

DEĞİŞİK GÖLGELEME UYGULAMALARININ 'SWEET CHARLIE' ÇİLEK ÇEŞİDİNDE BÜYÜMEYE ETKİSİNİN KANTİTATİF ANALİZLERLE İNCELENMESİ

Ahmet ÖZTÜRK* Leyla DEMİRSOY

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Kurupelit, Samsun

*email: ozturka@omu.edu.tr

Geliş Tarihi : 01.08.2013 Kabul Tarihi : 21.03.2014

ÖZET: Bu çalışmada, değişik gölgeleme uygulamalarının (plastik serada gölgesiz (SK), sürekli gölgeleme (SG), meyve döneminde gölgeleme (MD) ve açıkta (A) yetiştiricilik) 'Sweet Charlie' çilek çeşidinde büyüme üzerine etkisi kantitatif analizlerle incelenmiştir. Çalışmada genel olarak kök, gövde, yaprak ve toplam bitki kuru ağırlıklarının açıkta ve gölgeleme uygulamalarında daha düşük olduğu saptanmıştır. Sürekli gölgede yetişen bitkilerin gövde kuru ağırlıkları meyve verim döneminde gölgelenen bitkilerden daha düşük olmuştur. Gölgelenen bitkilerin yaprak alanı gölgelenmeyen bitkilerden daha yüksek olmuştur. Genel olarak oransal kök (OKA) ve oransal gövde ağırlığı (OGA) kış döneminde artarken oransal yaprak ağırlığı (OYA) azalmıştır. OKA açıkta yetişen bitkilerde serada yetişen bitkilerden daha yüksek bulunmuştur. OGA genellikle sera kontrolde (gölgesiz) en yüksek olmuştur. OYA açıkta en düşük olurken 20 Mayıs'tan itibaren diğer uygulamalara göre daha yüksek olmuştur. Verim döneminde OGA ve OKA genel olarak azalmıştır. Oransal yaprak alanı (YAO) genellikle açıkta düşük, sürekli gölge ve meyve verim dönemindeki gölgelemede yüksek olmuştur. Özgül yaprak alanı (ÖYA) genel olarak açıkta düşük, gölgeleme uygulamalarında daha yüksek olmuştur. Yaprak kalınlığı (YK) açıkta yetişen bitkilerde en fazla, gölgeleme uygulamalarında en az olmuştur. Net asimilasyon oranının (NAO) genellikle açıkta yetişen bitkilerde yüksek, sürekli gölgelenen bitkilerde düşük olduğu belirlenmiştir. Nispi büyüme hızı (NBH) büyümenin başlangıcında yüksek, meyve verim döneminde düşük olmuştur. Bitki büyüme parametreleri arasında istatistiksel olarak önemli seviyede pozitif ve negatif korelasyonların olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada gölgeleme ile ilgili elde edilen sonuçlar kısa gün çileklerinde büyüme ve verimlilik ile çevre faktörlerinin ilişkilerinin belirlenmesine yönelik çalışmalarda yararlı olabilecektir.

Anahtar Sözcükler: Çilek, gölgeleme, kantitatif analiz, bitki kuru ağırlıkları, yaprak alanı

INVESTIGATING OF THE EFFECT OF DIFFERENT SHADING TREATMENTS ON GROWTH IN 'SWEET CHARLIE' STRAWBERRY VARIETY WITH QUANTITATIVE ANALYSES

ABSTRACT: This study was carried out to investigate the effect of different shading treatments (unshaded plastic greenhouse (GC), continuously shaded (CS), shaded fruiting period (FP) and the open (O) field) on the growth of 'Sweet Charlie' strawberry variety with quantitative analyses. The results indicated that, in general, the root, the crown, the leaf and the total plant dry weights were lower in the open field and shaded plants than in the unshaded plants. The crown dry weight was lower in the plants grown under the continuous shading than in the shaded fruiting period. The leaf area was higher in the shaded plants than in the open field and in the unshaded plants. While root weight ratio (RWR) and crown weight ratio (CWR) were generally increased during the winter season, leaf weight ratio (LWR) was decreased in the same period. The RWR was higher in the open field than in the greenhouse. The highest CWR was generally obtained from the plants grown in the greenhouse control (unshaded). While the LWR was the lowest in the open field treatment than the others it was higher after the 20th May. Generally, the RWR and CWR were decreased in the fruiting period. While the leaf area ratio was high in the continuously shading and shaded in fruiting period, it was low in the open field. Generally, the specific leaf area was higher in the shading treatments and it was low in the open field. The leaf thickness was the highest in the open field and it was the lowest in the shading treatments. Net assimilation rate (NAR) was determined higher in open field and it was low in the continuously shading. Relative growth rate (RGR) was high in earlier growing period and it was low in the fruiting period. Significant positive and negative correlations were determined among the plant growth parameters. The results obtained with shading of this study may be useful in studies to determine the relationship between growth and productivity and environmental factors in junebearing strawberry cultivars.

Keywords: Strawberry, shading, quantitative analyses, plant dry weights, leaf area

1. GİRİŞ

Çilek üzümü meyveler içinde en fazla yetiştirilen türdür. Değişik yetiştirme sistemleri ve uygulamalar ile her dönem pazara meyve sunulabilmesi, taze

tüketimi yanında işlenerek tüketimi, bitkilerin ilk yıldan itibaren ekonomik olarak meyve vermeye başlaması, tesisinin büyük yatırımlar gerektirmemesi ve hemen her ekolojide kolaylıkla yetişebilmesi çilek tarımına ilgiyi artırmaktadır. Çilekte büyüme etki

eden en önemli iklim faktörleri fotoperiyot (günlük ışıklanma süresi) ve sıcaklıktır (Darrow, 1965; Durner ve ark., 1984). Çilek meyve türleri arasında gün uzunluğuna duyarlı olması ile bilinir. Günlük fotoperiyodun uzunluğu bitkinin yıllık gelişimi ve büyümesi üzerine en büyük etkiyi yapar. Çilekler, farklı fotoperiyotlarda çiçeklenme bakımından gösterdikleri farklılıklara göre genel olarak kısa gün, uzun gün ve gün-nötr çilekleri olmak üzere üç tipte incelenirler (Darrow ve Waldo, 1934; Darrow, 1965; Demirsoy ve ark., 2012). Birbirine antagonist olan çiçek ve kol oluşumu, sıcaklıkla ilişkili olarak gün uzunluğunun biraz karmaşık biçimde düzenlenmesini gerektirmektedir. Ülkemiz ekolojisinin yetiştiriciliğine uygun olduğu kısa gün çileklerinde, ışıklanma süresinin kısaltılması çiçek oluşumunu teşvik ederken, uzun günler kol oluşumunu artırmaktadır (Darrow, 1965). Kısa gün çileklerinde ilkbaharda sıcaklık ve gün uzunluğunun artmasıyla bitkide yaprak sapı, çiçek ve çiçek salkım sapı uzar, gövde ve yaprak sayısı artar, yaprak alanı büyür; sıcaklık ve gün uzunluğunun daha da artmasıyla bitkideki kol sayısı da artar. Yaz sonlarına doğru günlerin kısalması ve sıcaklığın azalmasıyla vejetatif büyüme yavaşlar ve çiçek tomurcuğu oluşumu başlar (Darrow ve Waldo, 1934; Darrow, 1965; Dennis ve ark., 1970; Durner ve ark., 1984). Bu dönemde bitkilerin yaprak gelişimi yavaşlar, oluşan yapraklar küçük, yaprak sapları kısa olur ve bitkinin büyüme hızı azalır (Jonkers, 1965; Robert ve ark., 1999).

Tarımda, çevre şartlarının (ışık, çevre ve toprak sıcaklığı, su, vb..) etkisiyle bitki büyümesinde meydana gelen değişiklikler büyüme modelleriyle açıklanmaya çalışılmakta ve bitki büyümesi ile verim arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amaçlanmaktadır (Uzun, 1996; 1997). Bitkilerde verim ve verimi belirleyen unsurlar arasında ilişki kurmaya yarayan büyüme analizleri bitki ıslahından bitki fizyolojisi ve bitki ekolojisine kadar çok geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. (Poorter ve Garnier, 1996; Uzun, 1997). Bitki büyüme analizleri, bitki yaşam döngüleri, fenolojik gelişme safhaları ve bitkilerin değişik organlarında biriken besinlerin belirlenmesine olanak sağlamaktadır (Evans, 1972; Uzun, 1996). Bitki yetiştiriciliğinin fizyolojik esaslarının daha iyi anlaşılmasını sağlayan büyüme analizlerinin (matematiksel modellerin geliştirilmesi) özellikle kontrollü şartlarda yapılan bitki yetiştiriciliğinde büyük önem kazandı; bu modeller kullanılarak uygun tohum ekim zamanı ve bitki sıklığının belirlenebileceği, dikim, sulama, gübreleme, budama gibi işlemlerin zamanında yapılması ile verim ve kalitenin de artacağı bildirilmektedir (Evans, 1972; Lambers ve Poorter, 1992; Uzun, 1996). Bu nedenle bir bitkinin birim büyüklüğündeki kuru madde artışı veya bitki kısımlarının sayısal olarak artması olarak tarif edilen büyümenin tanımının oransal olarak yapılması önem kazanmaktadır (Uzun, 1997). Çilek çeşitleri arasında büyüme ve gelişme modeli bakımından farklılıkların olduğu bildirilmektedir

(Durner ve ark., 1984; Fernandez ve ark., 2001). Çileklerin büyüme ve verim modelleri, oluşan kuru maddenin miktarı ve bunun değişik bitki organlarına dağılımına bağlıdır. Verimi artırmak için bitki içerisindeki asimilantların kullanımını anlamak esastır. Bu nedenle çilek çeşitlerinin mevsimsel büyüme farklılıklarının tespiti, verimlilikle ilgili çalışmalarda önemli olacaktır.

