

Yaşlı Zeytin Ağaçlarında Budamanın Bitki Gaz Alışverişi Üzerine Etkileri

The Effects of Pruning on Gas Exchange in Old Olive Trees

Hakkı Zafer CAN Kamer Betül ÖZER

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü 35100 Bornova -İzmir

Geliş tarihi: 17.01.2018

Kabul tarihi: 25.01.2018

Özet

Geleneksel (eski usul) zeytin (*Olea europaea* L.) yetiştiriciliğimiz, marjinal alan olarak kabul edilen, eğimli ve kır arazilerde, sulama yapılmadan gerçekleştirilmektedir. Son yıllarda modern sık dikim zeytin yetiştiriciliği ülkemizde hızla yaygınlaşmaya başlamış olmakla birlikte özellikle eğimli ve kır arazilerde diğer birçok ürünün yetiştiriciliği ekonomik olmadığı için, zeytin yetiştiriciliği bu tip arazilerde ekonomik önemini korumaktadır. Geleneksel yetiştiriciliğimizde, sulama başta olmak üzere, birçok kültürel uygulama yapılmamakta ya da yeterli olmamaktadır. Bu çalışmada, düzenli budama yapılan ve yapılmayan zeytin ağaçlarında gaz alışverişi kapasitesinin ve bitki taç gelişiminin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla; fotosentez (P_N $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) ve transpirasyon (T $\text{mmol}/\text{m}^2/\text{s}$) ölçümleri yapılmış, bitkilerin su kullanım etkinliği (WUE) hesaplanmıştır. Taç gelişiminin ve fotosentetik aktif yüzeyin belirlenmesi amacıyla da yaprak alanı indeksi (LAI) hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre; düzenli budama uygulanan ağaçlarda su kullanımının daha etkin olduğu ve bitkilerin kuraklıktan daha az etkilendikleri belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Zeytin, Budama, Su Kullanım Etkinliği, Gaz Alışverişi, Yaprak Alanı İndeksi

Abstract

Traditional olive (*Olea europaea* L.) growing is carried out in sloping and barren areas without irrigation which are considered as marginal lands. Although modern olive cultivation has started to spread rapidly in recent years, traditional olive cultivation maintains its economic importance in these marginal lands. The aim of this study is to determine the gas exchange capacity and plant crown development in olive trees with and without regular pruning. For this purpose; photosynthesis (P_N $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) and transpiration (T $\text{mmol}/\text{m}^2/\text{s}$) were measured and the water use efficiency (WUE) was calculated as the ratio of P_N and T . Leaf area index (LAI) was also measured and calculated to determine the crown development and photosynthetic active surface. According to the obtained data as a result of the study; it was determined that water use was more efficient in trees subjected to regular pruning and plants were less affected by drought.

Keywords: Olive, Pruning, Water Use Efficiency, Gas Exchange, Leaf Area Index

Giriş

Anavatanı Güney Yukarı Mezopotamya olan zeytinin (*Olea europaea* L.) Akdeniz'e yayılışının iki koldan gerçekleştiği ve Mısır üzerinden Tunus ve Fas'a, Anadolu üzerinden ise Ege adaları, Yunanistan, İtalya ve İspanyaya yayıldığı bildirilmektedir (Heywood, 1978; Özkaya ve ark. 2008). Akdeniz ülkelerine yayılışının en önemli kolların-

dan birinin Anadolu üzerinden geçiyor olması sebebiyle; ülkemiz hem zeytin kültürü açısından hem de yaşlı ağaçların varlığı bakımından dünyanın en zengin ülkesi olarak kabul edilebilir. 2016 yılı rakamlarına göre, ülkemizde meyve veren yaşta 147 milyonun üzerinde zeytin ağacı bulunmaktadır (Anonim, 2017) ve bu ağaçların yaklaşık %70'lik kısmı eğimli ve kır arazilerde yer almaktadır. Yeni kurulan modern kapama zeytin-

liklerin daha verimli arazilerde yoğunlaştığı düşünülürse, özellikle eğimli ve rakımı yüksek zeytin alanlarımızdaki ağaçların oldukça yaşlı oldukları ve yetiştiriciliğin de geleneksel yöntemlerle yapıldığı görülecektir.

Dikim mesafeleri ve arazinin eğim durumuna bağlı olmakla birlikte; ülkemiz geleneksel zeytin yetiştiriciliğinde bitki yoğunluğu hektar başına ortalama 80-100 ağaç civarındadır. Geleneksel yetiştiricilikte, başta budama olmak üzere, bakım uygulamaları ya hiç yapılmamakta ya da oldukça yetersiz kalmaktadır. Düzenli budama yapılan zeytinliklerde de çoğu zaman hem terbiye sisteminin yanlış seçildiği ya da önem verilmediği, hem de budamanın hatalı yapıldığı sıklıkla gözlenmektedir. Özellikle yaşlı ve geleneksel yöntemlerle yapılan zeytin yetiştiriciliğinde; budamanın yetersiz ve bilinçsiz yapılması ya da hiç yapılmaması, ciddi verim ve kalite kayıplarına sebep olmaktadır. Çeşit özellikleri, iklim durumu ve yetiştiricilikte yapılan diğer hatalı uygulamalarla birleştiğinde; verim ve kalite düşüşleri çok ciddi boyutlara ulaşmakta, özellikle periyodisite gösteren çeşitlerde yaşanan bu sorunlar, ülkesel boyutta önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Özkaya ve ark., 2010).

