

SERİ		CİLT		SAYI		
SERIES		VOLUME		NUMBER		
SERIE	<b>A</b>	BAND	<b>50</b>	HEFT	<b>2</b>	<b>2000</b>
SÉRIE		TOME		FASCICULE		

*1951-2000*  
*50.yıl*

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
**ORMAN FAKÜLTESİ**  
D E R G İ S İ

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,  
UNIVERSITY OF ISTANBUL

ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT  
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL

REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE  
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



**FARKLI BİYOİKLİM KUŞAKLARINI TEMSİL EDEN  
KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.) ORJİNLERİNİN  
KURAK DÖNEMDEKİ SU POTANSİYELLERİNİN  
BASINÇ –HACİM (P-V) EĞRİSİ YÖNTEMİ İLE ANALİZİ**

**Doç. Dr. Hüseyin DİRİK<sup>1)</sup>**

**Kısa Özet**

Kızılçam'ın doğal yayılış alanının farklı biyoiklim kuşaklarını temsil eden 7 orijinine ait sürgün örneklerinin, kurak dönemdeki su potansiyelleri, basınç – hacim (P-V) eğrisi yöntemi ile analiz edilmiştir. 3.tekrarlı olarak gerçekleştirilen P-V eğrisi analizleri ile her bir orijin için bazı önemli fizyolojik parametreler belirlenmiş ve bu parametrelerden incelenen orijinlerin solma noktasındaki ozmotik potansiyel değerleri ( $\Psi_{\pi 0}$ ) ile doğal ortamlarının iklim özellikleri arasında anlamlı ilişkiler olduğu gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, biyoiklim bakımından, Kızılçam'ın kuvvetli yaz kuraklığı hüküm süren doğal yayılış alanlarından gelen Düzlerçamı, Anamur ve Urla orijinlerinin, en düşük  $\Psi_{\pi 0}$  değerleri ile kuraklık etkilerine karşı oransal olarak en dirençli orijinler olduğu belirlenmiştir.

**1.GİRİŞ**

Doğu Akdeniz orman ekosistemlerinin tipik türlerinden biri olan Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.), doğal yayılışının büyük bir bölümünü (% 85) Türkiye'de yapar. Türkiye dışında Yunanistan, Suriye, Lübnan, Irak ve Kıbrıs'ta ormanları ve meşcereleri bulunur. Kızılçam'ın doğal yayılışı Akdeniz iklimine sıkı bir bağlılık gösterir. Biyoiklim bakımından termomediterran, mezomediterran ve supramediterran kuşaklarındaki kurak, yarı kurak, yarı nemli ve nemli iklime sahip bölgelerde yayılış gösterir (QUEZEL 1979). Ekolojik amplitüdünün genişliğine bağlı olarak büyük bir ıslah potansiyeline sahip olması, bu türü doğal yayılış alanı içinde olduğu kadar, doğal yayılış alanı dışında yapılacak ağaçlandırmalar bakımından da önemli hale getirmektedir (NAHAL 1984). Yetiştirme ortamı istekleri yönünden kanaatkâr bir tür olması ve polisiklik büyüme ritmi ile hızlı büyüme özelliği göstermesi, bu türü ilginç kılan diğer özellikleridir. Belirtilen nedenlere de bağlı olarak Türkiye'de yapılan ağaçlandırma çalışmalarında en fazla kullanılan türlerden biridir. Ayrıca ağaçlandırma çalışmalarına paralel olarak söz konusu tür üzerinde başta orijin denemeleri ve döl denemeleri olmak üzere çeşitli ıslah çalışmaları kapsamlı bir şekilde yürütülmektedir.

Kızılçam, Türkiye dışında başta İtalya, Fransa ve İsrail olmak üzere çeşitli ülkelerde, gerek türler gerekse orijinler düzeyinde yürütülen çeşitli araştırma ve denemelere konu edilmiştir