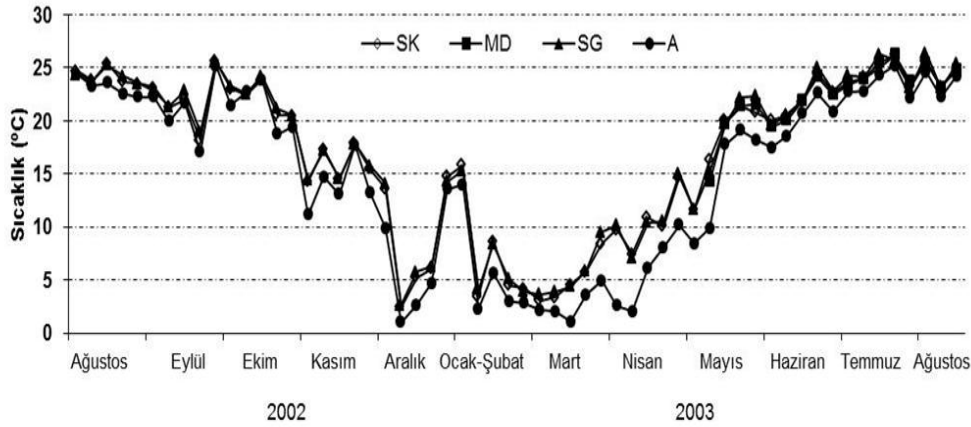
Bu çalışmanın amacı, ülkemiz çilek üretiminde yoğun olarak kullanılan 'Sweet Charlie' çilek çeşidinin büyümesindeki değişimleri ve gölgeleme uygulamalarının etkilerini kantitatif büyüme parametreleriyle incelemektir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

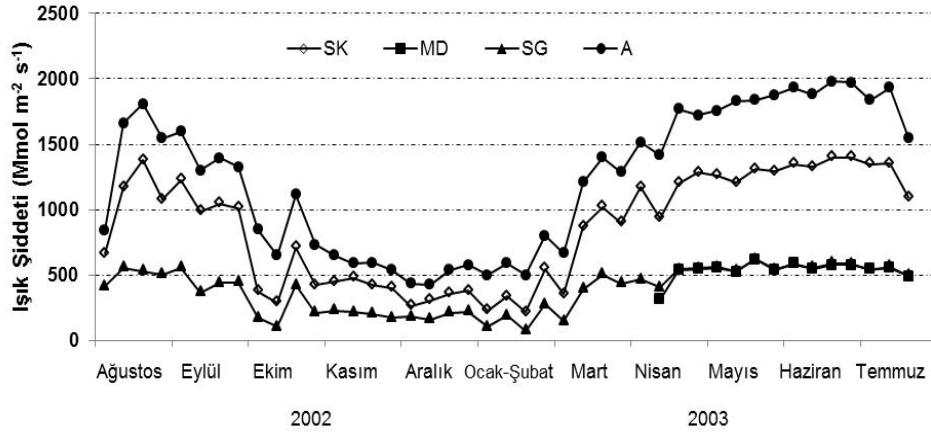
Bu çalışma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait plastik sera ve açık arazide 2002-2003 yıllarında yürütülmüştür. Çalışmada bir kısa gün çilek çeşidi olan 'Sweet Charlie' çeşidinin frigo fideleri kullanılmıştır. Bu çeşit ülkemiz çilek yetiştiriciliğinde yoğun olarak kullanılan, erkenci bir çeşittir. Serada örtü malzemesi olarak 0,25 mm kalınlığında ve AF+AV+IR+UV (Antifog+Antivirüs+Infrared+Ultraviyole) katkılı polietilen plastik kullanılmıştır. Araştırmada gölgeleme uygulaması için ışık geçirgenliği %50 olan koyu yeşil renkli tek katlı delikli tip gölgeleme materyali (net-file) kullanılmıştır.

'Sweet Charlie' çilek çeşidine ait frigo fideler 1 Ağustos 2002'de, plastik sera ve açıkta bahçe toprağı, çiftlik gübresi ve torf (3:1:1) karışımı ile hazırlanan masuralara 30x30 cm mesafelerle üçgen dikim yöntemiyle iki sıralı olarak dikilmiştir. Denemede sera içerisinde, Sera Kontrol (SK) (gölgesiz), Sürekli Gölge (SG) (1 Ağustos 2002-1 Ağustos 2003) ve Meyve Döneminde gölgeleme (MD) (21 Nisan-1 Ağustos 2003) uygulamaları ile Açıkta (A) olmak üzere 4 farklı uygulama yapılmıştır. Gölgeleme uygulaması için gölge materyali bu uygulamadaki tüm bitkileri üst ve yanlardan tamamıyla örtecek şekilde sera çatısına yerleştirilmiştir. Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuş, her tekerrürde 30 bitki kullanılmıştır. Bitkiler damla sulama sistemiyle sulanmış ve malç materyali olarak saman kullanılmıştır. Bitkiler toprak analiz sonuçlarına göre sonbahar ve ilkbahar döneminde gübrelenmiştir (3g/bitki amonyum sülfat). Deneme süresince haftalık aralıklarla deneme alanında sıcaklık (Dijital termohigrograf - Interface 171) ve ışık şiddeti (Delta-T Devices SS1 Sun ScanCanopyAnalyser aleti) ölçülmüş ve ölçülen değerler grafikler halinde verilmiştir (Şekil 1 ve 2).

Denemede dikimden 15-20 gün sonra başlayarak dinlenme periyodu hariç (10 Ocak-15 Mart) hasat sonuna kadar, 20 günlük aralıklarla her uygulamadan üç bitki sökülümüş (Uzun, 1997), bunlarda yaprak alanı (Digital Planimeter Sokisha KP-90 aletiyle), kök, gövde, yaprak ve toplam bitki kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Bitki kuru ağırlıkları, 0.001 grama duyarlı dijital terazide tartılarak belirlenmiştir. Bitki



Şekil 1. Deneme süresince uygulamalara göre ölçülen sıcaklık değerleri (SK: Sera Kontrol, SG: Sürekli Gölgeleme, MD: Meyve Döneminde Gölgeleme, A: Açık)



Şekil 2. Deneme süresince uygulamalara göre ölçülen ışık şiddeti değerleri (SK: Sera Kontrol, SG: Sürekli Gölgeleme, MD: Meyve Döneminde Gölgeleme, A: Açık)

kuru ağırlıkları, bitkilerin kökleri ince bir elek üzerinde yıkandıktan sonra her bir bitkinin kök, gövde ve yaprakları ile generatif organlarının (çiçek, çiçek demeti, meyve ve meyve salkım sapı) ayrı ayrı 5-7 gün süreyle 70°C'deki etüvde kurutulmaları ile belirlenmiştir. Bitki kuru ağırlıkları ve yaprak alanı değerleri kullanılarak oransal kök ağırlığı (OKA), oransal gövde ağırlığı (OGA), oransal yaprak ağırlığı (OYA), özgül yaprak alanı (ÖYA), yaprak kalınlığı (YK), oransal yaprak alanı (YAO), net asimilasyon oranı (NAO) ve nispi büyüme hızı (NBH) Çizelge 1'de verilen formüllerle hesaplanmıştır (Evans,1972; Uzun, 1997).

Büyüme parametrelerine ait grafiklerin çiziminde 'Microsoft Office Excel 2010' Programı kullanılmıştır. Büyüme parametreleri arasındaki korelasyonlar SPSS 13.0 (SPSS Inc. Chicago, IL 60606-6412) programı kullanılarak belirlenmiştir. Grafiklerde standart hata çubukları %5 olasılık

sınırına göre yerleştirilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Bitki Kuru Ağırlıkları

3.1.1. Kök ve Gövde Kuru Ağırlıkları (KKA ve GKA)

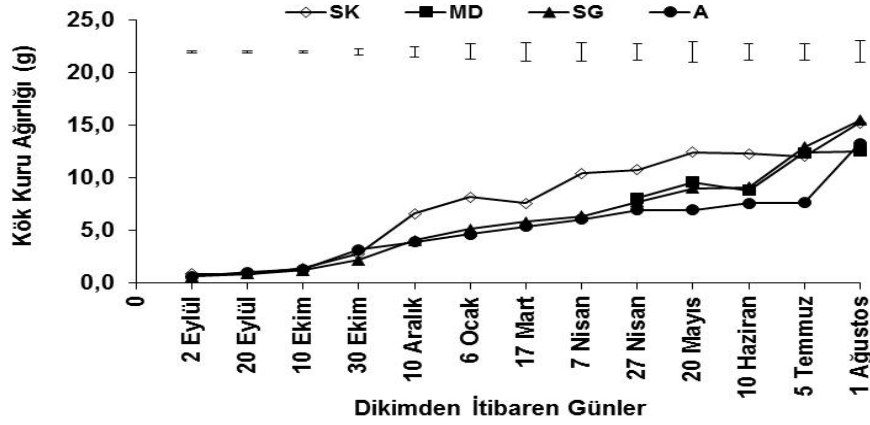
Kök kuru ağırlığı ve gövde kuru ağırlığı deneme periyodu boyunca düzenli bir artış göstermiştir.