Budama, meyve yetiştiriciliğinde en önemli kültürel uygulama olarak kabul edilmektedir ve budama ile verim kalite arasında çok kuvvetli bir ilişki söz konusudur. Zeytin yetiştiriciliğinde de uygun terbiye sisteminin oluşturulması ve korunması, vejetatif ve generatif gelişme dengesinin sağlanması, periyodisitenin önlenmesi ya da etkisinin azaltılması, ağaçların gençleştirilerek C/N dengesinin yeniden optimum seviyeye getirilmesi gibi sebeplerle budama ön plana çıkmaktadır. Zeytin ağaçlarında C/N oranı yanında, yeşil aksam/kök ve yeşil aksam/odun oranı da büyük önem taşımakta ve verim üzerinde etkili olduğu kadar, periyodisitenin azaltılmasında da etkili olmaktadır (Barone and Di Marco, 2003). Genç zeytin ağaçlarında uygun terbiye sistemi ile bitki seviyesinde optimum enerji dengesinin sağlanması, tam verim döneminde bu dengenin korunması ve yaşlılık döneminde ise dengenin yeniden sağlanması açısından budamanın önemi bilinmektedir (Veshaj and Ismaili, 2016). Yeşil aksam/kök ve C/N oranlarının dengede tutulması yanında; budamanın bir diğer

önemli etkisi ise ışıklanma üzerine olmaktadır. Optimum ışıklanma ve güneş yanıklığından korunma açısından budama önem taşımaktadır. Bitki gelişimi yanında, ürün miktarı ve kalitesi de; en önemli enerji kaynağı olan ve fotosentezde kilit rol oynayan fotosentetik aktif radyasyon (PAR) ile sıkı sıkıya ilişkilidir. Işığın taç içine penetrasyonunda taç mimarisi ve fotosentetik aktif yeşil aksam oranı büyük önem taşıdığı için ışıklanma oranının düzenlenmesinde budama en önemli rolü oynamaktadır (Mariscal et al., 2000). Bunun yanında; taç mimarisi, bitkinin anlık gaz alışverişi üzerinde de etkili olmaktadır (Kurth, 1994).

Su kullanım etkinliği (WUE), birim yaprak alanında ve birim zamanda ölçülen fotosentez miktarı ile transpirasyonun oranlanması yoluyla hesaplanmakta ve bitkilerde stres varlığını ve şiddetini ifade etmede kullanılmaktadır. Su kullanım etkinliği için kabul edilen sınır değer 1'dir ve bu değer altında çıkan değerler, bitkide stres varlığını ifade etmektedir (Condon and Hall, 1997; Patakas et al., 1997). Yaprak alanı indeksi (LAI) ise; bitkinin yeryüzünde kapladığı birim alan başına sahip olduğu fotosentetik yeşil aksam alanıdır (Hunt, 1990). Yaprak alanı indeksi, birim yaprak alanı başına hesaplanan gaz alışverişi miktarının, bitki seviyesinde yorumlanması ve bitkilerin taç gelişimi ve mimarisinin belirlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır (McPherson and Peper, 1998; Yiqi Luo et al., 2000).

Bu çalışmada, yaprak alanı indeksi ve gaz alışverişi ölçümleri yapılarak; düzenli budama yapılan ve yapılmayan yaşlı zeytin ağaçlarının aynı çevre ve bakım koşullarındaki gaz alışverişi kapasiteleri incelenmiştir. Çalışmanın üretici parsellerinde yürütülmesinin sebebi; Ege Bölgesi genelini yansıtan ve marjinal alan olarak kabul edilebilecek bu parsellerde mevcut ağaçların gaz alışverişi kapasitelerinin üretici uygulamalarına bağlı olarak belirlenmesi ve pratiğe yönelik önerilerin yapılmasıdır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma; Aydın ili, İncirliova ilçesine bağlı Meşeli köyünde (37°57'24.4"N 27°41'17.8"E) mevcut, tahminen en az 200 yaş üzeri üretici parsellerinde yürütülmüştür. Seçilen üretici parselleri; birbirine komşu konumda, güneydoğu yöneyli ve kuzeyi

