



KURAK ve Yarı-Kurak Bölgelerde Yayılış Gösteren *Quercus branthii* L. Baltalıklarında Seyreltmenin Su Potansiyeli ve Sürgün Durumu Üzerine Etkisi^a

Uğur KEZİK^{1,*}, Ferit KOCAÇINAR²

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Toprak ilmi ve Ekolojisi AD, Trabzon

² Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Silvikültür AD, Kahramanmaraş

*İletişim yazarı: kezik@ktu.edu.tr

Özet

Ülkemiz ormanlarının yaklaşık %30'unu oluşturan Meşe cinsinin kırmızı meşeler grubuna dâhil olan İran palamut meşesi (*Quercus branthii* L.), Akdeniz iklimi ile karasal iklim arasında geçiş özelliği gösteren Güneydoğu Anadolu bölgesindeki ormanlık alanın büyük bir kısmını oluşturmaktadır. İran palamut meşesi bu bölgede doğal olarak yayılış göstermektedir. Ancak yıllardır süregelen yoğun insan ve hayvan tahribatlarından dolayı bozulmuş ve verimsizleşmiştir. Bozuk meşe baltalıklarının iyileştirilmesi aşamasında uygulanacak seyreltme ve budama yöntemi sayesinde bitkiler, ortamda zaten kıt bulunan suyu etkin bir şekilde kullanıp, maksimum biyokütle oluşturabileceklerdir. Bu çalışma, kurak ve yarı-kurak bölgelere dâhil edilen Mardin ilinin Mazıdağı ilçesinde saf *Q. branthii* L. bozuk baltalıklarında gerçekleştirilmiştir. Bir vejetasyon periyodu sonunda, kontrol ve 3 farklı seyreltme (%60, %40 ve %25) olmak üzere toplam dört adet 100 metrekarelik (10mx10m) deneme parsellerindeki toplam sürgün sayısı ve baskın sürgünlerin çap ve boyları ile ortamda bırakılan bireylerin şafak öncesi (Ψ_{pd}) ve gün ortası (Ψ_{md}) yaprak (ksilem) su potansiyelleri ölçülmüştür. Yapılan seyreltme yoğunlukları bireyleri ekofizyolojik açıdan etkilemiştir. Seyreltme yoğunluğunun artmasına paralel olarak sürgün sayısında ve baskın sürgünlerin çap ve boyunda bir artma gözlenmiştir. Bitkilerin kuraklığa dayanım derecelerinin göstergesi olan yaprak su potansiyelleri de seyreltme oranının artmasına bağlı olarak pozitif yönde artmıştır. En düşük değerler, kontrol parselinde $\Psi_{pd} = -1.30$ MPa, $\Psi_{md} = -3.26$ MPa iken en yüksek değerler %60 seyreltme parselinde $\Psi_{pd} = -0.61$ MPa, $\Psi_{md} = -2.89$ MPa olarak bulunmuştur. Muamele parselleri arasında şafak öncesi su potansiyellerindeki (Ψ_{pd}) değişim istatistiki olarak önemli olmuştur ($p < 0.05$). Gün ortası su potansiyeli (Ψ_{md}) değerlerindeki değişim ise kontrol parseli hariç uygulama parselleri arasında istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$).

Anahtar Kelimeler: Bitki su potansiyeli, *Quercus branthii* L. Meşe baltalığı

The Effects of Thinning on Leaf Xylem Water Potential and Sprout Developments of Brant's Oak Coppices Occuring in Arid and Semi-Arid Regions

Abstract

The branth's oak included in the group of red oak genus covers approximately 30% of our forests and also it forms a large part of forest area in southeastern Anatolia under the influence of Mediterranean

^a Bu çalışmada, “Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki Bozuk Meşe Baltalıklarında Seyreltmenin Fotosentetik Özellikler ile Biyokütle Etkileri” adlı yazarı Uğur Kezik olan Yüksek Lisans tezindeki su potansiyeli ve sürgün durumlarına ait veriler kullanılmıştır.

climate. The Branth's oak is natively distributed in this region but, ongoing for many years, it has been degraded and became unproductive because of heavy human and animal pressures. During the rehabilitation activities of degraded oak coppices occurring in arid and semi-arid regions, trees will use water in scarce more efficiently and produce maximum biomass thanks to thinning and pruning chosen methods. This study, which has been included in arid and semi-arid regions in the district of Mardin Mazidagi province, were carried out in pure and degraded Branth's oak coppices. And four different treatment were applied (control, 25%, 40% and 60%) in 100 (10x10) m² plots. At the end of the one vegetation period, the number of total new sprouts and dominant height and diameter and leaf water potential (predawn and midday) in trees left were measured. Starting from control plot, the number of sprouts and dominant height and diameter has raised in parallel to increasing thinning ratio. The leaf xylem water potential which is drought resistance indicator of plants also has increased positively in parallel with thinning density. The lowest values of water potential were found in control plot ($\Psi_{pd} = -1.30$ MPa, $\Psi_{md} = -3.26$ MPa) while the highest values in 60% plot (parselinde $\Psi_{pd} = -0.61$ MPa, $\Psi_{md} = -2.89$ MPa). The predawn leaf xylem water potential (Ψ_{pd}) values are statistically significant ($p < 0.05$) among the treatment plots while midday leaf xylem water potential (Ψ_{md}) values are not statistically significant ($p > 0.05$) except the control plot.

Keywords: Leaf xylem water potential, Branth's oak, oak coppice

1. GİRİŞ

Yeryüzünde yaşam alanlarının konumsal dağılımında iklim koşullarının büyük etkisi vardır. Bu koşulların en önemli iki parametresinin sıcaklık ve nem olduğu bilinen bir gerçektir. Bunun yanı sıra canlı türü ve yoğunluğu sıcaklık ve nem gibi iklim koşullarından etkilendiği gibi içinde yaşadıkları ortamın da marjinal özelliklerinden etkilendiği olgusu da yadsınamaz bir gerçektir. Canlıların yeryüzüne dağılım yoğunluklarını belirleyen sıcaklığın normalin üzerine çıkması ile birlikte yaşamsal sıvı olan suyun varlığı olumsuz etkilenecektir. Sıcaklığın normal koşulların üzerine çıkmasının yanında mevcut suyun canlıların yaşamını tehlikeye sokacak kadar kıt hale gelmesine neden olan yağış noksanlığı ve buharlaşma olaylarının da kuraklığın kavramsal tanımı üzerinde önemli etkisi vardır.

Kuraklık denilince çoğunlukla akla ilk olarak yağış ve su yetersizliği gelmektedir. Bununla birlikte kuraklıkla ilgili birçok tanım ve ifadeler ortaya çıkmıştır. Uluslararası çölleşme ile mücadele sözleşmesinde kuraklık terimi "Yağışların önemli ölçüde normalin altına düşmesi sonucunda arazi ve kaynak kullanım sistemlerini olumsuz olarak etkileyen ve ciddi hidrolojik dengesizliklere yol açan doğal bir olay" olarak tanımlanmıştır (WMO, 1997). Bir yerde kuraklıktan bahsedilebilmesi için yağış azlığı, su yetersizliğinin bulunması ve bu olgunun sürekli olması gerekliliği düşüncesi da daha önceleri ifade edilmekle birlikte (Thomas, 1962; Gibbs 1975-1987; Landsberg, 1975; Barry ve Charley, 1976; Ürgenç, 1998). Coğrafi anlamda bu tür kuraklığın hüküm sürdüğü yerler "Kurak Bölgeler" olarak adlandırılmıştır (Erinç, 1965; Türkeş, 1990). Birçok çalışmada ise yeryüzünün herhangi bir yerinde ve belirli zaman süresince yağışın normalin ya da ortalamanın altında gerçekleşmesi baz alınmıştır. Uluocak (1974), yıllık ortalama 250 mm'ye kadar yağış alan bölgeleri kurak, 250-600 mm yağış alan yerleri ise yarı-kurak olarak tanımlamıştır. Diğer bir bilimsel tanımlamada ise yıllık yağışın 300 mm ve altında olan yerler Kurak, yıllık yağışın 300-600 mm arasında olan yerler ise yarı-kurak olarak tanımlanmıştır (FAO, 1963; Ürgenç, 1998). Buna göre Güneydoğu Anadolu bölgesi kurak ve yarı-kurak bölge olarak tanımlanabilir. Bu bölgede ileride görülecek olası küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkisi ile yağışlardaki düşüş ve sıcaklıklardaki yükseliş, zaten şimdi bile düşen yağışın çok daha üzerinde gerçekleşen evapotranspirasyonu önemli derecede arttıracak ve bitkilerin ve özellikle de odunsu türlerin bu alanlardan çekilmesi hızlanacak, bu alanların tamamen çölleşme zemininin oluşmasına neden olacaktır (Kocaçınar vd., 2010). Bu nedenle Küresel ısınma ve iklim değişikliklerinin gelecekte bitki toplulukları üzerinde, özellikle de ormanlarımız üzerindeki negatif etkisini minimuma indirebilmek için var olan ormanlarımızı