Deneme periyodu boyunca kök ve gövde kuru ağırlıkları genel olarak açıkta yetiştirilen bitkilerde en düşük olmuştur. Serada sürekli gölgelenen ve meyve döneminde gölgelenen bitkilerin kök ve gövde kuru ağırlıkları serada gölgelenmeyen bitkilerden daha düşük olmuştur (Şekil 3 ve 4). Açıkta yetiştirilen bitkilerin kök kuru ağırlığı 5 Temmuz'dan itibaren hızlı bir artış göstermiştir (Şekil 3).

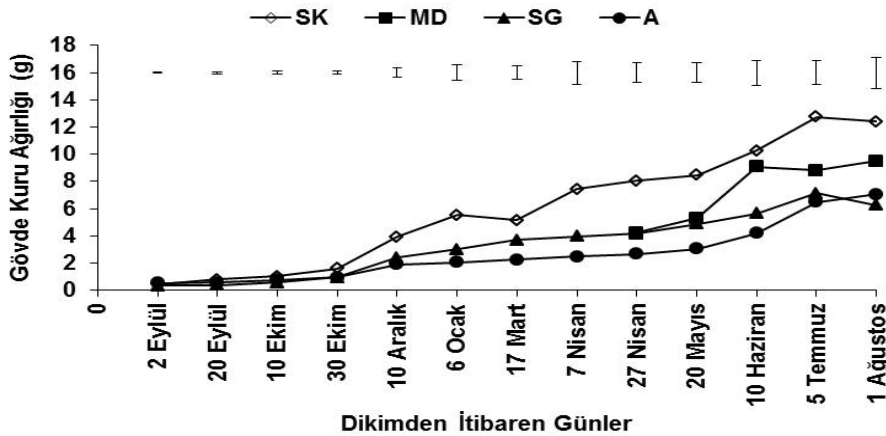
Serada yapılan sürekli gölgeleme gövde kuru ağırlığını sera gölgesiz ve meyve döneminde yapılan

Çizelge 1. Bitki büyüme parametreleri ve hesaplanmasında kullanılan formüller

Parametreler	Hesaplama modelleri
Oransal yaprak ağırlığı (OYA)	Toplam yaprak kuru ağırlığı (g) / Toplam bitki kuru ağırlığı (g)
Oransal kök ağırlığı (OKA)	Toplam kök kuru ağırlığı (g) / Toplam bitki kuru ağırlığı (g)
Oransal gövde ağırlığı (OGA)	Toplam gövde kuru ağırlığı (g) / Toplam bitki kuru ağırlığı (g)
Oransal yaprak alanı (YAO)	Toplam yaprak alanı (cm ²) / Toplam bitki kuru ağırlığı (g)
Özgül yaprak alanı (ÖYA)	Toplam yaprak alanı (cm ²) / Toplam yaprak kuru ağırlığı (g)
Yaprak kalınlığı (YK)	1 / Özgül yaprak alanı
Net Asimilasyon Oranı (NAO)	$[W_2(g)-W_1(g)/A_2(cm^2)-A_1(cm^2)] / (t_2-t_1)$ W ₁ : Birinci kantitatif analizde yaprak kuru ağırlığı (g) W ₂ : İkinci kantitatif analizde yaprak kuru ağırlığı (g) A ₁ : Birinci kantitatif analizde toplam yaprak alanı (cm ²) A ₂ : İkinci kantitatif analizde toplam yaprak alanı (cm ²) T _{1,2} : İki kantitatif analiz arasında geçen süre (gün)
Nispi büyüme hızı (NBH)	NAO * YAO



Şekil 3. Kök kuru ağırlığının büyüme periyodu boyunca değişimi



Şekil 4. Gövde kuru ağırlığının büyüme periyodu boyunca değişimi

gölgelemeye göre azaltmıştır. Sürekli gölgede yetişen bitkilerin gövde kuru ağırlıkları meyve verim döneminde gölgelenen bitkilerin gövde kuru

ağırlığından daha düşük olmuştur (Şekil 4). Gölgelemenin gövde kuru ağırlığını azalttığı belirtilmiştir (Svenson, 1993; Fletcher ve ark., 2002;

Öztürk ve Demirsoy, 2006). Kök ve gövde kuru ağırlığı bakımından gölgeleme uygulamaları arasındaki bu farklılık gölgeleme süresinin uzunluğu ve meyve verimine bağlanabilir. Sürekli gölgedeki bitkilerin meyve veriminin, meyve verim döneminde gölgelenen bitkilerden daha yüksek olması (Demirsoy ve ark., 2007) bu uygulamadaki bitkilerin gövde kuru ağırlıklarının daha düşük olmasına neden olmuştur. Çilekte meyve verimiyle birlikte vejetatif gelişme yavaşlamaktadır (Fernandez ve ark., 2001; Fletcher ve ark., 2002; Öztürk ve Demirsoy, 2004). Deneme periyodu başlangıcında düşük olan kök ve gövde kuru ağırlığı deneme periyodu sonlarına doğru doğrusal olarak artış göstermiştir. Bu artışta artan sıcaklık ve ışık şartları etkili olmuştur (Şekil 1 ve 2). Nitekim Kandemir (2005) yüksek sıcaklık ve ışıkta en yüksek, düşük sıcaklık ve ışıkta en düşük kök ve gövde kuru ağırlığının elde edildiğini bildirmiştir. Ayrıca çilekte kök ve gövdenin bahar öncesinde büyüme gösteren organlar olduğu ve bu organlarda büyümenin çiçeklenme ve meyve veriminin başlamasıyla yavaşladığı belirtilmektedir (Fernandez ve ark., 2001).

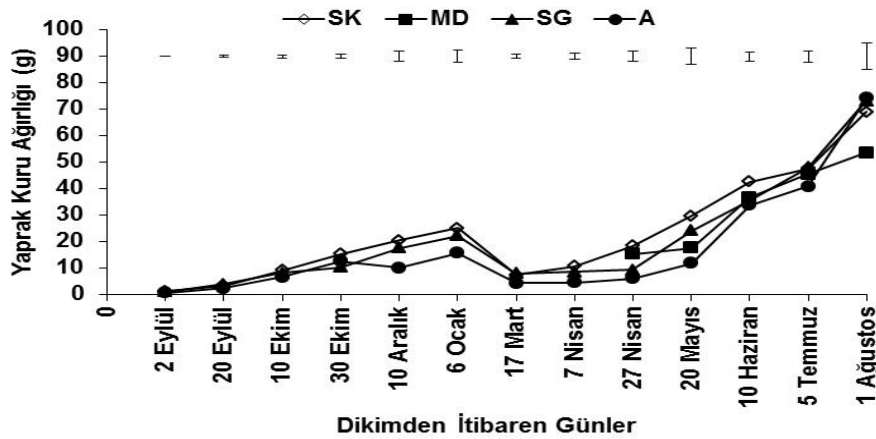
3.1.2. Yaprak Kuru Ağırlığı (YKA)

Bütün uygulamalarda dikimden itibaren 6 Ocak tarihine kadar yaprak kuru ağırlığı artmış, 17 Mart'a kadar azalmış, 20 Mayıs'a kadar hafif artış göstermiş, 20 Mayıs'tan büyüme periyodu sonuna kadar hızla artmıştır. Yaprak kuru ağırlığı büyüme periyodunun başlangıcından itibaren genellikle sera kontrolde yüksek, açıkta düşük olmuştur (Şekil 5). Artan sıcaklık ve ışık şartları yaprak kuru ağırlığını artırmaktadır (Kandemir, 2005). Deneme periyodunun ortalarında yaprak kuru ağırlığında meydana gelen azalma, bu dönemde ışık ve sıcaklığın azalması (Şekil 1 ve 2), bitkilerin dinlenmeye girmesi ve kuruyan yaprakların temizlenmesinden kaynaklanmaktadır. Deneme periyodu boyunca yaprak kuru ağırlığının genellikle açıkta yetişen bitkilerde düşük olmasını, daha düşük sıcaklıklar (Şekil 1) nedeniyle açıkta yetişen bitkilerde vejetatif gelişmenin daha az olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