kapalı, 380 metre rakımlı, eğimli, kayalık, sulama ve gübreleme yapılmayan, delice üzerine aşılı dağınık halde Memecik çeşidi zeytin ağaçları bulunan parsellerdir. Her iki üretici parsesinde de ağaçlar arası mesafe ortalama 6-10 m arasında değişmektedir ve parsellerde hiçbir kültürel uygulama yapılmamakla birlikte, üreticilerden biri en az 2 senede bir düzenli budamaya özen gösterirken (B_1), diğer üretici hiç budama yapmamaktadır (B_0). Bu üreticinin en az 10-12 yıl boyunca kesinlikle hiç budama yapmadığı hem teyit edilmiştir hem de yapılan gözlemler sonucunda budamanın uzun yıllar boyunca hiç yapılmamış olduğu, taç boyunun yükseldiği, ağaçların şemsiye şeklini almaya başladığı ve tacın seyrekleştiği görülmüştür. Her iki zeytinlikte de şiddetli periyodisitenin hakim olduğu ve hasadın sırkla yapıldığı ifade edilmiştir. Düzenli budama yapılan zeytinlikte ağaçların goble şekli ve yüksekliği mümkün olduğunca korunmaya çalışılmış ancak sırkla hasadın rahat yapılabilmesi için budama esnasında tacın orta kısmının oldukça açık bırakıldığı gözlenmiştir. Bölge koşullarında, hiç budama yapılmayan zeytinlikler ile kıyaslandığında, bu durum, tolere edilebilir bir hata olarak kabul edilmiştir. Uygulanan budamanın, bölge koşulları göz önüne alındığında, bilinçli yapılmakta olduğu ve yaklaşık 15 yıldır aynı şekilde uygulandığı belirlenmiştir. Budama yapılan parselde, 2 yılda bir sert kesimlerle tacın alçaltıldığı ve diğer yıllarda da gerekirse hafif kesimler ile seyreltme yapıldığı gözlenmiştir. Düzenli budama uygulaması yapılan zeytinlikte ağaç başına verim, var yılında ortalama 15-20 kg olarak bildirilirken; budama yapılmayan parselde verimin var yılında 5-12 kg arasında değişim gösterdiği ve üst üste iki yılın ürünsüz geçebildiği ifade edilmiştir.

Çalışmada; fotosentez (P_N) ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) ve transpirasyon (T) ($\text{mmol}/\text{m}^2/\text{s}$) ölçümleri infrared gaz analiz cihazı (IRGA) (CI-301 PS infra red gas analyzer CID scientific instrument Co.) ile gerçekleştirilmiştir. Fotosentetik aktif radyasyon (PAR) ve yaprak sıcaklıkları, cihazın üzerine monte edilen PAR sensörü ve IR termometre yardımıyla ölçülmüştür. Hesaplanan net fotosentez miktarı ve transpirasyon değerlerinin oranlanması sonucunda ise, su kullanım etkinliği ($WUE=P_N/T$) değerleri bulunmuştur (Condon and Hall, 1997). Yaprak gaz

alışverişi parametreleri; Mayıs-Eylül aylarında, havanın tamamen açık ve bulutsuz olduğu günlerde, saat 10:00 – 10:30 arasında ölçülmüş, hesaplamalarda yaprak yüzey geçirgenliği göz ardı edilerek, sadece stoma geçirgenliği hesaba katılmıştır. Ölçümler, her ağaç için, güneye bakan 5 sürgünün orta kısımlarındaki yapraklar seçilerek yapılmış, ağaç başına 5 ölçüm ortalaması çalışmada değerlendirilmiştir.

Cihaz, tüm ölçümlerde anlık fotosentetik aktif radyasyon (PAR, $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$), hava (T_A) ve yaprak (T_L) sıcaklıkları ($^{\circ}\text{C}$), hava oransal nemi (RH) (%) yanında, stoma iç (c_i) ve dış (c_o) ortamındaki CO_2 konsantrasyonlarını da ölçmekte ve hesaplamalarda bu değerler kullanılmaktadır.

Gaz alışverişi ölçümleri esnasında elde edilen verilere göre; çalışma yapılan parsellerdeki ortam koşulları her iki parselin ortalaması olarak Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmanın yürütüldüğü parsellerde ölçülen ortam koşulları

Aylar	PAR ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	T_A ($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)
Mayıs	1005	19,3	77,2
Haziran	1345	24,5	65,5
Temmuz	1623	33,4	71,7
Ağustos	1587	35,4	56,8
Eylül	1456	28,6	75,3

Yaprak alanı indeksi (LAI) ölçümleri ise, dijital bitki taç modelleyici (CI-110 CID, Inc.) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 5 zenith açısı ve tacın 4 farklı bölümü üzerinden yapılan ölçümler sonucunda elde edilen veriler Norman and Campbell (1989) yöntemine göre hesaplanmıştır. Bu yöntem, cihazın referans verdiği yöntemdir.

Çalışma; tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak değerlendirilmiş, her iki parselde de 1 tekerrürde 2 ağaç bulunacak şekilde, parsel başına toplam 6 ağaç seçilmiştir. Denemede ölçüm yapılan toplam ağaç sayısı 12’dir ve 5 sürgünde yapılan ölçümlerin ortalaması, o ağacı temsil etmiştir. Ağaç sayısının ve ölçüm süresinin minimumda tutulmasının sebebi, kısa süre içinde birbirleriyle kıyaslanabilecek doğru sonuçlara ulaşabilmektir çünkü özellikle yaz aylarında hava sıcaklığına bağlı olarak stoma geçirgenliği öğle saatle-