korumak ve Güneydoğu Anadolu bölgesi gibi kurak ve yarı kurak alanlardaki bozuk, verimsiz ormanlık alanlarımızı iyileştirmek gerekmektedir. Ülkemiz ormanlarının yaklaşık %30'unu oluşturan (Durkaya vd., 2009). Meşe cinsinin kırmızı meşeler grubuna dâhil olan İran palamut meşesi (*Quercus branthii* L.), *Quercus libani* ve *Quercus infectoria* spp. Boissieri ile birlikte Akdeniz iklimi ile karasal iklim arasında geçiş özelliği gösteren Güneydoğu Anadolu bölgesindeki ormanlık alanın büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Ancak bu meşe ekosistemleri yıllardır süregelen yoğun insan ve hayvan tahribatlarından dolayı bozulmuş ve verimsizleşmiştir.

Son yıllarda Çevre ve Orman Bakanlığı bünyesinde, bozuk meşe baltalıklarının rehabilitasyonu ve koruya dönüştürülme çalışmalarında önemli uygulama planları yapılmıştır (AGM, 2007). Planlanan bu önemli uygulamalarda bozuk meşeliklerin ıslahında kullanılan seyreltme ve budama metotları, meşçerelerin ekolojik ve fizyolojik koşullarını etkilemektedir. Ayrıca seçilen seyreltme yoğunluğu, çap-boy artımı ve sürgün oluşumu gibi biyokütle üretim verimliliğini etkilemekte olup kurak ve yarı kurak alanlarda fotosentez, su kullanım etkinliği ve biyokütle üzerinde önemli roller üstlenmektedir (Kezik, 2011). Bunun yanı sıra bu meşe ekosisteminin fotosentetik faaliyetlerini etkileyecek olan yetiştirme ortamındaki ve bitkideki su potansiyelinin seyreltme oranları ile nasıl değiştiğini belirlemek ve uygun seyreltme yoğunluğunu ile kuraklığın bitkiler üzerindeki fizyolojik etkisini bir nebze de olsa hafifletecektir. Bu konuda bir yetiştirme ortamındaki bitkilerin şafak öncesi ve gün ortası ksilem su gerilimi veya yaprak su potansiyeli bize yol gösterici olabilir.

Su potansiyeli, birim hacimdeki suyun serbest enerjisi olarak tanımlanmaktadır (Taiz ve Zeiger, 2008). Diğer bir ifade ide suyun iş yapabilme kapasitesidir ve Ψ_w (Yunanca fi harfi) sembolü ile gösterilir. Saf suyun potansiyeli "0 (MPa)" olarak kabul edilir ve saflığını yitirdikçe negatif yönde artar. Bitkilerde su negatif basınç altında tutulur ve karasal ekosistemdeki bitkilerin kök ve gövdelerinin maruz kaldığı maksimum ksilem su gerilimi veya negatif basınç potansiyeli bitkilerin yaşamlarını ve yayılışlarını kontrol eden en önemli faktörlerden bir tanesi olduğu bildirilmektedir (Kocaçınar vd., 2010). Bunun yanın sıra, bitkilerde su potansiyeli başlıca üç parametre tarafından kontrol edilmektedir. Bunlar eriyik konsantrasyonu (Ψ_s), hidrostatik basınç (Ψ_p) ve yerçekimi (Ψ_g) parametreleridir. Sonuç olarak bitkide, kökler vasıtasıyla topraktan alınıp kesintisiz bir yol izleyerek yapraklar vasıtasıyla atmosfere verilen suyun potansiyeli teorik olarak şu denklem ile hesaplanır: $\Psi_w = \Psi_s + \Psi_p + \Psi_g$, burada Ψ_s su potansiyelini negatif yönde etkilerken, Ψ_p ve Ψ_g pozitif yönde etkilemektedir (Taiz ve Zeiger, 2008).

İnsanda nasıl ki vücut sıcaklığı fizyolojik durumun bir göstergesi ise bitkilerde de su potansiyeli fotosentetik aktiviteleri etkileyen (Teskey vd., 1986; Ni ve Pallardy 1992) bitki sağlığının iyi bir göstergesidir. Bitkilerde su durumu, fizyolojik ve fiziksel indikatörlerle belirlenebilir. Yaprak su potansiyeli de bitkide doğrudan ölçülebilen fizyolojik parametrelerdendir (Scholander vd., 1965; Meyer ve Green 1980). Yaprak su potansiyeli, Scholander (1965) tarafından geliştirilen basınç çemberi veya basınç odacığı cihazı ile pratik bir şekilde ölçülebilmektedir. Bu cihazla bitki organ, doku ve hücreleri ile toprağın su durumunu, su açığını ve su stresi belirlenmektedir (Jones, 1990).

Bir yetiştirme ortamında, bitkilerdeki su potansiyeli fizyolojik aktiviteler henüz başlamamışken günün ilk saatlerinde en yüksek, fotosentetik aktiviteler ve ekolojik faktörlere göre değişmekle birlikte gün ortasına doğru azalarak minimum değerini alır ve öğleden sonra tekrar yükselir. Atmosferik koşullara göre değişebilmekle birlikte genel olarak bitkideki maksimum su potansiyeli şafak öncesi su potansiyeli (Ψ_{pd}) olarak ifade edilirken (Sellin, 1999) minimum su potansiyeli de gün ortası su potansiyeli (Ψ_{md}) terimi ile ifade edilebilir. Gün ortası su potansiyeli, en sıcak ve kurak periyottaki maksimum ksilem geriliminin, kuraklığa dayanım derecesinin göstergesi olarak bitkilerin fizyolojik olarak aktif olduğu

zaman diliminde stres durumlarını belirlemek için kullanılmaktadır. Şafak öncesi su potansiyeli ise toprakta rizosfer tabakasındaki su potansiyelinin göstergesi olmaktadır. Çünkü gece boyunca fotosentetik aktiviteler durmakta, bitkideki su potansiyeli topraktakine eşitlenmeye çalışmaktadır (Davis ve Mooney, 1986). Bu yüzden bitkilerde şafak öncesi su potansiyelini ölçmek o ekosistemdeki toprak su potansiyeli hakkında da bilgi verdiği için sıklıkla kullanılmaktadır (Ferreira et al. 1997; Valancogne et al. 1997). Tüm bunlarla birlikte gün ortası ve şafak öncesi su potansiyelleri arasında güçlü bir ilişkinin varlığı da bildirilmektedir (Williams ve Araujo, 2002).

Su potansiyeli ile bitki su içeriği arasında sıkı bir ilişki vardır. Bitkilerin su potansiyeli azaldıkça nispi su içeriği de azalır. Karasal ekosistemlerde, mezofit ve kserofit bitkilerde su potansiyeli farklı değerler almaktadır. Normal koşullarda iyi sulanmış bitkilerin yapraklarında su potansiyeli -0.2 ile -0.1 MPa arasında değişirken, kurak iklimlerde yetişen bitkilerin yapraklarında bu değer oldukça düşük olup -2.0 ila -5.0 MPa arasındadır (Taiz ve Zeiger, 2008). Hatta çok kurak alanlarda bu değer daha da düşebilmektedir (Hu ve Li, 2006). Bunun yanı sıra orman ekosistemlerinde yapılan seyreltme, aralama ve budama gibi silvikültürel aktiviteler su potansiyeli ve biyokütle üretimi üzerinde etkili olup ortamda kalan bireyleri eko-fizyolojik açıdan etkilemektedir (kezik, 2011).

