerji dönüşümü sabit kalmaktadır. Daha yüksek PAR değerleri bitkide ısı stres riskini arttırmaktadır. Yapılan bu çalışmada C1A tipi serada PAR geçirgenliği ortalama değer olarak %58,4 olarak belirlenmiştir. Bu sonuca göre aynı serada par geçirgenliğinde toplam ışınım geçirgenliğine göre % 2,8 oranında bir düşüklüğün olduğu saptanmıştır.

D-B konumundaki C1B tipi serada PAR geçirgenliği ortalama değer olarak % 68,1 olarak bulunmuştur. Bu sonuca göre ise aynı serada PAR geçirgenliğinde toplam ışınım geçirgenliğine göre % 1,9 oranında bir fazlalığın olduğu belirlenmiştir. Bu durum tek çatılı D-B konumundaki C1B tipi seraların PAR geçirgenliğinin K-G konumundaki C1A tipi seralara göre % 9,7 daha fazla olduğunu göstermektedir.

C2 tipi serada PAR geçirgenliği ortalama değer olarak % 56,8 olarak belirlenmiştir. Bu seralarda ise toplam ışınım ve PAR geçirgenliği birbirlerine yakın deerlerde bulunmuştur. C2P tipi serada PAR geçirgenliği ortalama değer olarak % 52,1 olarak belirlenmiştir. Bu durum perdenin kullanılmaması durumuna göre PAR geçirgenliğinde % 4,7 lik bir azalışa neden olmaktadır. C3 tipi serasında PAR geçirgenliği ortalama değer olarak % 64,9 olarak belirlenmiştir. C4 tipi serada PAR geçirgenliği ortalama olarak % 43,4 olarak belirlenmiştir.

Yeni PE kullanılan P1A tipi serada PAR geçirgenliği ortalama değer olarak % 78,5 olarak belirlenmiştir. P1B tipi serada PAR geçirgenliği ortalama değer olarak % 75,1 olarak bulunmuştur. Bu sonuç özellikle PE malzemenin sezonluk kullanımında toplam ışınım geçirgenliğinde değer olarak önemli farklılık ortaya koymamakla beraber PAR geçirgenliğinde toplam ışınım geçirgenliğine göre % 3,4 bir azalışa neden olduğunu göstermiştir.

P2 tipi serada PAR geçirgenliği ortalama değer olarak % 55,4 olarak belirlenmiştir. P3 tipi serada PAR geçirgenliği ortalama değer olarak % 58 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçta yurt dışından ithal edilen bu malzemelerin bir sezonu aşan kullanımda toplam ve PAR geçirgenliği açısından önemli bir farkın olmadığını ortaya koymaktadır.

Yapılan bu çalışmaların sonucu aynı sera içinde toplam ve PAR ışık geçirgenlik değerlerine ilişkin eğrilerin, birbirine paralellik gösterdiği bulunmuştur. PAR geçirgenliğinin / Toplam ışınım geçirgenliğine oranı, C1A tipi serada ortalama olarak 0,96; C1B serada ortalama olarak 1,02; C2 tipi serada ortalama olarak 1,02; perde kullanılan C2P tipi serada ortalama olarak 1,11; P1A tipi serada ortalama olarak 0,98; C4 tipi serada ortalama olarak 1,05; C3 tipi serasında ortalama olarak 0,99; P1B serada ortalama olarak 0,94; P2 tipi serada 1,00; P3 tipi serada 0,94 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler yardımıyla toplam ışınım geçirgenliği bilinen bir seranın PAR ışık geçirgenliğinin belirlenmesi mümkündür. Genel olarak, PAR / Toplam ışınım geçirgenliği oranı cam seralarda daha yüksek bulunmuştur. PE seralarda en yüksek oran 8 m açıklığa sahip P2 tipi serada gerçekleşmiştir.

PAR / Toplam ışınım oranı ayrıca her on dakikada bir yapılan ölümler ile her sera için belirlenmiştir. Buna göre, PAR'ın, Toplam ışınım oranı; günün ilk saatlerinde