rine doğru düşebilmekte ve yapılan ölçümler arasında stomaya bağlı önemli farklılıklar yaşanabilmektedir. Bu tip çalışmalarda, ölçüm sayısının ve süresinin minimumda tutulması büyük önem taşımaktadır. Çalışma süresince yapılan ölçümlerin hesaplamaları Excel programı yardımıyla yapılmış, verilerin istatistiksel değerlendirmesinde ise IBM® SPSS® Statistics 16.0 (IBM, NY, ABD) istatistik paket programı kullanılmıştır. Elde edilen verilere varyans analizi uygulanmış, gruplar arası fark Duncan çoklu aralık testi ile belirlenmiştir. Ölçülen parametrelerin bağımlı değişimlerinin ortaya konması amacıyla da regresyon analizi yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çalışmada, düzenli budama yapılmayan (B_0) ve yapılan (B_1) parsellerde mevsimsel fotosentez (P_N) ve transpirasyon (T) ölçümleri yapılmış ve Çizelge 2'de ölçüm sonuçları verilmiştir. Elde edilen fotosentez ve transpirasyon değerlerinin oranlanması sonucunda da WUE değerleri elde edilmiştir. Aylar ve parseller arasındaki tüm ölçümler arasındaki istatistiksel farklılık önemli bulunmuştur ($p < 0,01$).

Su kullanım etkinliği değerleri incelendiğinde, düzenli budama yapılan parselde su kullanım etkinliği değerlerinin ölçüm yapılan hiçbir ayda 1'in altına düşmediği ancak Ağustos ayında 1.06 değerine düşerek, stres eşiğine geldiği görülmüştür. Buna karşılık; budama yapılmayan parselde, Temmuz ve Ağustos aylarında su kullanım etkinliğinin sırasıyla 0,93 ve 0,67 değerlerine kadar düşüş gösterdiği belirlenmiştir. Budama uygulamaları yapılmayan parselde elde edilen WUE değerleri, diğer aylarda da budama yapılan parseldeki ağaçlara oranla daha düşük çıkmıştır ve Temmuz ve Ağustos aylarında stres eşiğinin altına inmiştir

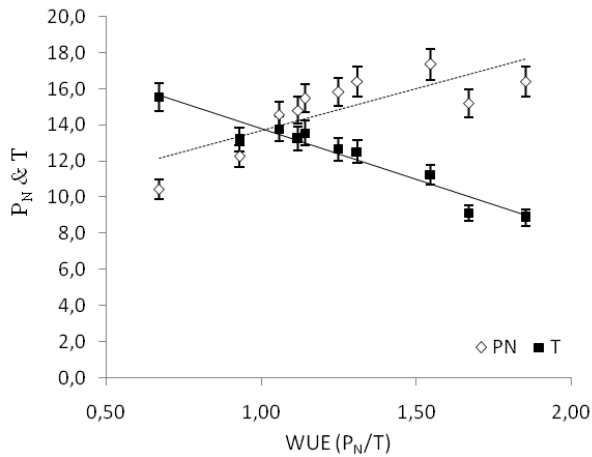
(Çizelge 2). Elde edilen P_N ve T verileri, önceki birçok önemli çalışma ile paralel bulunmuştur (Bongi et al., 1987; Nogues and Baker, 2000; Moriana et al. 2002; Díaz-Espejo et al., 2006).

Hesaplanan WUE değerlerine bağlı olarak P_N ve T değerlerinin değişimi incelendiğinde, WUE değerlerinin her iki parametreye bağlı olarak değişim gösterdiği belirlenmiştir. Yapılan regresyon analizi sonucunda, WUE ile P_N arasındaki lineer bağıntı $y=4,685x + 8,992$ ($R^2 = 0,638$) şeklinde bulunurken, aynı bağıntı WUE ile T arasında $y=-5,664x + 19,47$ ($R^2 = 0,926$) olarak hesaplanmış ve WUE'nin özellikle transpirasyona bağlı olarak değişim gösterdiği, değişimin fotosenteze daha az bağlı olduğu saptanmıştır (Şekil 1). WUE'nin özellikle transpirasyondaki değişimlere bağlı olarak değişmiş olması ve lineer bağlantının istatistiksel olarak çok yüksek olması ($p < 0,001$), buna karşılık, P_N değerlerinin özellikle B_0 parselinde Temmuz ve Ağustos aylarında ciddi düşüş göstermesi, gaz alışverişi üzerinde stoma direncine ek olarak mezofil direncinin de yüksek olması gerektiğini düşündürmektedir. Özellikle stres koşullarıyla birlikte fotosentezin engellenmesi; sadece stoma direnciyle değil, fotokimyasal etkilerin ve kloroplastlarda elektron taşınımının engellenmesi ile de ilişkilidir (Boyer et al., 1987). Kurak koşullarda, özellikle stoma direnci fotosentez düşüşünde etkili olmaktadır (Lawlor, 2002) ancak su kıtlığı aynı zamanda fotosistem II aktivitesi ve elektron taşınımı üzerinde de etkili olmaktadır (Tezara et al. 2003). Bu çalışmada, budamanın gaz alışverişi üzerine etkilerinin ortaya konması hedeflendiği için, sadece stoma geçirgenliği hesaba katılarak ölçümler ve hesaplamalar yapılmış, mezofil direnci ve fotokimyasal engelleme ölçülmemiştir.