Bitkilerde su potansiyeli yıl içinde mevsimlere bağlı olarak kurak ve nemli periyotlarda değişkenlik göstermektedir (Tschaplinski vd., 1997; Choat vd., 2006). Bununla birlikte, bitki türü ve yetiştirme ortamının da bireylerin fizyolojik davranışları üzerinde rolü vardır. Su açığı olmayan nemli bir bölge olan Himalayalar' da aynı ekolojik koşullarda yayılış gösteren *Quercus lanata*'da Ψ_{pd} -0.32 MPa ve Ψ_{md} -0.82 MPa, iken *Quercus semecarpifolia*' da bu değer Ψ_{pd} -0.44 MPa ve Ψ_{md} -1.88 MPa ve olmuştur (Poudyal vd., 2004). Kurak ve yarı-kurak bölgelere dahil edilen Güneydoğu Anadolu (erinç, 1965) bölgesindeki bakım müdahalesi görmemiş *Quercus branthii* L. meşçeresinde ise Ψ_{pd} -1.30 MPa, Ψ_{md} ise -3.26 MPa bulunmuştur. Bu da bize ekolojik koşulların ve su potansiyeli üzerindeki etkisinin yanında aynı cinsten de olsa bitki türlerinin özelliklerinden önemli derecede etkilendiğini göstermektedir.

Orman ekosisteminde seyreltme ve budama gibi silvikültürel müdahaleler bitkilerde hem gün ortası ve şafak öncesi su potansiyelini (Walker vd., 2006) hem de ortamdaki bireylerin gelişimini önemli derecede etkilemektedir (Makineci, 2005; Boerner ve Sutherland, 1997; Lowell vd., 1989; Canellas vd. 2004; Tolunay, 2003; Ffolliott vd., 2003; Munoz vd., 2008; Genç vd., 2012).

Türkiye'de yayılış gösteren meşe baltalık ormanlarının genellikle yarı-kurak ve kurak alanlarda bulunduğu (Şekil 1) bu alanlar da su ekonomisi ve yetiştirme ortamı bakımından fakir yerlerdir (Irmak, 1961) ve bu alanlara yapılacak herhangi yanlış bir müdahalenin orada var olan baltalık ormanlarının da belki yok olmasına neden olacağı aşikârdır. Bunu önlemek için ise gerek bozuk baltalıkların verimli hale gelmesinde gerekse de normal baltalıkların koruya tahvilinde eko-fizyolojik parametreler ile biyokütle verimini optimum yapacak seyreltme ve budama yoğunluğu uygulanması gerekmektedir.



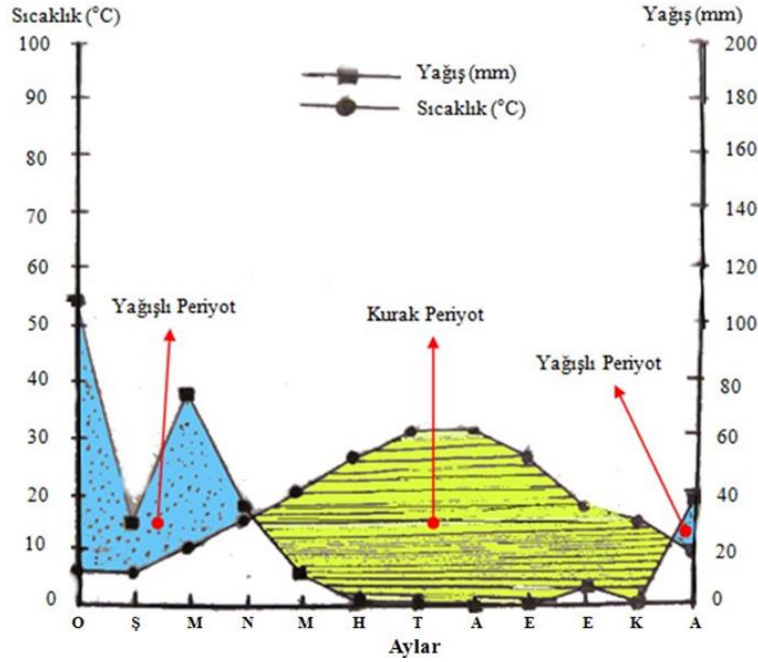
Şekil 1. Mardin Mazıdağı Sultanköy mevkiisinde yayılış gösteren bozuk meşe baltalığı.

Bu çalışmanın amacı, Güneydoğu Anadolu bölgesi gibi kurak ve yarı-kurak alanlarda doğal olarak yayılış gösteren bozuk meşe baltalıklarında, uygulanacak ilk seyreltme oranını belirlemek için, farklı seyreltme oranları karşılaştırılıp, bitkilerde su potansiyeli ve biyomas açısından uygulayıcılara silvikültürel ve ekolojik yönden yol göstermektir. Böylece, uygulayıcılar müdahale yapılan ve yapılmayan alanlar arasındaki farkı kolayca görüp, farklı oranlarda seyreltme yoğunluğu uygulanan alanlarda ise optimum seyreltme oranı ile rehabilitasyon aktiviteleri aşamasında hektarda ortalama kaç adet tepe yapısı düzgün bireyin bırakılması gerektiği konusunda fikir sahibi olacaktır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma Türkiye'nin Güneydoğusunda bölgesinde yer alan bozuk formdaki *Quercus branthii* L. baltalıklarında, Mardin İli Mazıdağı Orman İşletme Şefliği sınırlarına dâhil olan Sultan köyü civarındaki 1087 rakımlı İnce Tepe'nin Kuzeydoğu yamaçlarında 2010 yılında gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı 5.5 hektardan oluşmakta olup coğrafi konum olarak $37^{\circ}25'43''$ - $37^{\circ}25'52''$ Kuzey enlemleri ile $40^{\circ}38'00''$ - $40^{\circ}38'09''$ Doğu boylamları arasında kalmaktadır. Toprak yapısı sığ, taşlı ve ağır bünyeli bir yapıya sahiptir. Anakaya kalkerdir. Toprak türü olarak kil ve killi balçık yapıya sahiptir ve eğim %24-35 arasında değişmektedir. Bölgenin iklimi karasal iklim ile Akdeniz iklimi arasında bir geçiş özelliği gösterir. Yazlar çok sıcak ve kurak kışlar ise soğuktur. Erinç (1965) yağış etkinliği haritasına göre bu bölge kurak ve yarı-kurak mntıkalara dâhil olmaktadır. Araştırma alanında vejetasyon periyodu 20 Mart-5 Kasım tarihlerini kapsamakta olup 230 gündür (Kezik, 2011). Deneme alanına en yakın meteoroloji istasyonundan (Mardin) alınan 2010 yılı iklim verilerine göre bitkilerin aktif olduğu dönemde neredeyse 4 ay boyunca bölgeye hiç yağış düşmemiştir (Şekil 2).

Çalışma alanı 1972 yılında yapılan ve 1992 yılında süresi biten Orman Amenajman Planında, alanı 49.0 hektar olan 143 numaralı bölme içinde kalıp BTO rumuzu ile yani orta baltalık olarak gösterilmektedir. Ancak bu bölme, bölgedeki yoğun insan ve hayvan baskılarından dolayı aşırı tahribata uğrayarak günümüzdeki aktüel durumu bozuk baltalık (BBT) formunu almıştır. Bunun yanı sıra alan 1983-1992 yıllarını kapsayan "Mardin-Mazıdağı Serisi Enerji Ormanı Tesisi Büyük Uygulama Projesi" adı altında rehabilitasyona konu olan sahalar içerisinde yer almaktadır.