<sup>1)</sup> İ.Ü. Orman Fakültesi Silvikültür Anabilim Dalı

(PALMBERG 1975; BELLAFONTAINE 1980; WEINSTEIN 1989; BARITEAU 1992; FUSARIO / RIGHI 1993). Türkiye dışındaki bu çalışmalar, çoğunlukla çok yakın özellikler gösteren Halep çamı ile karşılaştırmalı olarak yürütülmüş ve gerek bazı böcek zararlarına karşı daha dirençli olması, gerekse gövdesinin düzgünlüğü yönleriyle Halep çamına alternatif olma potansiyeli ortaya konmaya çalışılmıştır. Kızılcım türünün, denemelere konu edilen diğer bir yönü de, kuraklığa karşı reaksiyonlarının belirlenmesidir (ABIDO 1983; GRUNWALD / SCHILLER, 1988; BARITEAU 1992; DİRİK 1994). Ayrıca, Türkiye’de son zamanlarda diğer bazı türlerle birlikte Kızılcım türü de, doğal yayılış alanı dışındaki yarı kurak alanlara uyum yeteneğini ortaya koymak amacıyla orijin denemelerine dahil edilmektedir (CENGİZ VE ARK. 1999). Bu çalışmalar, söz konusu türün kuraklığa karşı tutumunun ayrıntılı bir şekilde belirlenmesi gereksinimini ortaya koymaktadır.

Orman ağaçlarının kuraklığa karşı dayanıklılığı ya da reaksiyonlarını ortaya koymak amacıyla gaz değişim analizleri, transpirasyon analizleri, stoma analizleri, hücre çeperi elastikiyeti, su stresi direnç testleri ve kök fizyolojisi kapsamında deneysel çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Bu amaçla başvurulan yöntemlerin bir diğeri de, kurak dönemdeki öz suyu potansiyelinin ölçümü ve buna dayalı basınç – hacim (P-V) eğrisi analizi yöntemidir (RITCHIE / SHULA 1984; LO GULLO / SALLEO / ROSSO 1986; GUYON 1987; DUCREY 1988). Bu araştırmaya, Türkiye’nin asli bir orman ağacı türü olan Kızılcım’ın, farklı biyoiklim özelliklerine sahip doğal yayılış alanlarını temsil eden orijinleri temel alınarak, basınç – hacim (P-V) eğrisi analizi yöntemi ile kuraklığa karşı reaksiyonları bakımından tür içi varyasyonunun belirlenmesine katkıda bulunmak amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma, 7 farklı Kızılcım orijinine ait 2–0 yaşlı fidanlardan elde edilen sürgün örnekleri üzerinde yürütülmüştür. Denemelere alınan orijinlerin seçilmesinde, Emberger Biyoiklim Sınıflandırma yöntemi esas alınmıştır. AKMAN / DAGET (1971) tarafından bu yöntemle Türkiye için geliştirilmiş olan biyoiklim sınıflandırmasından yararlanılarak, her bir orijinin, bu türün doğal yayılış alanının farklı biyoiklim özelliklerine sahip kuşaklarını temsil etmeleri gözetilmiştir. Sürgün örneklerinin elde edildiği orijinlere ait bilgiler Tablo I de topluca açıklanmış ve seçilen orijinlerin Emberger klimagramına (QUEZEL 1986) göre konumları Şekil 1 üzerinde gösterilmiştir.