Çizelge 2. Aylara göre bitki gaz alışverişi parametreleri

Aylar	P_N ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)		T ($\text{mmol}/\text{m}^2/\text{s}$)		WUE (P_N/T)*	
	B_0	B_1	B_0	B_1	B_0	B_1
Mayıs	15,20±0,7ab	16,41±1,3a	09,11±0,5c	08,86±0,6c	1,67±0,03	1,85±0,07
Haziran	16,40±1,2a	17,36±1,4a	12,52±0,8bc	11,23±1,2b	1,31±0,03	1,55±0,04
Temmuz	12,25±1,6b	15,47±2,4b	13,17±1,1b	13,55±1,2a	0,93±0,02	1,14±0,05
Ağustos	10,43±1,2b	14,56±1,5c	15,55±1,4a	13,77±1,7a	0,67±0,06	1,06±0,03
Eylül	14,81±0,9ab	15,81±1,3b	13,23±1,2b	12,66±1,5ab	1,12±0,04	1,25±0,04

* WUE için sınır değer 1 olduğu için, aylar arasındaki farklılık verilmemiştir.

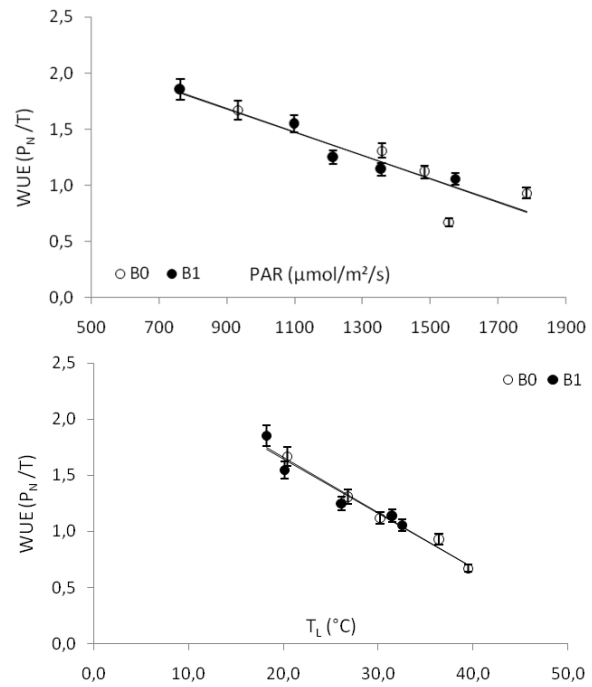


Şekil 1. Hesaplanan WUE (P_N/T) değerlerine göre P_N ve T değerlerinin değişimi

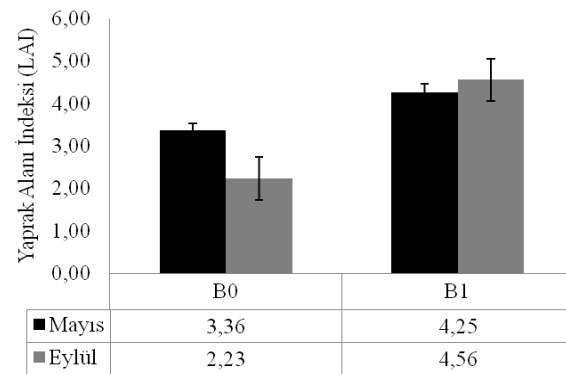
WUE değerlerinin, PAR ve T_L değerlerine bağlı değişimi ise Şekil 2’de verilmiştir. Gaz alışverişi ölçümlerine paralel olarak aynı anda ölçülen PAR değerlerinin B_0 ve B_1 parsellerinde genel olarak birbirine yakın olmasına rağmen, T_L değerleri açısından durum farklı olmuş, B_0 parseline ortalama yaprak sıcaklıklarının oldukça yüksek olduğu saptanmıştır ($p < 0,01$). PAR değeri, B_0 parseline 1784 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ değerine kadar yükselmiş, B_1 parseline en yüksek değer Temmuz ayında 1574 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ olarak ölçülmüştür. T_L değeri ise B_0 parseline Temmuz ve Ağustos aylarında sırasıyla 36,4 ve 39,5°C değerlerine kadar yükselmiştir. T_L değeri, B_1 parseline sadece Ağustos ayında 32,6°C değerine kadar yükselmiştir. Yapılan regresyon analizine göre, WUE ile PAR ve T_L değerleri arasında çok yüksek bir lineer ilişki hesaplanmıştır ($p < 0,001$). Lineer ilişki denklemleri WUE ve PAR arasında sırasıyla $y(B_0) = -0,001x + 2,610$ ($R^2 = 0,739$) ve $y(B_1) = -0,001x + 2,626$ ($R^2 = 0,936$) iken; WUE ve T_L için, $y(B_0) = -0,049x + 2,652$ ($R^2 = 0,983$) ve $y(B_1) = -0,048x + 2,614$ ($R^2 = 0,914$) olarak hesaplanmıştır (Şekil 2).