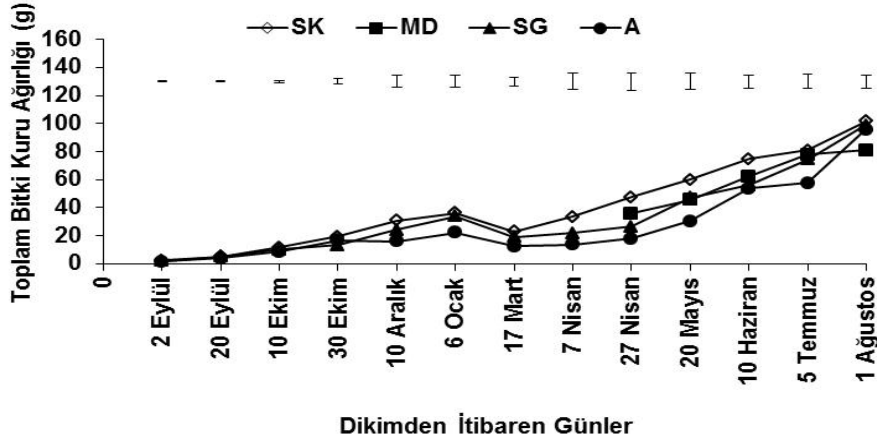
Sürekli gölgelenen bitkilerin yaprak kuru ağırlığının meyve döneminde gölgelenen bitkilerin yaprak kuru ağırlığından biraz düşük olduğu saptanmıştır. Büyüme periyodu sonunda (1 Ağustos) en düşük yaprak kuru ağırlığı meyve verim döneminde gölgelenen bitkilerde, en yüksek ise açıkta yetişen bitkilerde belirlenmiştir (Şekil 5). Meyve verim döneminde yapılan gölgelemenin yaprak kuru ağırlığını azalttığı belirtilmiştir (Ferree ve Stang, 1988). Öztürk ve Demirsoy (2006) serada yapılan gölgelemenin kök, gövde ve yaprak kuru ağırlığını azalttığını bildirmişlerdir. Nitekim çilekte kök, gövde ve yaprak kuru ağırlıklarının gölgelemeyle azaldığı bildirilmiştir (Ferree ve Stang, 1988; Chandler ve ark., 1992; Awang ve Atherton, 1995; Fletcher ve ark., 2002).

3.1.3. Toplam Bitki Kuru Ağırlığı (TBKA)

Toplam bitki kuru ağırlığı, bütün uygulamalarda dikimden itibaren 6 Ocak tarihine kadar artmış, bitkilerin dinlenmeye girmesi ve yaprakların kurumasıyla birlikte 17 Mart'a kadar azalmış ve bu tarihten deneme sonuna kadar hızla artmıştır (Şekil 6). Öztürk ve Demirsoy (2006) çilekte nisan ayından itibaren toplam bitki kuru ağırlığının hızla arttığını bildirmişlerdir. Bu artışta artan sıcaklık ve ışık şartları etkili olmuştur. Nitekim artan sıcaklık ve ışık toplam bitki kuru ağırlığını artırmaktadır (Kandemir, 2005). Deneme periyodu boyunca genellikle açıkta yetiştirilen bitkilerin toplam bitki kuru ağırlıkları serada yetiştirilen bitkilerden daha düşük olmuştur (Şekil 6). Açıkta kuru ağırlıkların az olması, düşük sıcaklık nedeniyle daha az vejetatif gelişmeden kaynaklanabilmektedir (Öztürk ve Demirsoy, 2006). Araştırmada sürekli gölgelenen ve meyve verim döneminde gölgelenen bitkilerin toplam kuru ağırlıkları serada gölgeleme yapılmayan bitkilerden daha düşük olmuştur (Şekil 6). Kandemir (2005)



Şekil 5. Yaprak kuru ağırlığının büyüme periyodu boyunca değişimi



Şekil 6. Toplam bitki kuru ağırlığının büyüme periyodu boyunca değişimi

gölgelemenin bitki kuru ağırlığını azalttığını bildirmiştir. Serada gölgelenen bitkilerde gölgelenmeyen bitkilerden, açıkta yetiştirilen bitkilerin ise serada yetişen bitkilerden daha düşük toplam bitki kuru ağırlığına sahip olduğu bildirilmiştir (Öztürk ve Demirsoy, 2006). Büyüme periyodu sonunda (1 Ağustos) açıkta yetiştirilen bitkilerin toplam kuru ağırlığında hızlı bir artış olmuştur. Bu dönemde açıkta yetiştirilen bitkilerde seradaki bitkilere göre meyve veriminin sona ermesi bu bitkilerin daha hızlı vejetatif büyümesine sebep olmuştur. Öztürk ve Demirsoy (2004) meyve veriminin vejetatif gelişmeyi yavaşlattığını bildirmişlerdir. Çileğin kök, gövde, yaprak, çiçek ve meyvelerinde ilkbaharda kuru madde miktarının artması kuru ağırlık artışına neden olmaktadır (Fernandez ve ark., 2001).

Genel olarak yıl boyunca, uygulamalar arasında kuru ağırlıklar bakımından belirgin farklılıklar olmamakla birlikte, kuru madde birikimi, sera kontrolde diğer tüm uygulamalardan nispeten daha fazla olmuştur (Şekil 3-6). Elde edilen bulgular Öztürk ve Demirsoy (2006)'nın bulgularıyla uyum içerisindedir.

3.2. Yaprak Alanı (YA)

Yaprak alanı genellikle dikimden itibaren 6 Ocak'a kadar artmış, 6 Ocak'tan 17 Mart'a kadar azalmış, bu tarihten 27 Nisan'a kadar hafif artmış, 27 Nisan'dan büyüme periyodu sonuna kadar daha hızlı artmıştır (Şekil 7). Yaprak alanındaki bu değişimde sıcaklık ve ışık etkili olmuştur. Azalan sıcaklık ve ışık şartlarında yaprak alanı azalmış, artan sıcaklık ve ışık şartlarında (Şekil 1 ve 2) yaprak alanı artmıştır. Kandemir (2005) en yüksek yaprak alanını yüksek sıcaklık ve düşük ışık koşullarında, düşük yaprak alanını ise ışığa bağlı olmaksızın düşük sıcaklık koşullarında elde etmiştir. Sürekli ve meyve verim döneminde yapılan gölgeleme uygulamaları yaprak

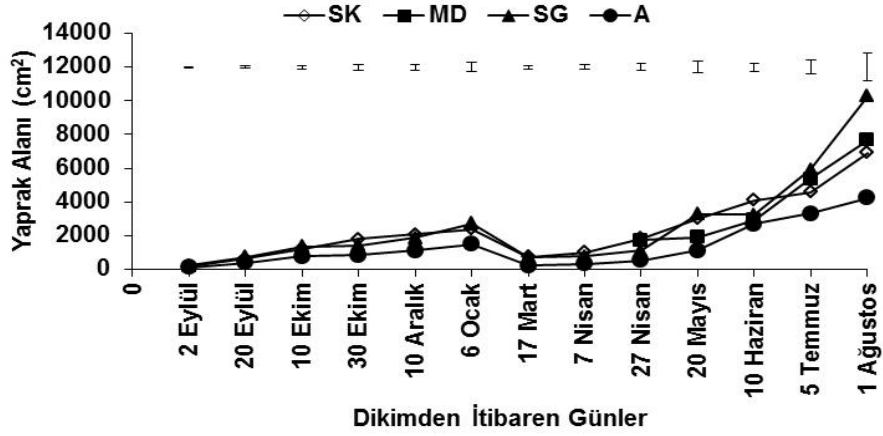
alanını artırmıştır. Gölgelenen bitkilerin, serada gölgelenmeyen ve açıkta yetiştirilen bitkilerden daha yüksek yaprak alanına sahip olduğu belirlenmiştir. En düşük yaprak alanı açıkta yetiştirilen bitkilerde tespit edilmiştir (Şekil 7). Gölgelemenin yaprak alanını artırdığı bildirilmektedir (Uzun, 1997; Kevseroğlu, 1999; Öztürk ve Serdar, 2011).

3.3. Oransal Kök Ağırlığı (OKA)

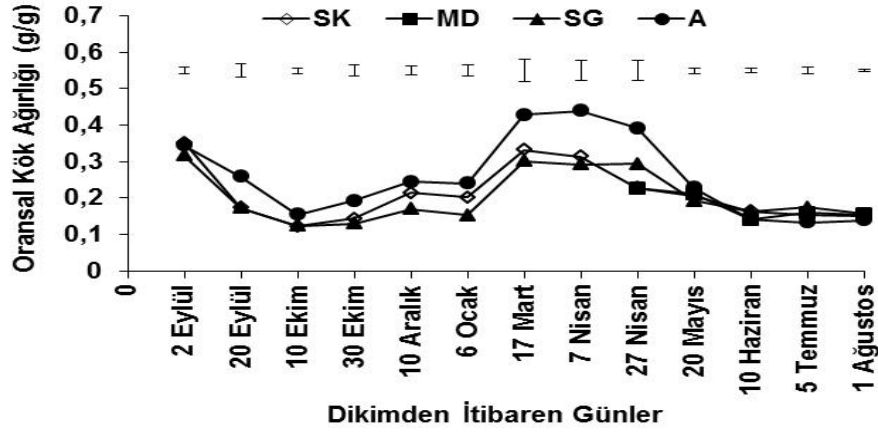
Genellikle tüm uygulamalarda OKA 6 Ocak'tan 27 Nisan'a kadar artmış bu tarihten sonra ise azalmıştır. OKA büyüme periyodu başlangıcından 20 Mayıs'a kadar açıkta yetiştirilen bitkilerde yüksek, sürekli gölgelenen bitkilerde düşük olmuştur. Meyve verim döneminde yapılan gölgeleme OKA'nı bir miktar azaltmıştır (Şekil 8). OKA kış döneminde artmış, yaz döneminde azalmıştır. Oransal kök ağırlığı sıcaklık ve ışığın düşük olduğu dönemde yüksek, sıcaklık ve ışığın yüksek olduğu dönemde düşük olmuştur. Pek çok bitkide OKA artan sıcaklıklarla azalmaktadır (Bjorkman ve Pearson, 1998). Uzun (1997), Uzun ve Kar (2004), Öztürk ve Demirsoy (2006) ile Özbakır ve ark. (2012)'nin, bitkilerde artan hava ve toprak sıcaklıklarının OKA'nı azalttığı yönünde elde etmiş oldukları sonuçlarla bulgularımız uyumludur.