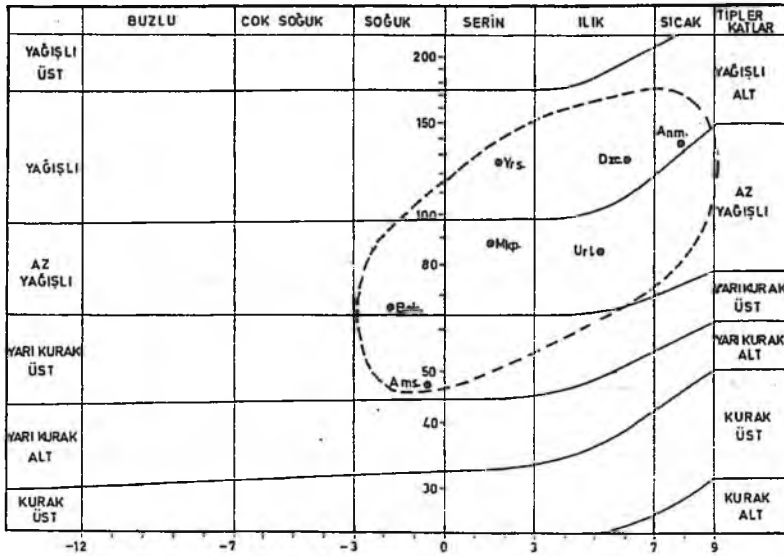
P-V eğrisi analizleri, yıl içindeki en kurak dönemde (15 Temmuz – 5 Ağustos 2000) gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla belirtilen orijinlere ait fidanlardan alınan sürgün örneklerinin, önce alındıkları andaki taze ağırlık değerleri belirlenmiş ve sonra tam doygun hale getirmek amacıyla saf su içine konularak 24 saat süre ile bekletilmiştir. Süre sonunda saf su içinden çıkarılarak filtre kağıdı ile iyice kurulanmış ve doygun ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra sürgün örnekleri basınç odasına yerleştirilerek, kademeli basınç uygulamalarına geçilmiştir. Ölçümler, Scholander Basınç Odası cihazı kullanılarak yapılmış ve elde edilen veriler basınç - hacim eğrisi yöntemi esaslarına göre değerlendirilmiştir (RITCHIE / SHULA 1984) (Şekil 2). Basınç uygulamaları -5 bardan başlayarak 5 er barlık artış kademeleri ile gerçekleştirilmiştir. Sürgün örnekleri her basınç kademesinde 10 dakika süre ile tutulmuş ve her basınç uygulaması sonrasında sürgün örnekleri üzerindeki basınç sıfırlanarak, içsel su gerilimlerinin düzenlenmesi amacıyla ikişer dakika bekletilmiştir. Uygulamada, GROSS / KOCH (1991) tarafından önerilen, basınç – hacim eğrisinin doğru çizilebilmesi için eğrinin doğruya dönüştüğü noktadan itibaren en az 5 adet basınç kademesine ait ölçüm değerinin bulunması ilkesi esas alınmıştır. Kademeli basınç uygulamalarının tamamlanmasından sonra, sürgün örnekleri basınç odasından çıkarılarak ölçüm sonu ağırlıkları be-

**Tablo 1 : İncelenen Orjinlerin Doğal Yetiştirme Ortamlarına Ait Bazı Mevki Özellikleri ve Emberger Biyoiklim Sınıflandırmasına Göre İklim Karakteristikleri (AKMAN 1992)**

Table 1 : Some locational properties of seven Calabrian pine provenances and their climatic characteristics according to the Emberger Bioclimatic Classification (AKMAN 1992)

No	Mevki özellikleri Locations properties					İklim verileri Climatic parameters						Biyoiklim kuşakları Bioclimatic zone
	Orjini Origine	Enlem Latitude N	Boylam Longitude E	Baki Exp.	Yük. Alt. (m)	P (mm)	M (C°)	m (C°)	Q	PE (mm)	S	
1	Amasya Destek	405343	362119	W	412	430.8	30.4	-0.6	48.2	54.9	1.8	Yarı kurak-soğuk Semi dry-cold
2	Burdur Bucak	372445	303720	E	800	712	33.6	-0.7	74.7	61.4	1.9	Az yağışlı-soğuk Low rain-cold
3	Bursa MKPaşa	395845	284054	NE	250	702	29.6	1.5	86.3	58.6	2.0	Azyağışlı-serin Low rain-cool
4	İzmir Urla	381426	263602	E	150	695	32.7	5.5	87.5	16.2	0.8	Az yağışlı-ılık Low rain-warm
5	Muğla Yaras	370630	283245	N	750	1209	32.8	1.6	133.5	38.4	1.1	Yağışlı-serin High rain-cool
6	Antalya Dçamı	365945	303310	Düz	275	1089	33.5	6.1	135.7	12.2	0.3	Yağışlı-ılık High rain-warm
7	Mersin Anamur	361110	324526	N	500	1000.4	33.2	8.1	135.7	5.4	0.1	Yağışlı-sıcak High rain-hot

P(mm): Yıllık ortalama yağış, M(C°): En sıcak ayın maksimum sıcaklık ortalaması, m(C°): En soğuk ayın minimum sıcaklık ortalaması, Q: Yağış-sıcaklık katsayısı, PE(mm):Yaz ayları (6., 7. ve 8. aylar) yağış ortalaması, S: Yaz kuraklığı indisi.