ve son saatlerinde yüksek olmakla birlikte, PAR / Toplam Işınlama oranı, C1A tipi serada ortalama olarak %44; C1B tipi serada ortalama olarak %42; C2 tipi serada ortalama olarak % 40; perde kullanılan C2P tipi serada ortalama olarak %39; C3 tipi serada ortalama olarak % 42; C4 tipi serada ortalama olarak % 45; P1A tipi serada ortalama olarak % 40; P1B tipi serada ortalama olarak % 37; P2 tipi serada ortalama olarak %40; P3 tipi serada % 38 olarak hesaplanmıştır. Ortalama olarak % 38 - % 45 arasında bulunan bu değerlere göre genel olarak, PAR / Toplam Işınlım oranının yine cam seralarda daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Bilindiği gibi güneşten gelen ışımın atmosfer dışında yaklaşık olarak %38'i PAR özelliği taşımakta ve dünya yüzüne ulaşan güneş ışımının günlük olarak yaklaşık % 44-51'i PAR özelliği göstermektedir. Bu çalışma kapsamında yapılan bir kısım ölçümler ile, saatlik ve günlük PAR değerleri ile Toplam Güneş Işınlımı arasındaki doğrusal ilişkiler ülkemiz için de güneyden kuzeye (Antalya, Nazilli, Menemen, Yalova, Eskişehir ve Ankara) belirlenmiştir. Buna göre hesaplanan bu oranlar Antalya, Nazilli koşullarında % 39, Menemen koşullarında % 41, Yalova, Eskişehir koşullarında %47, Ankara koşullarında % 44 olarak bulunmuştur.

Determinasyon katsayısının (R^2) 0,95'den büyük olduğu ölçüm yapılan tüm bölgelerden alınan toplam sonuca göre yapılan analiz sonucunda ise ülkemiz için toplam ışınım ile PAR arasında $Y=1,8044.X$, $R^2=0,98$ ilişkisi elde edilmiştir. Antalya koşulları düşük, orta ve yüksek seviyede ışınımın geldiği (kapalı, bulutlu ve açık) günler için PAR / Toplam ışınım oranları ise sırasıyla % 43,4, % 45,7 ve % 41,6 olarak bulunmuştur. PAR / Toplam Işınlım oranının yaklaşık olarak % 40 bulunduğu Antalya koşullarında, seralarda yapılan ölçümler sonucu C2 tipi cam serada, perde kullanımı durumunda ve P1B tipi serada PAR / Toplam ışınım oranının en düşük oranda olduğu (% 39 ve % 37) belirlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında ayrıca Antalya, Nazilli, Menemen, Eskişehir ve Ankara'da bulunan bu istasyonlardan sağlanan aylık ve saatlik güneş ışınımı değerlerine bağlı olarak belirlenen saatlik toplam güneş ışınımı değerleri yanı sıra, yine bu istasyonların bulunduğu yerlerde bu çalışma kapsamında, toplam ışınım ve PAR ölçümleri yapılmıştır. Alınan sonuçlarla belirlenen matematiksel ilişkiler sonucu oluşturulan eşitlikler aracılığı ile, bölgeler için PAR değerleri üretilmiştir.

ÖZET

Ülkemizde küçük aile işletmesi şeklinde gelişme gösteren seracılık sektöründe kullanılan yapılarda bir standardizasyona gidilememiştir. Bu farklı tip ve yapıdaki seralarda ışık enerjisinin değerlendirilmesi açısından da farklılıkların bulunması kaçınılmazdır.

Araştırma, Antalya da serada sebze ve çiçek tarımı yapılan seraları kapsamaktadır. Bu çalışmada, mevcut yapı ve örtü malzemelerine bağlı olarak belirlenen ışınım geçirgenliği değerlerine göre sera içine giren enerji değerleri (toplam ve PAR olarak) ölçülerek elde edilmiştir. Daha sonra, toplam ışınım ve PAR geçirgenlikleri araştırılmıştır. Hem cam hem de plastik seralarda toplam ışınım ve PAR geçirgenlikleri bulunmuştur. Toplam ışınım geçirgenlik değerleri en yüksek C1B (% 66,2) ve P1A (% 78,7) serada belirlenmiştir. PAR geçirgenliği ise yine en yüksek C1B (%68,1) ve P1A (% 78,5) elde edilmiş, bunu sırasıyla cam seralarda; C3 (% 64,9), C1A (% 58,4), C2 (% 56), C2P (% 52,1) ve C4 (% 43,4) izlemiştir. Bu değerler plastik seralarda P1B (% 75,1), P3 (% 58) ve P2 (% 55,4) dır.

Ayrıca, otomatik meteoroloji istasyonlarından saatlik ve aylık ışınım değerleri, Spreadsheet yazılımı kullanılarak saptanmıştır. Hazırlanan paket program aracılığı ile bu istasyonlardan toplanan toplam ışınım değerlerinden, her bölge için güneş ışınımı ve PAR değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler farklı yapı ve örtü malzemesine sahip seralarda başta bitki gelişim modellenmesi, tesis öncesi ve sonrası çalışmalarında kullanılabilir.