3.4. Oransal Gövde Ağırlığı (OGA)

Oransal gövde ağırlığı deneme periyodunun başlangıcından 30 Ekim'e kadar azalmış, bu tarihten 17 Mart'a kadar artmış, 17 Mart'tan büyüme periyodu sonuna kadar azalmıştır. Genel olarak OGA serada gölgeleme yapılmayan bitkilerde diğerlerinden daha yüksek olmuştur. Dikimden itibaren 30 Ekim'e kadar sürekli gölgelenen bitkilerde OGA en düşük olmuştur. Meyve verim döneminde yapılan gölgeleme OGA'nı fazla etkilememiştir. OGA genel olarak kış mevsiminde artmış, yaz mevsiminde azalmıştır (Şekil 9). Bu değişimde iklim şartları da etkili olmaktadır. OGA'nın yüksek olduğu dönemde sıcaklıklar



Şekil 7. Yaprak alanının büyüme periyodu boyunca değişimi



Şekil 8. Oransal kök ağırlığının büyüme periyodu boyunca değişimi

azalmıştır (Şekil 1). Öztürk ve Demirsoy (2006). OGA'nın kışın arttığını, yazın ise azaldığını ve artan sıcaklıkların azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar OGA'daki artışın, kışın çilek bitkilerinin gövdelerinde bolca yedek besin maddeleri biriktirmelerine karşılık vejetatif büyümenin bu dönemde çok az olmasına bağlanabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca yaz mevsiminde OGA'nda meydana gelen azalmayı meyve verimine de bağlayabiliriz. Meyve verimiyle birlikte çilekte gövde oluşumu yavaşlamakta, besin maddelerinin dağılımı meyve ve bitkinin diğer kısımlarına doğru olmaktadır. Nitekim çilekte meyve veriminin gövde kuru ağırlığını azalttığı belirtilmiştir (Öztürk ve Demirsoy, 2006).

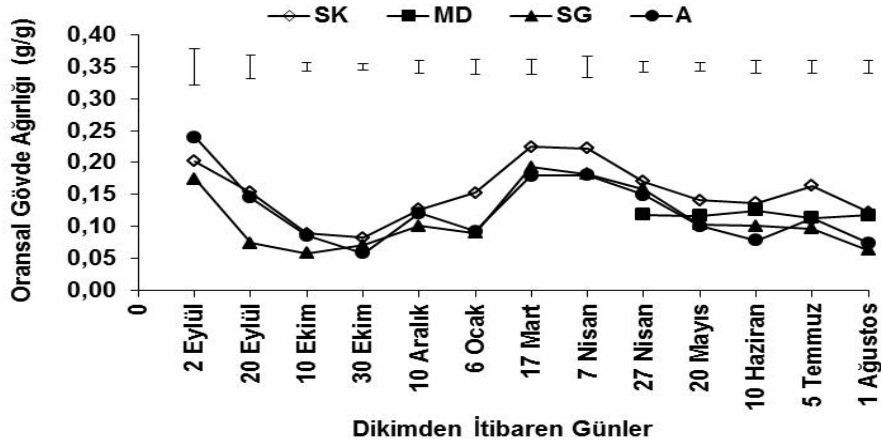
3.5. Oransal Yaprak Ağırlığı (OYA)

OYA deneme periyodu boyunca OKA ve OGA'nın tersi şekilde değişim göstermiştir. Deneme periyodunun başından 6 Ocak'a kadar artan OYA, 17 Mart'a kadar azalmış, 20 Mayıs'a kadar hemen hemen değişmemiş, bu tarihten itibaren artmıştır (Şekil 10). OYA 7 Nisan'a kadar sürekli gölgelenen bitkilerde en

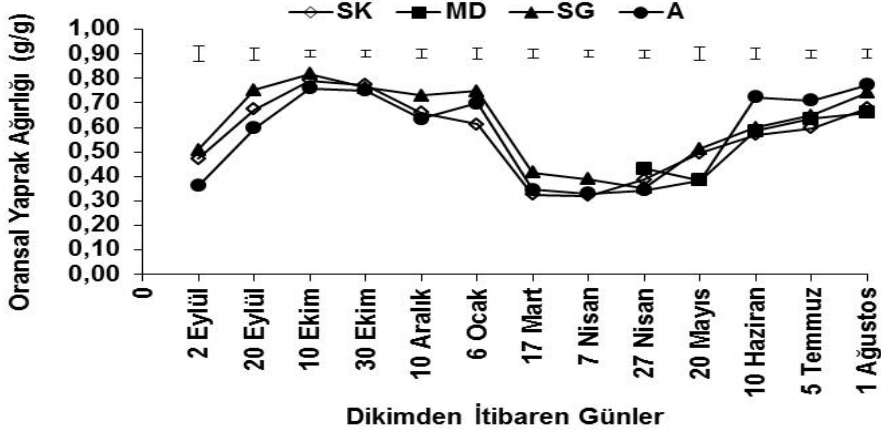
yüksek, açıkta en düşük olurken, 10 Haziran'dan sonra açıkta en yüksek olmuştur. Serada yetiştirilen bitkilerde OYA bakımından çok farklılık görülmemiştir. OYA'nın sıcaklık, gün uzunluğu, toprak faktörlerinin etkisiyle ve bitki yaşına bağlı olarak değişiklik gösterdiği (Uzun, 1997), ışıklandırma ve ışığın spektrumlarını oluşturan unsurlardan fazla etkilenmediği bildirilmiştir (Evans, 1972).

3.6. Oransal Yaprak Alanı (YAO)

Araştırmada YAO 10 Ekim'e kadar artmış, 17 Mart'a kadar azalmış bu tarihten deneme periyodu sonuna kadar ise artmıştır. YAO sürekli gölgelenen bitkilerde en yüksek olurken açıkta en düşük olmuştur. Meyve verim döneminde yapılan gölgeleme YAO'nı 20 Mayıs'ta bir miktar azaltırken daha sonra sürekli gölgede olduğu gibi arttırmıştır (Şekil 11). Farklı renkli plastik örtüler altında yetişen çilek bitkilerinin şeffaf örtü altında yetişen bitkilere göre daha yüksek YAO'na sahip olduğu belirlenmiştir (Casierra-Posadove ark., 2012). Işığın bitkilerdeki kuru madde dağılımı üzerinde çok önemli etkisi olduğu, ışık



Şekil 9. Oransal gövde ağırlığının büyüme periyodu boyunca değişimi



Şekil 10. Oransal yaprak ağırlığının büyüme periyodu boyunca değişimi

yoğunluğunun artması ile YAO'nun önemli derecede azaldığı bildirilmiştir (Picken ve Stewart, 1986). Ayrıca Uzun (1996), artan sıcaklık ile birlikte birçok bitki türünde YAO'nun artış gösterdiğini, Kandemir (2005) yüksek ışık ve artan sıcaklıkla YAO'nun arttığını bildirmişlerdir. Buna göre YAO'nun açıkta düşük olması, sıcaklığın düşük ve ışık yoğunluğunun fazla; sürekli gölgede ve meyve döneminde yapılan gölgeleme uygulamasında yüksek olması ise ışık yoğunluğunun düşük ve sıcaklıkların biraz yüksek (Şekil 1 ve 2) olmasından kaynaklanmaktadır. Çalışmada elde edilen veriler literatür ile uyumludur.

3.7. Özgül Yaprak Alanı (ÖYA)

Deneme periyodu başlangıcında yüksek olan ÖYA uygulamalara göre değişmekle birlikte 7 Nisan'a kadar azalmış, bu tarihten büyüme periyodu sonuna kadar artış ve azalışlar göstermiştir. ÖYA açıkta yetişen bitkilerde en düşük, sürekli gölgelenen

bitkilerde en yüksek olmuştur. Meyve verim döneminde yapılan gölgeleme ÖYA'nı 10 Haziran'a kadar azaltmış daha sonra büyüme periyodu sonuna kadar sürekli gölgelemede olduğu gibi artırmıştır (Şekil 12). ÖYA serada yetişen bitkilerde açıkta yetişen bitkilerden yüksek olmuştur. Açıkta fazla olan ışık şiddeti ÖYA'nın azalmasına, sürekli gölgede ise açığa göre yüksek olan sıcaklık ve ışık azlığı ÖYA'nın artmasına neden olmuştur (Şekil 1, 2). Birçok bitki türünde ÖYA'nın sıcaklıkla doğru ve ışıkla ters orantılı olarak değişiklik gösterdiği bildirilmiştir (Uzun, 1997). Çilekte ÖYA sürekli gölgelenen bitkilerde, gölgelenmeyen ve açıkta yetişen bitkilerden daha yüksek bulunmuştur (Öztürk ve Demirsoy, 2006). Farklı renklere plastik örtü altında (sarı, kırmızı, mavi, yeşil) yetişen çilek bitkilerinin ÖYA değerlerinin şeffaf plastik ve açıktaki bitkilerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Casierra-Posada ve ark., 2012). Bitkiler düşük ışık şartlarına ÖYA'larını

artırarak uyum sağlayabilmektedirler (Björkman, 1981). Bitkilerin özgül yaprak alanları bitki tür ve çeşidine bağlı olmakla beraber, bitkinin yetiştiği çevre koşullarına göre de çok önemli derecede değişiklikler göstermektedir (Uzun, 1997).