**Şekil 1 :Emberger Klimagramına göre Kızılçamın doğal yayılışı ve incelenen orjinlerin konumları: (Ams: Amasya-Destek, Bck: Burdur-Bucak, Mkp: Bursa-Mustafakemalpaşa, Urla: İzmir-Urla, Yrs: Muğla-Yaras, Dç: Antalya-Düzlerçamı, Anm: Mersin-Anamur)**

Figure 1 : Natural distribution of Calabrian pine and locations of studied provenances according to the Emberger's Climagramme (Ams: Amasya-Destek, Bck: Burdur-Bucak, Mkp: Bursa-Mustafakemalpaşa, Urla: İzmir-Urla, Yrs: Muğla-Yaras, Dç: Antalya-Düzlerçamı, Anm: Mersin-Anamur)

lirilmiş, daha sonra da +104 C sıcaklıkta 24 saat süre ile kurutma fırınında kurutulmuş kuru ağırlık değerleri (DW) belirlenmiştir. Taze, doymuş, ölçüm sonu ve kuru ağırlık değerleri, 0.0001 gr duyarlılıklı terazi ile tartılmıştır. Denemeler ve denemelerle ilgili tüm ölçümler her orijin için 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler, basınç-hacim eğrisi (P-V) analizi yöntemi ile değerlendirilerek orijinlere ve tekrarlara göre aşağıda belirtilen parametreler belirlenmiştir (şekil 2):

solma noktasındaki ozmotik potansiyel ( $\Psi\pi_0$ ),

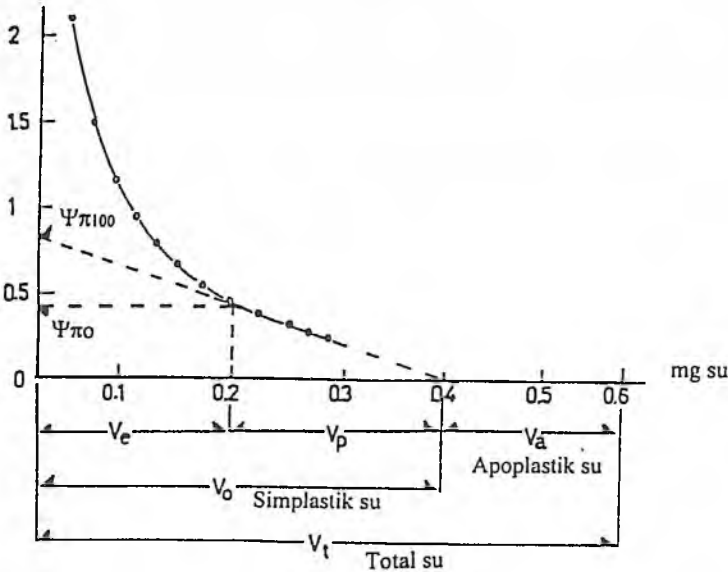
doymuş haldeki ozmotik potansiyel ( $\Psi\pi_{100}$ ),

birim kuru ağırlığa düşen simplastik su oranı ( $V_0 / DW$ ),

solma noktasındaki serbest su içeriği ( $FWC_{zt} = [(V_0 - V_e) / V_0] * 100$ ),

solma noktasındaki oransal su içeriği ( $RWC_{zt} = [(V_t - V_e) / V_t] * 100$ ).

1/P (su potansiyeli invers değerleri)



Şekil 1 :Basınç - hacim (P-V) eğrisi ve bu analiz yöntemine göre belirlenen parametrelerin şematik olarak gösterilişi

Figure 1 :Pressure - volume (P-V) curve and schematic representation of water potential parameters according to this analysis

### 3. BULGULAR

Basınç-hacim (P-V) eğrisi analizleri sonunda, Kızılcım türünün doğal yayılış alanının farklı biyoiklim katmanlarını temsil eden orijinlerinin, belirtilen parametrelere ait ortalama değerleri tablo II de topluca açıklanmıştır.

**Tablo 2 : Farklı Biyoiklim Kuşaklarını Temsil Eden Kızılçam Orijinlerinde Basınç – Hacim (P–V) Eğrisi Analizi Yöntemi İle Belirlenen Parametrelere Ait Ortalama Değerler**

Table 2 : Average water potential values determined by analysis of pressure – volume (P-V) curve for seven Calabrian pine provenances from different bioclimatic zones