Yaprak seviyesinde ölçülen ve Çizelge 2’de verilen P_N ve T değerleri, m^2 yaprak alanı başına düşen gaz alışverişi değerleridir. Bitkilerin sahip oldukları toplam fotosentetik yeşil aksam bitki seviyesinde daha net fikir verir niteliktedir (Knyazikhin, et al. 1998; Moorthy et al., 2011). Toplam fotosentetik yeşil aksamın belirlenmesi amacıyla LAI değerleri çalışmanın başında ve sonunda ölçülüp hesaplanmış ve Şekil 3’de verilmiştir. B_0 parselin-

de Mayıs ayında 3,36 olan ortalama LAI değerinin Eylül ayında 2,23 seviyesine düştüğü, buna karşılık B_1 parselineki ağaçlarda Mayıs ayında ortalama 4,25 olan LAI değerinin istatistiksel anlamda önemli olmamakla birlikte, Eylül ayında 4,56’ya yükseldiği belirlenmiştir. Artan PAR değerlerine karşılık, WUE değerinin de belli bir seviyeye kadar artış gösterip, sabit kalması beklenirdi ancak her iki parselde de PAR değerindeki artışa paralel olarak, WUE de lineer bir düşüş saptanmıştır (Şekil 2). Benzer durum, T_L için de geçerlidir.

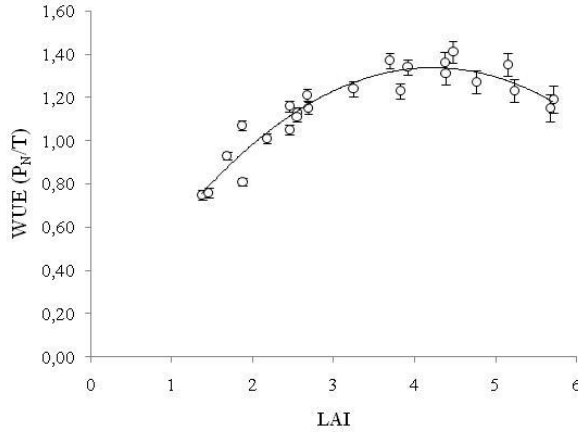


Şekil 2. PAR ve T_L değerlerine bağlı olarak, WUE değerlerinin değişimi



Şekil 3. LAI değerlerinin B_0 ve B_1 parsellerinde Mayıs – Eylül döneminde değişimi

Mayıs ve Eylül aylarında, her iki parselde ölçülen LAI değerlerine karşılık hesaplanan ortalama WUE değerlerinin değişimi Şekil 4’de verilmiştir. Yapılan regresyon analizi sonucunda $y = -0,085x^2 + 0,715x - 0,147$ ($R^2 = 0,880$) denklemi elde edilmiştir. 4,47 LAI değerine karşılık hesaplanan WUE değeri 1,41’dir ve 4,47 LAI değeri sonrasında WUE de düşüş gerçekleşmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü ortam koşullarında, 4,47’den yüksek LAI değerlerinde su kullanım etkinliğinin düşmeye başlayacağı öngörülebilir. En yüksek LAI değeri B₁ parselinde Eylül ayında ölçülmüş ve WUE’nin 1,19 değerine düştüğü belirlenmiştir. En düşük LAI değeri ise yine Eylül ayında B₀ parselinde 1,37 olarak ölçülmüştür ve WUE değeri 0,75 olarak hesaplanmıştır. Genel bir yaklaşımla, zeytin ağacı için 1 m² taç izdüşüm alanı başına 4,47 m² yaprak alanı olacak şekilde terbiye ve budama uygulamalarının en yüksek su kullanım etkinliğini sağlayacağı ifade edilebilir.



Şekil 4. Mayıs ve Eylül aylarında ölçülen LAI değerlerine karşılık WUE değerlerinin değişimi

B₀ parselinde LAI değerlerinin B₁ parseline oranla oldukça düşük çıkmasının sebebi, budama yapılmaması sonucunda tacın alt ve iç kısımlarının gelişmesinde gerilemenin ortaya çıkmasıdır ancak Mayıs ayından Eylül ayına geçen süreç içerisinde de çok ciddi yeşil aksam kaybının gerçekleştiği saptanmıştır. Bu durum, zayıf olan tacın, yaz aylarında artan stres koşulları sonucunda daha da zayıflaması şeklinde açıklanabilir çünkü çalışma süresince yaprak kaybına sebep olabilecek halkalı leke ve benzeri biyotik stres yaşanmamıştır. Mey-

velerin hızlı gelişme dönemine denk gelen bu aylarda yaşanmış olan kuraklık stresine ek olarak, meyvelerin hızla su çekmeye başlamasının ve jeve-tatif aksam kaybına sebep olabileceği düşünülmektedir.