Şekil 2. Walter iklim diyagramına göre, 2010 yılına ait Mardin ilinin su bilançosu grafiği (DMİ, 2011)

Muamele Parseli Özellikleri

Muamele parselleri, 5.5 ha'lık deneme sahası içerisinde tepe yapısı düzgün birey ve kök sistemi olarak deneme sahasını temsil edecek şekilde alınmıştır. Bu alanlar, başta herhangi bir seyreltme ve budama uygulanmamış kontrol (%0) parseli olmak üzere %25, %40 ve %60 seyreltme muamelesi olarak toplam 4 adet 10×10=100 m²'lik (OGM, 1991) bir alandan teşekkül olmaktadır.

Uygulanan Seyreltme ve Budama Modeli

Çalışılan ekosistemde vejetasyon dönemi başlamadan önce, uygulama parselleri çevrildikten sonra 5.5 hektarlık deneme alanında 10 metre uzunluğunda bir ip kullanılarak, 30 adet kare şeklinde 10×10=100 m²'lik (OGM, 1991) örnekleme alanları alınıp bu alanlara giren tepe yapısı düzgün bireyler ve ocaklar (kök sistemi) sayılmıştır. Tüm bu işlemlerin sonucunda 10×10=100 m² lik alana ortalama 38 adet tepe yapısı düzgün bireyin düştüğü ve ortalama 14 ocağın (kök sistemi) girdiği tespit edilmiştir (Kezik, 2011). Uygulama parselleri, sırasıyla hiç müdahale edilmemiş kontrol (%0), %25, %40, ve %60 oranında seyreltme işlemi uygulanmış olan parseller olmak üzere toplam dört adet parselden teşekkül olmuştur. Muamele parsellerinde seyreltme oranları, deneme alanını temsil eden 100 m² lik alanda teşekkül olan 38 adet tepe yapısı düzgün bireylerden oluştuğu temel alınarak uygulanmıştır. Kontrol parselinde 38 adet tepe yapısı düzgün birey varken, %25 parselinde 29, %40'da 23 ve %60da 15 adet birey alanda homojen olarak bırakılmıştır. Ortamdaki diğer bireyler toprak seviyesinden baltalı kazma ile uzaklaştırılmıştır. Ayrıca seyreltmeden sonra alanda bırakılan fertler durumlarına göre tahra ile 2 metreye kadar budanmış, boy artımına yardımcı olacak monopodial büyümeye zorlanmıştır. Bunun yanı sıra muamele parsellerine yeni gelen sürgünleri karşılaştırmak kökleri baltalı kazmayla tahrik edilerek sürgün vermeye zorlanmıştır.

Çap-Boy artımı ve sürgünlerin ölçümü

Her bir uygulama parselinde, 15.03.2010 tarihinde vejetasyon periyoduna girmeden önce numaralandırılmış tüm bireyler arasından morfolojik yapısı düzgün 6 adet birey seçilerek çap ve boy ölçümü yapılmıştır. Boy ölçmede, ip ve şeritmetre kullanılmıştır; 10 m uzunluğundaki bir ip ağaç gövdesine toprak seviyesinden itibaren paralel olarak aplatik edilip şeritmetre ile ölçülerek boylar kaydedilmiştir. Çaplar ise göğüs (d1.30) seviyesinden dijital milimetrik el kumpasıyla ölçülmüştür. Vejetasyon periyodu sonunda, 30.10.2010 tarihinde, aynı bireyler tekrar ölçülerek, her muamele için çap ve boy gelişim oranları ortaya konmuş ve uygulama parseli bazında karşılaştırmalar yapılmıştır.

Sürgün durumları ise, her uygulama parselinde 6 adet ocakta ölçülmüştür. Ölçüm yapılan ocaklarda sürgün sayısı ve o ocaktaki baskın sürgünün çap ve boyu ölçülmüş olup uygulama parseli bazında karşılaştırmalar yapılmıştır. Ölçümler 29.08.2010 tarihinde yapılmış, çap ve boy ölçümünde dijital milimetrik el kumpası ve şeritmetre kullanılmıştır.

Su Potansiyeli Ölçümü

Deneme parsellerine uygulanan farklı seyreltme modellerinden sonra, seyreltme oranlarının kalan bireyler üzerinde yaprak su potansiyelini ve dolayısıyla su noksanlığına dayanan stres durumlarını nasıl etkilediğini ortaya koymak için, Scholander vd. (1965), tarafından geliştirilen Bitki Basınç Odacığı tekniği kullanılarak, Basınç Çemberi cihazı (PMS Instruments Company, OR, USA) ile şafak öncesinde (Ψ_{pd}) ve gün ortasında (Ψ_{md}) su potansiyelleri günlük olarak 15.08.2010–19.08.2010 tarihleri arasında ölçülmüştür (Şekil 3). Şafak öncesi ölçümleri sabah saat 05:00'de, gün ortası ölçümleri ise saat 12:00'de gerçekleştirilmiştir. Ölçümler her bir muamele parselinden 6 adet farklı ocaklardaki farklı bireyin yaprakları üzerinden yapılmıştır. Bireyleri temsil eden sürgünler kullanılmıştır. Yapraklar, 15-20 cm olarak sapları ile birlikte kesilip, uç kısımdan 2cm kadar floem dokusu soyulmuş olup ksilem ortaya çıkarılmıştır. Daha sonra bitki materyali cihaza yerleştirilerek basınç çemberine gaz (N_2) girişi sağlanmış, özsu çıkana kadar basınç artırılmış, büyüteçle takip edilip, bitki materyalinde özsuyun çıkmasıyla birlikte gaz girişi durdurulup manometreden negatif basınç değerleri MPa olarak okunmuştur. Elde edilen veriler uygulama parseli bazında karşılaştırılmıştır.

İstatistik Analizler ve Sonuçların Değerlendirilmesi

Bu çalışmada elde edilen bireylerdeki ekofizyolojik parametre verilerini değerlendirmek için Microsoft Office programı ve Sigma Stat (SPSS, Chicago, USA) istatistik programı kullanılmış olup, her bir parametre için Varyans Analizi (ANOVA) gerçekleştirilmiş ve uygulamalar arasındaki farkı bulmak için ise Fisher'in LSD (Fisher's Least Significant Difference) karşılaştırma metodu kullanılmıştır ($\alpha=0.05$). Uygulamalar arasındaki fark test edilirken veriler Normal Dağılım göstermediği ve Eşit Varyans Testinden geçemediği durumlarda veriler log10 transformasyonuna tabii tutulduktan sonra karşılaştırmalar yapılmıştır.