Orijinler Provenances	Su potansiyeli parametreleri Water potential parameters				
	$\Psi\pi_0$	$\Psi\pi_{100}$	Vo/DW	FWCzt	RWCzt
Amasya	-32.55 ± 0.80	-17.46 ± 0.52	0.889 ± 0.14	54.97 ± 5.40	84.80 ± 0.83
Bucak	-30.37 ± 1.84	-15.14 ± 3.64	0.671 ± 0.18	47.18 ± 7.98	84.04 ± 2.56
Mustafakemalpaşa	-32.28 ± 1.04	-16.82 ± 1.28	0.625 ± 0.02	50.68 ± 3.78	84.53 ± 0.60
Urla	-34.63 ± 1.64	-18.02 ± 1.48	0.936 ± 0.32	57.80 ± 5.92	83.14 ± 5.16
Yaras	-31.91 ± 0.71	-17.85 ± 1.55	0.667 ± 0.28	55.80 ± 6.69	89.63 ± 4.68
Düzlerçamı	-35.96 ± 1.32	-19.00 ± 0.37	0.700 ± 0.24	54.34 ± 2.72	87.12 ± 2.49
Anamur	-35.01 ± 0.56	-17.43 ± 2.23	0.984 ± 0.21	50.67 ± 11.94	79.61 ± 7.90

Solma noktasındaki ozmotik potansiyel değerleri ( $\Psi\pi_0$ ), orijinlere göre -30.37 bar ile -35.96 bar arasında değişmektedir. Bu sonuçlara göre, en düşük  $\Psi\pi_0$  değerlerine sahip orijinleri Düzlerçamı (-35.96 bar), Anamur (-35.01 bar) ve Urla (-34.63 bar), en yüksek değere sahip orijini de Bucak (-30.37 bar) oluşturmaktadır. Amasya (-32.55 bar), Mustafakemalpaşa (-32.28 bar) ve Yaras (-31.91 bar) orijinleri ise orta ve ara değerlere sahiptir.

Doygun haldeki ozmotik potansiyel değerleri ( $\Psi\pi_{100}$ ), solma noktasındaki ozmotik potansiyel değerlerinden yaklaşık 15 bar daha yüksek değerlerle orijinlere göre -15.14 bar ile -19.00 bar arasında değişim göstermektedir. Bu değerler solma noktasındaki ozmotik potansiyel değerlerinin orijinlere göre gösterdiği değişime paralel değişim sergilemekte ve  $\Psi\pi_0$  değerleri oransal olarak daha düşük olan orijinlerde  $\Psi\pi_{100}$  değerleri de daha düşük düzeylerde kalmaktadır.

Birim kuru ağırlığa düşen simplastik su oranı (Vo / DW), 0.625 ile 0.984 arasında değerler almaktadır. Bu verilere göre, genel olarak solma noktasındaki ozmotik potansiyel değerleri ( $\Psi\pi_0$ ) düşük olan orijinlerin birim kuru ağırlığa düşen simplastik su oranlarının diğer orijinlere nazaran daha yüksek olduğu gözlenmektedir.

İncelenen orijinlere göre solma noktasındaki serbest su içeriği (FWCzt), 47.18 ile 57.80 arasında, oransal su içeriği de (RWCzt) 79.61 ile 89.63 arasında değişmektedir.

#### 4. TARTIŞMA

Araştırmadan elde edilen bulgular, solma noktasındaki ozmotik potansiyelin ( $\Psi\pi_0$ ) incelenen orijinlere göre -30.37 bar ile -35.96 bar arasında değiştiğini ortaya koymaktadır.  $\Psi\pi_0$ , su kaybı sürecindeki bir hücrede çeper ile hücre zarının birbirinden ayrılarak plazmolizin gerçekleştiği su potansiyeli düzeyidir (DUCREY 1988; LOPUSHINSKY 1990). Bir başka anlatımla, hücrenin su kayıpları bakımından geri dönüşü olmayan düzeyini göstermekte, ölüm ya da kurumanın başladığı sınırı oluşturmaktadır. Orman ağacı türleri üzerinde yapılan çeşitli araştırmalar (KANDIKO / TIMMIS / WORRAL 1980; RITCHIE / SHULA 1984; DİRİK 1993),  $\Psi\pi_0$  değerinin yıl içinde mevsimsel bir değişim seyri izlediğini ve yılın özellikle en soğuk (kış ortası) ve de kurak (yaz ortası) dönemlerinde en düşük düzeylerine indiğini ortaya koymuştur. Gerek soğuk, gerekse kurak dönemlerde  $\Psi\pi_0$  değerinin yıl içindeki en düşük düzeylerine inmesi, bitkinin don ve kuraklık zararlarına karşı direnç kazanmak için gerçekleştirdiği bir ozmotik düzenlemenin sonucudur. DOI / MORIKAWA / HINCKLEY (1986),  $\Psi\pi_0$  değerindeki düşüşün, belirtilen açıklama ile de