Sulama yapılmayan arazilerde yaz aylarında yaşanan kurak koşulların, meyvelerin hızlı gelişme gösterdiği çekirdek sertleşmesi döneminde ciddi kayıplara neden olduğu bilinmektedir (Berenguer et al., 2006). Sulama yapılmayan ancak düzenli budama yapılan parselde bu dönem içinde ciddi stres yaşanmamıştır ancak çalışmada sadece sabah saatlerinde ölçüm yapılmış, gün içindeki değişim belirlenmemiştir. Bölgede özellikle öğleden sonraki saatlerde WUE düşüşleri yaşanmaktadır (Can and Aksoy, 2007). Bu sebeple, ileride yapılacak su stresi çalışmalarında stresin yoğun olduğu dönemlerde de ölçüm yapılması ve su stresinin yaprak su potansiyeli ölçülerek belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bunun yanında, stoma direnci haricinde, mezofil direncinin ve fotokimyasal yetersizliğin de ileride yapılacak çalışmalarda incelenmesi gerekmektedir (Powles, 1984; Epron et al. 1992; Long et al. 1994).

Zeytin yetiştiriciliğinde düzenli budama büyük önem taşımaktadır çünkü tacın iç kısmındaki yaprakların fotosentez kapasitelerinin düşük olduğu bilinmektedir (Díaz-Espejo et al., 2006). Bunun yanında, budama esnasında dik gelişen kuvvetli dalların çıkarılması da bitki seviyesinde transpirasyonu azaltarak, suyun toprakta daha uzun süre muhafaza edilmesini sağlamaktadır çünkü dik gelişen dallar suyu topraktan kuvvetle çekerek transpire etmektedirler. Elde edilen bulgulara göre, terbiye ve budama uygulamalarında m² başına 4,47 m² yaprak alanı düşecek şekilde bir sistem oturtulmasının uygun olabileceği düşünülebilir (Şekil 4) ancak bu değerlerin çeşit özellikleri ve çevre koşullarıyla sıkı sıkıya bağlı olduğu da unutulmamalıdır.

Sonuç

Çalışmada elde edilen bulgular; başta sulama olmak üzere, neredeyse hiçbir bakım uygulamasının yapılmamasına rağmen, sadece düzenli budama ile bitki gaz alışverişinde ve vejetatif gelişimde dik-kate değer bir artışın sağlanabileceğini göstermek-

tedir. Budama yapılmayan parseldeki ağaçlarda özellikle Temmuz ve Ağustos aylarında ciddi su stresi yaşanmakta olduğu belirlenmiş, Haziran ayında da stres eşiğine yakın değerler ölçülmüştür. Her iki parselde de ağaçların su sıkıntısı içinde oldukları ancak çiçeklenme döneminde bu sıkıntının yaşanmadığı gözlenmiştir.

Çalışmada elde edilen verilere göre, budama yapılmayan B₀ parselindeki ağaçlarda, özellikle Temmuz ve Ağustos aylarında yaprak sıcaklığı önemli derecede yükselmektedir. Buna karşılık budama yapılan B₁ parselinde yaprak sıcaklığında benzeri bir artış görülmemiştir. Budama yapılmayan par-

seldeki ağaçlarda LAI değerlerinin düşük olması, taç içinde sıcaklık artışına ve buna bağlı olarak yaprak sıcaklığının da artmasına sebep olduğu düşünülmektedir. Bunun yanında, budama yapılmayan ağaçlarda LAI'nin anlamlı derecede düşük olması, bitki seviyesinde gaz alışverişinin de düşük olmasına ve bitki WUE değerlerinin düşmesine sebep olmaktadır. Marjinal alanlarda yapılan geleneksel zeytin yetiştiriciliğinde, özellikle meyve gelişiminin en hızlı yaşandığı çekirdek sertleşme döneminde ağaçlara su verilmesi ve budamanın düzenli yapılması kuraklık stresinin etkisinin azaltılması açısından büyük önem taşımaktadır.