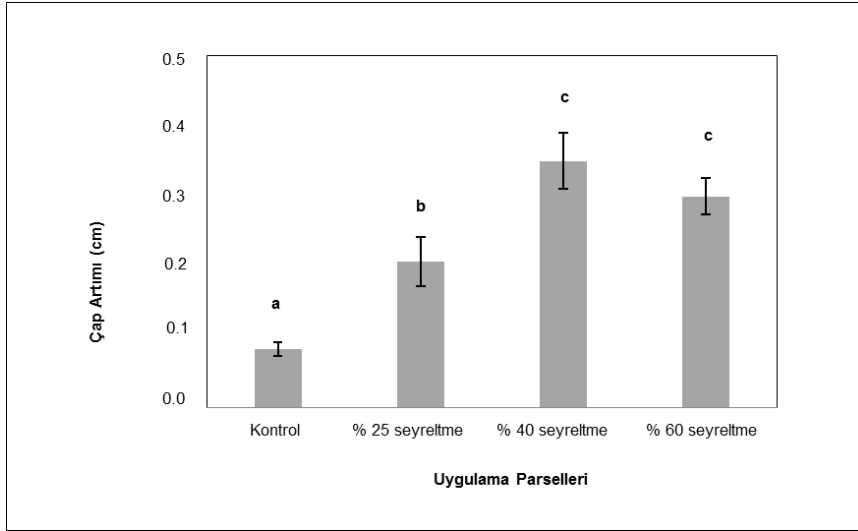


Şekil 3. Şafak öncesi ve gün ortasında bitkilerdeki su potansiyelinin ölçülmesi

3. BULGULAR

Çap Artımı

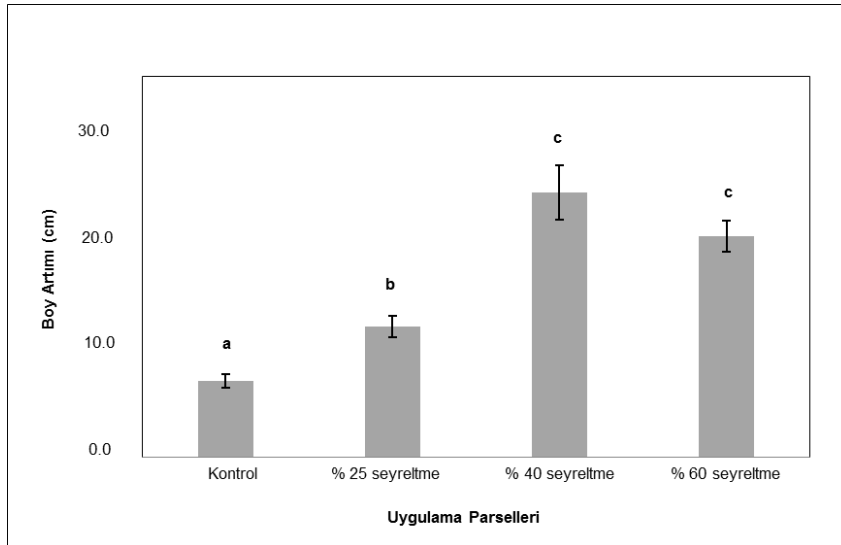
Farklı seyreltme oranları yapılmış uygulama parsellerinde, vejetasyon periyodu başında ve sonundaki değişimleri, diğer bir ifade ile enine büyüme değerleri Şekil 4’de verilmiştir. Buna göre, en düşük çap artımı 0.08 cm olarak hiç müdahale görmemiş olan kontrol (%0 seyreltme) parselinde gerçekleşmiş ve bu değer istatistikî olarak diğer uygulama parsellerindeki artıştan farklı bulunmuştur. En yüksek çap artımı ise, 0.35 cm ile %40 oranında seyreltme uygulanmış parselde gerçekleşmiştir. Bu değer istatistikî olarak %60 oranında seyreltme görmüş parseldeki artıma göre önemsiz ve %25 oranında seyreltme uygulanan alana göre önemli derecede farklı çıkmıştır. Bunlara ek olarak %60 seyreltme parselinde bu değer 0.30 cm olup, %25 seyreltme görmüş parselde gerçekleşen 0.21cm artışa göre daha yüksek çıkmış, aralarındaki fark ise istatistikî olarak önemli bulunmuştur.



Şekil 4. Farklı oranlarda seyreltme yapılmış uygulama parsellerindeki ortalama çap artımı ($n=6 \pm SH$).

Boy Gelişimi

Quercus branthii L. baltalık meşçeresinin farklı seyreltme oranları yapılmış uygulama parsellerindeki bireylerinde, vejetasyon periyodu başında ve sonunda ölçülen boy artımları Şekil 5’de verilmiştir. En düşük boy artımı 7.0 cm olarak hiç müdahale görmemiş kontrol (%0) parselinde gerçekleşmiş olup, bu değer istatistikî olarak diğer uygulama parsellerinden farklı bulunmuştur. En yüksek boy artımı ise, 24.3 cm ile %40 seyreltme parselinde gerçekleşmiştir. Bu değer istatistikî olarak %60 seyreltme parseline göre önemsiz ve % 25 oranında seyreltme uygulanan parselde göre önemli derecede farklı bulunmuştur. Bunlara ek olarak %60 seyreltme parselinde boy artışı 20.3 cm olup, % 25 seyreltme parselinde gerçekleşen 12.0 cm boy artışına göre önemli derecede yüksek bir boy artışı olduğu bulunmuştur.

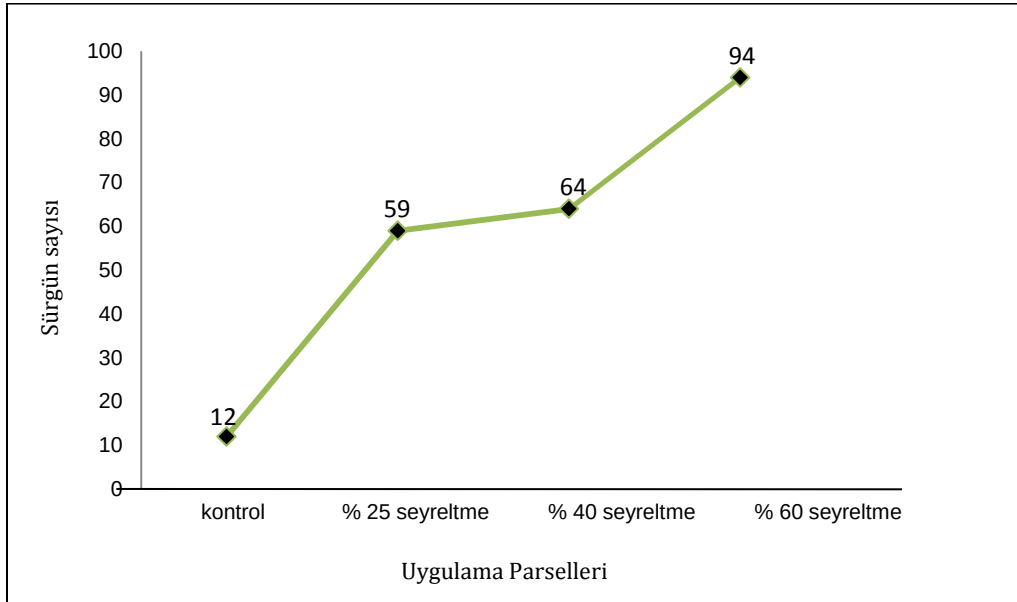


Şekil 5. Farklı oranlarda seyreltme yapılan uygulama parsellerindeki ortalama boy artımı ($n=6 \pm SH$).

Yeni Gelen Sürgün Durumları

Quercus branthii L. türü bozuk baltalık meşçeresinin, vejetasyon periyodu başında farklı seyreltme oranları uygulanmış parsellerine yeni gelen sürgünlerin gelişimlerinin büyük bir kısmının tamamlandığı Ağustos ayı sonunda tespit edilen, ocaklara yeni gelen kök ve kütük sürgünlerinin toplam miktarları Şekil 6'da verilmiştir. Her ocaktaki baskın sürgünün çap-boy durumları ise Şekil 7'de verilmiştir. Ocaklardaki ortalama sürgün sayısı ve baskın (en iyi çap ve boy değerine sahip) sürgünün çap-boy değerleri, hiç müdahale görmemiş kontrol (%0) parselden seyreltme oranı arttıkça artma eğilimi göstermiştir.

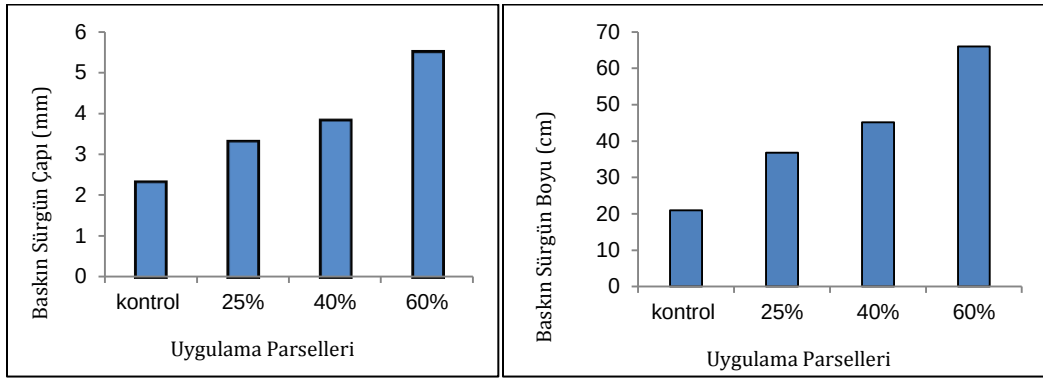
Ortalama en düşük sürgün sayısı 12 ve en düşük çap-boy, 2.33 mm-21 cm, oranına sahip parsel kontrol (%0) parselidir (Şekil 6). Uygulama parselleri arasında en az sürgün sayısı %25 seyreltme parselinde 59 adet tespit edilmiş ve baskın sürgünün çapı 3.33 mm, boyu 36.83 cm olarak ölçülmüştür. Bundan sona %40 seyreltme parselinde 64 adet sürgün ve baskın sürgünün çapı 3.83 mm, boyu ise 45.17 cm olarak tespit edilmiştir. En fazla sürgün sayısı en şiddetli seyreltme görmüş (%60) seyreltme parselinde 94 adet bulunmuş (Şekil 6) ve bu parsel yine en gelişmiş çap-boy, 5.5 mm-66 cm, oranına sahip parsel olmuştur (Şekil 7).