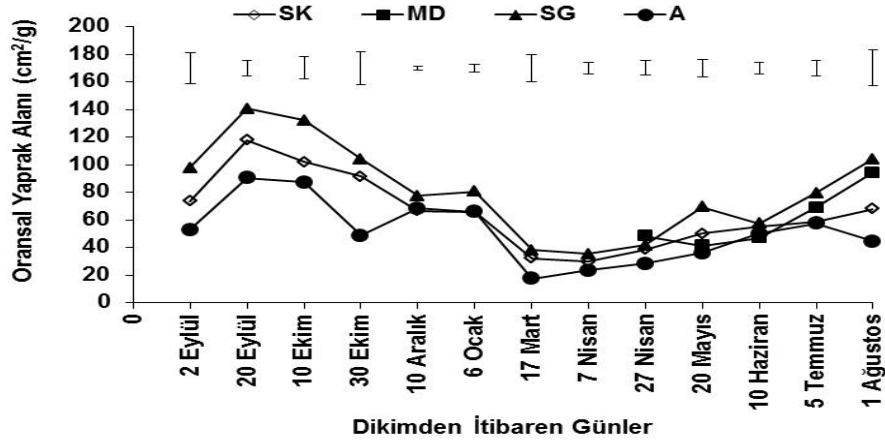
3.8. Yaprak Kalınlığı (YK)

Büyüme periyodu boyunca yaprak kalınlığı açıktaki bitkilerde daha yüksek olmuş; örtüaltı uygulamaları arasında belirgin farklılık bulunmamış ancak sürekli gölgedeki bitkilerde daha az olmuştur. Açıktaki bitkilerin yaprak kalınlığı değişimindeki dalgalanma serada yetiştirilen bitkilerden daha fazla olmuştur. Meyve verim döneminde yapılan gölgeleme yaprak kalınlığını 10 Haziran'a kadar arttırmış daha sonra ise sürekli gölgede olduğu gibi azaltmıştır (Şekil 13). Araştırmadan elde edilen sonuçlar daha önce yapılan benzer çalışmalarla uyum içerisindedir (Öztürk ve Demirsoy, 2006; Özbakır ve ark., 2012). Kanopideki yaprakların kalınlığı, absorbe edilen, alt katmanlara geçirilen ve yansıyan ışığın oranını

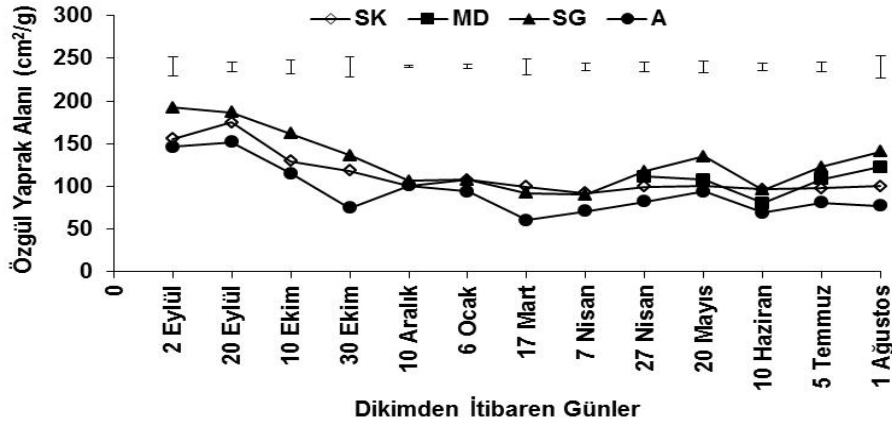
etkilediği için önemlidir (Uzun, 1998). Artan sıcaklık ve azalan ışık yoğunluğunun yaprak kalınlığını azalttığı (Uzun, 1997), artan ışık şiddetinin yaprak kalınlığını artırdığı (Uzun ve Kar, 2004) bilinmektedir. Picken ve Stewart(1986) ışığın bitkideki kuru madde dağılımı üzerine çok önemli etkide bulunduğunu; yüksek ışık yoğunluğunun özgül yaprak alanının önemli derecede azalmasına ve yaprak kalınlığının artmasına neden olduğunu bildirmişlerdir.

3.9. Net Asimilasyon Oranı (NAO)

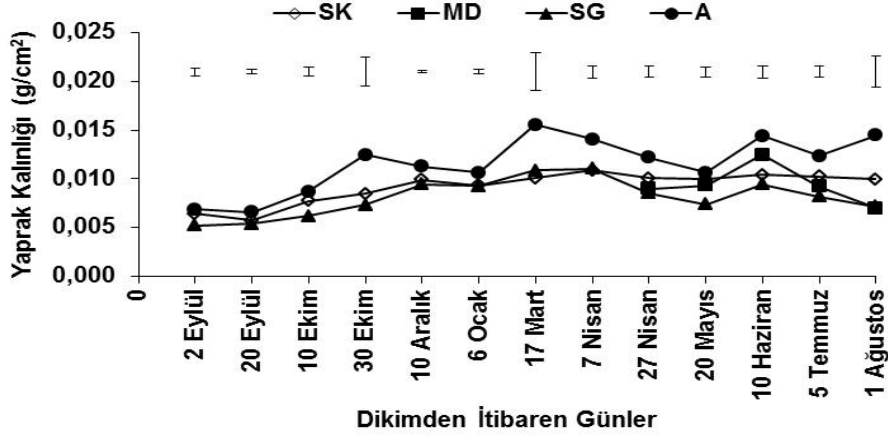
Net asimilasyon oranı, nispi büyüme oranının bir unsurudur ve bitkilerin her birim yaprak alanı için büyüme oranları olarak tanımlanmaktadır (Uzun, 1997). NAO deneme periyodu başlangıcından 10 Ekim'e kadar artmış, bu tarihten 6 Ocak'a kadar azalmıştır. 6 Ocak'tan itibaren 7 Nisan'a kadar artan NAO bu tarihten itibaren azalmaya başlamıştır (Şekil 14). NAO genellikle büyüme periyodu boyunca açıktaki yetişen bitkilerde yüksek sürekli gölgelenen bitkilerde düşük olmuştur.



Şekil 11. Oransal yaprak alanının büyüme periyodu boyunca değişimi



Şekil 12. Özgül yaprak alanının büyüme periyodu boyunca değişimi



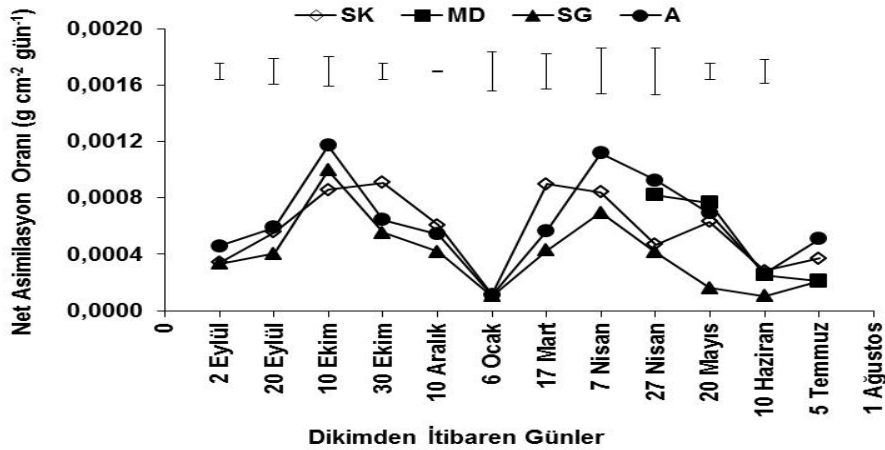
Şekil 13. Yaprak kalınlığının büyüme periyodu boyunca değişimi

Bitkilerin kış dinlenme döneminde (6 Ocak) NAO'nı en düşük seviyeye inmiştir. İlkbahar gelişme döneminin başlangıcında artmaya başlayan NAO 7 Nisan'dan itibaren azalmaya başlamıştır. Meyve döneminde gölgelenen bitkilerin NAO'nı özellikle gölgeleme periyodunun ilerlemesiyle birlikte sürekli gölgelenen bitkilerin NAO'nı ile benzer davranış göstermiştir (Şekil 14). Araştırmanın başlangıcından itibaren artan NAO'nı 6 Ocak tarihine kadar ışık şiddeti ve sıcaklıkta meydana gelen düşüşler ile birlikte azalmıştır. Nitekim bitki gelişmesinin ilk devrelerinde artan net asimilasyon oranının zamana bağlı olarak azalan sıcaklıklarla birlikte azaldığı belirtilmiştir (Kürklü, 1994). Ayrıca Ocak ayına doğru sıcaklıklarda meydana gelen azalmalar (Şekil 1) nedeniyle bitkilerin dinlenmeye girmeleri bu dönemde NAO'nında azalmalara neden olmuştur. Özbakır ve ark., (2012) azalan sıcaklık ve ışığın NAO'nı azalttığını, Öner ve Sezer (2007) düşük ışık miktarında artan hava sıcaklığının ve yüksek sıcaklıkta artan ışık şiddetinin net asimilasyon oranının azalmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Nitekim Heuvelink (1989), genellikle sıcaklığın NAO