Kaynaklar

- Anonim, 2017. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel üretim verileri.
- Barone, E., Di Marco, L. 2003 "Morfologia e ciclo di sviluppo", Fiorino, P. (a cura, 2003), Olea. Trattato di olivicoltura. Il Sole 24 Ore Edagricole, pp. 12-35.
- Berenguer M. J., Vossen P. M., Grattan S. R. , Connell J. H., Polito V.S., 2006. Tree irrigation levels for optimum chemical and sensory properties of olive oil. Horticultural Science 41: 427-432.
- Bongi, G., Mencuccini, M., Fontanaza, G., 1987. Photosynthesis of olive leaves: effect of light, flux density, leaf age, temperature, peltates and H₂O vapor pressure deficit on gas exchange, J. Am. Soc. Hort. Sci. 112,143-148 pp.
- Boyer, J. S., Annon, P. A., Sharp, R. E., 1987. Light stress and leaf water relations. Kyle DJ, Osmond C. D., Arntzen C. J.. Photoinhibition. topics in photosynthesis, Vol. 9. 111-22, Amsterdam: Elsevier,
- Can, H. Z., Aksoy U., 2007. Seasonal and diurnal photosynthetic behaviour of fig (*Ficus carica* L.) under semi-arid climatic conditions. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B Soil & Plant Science Vol. 57 , Iss. 4
- Condon, A. G. Hall A. E.,1997. Adaptation to diverse environments: genotypic variation in water-use efficiency within crop species. Jackson L. E. Agricultural ecology. San Diego, CA: Academic Press, 79-116pp.
- Díaz-Espejo, A., Walcroft, A. S., Fernández, J. E., Hafidi, B., Palomo, M. J., Girón, I. F., 2006. Modeling photosynthesis in olive leaves under drought conditions. Tree Physiology 26, 1445-1456.
- Epron, D., Dreyer, E., Breda, N., 1992. Photosynthesis of oak trees (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) during drought under field conditions: diurnal course of net CO₂ assimilation and photochemical efficiency of photosystem II. Plant, Cell and Environment , 15, 809-820.
- Heywood, V. H., 1978. Flowering Plants of the World. Oxford, London. Melbourne: Oxford University press.
- Hunt, R., 1990. Basic Growth Analysis. Unwin Hyman Ltd., London
- Knyazikhin, Y., Martonchik, J. V., Myneni, R. B., Diner, D. J., Running, S. W., 1998. Synergistic algorithm for estimating vegetation canopy leaf area index and fraction of absorbed photosynthetically active radiation from MODIS and MISR data. J. Geophys. Res., 103(D24), 32257-32275.
- Kurth, W., 1994. Morphological models of plant growth: Possibilities and ecological relevance. Ecological Modelling. Vol. 75-76: 299-308.
- Lawlor, D.W., Cornic, G., 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. Plant Cell Environment , 25, 275-294.
- Long, S.P., Humphries, S., Falkowski, P.G., 1994. Photoinhibition of photosynthesis in nature. Annual Review Plant Physiology Plant Molecular Biology, 45, 633-662.
- Mariscal, M. J., Orgaz, F., Villalobos, F. J.,2000. Modelling and measurement of radiation interception by olive canopies. Agricultural and Forest Meteorology 100: 183-197.
- McPherson, E. G. Peper, P. J.,1998. Comparison of five methods for estimating leaf area index of open grown deciduous trees. Journal of Arboriculture. 24(2): 98-111.

- Moorthy, I., Miller, J. R., Berni, J. A. J., Zarco-Tejada, P., Jing Chen, B. H., 2011. Field characterization of olive (*Olea europaea* L.) tree crown architecture using terrestrial laser scanning data. *Agricultural and Forest Meteorology*. Volume 151, Issue 2, 15 February 2011, Pages 204-214
- Moriana, A., Villalobos, F.J., Fereres, E., 2002. Stomatal and photosynthetic responses of olive (*Olea europaea* L.) leaves to water deficits, *Plant, Cell and Environment*, 25, 395-405 pp.
- Nogues, S., Baker, N. R., 2000. Effects of drought on photosynthesis in Mediterranean plants grown under enhanced UV-B radiation, *Journal of Experimental Botany*, 51, 1309-1317pp.
- Norman, J. M., Campbell, G. S., 1989. Canopy structure. In: Pearcy, R.W., Ehleringer, J., Mooney, H.A., Rundel, P.W. (Eds.), *Plant Physiological Ecology: Field Methods and Instrumentation*. Chapman and Hall, London, pp. 301-326.
- Özkaya, M.T., Ulaş, M., Çakır, E., 2008. "Zeytin Ağacı ve Zeytin Yetiştiriciliği", 1-25s, "Zeytinyağı" (ed: Göğüş, F., Özkaya, M.T. ve Ötleş, S.), Eflatun Yayınevi, Ankara. 267s.
- Özkaya, M.T., Tunaloğlu, R., Eken, Ş., Ulaş, M., Tan, M., Danacı, A., İnan, N., Tibet, Ü., 2010. 'Türkiye Zeytinciliğinin Sorunları ve Çözüm Önerileri' TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 11-15 Ocak 2010, 515-537, Ankara.
- Patakas, A., D. Stavrakas, Vrahnakis, M. S., 1997. Influence of Two Different Training Systems on WUE of Grapevines. *Proc. 2nd. Int. Symp. On Irrigation of Hort. Crops*. Ed: K. S. Chartzoulakis, *Acta Hort.* 449 Vol:2 :461-466.
- Powles, S.B., 1984. Photoinhibition of photosynthesis induced by visible light. *Annual Review Plant Physiology*, 35, 15-44.
- Tezara, W., Martinez, D., Rengifo, E., Herrera, A., 2003. Photosynthetic responses of the tropical spiny shrub *Lycium nodosum* (Solanaceae) to drought, soil salinity and saline spray. *Annals of Botany*, 92, 757-765.
- Veshaj, Z., Ismaili, H., 2016. Regeneration of degraded olive trees with varying degrees of pruning. *Ol. Scient. J.* 1(3): 14 – 21.
- Yiqi L., Hui, D., Cheng, W., Coleman, J. S., Johnson, D. W., Sims, D. A., 2000. Canopy quantum yield in a mesocosm study. *Agricultural and Forest Meteorology* 100:35-48.

İLETİŞİM

Yrd. Doç. Dr. Hakkı Zafer CAN
Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Bahçe Bitkileri Bölümü
35100 Bornova -İzmir
Bornova/İZMİR
e-mail: zafcan@gmail.com