Şekil 6. Farklı oranlarda seyreltme yapılan uygulama parsellerinin ocaklarındaki ortalama sürgün sayısı (n=6).

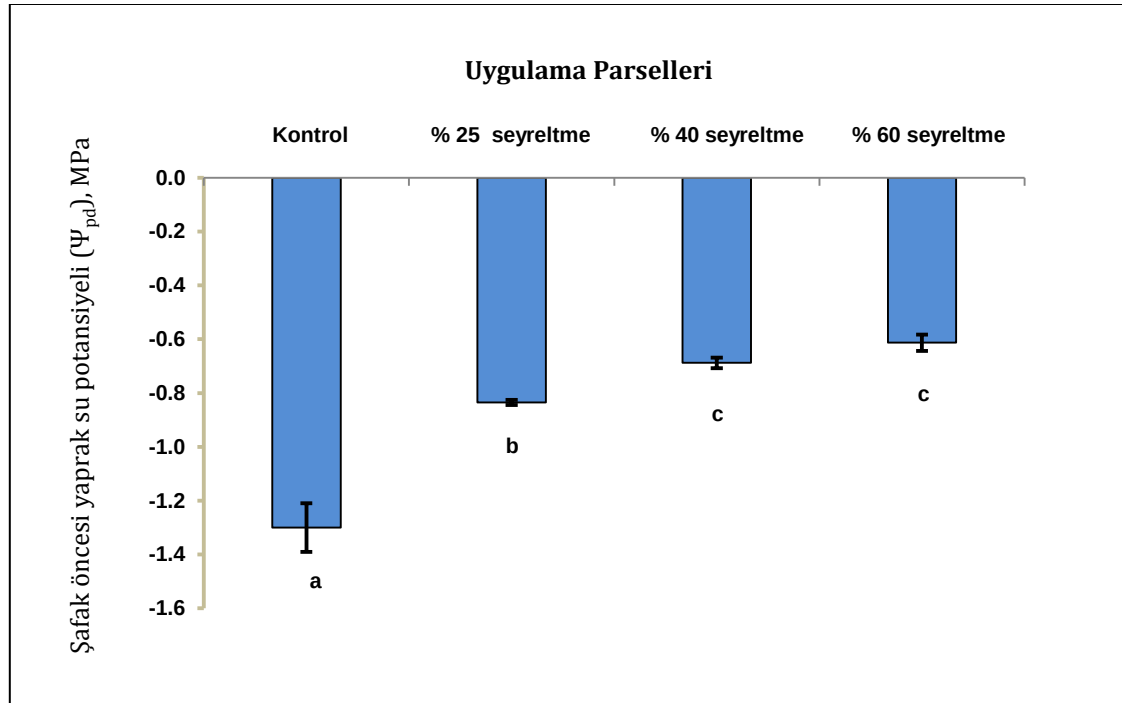
Yaprak Su Potansiyeli (Ψ_{leaf})

Quercus branthii L.'nin sırasıyla kontrol, %25, %40 ve %60 oranında seyreltme yapılmış uygulama parsellerinde, seyreltme yoğunluklarının Ψ_{pd} ve Ψ_{md} üzerindeki etkisi Şekil 8 ve Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 7. Farklı oranlarda seyreltme yapılan uygulama parsellerinin ocaklarındaki baskın sürgünlerin ortalama çap ve boy değerleri (n=6).

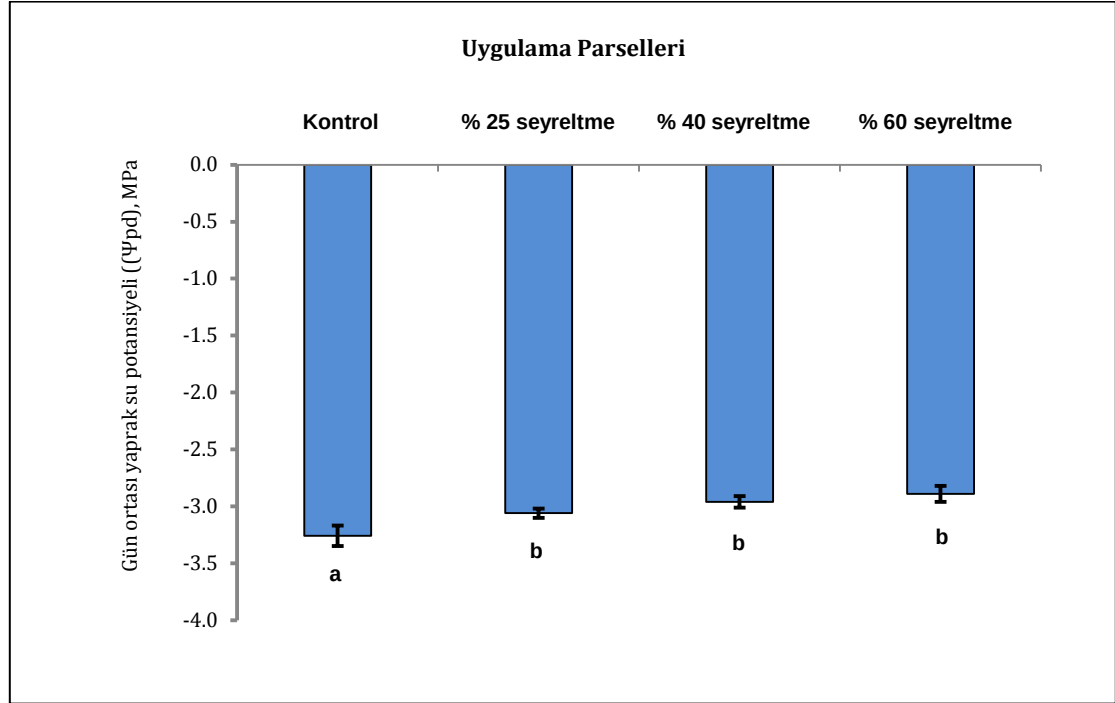
Bitkinin henüz fotosentez faaliyetlerine başlamadığı ve bitkideki su potansiyelinin neredeyse topraktaki su potansiyeline eşit olduğu şafak öncesi yaprak su potansiyeli (Ψ_{pd}) en düşük olarak hiç müdahale görmemiş olan kontrol parselinde (-1.30 MPa) gerçekleşmiş olup istatistikî olarak diğer uygulama parsellerinden farklı bulunmuştur (Şekil 8). En az seyreltilen %25 parselindeki şafak öncesi yaprak su potansiyeli (-0.84 MPa) diğer uygulama parsellerine göre önemli derecede düşük çıkmıştır. İlimli oranda seyreltilen %40 parselindeki şafak öncesi yaprak su potansiyeli (-0.69 MPa) her ne kadar %60 seyreltme parselindeki şafak öncesi yaprak su potansiyelinden (-0.61 MPa) düşük olsa da aralarındaki fark istatistikî olarak önem derecesinin altında kalmıştır (Şekil 8).



Şekil 8. Farklı oranlarda seyreltme yapılan uygulama parsellerindeki (Ψ_{pd}) (n=6 ± SH).

Ölçülen gün ortası yaprak su potansiyeli (Ψ_{md}) ise en düşük olarak yine kontrol parselinde tespit edilmiş olup istatistikî olarak diğer uygulama parsellerinden farklı bulunmuştur (Şekil 9). Farklı oranlarda seyreltme yapılan parseller arasında en düşük yaprak su potansiyeli

%25 oranında seyreltme görmüş parselde, en yüksek yaprak su potansiyeli ise %60 oranda seyreltme görmüş parselde gerçekleşmiştir. Ancak, %25, %40 ve %60 seyreltme görmüş uygulama parselleri arasındaki fark istatistiki olarak önemli olmamıştır (Şekil 9).