SUMMARY

A standardization at greenhouse structures that grow as small family enterprises have not been established in Turkey. The situation enables different usage of light energy that is the most important input at different type and structured greenhouses affecting plant growth. This research covers greenhouses which produce vegetable and flower in Mediterranean Region. In this study, values of radiation energy (as total and PAR) stored at greenhouses due to current structure and cover material are derived firstly, then total radiation and PAR transmission have been examined. It was found that total radiation and PAR transmission glasshouses and plasticouses. The highest solar radiation transmission values found in the C1B (66,2 %) and P1A (78,5 %) The highest PAR transmission values have been determined in the C1B (68,1 %) and P1A (78,5 %), the following values are measured and calculated respectively; in the glasshouses C3 (64,9 %), C1A (58,4 %), C2 (56 %), C2P (52,1 %) ve C4 (43,4 %). This values in the plasticouses; P1B (75,1%), P3 (58 %) ve P2 (55,4 %).

Furthermore radiation rates in terms of hours and months gathered from meteorology stations are evaluated by using Spreadsheet software. With the prepared software package, due to structural and cover material, sun radiation and PAR values for different regions can be used at production planning studies of producers before and after preconstruction; especially at plant growth modeling.

KAYNAKLAR

- ANONYMOUS, 1983. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Zamansal ve Alansal Dağılımı. EİE İdaresi, Yayın No : 83-29, Ankara.
- ANONYMOUS, 1984. Radiation Measurement Instruments, LI-COR, inc., Lincoln Nebraska USA.
- ANONYMOUS, 1988. Scientific Instruments for Ecology. Delta-T Devices. England.
- BALLS. R.C. 1986. Horticultural Engineering Technology. Fixed Equipment and Buildings. Tee Set Ltd. Sutton. p. 1-246.
- BAŞÇETİNÇELİK, A., 1977. Türkiye de Yerli Olarak Yapılan Elektriksel Işık Kaynaklarının Tarımsal Amaçlarla İlgili Aydınlatma Karakteristikleri Üzerinde Bir Araştırma, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Adana.
- BAŞÇETİNÇELİK, A., STOFFERS J. A., KIEBOOM A.M.G., (1981), Light Transmittance of Alternative Greenhouses. Acta Horticulturae 115, The Netherlands
- BAŞÇETİNÇELİK, A., 1985. Sera Malzemelerinin Işık Geçirgenliği İle 37° ve 41° Enlemlerdeki Güneş Işınım Geçirgenliği Üzerinde Bir Araştırma. TZDK Mesleki Yayınları. Yayın No 41. 123 s.
- BAŞÇETİNÇELİK, A., ÖZTÜRK, H. H. 1995 Seralarda Isıtma: Enerji Koruma ve Yenilenebilir Enerjiler. TEMAV Yayınları 1, (217) S., T.C. Ziraat Bankası
- COCKSHULL, K. E., 1989. The Measurement of Solar Radiation, AFRC Institute of Horticultural Research, Littlehampton.
- DEMİR V., YAĞCIOĞLU A. VE GÜNHAN T., 1999. Enstimating The Transmitted Radiation InTo A Greenhouse. EÜ Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü 3100 Bornova, İzmir.
- GENÇ, E., 1985. Seracılık ve Sera Sebzeciliği. TAV Yayın No : 9, Yalova.
- KOZAI, T., GOUDRIAAN, J. AND KIMURA M., 1978. Light Transmission and Photosynthesis in Greenhouses. Pudoc, Wageningen.
- MORRIS, L. G., 1972. Solar Radiation in Greenhouses. A Brief Review. The Israel Journal of Agricultural Research, Vol. 22. Bet Dagan.
- ROSENBERG, N. J., BLAD, B. L. AND VERMA, S. B., 1987. Microclimate; The Biological Environment, Wiley-Interscience Publication Second Edition. New York.

- SCHOCKERT, K., AND ZABELTITZ, C., 1978. Measurements of Climate and Heat Consumption Under Double Glass: Acta Horticulturae 76, The Netherlands.
- SHORT, T. H. AND BAUERLE, W. L., 1977. A Double-Plastic Heat Conservation System for Glass Greenhouses. ASAE Paper No. 77-4528, Michigan.
- STOFFERS, J. A., 1971. Lichtdurchlassigkeit von Gewachshausem in Blockbauweise. Inst. Voor Tuinbouwtechniek. Intern verslag 39. Wageningen.
- WALKER, J. N., AND SLACK, D. C., 1970. Properties of Greenhouse Covering Materials. Transactions of the ASAE Vol. 13 (5), Michigan.
- YAVUZCAN, G. VE EKİNGEN H.R., 1979. Güneş enerjisi ve Bitkiler Üzerindeki Etkileri. A.Ü. Ziraat Fakültesi, Yayın No : 712, Ankara.