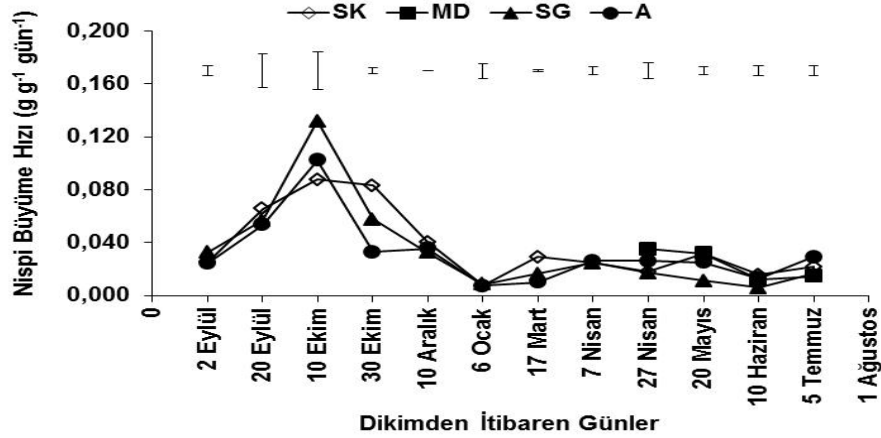
üzerinde çok az etkiye sahip olduğunu, ancak optimum olmayan sıcaklık derecelerinin net asimilasyon oranında önemli değişikliklere neden olduğunu belirtmiştir. Ayrıca yüksek ışıkta yetiştirilen bitkilerin düşük ışıkta yetiştirilenlere oranla daha yüksek fotosentez oranına sahip olduğu (Peat, 1970; Acock ve ark., 1978; Uzun, 1996) ve bunun da NAO'nı artırdığı bildirilmiştir.

3.10. Nispi Büyüme Hızı (NBH)

'Sweet Charlie' çilek çeşidinin uygulamalara göre yetiştirme periyodu boyunca NBH'nda meydana gelen değişim Şekil 15'de verilmiştir. Şekil 15'den de görülebileceği gibi NAO'nın da bir göstergesi olan NBH uygulamalara göre yetiştirme periyodu boyunca NAO değişimine benzer bir değişim göstermiştir. Büyüme periyodunun başlangıcında sürekli gölgelenen bitkilerin NBH'ları yüksek olurken, büyümenin ilerlemesiyle birlikte bu uygulamadaki bitkilerin NBH'ları diğer uygulamalardan daha düşük olmuştur (Şekil 15).



Şekil 14. Net asimilasyon oranının büyüme periyodu boyunca değişimi



Şekil 15. Nispi büyüme hızının büyüme periyodu boyunca değişimi

Araştırmanın başlangıcından itibaren 10 Ekim'e kadar artan NBH bu tarihten itibaren ışık şiddeti ve sıcaklıkta meydana gelen düşüşler (Şekil 1 ve 2) ve bitkilerin dinlenmeye girmesiyle birlikte 6 Ocak tarihine kadar azalmıştır. Ayrıca Ocak ayına doğru sıcaklıklarda meydana gelen azalmalar (Şekil 1) nedeniyle bitkilerin dinlenmeye girmeleri bu dönemde NBH'nda azalmalara neden olmuştur. Kürklü (1994) ve Uzun (1997) ışığın NBH'nı artırdığını bildirmişlerdir. Kandemir (2005) NBH'nın düşük ışık ve sıcaklık koşullarında azaldığını, yüksek ışık ve sıcaklık (24°C) koşullarında arttığını ve zamanla NBH'nın azaldığını tespit etmiştir. Artan sıcaklık ve azalan ışık şartlarında NBH'nın önce arttığı, vejetasyon sonuna doğru azalış gösterdiği belirlenmiştir (Köse, 2006). Bitki büyümesinin, bitki hayatının erken devrelerinde çok hızlı olduğu ve nispi büyüme hızı değerinin devamlı olarak değiştiği ve büyüme ile birlikte genellikle azaldığı bildirilmiştir (Fitter ve Hay, 1987). Ayrıca, nispi büyüme hızındaki değişikliklerin oransal yaprak alanındaki değişikliklerden kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Heuvelink, 1989). Casierra-Posada ve ark. (2012) yeşil renkli örtü altında yetişen çilek bitkilerinin nispi büyüme hızlarının diğer uygulamalarda (sarı, kırmızı, mavi, şeffaf plastik örtü ve kontrol) yetişen bitkilerden daha az olduğunu, bu durumun da çilek bitkisinin ışık şiddeti ve kalitesine farklı tepki vermesinden kaynaklandığını bildirmişlerdir.

3.11. Bitki Büyüme Parametreleri Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi

Çilekte büyüme parametreleri arasındaki ilişkilerin ortaya konulabilmesi amacıyla korelasyon analizi yapılmıştır. Korelasyon analizleriyle ilgili ayrıntılı sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde TBKA ile KKA, GKA, YKA ve YA arasında, KKA ile GKA, YKA ve YA arasında, YKA ile YA arasında, YAO ile OYA ve YAO ile ÖYA

arasında, NBH ile OYA ve YAO arasında pozitif bir ilişki ve ilişkinin $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu görülmektedir.

Diğer taraftan, OYA ile OKA ve OGA, YK ile ÖYA ve YAO arasında negatif fakat istatistiksel olarak $p < 0,01$ düzeyinde önemli seviyede bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Araştırmada en yüksek ilişki TBKA ile YKA arasında ($r^2 = 0,971$) belirlenmiştir. Uzun ve Kar (2004) TBKA ile YK ve YA, YK ile NAO arasında pozitif, YK ile ÖYA ve YAO arasında, ÖYA ile NAO arasında negatif yönde önemli ilişkinin olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar ÖYA ve YAO'daki artışın daha ince yaprakların oluşmasına neden olan ÖYA yada YAO'daki artışın yaprak kalınlığı ile ilgili olabileceğini bildirmişlerdir. Özbakır ve ark. (2012) YAO ile ÖYA arasında pozitif, YK ile OYA ve YAO arasında negatif çok önemli ilişkinin olduğunu belirlemişlerdir. Yine YAO ile OGA ve ÖYA, OYA ile OKA arasında önemli negatif ilişkinin olduğu belirlenmiştir (Uzun ve Kar, 2004). Artan ışık yoğunluğunun YAO değerini azalttığı yapılan birçok araştırma sonucunda belirlenmiştir (Hay ve Walker, 1989; DeKoning, 1994; Uzun, 1996; Uzun, 1997; Uzun ve Kar, 2004; Özbakır ve ark., 2012). Çizelge 2'de belirtilen korelasyon değerlerinin önceki çalışmalarla benzerlik gösterdiği görülmüştür. Bu sonuçlara göre çileğin büyüme ve gelişmesinin değişik gölgeleme uygulamalarından etkilendiği belirlenmiştir.

4. SONUÇ

Bu çalışma ile 'Sweet Charlie' çilek çeşidinin büyümesi üzerine değişik gölgeleme uygulamalarının (serada gölgesiz, sürekli gölge, meyve döneminde gölgeleme ve açık arazi) etkisi kantitatif olarak incelenmiştir. Yapılan gölgeleme uygulamaları kök kuru ağırlığı, yaprak alanı, oransal yaprak alanı ve özgül yaprak alanını artırmış, yaprak kalınlığını

Çizelge 2. Çilekte bitki büyüme parametreleri arasındaki korelasyonlar

Parametreler	TBKA	KKA	GKA	YKA	YA	OKA	OGA	OYA	ÖYA	YAO	YK	NAO
KKA	0.861**											
GKA	0.766**	0.781**										
YKA	0.971**	0.773**	0.647**									
YA	0.916**	0.771**	0.600**	0.933**								
OKA	-0.266**	-0.097	-0.027	-0.347**	-0.339**							
OGA	-0.277**	-0.159	-0.047	-0.349**	-0.386**	0.397**						
OYA	0.210*	-0.057	-0.080	0.373**	0.371**	-0.686**	-0.683**					
ÖYA	-0.360**	-0.378**	-0.372**	-0.296**	-0.115	-0.118	-0.177	0.222*				
YAO	-0.150	-0.307**	-0.309**	-0.018	0.122	-0.482**	-0.538**	0.751**	0.777**			
YK	0.265**	0.275**	0.240**	0.237*	0.015	0.181	0.252**	-0.232*	-0.897**	-0.703**		
NAO	-0.200*	-0.140	-0.131	-0.188*	-0.217*	-0.122	-0.159	0.108	-0.124	0.026	0.091	
NBH	-0.392**	-0.479**	-0.409**	-0.292**	-0.253**	-0.289**	-0.341**	0.539**	0.411**	0.641**	-0.377**	0.387**

*p<0.05 ve **p<0.01

azaltmıştır. Genellikle, kök, gövde, yaprak ve toplam bitki kuru ağırlığı serada gölgeleme yapılmayan bitkilerde yüksek, açıkta yetişen bitkilerde düşük olmuştur. Kışın (6 Ocak-27 Nisan) OKA ve OGA artarken OYA azalmış, yaz mevsiminde (20 Mayıs-1 Ağustos) OGA ve OKA azalırken OYA artmıştır. NAO gölgede azalmış, açıkta artmıştır. NBH büyüme periyodunun başlangıcında artarken meyve verim döneminde azalmıştır. Çilekte maksimum verim; bitkinin tüm gelişme dönemlerinde kullanılacak besin maddelerini artırarak, büyüme ve gelişmeye yardımcı olan çevresel faktörler ve kültürel işlemleri optimum yaparak sağlanabilir. Bu açıdan da çilek çeşitlerinin büyüme periyodu boyunca gösterecekleri değişimlerin doğru olarak belirlenmesi gerekmektedir. Araştırmada gölgeleme uygulamalarının çeşidin büyüme ve gelişmesi üzerine farklı seviyelerde etki ettikleri belirlenmiştir. Mevcut çalışmada bir kısa gün çilek çeşidi olan 'Sweet Charlie' çeşidinde büyüme ile ışıklanma arasındaki ilişkiler ortaya konmuştur. Elde edilen sonuçlar kısa gün çileklerinde büyüme ve verimlilik ile çevre faktörlerinin ilişkilerinin belirlenmesine yönelik çalışmalarda yararlı olabilecektir.

5. TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın planlanması ve yürütülmesinde yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Sezgin UZUN'a katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

6. KAYNAKLAR

Acocck, B., Charles-Edwards, D.A., Fitter, D.J., Hand, D.W., Ludwig, L.J., Wilson-Warren, J., Withers, A.C. 1978. The contribution of leaves from different levels within a tomato crop to canopy net photosynthesis: An experimental examination of two canopy models. J. Exp. Bot., 29: 815-827.

Awang, Y.B., Atherton, J.G. 1995. Growth and fruiting responses of strawberry plants grown on rockwool to shading and salinity. Sci. Hort., 62 (1/2): 25-31.

Björkman, O. 1981. Responses to different quantum flux densities. In: Physiological plant ecology. I. Responses to the physical environment. Lange, L., P.S. Nobel, C.B. Osmond, and H. Ziegler (eds.). Springer-Verlag. Encycl. Plant Physiol. New Ser. Vol. 12A. New York, pp. 57-107.

Bjorkman, T., Pearson, K.J. 1998. High temperature arrest of inflorescence development in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica* L.). J. Exp. Bot., 49: 101-106.

Casierra-Posada, F., Penap-Olmos, J.E., Ulrichs, C. 2012. Basic growth analysis in strawberry plants (*Fragaria sp.*) exposed to different radiation environments. Agron. Colombiana 30(1): 25-33.

Chandler, C.K., Miller, D.D., Ferree, D.C. 1992. Shade during July and August reduces growth but not fruiting of strawberry plants. HortScience, 27(9): 1044.

Darrow, G.M. 1965. The Strawberry: History, Breeding and Physiology. (<http://www.nal.usda.gov/pgd/c/Strawberry/book/bok9ten.htm>).

Darrow, G.M., Waldo, G.F. 1934. Responses of strawberry varieties and species to the duration of the daily light period. USDA Tech. Bul. 453.

Demirsoy, L., Demirsoy, H., Uzun, S., Öztürk, A. 2007. The effects of different periods of shading on growth and yield in 'Sweet Charlie' strawberry. Europ. J. Hort. Sci., 72 (1): 26-31.

Demirsoy, L., Öztürk, A., Serçe, S. 2012. Çileklerde (*Fragaria*) çiçeklenme ile fotoperiyot arasındaki ilişkiler. Anadolu Tar. Bil. Dergisi, 27(2): 110-119.

DeKoning, A.N.M. 1994. Development and dry matter distribution in glasshouse tomato, A Quantitative Approach. Thesis, Wageningen.

Dennis, F.G., Lipecki, J.Jr., Kiang, C.L. 1970. Effects of photoperiod and other factors upon flowering and runner development of three strawberry cultivars. J. Am. Soc. Hort. Sci., 95: 750-754.

Durner, E.F., Barden, J.A., Himelrick, D.G., Poling, E.B. 1984. Photoperiod and temperature effects on flower and runner development in day-neutral, junebearing and

- everbearing strawberries. J. Am. Soc.Hort. Sci., 109: 396-400.
- Evans, G.C. 1972. The Quantitative Analysis of Plant Growth. Williams Colowes and Sons Ltd., Oxford.
- Fernandez, G.E., Butler, L.M., Louws, F.J. 2001. Strawberry growth and development in an annual plasticulture system. HortScience, 6(7):1219-1223.
- Ferree, D.C., Stang, E.J. 1988. Seasonal plant shading, growth and fruiting in "Earliglow" strawberry. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 113(3): 322-327.
- Fitter, A.H., Hay, R.K.M. 1987. Environmental Physiology of Plants 2nd Edn. Academic Press.
- Fletcher, J.M., Sutherland, M.L., Ames, J.M., Battey, N.H. 2002. The effect of light integral on vegetative growth and fruit yield of "Elsanta" strawberry. Strawberry research to 2001. Proceedings of the 5th North American Strawberry Conference. 157-160.
- Hay, R.K.M., Walker, A.J. 1989. An introduction to the physiology of crop yield. Longman Group UK Limited.
- Heuvelink, E., 1989. Influence of day and night temperature on the growth of young tomato plants. Sci. Hort., 38: 11-22.
- Jonkers, H. 1965. On the flower formation, the dormancy and the early forcing of strawberries. Meded. Landbouwhoges. Wageningen 65(6): 1-59.
- Kandemir, D.M. 2005. Sera şartlarında sıcaklık ve ışığın biberde (*Capsicum annuum* L.) büyüme, gelişme ve verim üzerine kantitatif etkileri. Doktora tezi, OMÜ Fen Bil. Ens. Samsun.
- Kevseroğlu, K. 1999. Bitki Ekolojisi. OMÜ Zir. Fak. Ders Kitabı No: 31.
- Köse, B. 2006. Samsun ekolojik şartlarında tüplü asma fidanı yetiştiriciliğinde ışık ve sıcaklığın vegetatif gelişme ve fidan kalitesi üzerine etkisinin saptanması. Doktora tezi, OMÜ Fen Bil. Ens. Samsun.
- Kürklü, A. 1994. Energy management in greenhouses using phase change materials (PCMS). PhD Thesis. Reading University, England.
- Lambers, H., Poorter, H. 1992. Inherent variation in growth rate between higher plants: A search for physiological causes and ecological consequences. Adv. Ecol. Res. 23: 187-261.
- Öner, F., Sezer, İ. 2007. Işık ve sıcaklığın mısırda (*Zea mays* L.) büyüme parametreleri üzerine kantitatif etkileri. Tekirdağ Zir. Fak. Dergisi, 4(1): 55-64.
- Özbakır, M., Balkaya, A., Uzun, S. 2012. Samsun ekolojik koşullarında sonbahar dönemi alabaş (*Brassica oleracea* var. *gongylodes* L.) yetiştiriciliğinde değişik tohum ekim zamanlarının büyüme üzerine kantitatif etkileri. Anadolu Tar. Bil. Derg., 27(2): 55-63
- Öztürk, A., Demirsoy, L. 2004. Değişik gölgeleme uygulamalarının Camarosa çilek çeşidinde verim ve büyüme üzerine etkileri. Bahçe, 33 (1-2): 39-49.
- Öztürk, A., Demirsoy, L. 2006. Gölgelemenin Camarosa çilek çeşidinde büyümeye etkisinin kantitatif analizlerle incelenmesi. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 21(3): 283-288.
- Öztürk, A., Serdar, Ü. 2011. Effects of different nursery conditions on the plant development and some leaf characteristics in Chestnuts (*Castanea sativa* Mill.), Aust. J. Crop Sci., 5(10): 1218-1223.
- Peat, W.E. 1970. Relationships between photosynthesis and light intensity in the tomato. Ann. Bot., 34: 319-328.
- Picken, A.J.F., Stewart, K. 1986. Germination and vegetative development. In: J.G. Atherton and J. Rudich (Eds), The Tomato Crop. Chapman and Hall, London :167-200.
- Poorter, H., Garnier, E. 1996. Plant growth analysis: an evaluation of experimental design and computational methods. J. Exp. Bot., 47(302): 1343-1351.
- Robert, F., Risser, G., Petel, G. 1999. Photoperiod and temperature effect on growth of strawberry plant (*Fragaria × ananassa* Duch.): development of a morphological test to assess the dormancy induction. Sci. Hort., 80: 217-226.
- Svenson, S.E. 1993. Shading and pot color influence growth and flowering of strawberry firetails. Proc. Fla. State Hort. Soc., 106: 286-288.
- Uzun, S. 1996. The quantitative effects of temperature and light environment on the growth, development and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and aubergine (*Solanum melongena*, L.). Ph.D. Thesis, Reading University, England.
- Uzun, S. 1997. Sıcaklık ve ışığın bitki büyüme, gelişme ve verimine etkisi (I. Büyüme). OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 12(1): 147-156.
- Uzun, S., Kar, H. 2004. Quantitative effects of planting time on vegetative growth of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica* L.). Pak. J. Bot., 36 (4): 769-777.
- Uzun, S. 1998. Bitkilerde ışık kesimi ve kuru madde üretimi. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 13(2): 133-154.