Şekil 9. Farklı oranlarda seyreltme yapılan uygulama parsellerindeki (Ψmd) (n=6 ± SH).

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Kurak ve yarı-kurak bölgelerden olan Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki bozuk meşe baltalıklarında seyreltme ve budama işlemleri meşçereyi ekofizyolojik açıdan etkilemiştir. Tepe yapısı bozulmuş, kalitesiz ve gelişmemiş bireylerin ortamdaki uzaklaştırılması kalan bireyler üzerinde olumlu etki yapmıştır. Seyreltme yapılmış parsellerdeki, çap-boy büyümelerinin, şafak öncesi ve gün ortası su potansiyellerinin hiç müdahale görmemiş kontrol uygulamasına göre yüksek çıkması bunun bir göstergesi olmuştur.

Yapılan çalışmalarda da bozuk baltalık seyreltmesinin meşçerede iyileştirme yaptığı ve bireylerin gelişimlerine olumlu yönde katkı sağladığı bildirilmektedir (Makinacı, 2005; Ceylan, 1988; Eler, 1988; Tolunay, 2003; Ffolliott vd, 2003; Ducrey ve Toth, 1992). Bununla birlikte, seyreltme yapılan *Quercus ilex* meşçeresinde ksilem su potansiyeli, stomatal iletkenlik ve transpirasyon oranı seyreltme yapılmayan bireylere göre yüksek bulunmuştur (Cutini ve Mascia, 1992). Genç okaliptüs meşçerelerinde de seyreltme ve budama ile birlikte bireylerin toplam biyomasi, tepe yapısı ve çap artımı olumlu etkilenmiştir (Munoz vd., 2008). Ancak çalışma yaptığımız alanda seyreltme oranını daha da arttırmak meşçerede olumsuz sonuçlar doğurabilir. Kurak bölgede yayılış gösteren *Quercus emorii* baltalıklarında suyun kök sürgünleri tarafından sürgün sayısının artmasıyla birlikte transpirasyonla su tüketimi de artmaktadır (Shipek vd., 2004). Bu yüzden çalışma alanımızda seyreltme yoğunluğunun artmasına paralel olarak ortama yeni gelen sürgün sayısı ve gelişmişliği artacağı için yeni gelen sürgünler, ortamda bırakılan geleceğin meşçeresini oluşturacak olan bireylerle rekabete girip bunları strese sokarak ekofizyolojik aktivitelerini olumsuz yönde etkileyebilir (Kezik, 2011).

Seyreltme ve budama gibi bakım müdahalelerinin meşçereyi fizyolojik olarak etkilemesinin yanında bölgenin ekolojik koşulları da bitki su potansiyelinde önemli değişimler meydana getirmektedir. Çok kurak bir bölgede yayılış gösteren bir bitkide şafak öncesi su potansiyeli 20 °C de -0.65 MPa iken 40 °C'de -2.24 MPa' ya kadar düşmüş, gün ortası su potansiyeli de -0.75 MPa' dan -2.91 MPa' ya kadar düşmüştür. 20 °C de Şafak öncesi su potansiyeli ile gün ortası su potansiyeli arasındaki fark -0.10 MPa iken 40 °C' de bu fark yaklaşık 7 kat artarak -0.66 MPa' a kadar çıkmıştır (Radwan, 2007). Çalışma alanımızla hemen hemen aynı iklim koşullarında yayılış gösteren Akdeniz ülkesi olan İspanyada pırnal meşesinde (*Quercus ilex*) yapılan seyreltmeler gün ortası ve şafak öncesi su potansiyelini etkilemiştir (Moreno ve Cubera, 2008).

Kurakçıl bitkilerde, ister kurak bir dönemde olsun isterse de nemli bir periyotta olsun bitkide su potansiyeli düştükçe transpirasyonla su kaybı da o oranda artmaktadır; ve kurak ekosistemlerde yaprak su potansiyeli ile transpirasyon hızı arasında güçlü bir ilişkinin varlığı söz konusudur (Hu ve Li, 2006). Bu yüzden bu tip ekosistemlerde belirli bir seyreltme ve budama yoğunluğunu oluşturan bakım müdahaleleri ile bitkideki su potansiyelini artırıp transpirasyonla daha fazla su kaybının da bir nebze olsa önüne geçilmiş olacaktır.

Toprak su potansiyelinin göstergesi olarak şafak öncesi yaprak su potansiyeli ve gün ortası su potansiyeli arasında güçlü bir ilişki vardır ve gün ortası yaprak su potansiyeli ve fotosentetik aktiviteler arasında kuvvetli bir ilişkinin varlığı söz konusudur (Marsal ve Girona, 1997). Su potansiyeli azaldıkça, bitkide net CO₂ özümleme hızı ve stomatal iletkenlik gibi fotosentetik parametrelerde bir azalma baş göstermektedir. Bu da meşçerede çap-boy artımını düşürerek biyomas verimini olumsuz yönde etkileyecektir. Bu yüzden ki; kurak ve yarı kurak orman ekosistemlerinde seyreltme, aralama ve budama gibi silvikültürel müdahaleler şafak öncesi ve gün ortası su potansiyelini olumlu yönde etkileyerek bitkilerde fizyolojik bir rahatlama sağlayacaktır (Kezik, 2011). Bunun sonucunda da fotosentetik aktivitelerde olumlu bir gelişme ile biyokütle verimi yükselecektir. Bunun yanı sıra seyreltme ve rehabilitasyon çalışmalarında amaç, ister sürgünden yeni bireylerin gelmesini sağlamak olsun isterse de var olan mevcut bireyleri koruya tahvil etmek olsun; çalışma alanı gibi ekolojik koşullara sahip meşçerelerde, yapılacak müdahalenin ne gibi ekofizyolojik sonuçlara neden olabileceği bu çalışmayla birlikte bir nebze de olsa tahmin edilebilir.

KAYNAKLAR

- AGM. 2007. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberliği Eylem Planı, 2008-2012 s.7-63. Ankara.
- Barry R.G., Charley R.J. 1976. Atmosphere Weather and Climate Methuen, London.
- Boerner, R. E. J. ve Sutherland, E. K. 1997. The Chemical Characteristics of Soil in Control and Experimentally Thinned Plots in Mesic Oak Forests Along a Historical Deposition Gradient. *Applied Soil Ecology*, 7:59-71.
- Canellas, I. Del Rio, M. Roig, S. ve Montero, G. 2004. Growth Response to Thinning in *Quercus pyrenaica* Willd. Coppice Stands in Spanish Central Mountain. *Annals of Forestry Science*, 61: 243-250.
- Ceylan, B., 1988. Muğla Yöresindeki Genç Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Meşçerelerinde İlk Aralama Müdahaleleri Üzerine Silvikültürel Araştırmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No:196, Gelişim Matbaası, Ankara.
- Choat, B., Ball, M.C., Luy, J.G., Donnelly, C.F., Holtum, J.A.M., 2006. Seasonal patterns of leaf gas exchange and water relations in dry rain forest trees of contrasting leaf phenology. *Tree Physiology* 26, 657-664.
- Cutini, A., Mascia V., 1992. Silvicultural Treatment of Holm Oak (*Quercus ilex* L.) Coppices in Southern Sardinia: Effects of Thinning on Water Potential, Transpiration and Stomatal Conductance. *Ann. Ist. Sper. Selvic.* 27: 65-70.
- Davis, S.D. ve Mooney, H.A., 1986. Water use patterns of four co-occurring shrubs. *Oecologia*, 70: 172-177.

- Ducrey, M., Toth J., 1992. Effect of Cleaning and Thinning on Height Growth and Girth Increment in Holm Oak Coppices (*Quercus ilex* L.). *Vegetatio* 99/100, 365-376.
- Durkaya A., Durakaya B., Çetin M., 2009. Conversion Possibilities of Oak (*Quercus* sp. L.) Coppices Into High Forests In Bartın, Turkey. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt: 11, 15: 51-59.
- Eler, Ü., 1988. Antalya Bölgesi Doğal Kızılçam Meşcerelerinde (*Pinus brutia* Ten.) Aralama ve Hazırlama Kesimlerinin Artım ve Büyüme Yönünden Etkileri. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları* Ankara. Teknik Bülten Serisi, No: 203.
- Eriñç, S. 1965. Yağış Müessiriyeti Üzerine Bir Deneme ve Bir İndis. İ.Ü. Coğrafya Enstitüsü Yayınları No:35.
- FAO, 1963. Tree Planting Practices for Arid Zones, Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome.
- Ferreira MI, Pacheco CA., Valancogne C, Michaelsen J, Ame'glio T, Daudet FA (1997) Evapotranspiration, water stress indicators and soil water balance in a *Prunus persica* orchard, in central Portugal. *Acta Hort.* 449:379-385.
- Ffolliott, P.F., Gottfried, G.J., Cohen, Y. ve Schiller, G. 2003. Transpiration by Dryland Oaks: Studies in the Southwestern United States and Northern Israel. *Journal of Arid Environments*, 55(4): 595-605.
- Genç, M., Özkan, K., Özçelik, R., Güner, Ş.T., Gülsoy S. ve Deligöz, A., 2012. Anadolu karaçamı [*Pinus nigra* ssp. *nigra* Arn. var. *caramanica* (Loudon) Rehder] meşcerelerinde uygulanan ilk aralamaların ekofizyolojik etkileri. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 13: 5-13.
- Gibbs, W.J., 1975. Drought its Definition Delineation and Effects. *Drought Special Environmental Report*, Genova. No: 5-WMO-403.
- Gibbs, W.J., 1987. A Drought Watch System. Genova. WMO/TD-No: 193, WCP. No: 134.
- HU, H. Ve Li, Y., 2006. Water-use strategy of three central Asian desert shrubs and their responses to rain pulse events. *Plant and Soil*, 285:5-17.
- Jones, H.G. 1990. Physiological Aspects of the Control of Water Status in Horticultural Crops. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 25: 19-26.
- Kezik, U. 2011. Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki Bozuk Meşe Baltalıklarında Seyreltmenin Fotosentetik Özellikler ile Biyokütle Etkileri. *KSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Müh. Anabilim Dalı*. KSÜ, p. 72.
- Kocaçınar, F., Abacı, A.A., Kezik, U. 2010. Kurak ve Çorak Alanların Rehabilitasyonunda Kullanılabilecek C3 ve C4 Bitkilerde Ekofizyolojik Parametreler. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi 20-22 Mayıs, Artvin. Cilt: III. Sayfa: 1144-1156.
- Lansberg, H.E., 1975. Drought A Recurrent Element of Climate. *Special Environmental Report*, No: 5-WMO-403, Geneva, s. 41-90.
- Lowell, K. E., Garrett H. E., Mitchell R. J., 1989. Potential Long-Term Growth Gains from Early Clup Thinning of Coppice-Regenerated Oak Stands. *New Forests*, 3: 11-19.
- Makineci, E. 2005. Sapsız Meşe (*Quercus petraea* Matl. Lieb.) Baltalık Ormanında Aralamaların Çap Artımı ve Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* Seri: A(2): 1-10.
- Marsall, J. ve Girona, J. 1997. Relationship between Leaf Water Potential and Gas Exchange Activity at Different Phenological Stages and Fruit Loads in Peach Trees. *J.Amer. Soc. Hort.Sci.* 122 (3):415-421.
- Meyer WS, Green GC (1980) Water use by wheat and plant indicators of available soil water. *Agron J.* 72: 253-257
- Moreno, G., Cubera, E., 2008. Impact of stand density on water status and leaf gas exchange in *Quercus ilex*. *Forest Ecology and Management* 254: 74-84.
- Munoz, F., Rubilar, R., Espinosa, M., Cancino, J., Toro, J., Herrera, M., 2008. The effect of runing and thinning on above ground aerial biomass of *Eucalyptus nitens* (Deane & Maiden) Maiden. *Forest Ecology and Management* 255: 365-373.
- Ni, G.-R. and S.G. Pallardy. 1992. Stomatal and non-stomatal limitations to net photosynthesis in seedlings of woody angiosperms. *Plant Physiol.* 99: 1502-1508.
- Poudyal, K., Jha, P.K., Zobel, D.B. ve Thapa, C.B., 2004. Patterns of leaf conductance and water potential of five Himalayan tree species. *Tree Physiology*, 24:689-699.
- Radwan, Usama. A.A., 2007. Plant Water Relations, Stomatal Behavior, Photosynthetic Pigments and Anatomical Characteristics of *Solenostemma argel* (Del.) Hayne under Hyper-arid Environmental Conditions. *American-Eurasian Journal of Scientific Research* 2 (2): 80-92.
- Scholander, P.F., Hammel, H.T., 1965. Sap Pressure in Vascular Plants. *Plant Science*, 148: 339-346.

- Shipek, D. C., Ffolliott, P. F., Gottfried, G. J., DeBano, L. F., 2004. Transpiration and Multiple Use Management of Thinned Emory Oak Coppice. Research paper RMRS-RP-48, USDA Forestry Service.
- Sellin, A., 1999. Does pre-dawn water potential reflect conditions of equilibrium in plant and soil water status? *Acta Oecologica* 20(1):51-59.
- Taiz, Lincoln ve Zeiger, Eduardo., 2008. Bitki Fizyolojisi, üçüncü baskıdan çeviri (Prof. Dr. İsmail TÜRKAN), Palme yayıncılık, Ankara. Sayfa 33-65.
- Teskey, R.O., J.A. Fites, L.J. Samuelson and B.C. Bongarten. 1986. Stomatal and non-stomatal limitations to net photosynthesis in *Pinus taeda* L. under different environmental conditions. *Tree Physiol.* 2: 131-142.
- Thomas, H.E., 1962. The Meteorological Phenomenon of Drought in The Southwest U.S. Washington. Geol. Survey Paper, 372-A.
- Tschaplinski, T.J., Gebre, G.M. ve Shirshac, T.L., 1997. Osmotic Potential of Several Hardwood Species as Affected by Manipulation of Throughfall Precipitation in an Upland Oak Forest During a Dry Year. *Tree physiology*, 18: 291-298.
- Tolunay, D., 2003. Aladağ'da (BOLU) Sıklık Çağındaki Sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.) Meşcerelerinde Bakımların Madde Dolaşımına Etkileri. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 53, 1: 47-73.*
- Türkeş, M., 1990. Türkiye'de Kurak Bölgeler ve Önemli Kurak Yıllar, *İ.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, İstanbul, Doktora Tezi.*
- Uluocak, N. 1974. Kuraklık ve Kurak Bölgelerin Özellikleri. *İ.Ü Orman Fak. Dergisi, İstanbul. Cilt 24, seri B, sayı: 23.*
- Ürgenç, S., 1998. Ağaçlandırma Tekniği, Yenilenmiş ve Genişletilmiş İkinci Baskı *İ.Ü. Orman Fak. Yayınları, İ.Ü. Rektörlüğü Yayın No:3994, Orman Fakültesi, İstanbul Yayın no: 441, ISBN. 975-404- 446-5.*
- Valancogne C, Dayau S, Ame'glio T, Archer P, Daudet FA, Ferreira Gama MI, Cohen M., 1997 Relations between relative transpiration and predawn leaf water potential in different fruit tree species. *Acta Hort.* 449:423-429.
- Walker, R.F., Fecko, R.M., Frederick, R.M., Johnson, D.W., Miller W.W., Todd, D.E. ve Murphy, J.D., 2006. Influences of Thinning and Prescribed Fire on Water Relations of Jeffrey Pine, I. Xylem and Soil Water Potentials. *Journal of Sustainable Forestry, Vol. 23(4) 2006.*
- Williams, L.E. ve Araujo, F.J., 2002. Correlations among Predawn Leaf, Midday Leaf, and Midday Stem Water Potential and their Correlations with other Measures of Soil and Plant Water Status in *Vitis vinifera*. *J. AMER. SOC. HORT. SCI.* 127(3):448-454.
- WMO, 1997. Extreme Agrometeorological Events. CagM-X Working Group, Geneva.