bağlantılı olarak, ozmotik aktif maddelerin hücre içinde kümeleşmesinden kaynaklandığını ileri sürmüştür. Bu açıklamalara göre, gerek soğuk, gerekse kurak dönemlerde  $\Psi\pi_0$  değeri ne kadar düşük olursa, ele alınan türün veya türe ait orijinlerin dona ve kuraklık etkilerine direncinin o ölçüde yüksek olması söz konusudur.

Doygun haldeki ozmotik potansiyel ( $\Psi\pi_{100}$ ), bir hücrenin tam turgor haline ulaştığı durumda, hücre içindeki muhtevanın çepere yaptığı basınçtır. Yapılan çeşitli araştırmalara göre (KANDIKO / TIMMIS / WORRAL 1980; RITCHIE / SHULA 1984; DOI / MORIKAWA / HINCKLEY 1986; DİRİK 1993), genel olarak  $\Psi\pi_{100}$  değeri, gerek türlere gerekse mevsimlere göre gösterdiği değişimde 10 - 20 barlık yüksek değerlerle esas olarak  $\Psi\pi_0$  değerine bağlı ve uyumlu bir seyir izlemektedir. Bu araştırmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca, doymun haldeki ozmotik potansiyelin ( $\Psi\pi_{100}$ ), hücre çeperi elastikiyeti ile birlikte kuraklığa direnç konusunda iyi bir gösterge olduğu ve bu değerinin düşük olması oranında kuraklık etkilerine karşı direncin arttığı da ifade edilmektedir (RITCHIE / SHULA 1984).

Birim kuru ağırlığa düşen simplastik su oranı ( $V_0 / DW$ ), değişkenlik göstermekle birlikte, genel olarak  $\Psi\pi_0$  değeri düşük belirlenen orijinlerde daha yüksek bulunmuştur. Bu değer yıllık döngü içinde  $\Psi\pi_0$  ve  $\Psi\pi_{100}$  değerlerinde olduğu gibi mevsimsel bir değişim sergilemekte ve büyüme döneminde, uyku dönemine oranla hücre hacminin daha büyük, hücre kuru ağırlığının da daha küçük olmasına bağlı olarak artmaktadır (DOI / MORIKAWA / HINCKLEY 1986). Bu nedenle, genel olarak yaz dönemindeki sürgünler kış dönemindeki sürgünlere göre % 20 oranında daha fazla su içermektedir (GROSS / KOCH 1991).  $\Psi\pi_0$  değeri düşük olan orijinler su kaybı sürecinde plazmoliz ya da sürekli solma noktasına daha geç ulaştıkları için bu orijinlerin daha fazla simplastik suya sahip olmakla daha yüksek  $V_0 / DW$  değerlerine sahip olabilecekleri düşünülebilir. Ancak araştırma bulguları, bu oransal değerlerin su potansiyeli ile ilgili diğer parametrelerle ya da kurak dönemdeki diğer fizyolojik değişimlerle anlamlı bir ilişkisi olduğunu ileri sürmek için yeterli değildir.

Araştırma kapsamında P- V eğrisi analizleri ile incelenen orijinlere ait solma noktasındaki serbest su içeriği (FWCzt) ve oransal su içeriği (RWCzt) değerleri de belirlenmiştir. Yapılan bazı araştırmalar (DOI / MORIKAWA / HINCKLEY 1986; SEMERCİ 1994), her iki değerinde yıl içinde mevsimsel bir değişim trendi göstermediğini ortaya koymuştur. Bu nedenle FWCzt ve RWCzt değerleri yıllık döngü içinde soğuk - sıcak veya kurak - nemli mevsimlere göre anlamlı bir değişim seyri göstermediğinden, kuraklığa reaksiyon konusunda tür içi varyasyonun ortaya konmasında da belirleyici bir role sahip olmadığını belirtmek mümkündür.

Araştırma kapsamında, belirlenen parametreler topluca dikkate alındığında, incelenen orijinlerin kuraklığa dayanıklılıklarını en iyi yansıtan parametrenin solma noktasındaki ozmotik potansiyel ( $\Psi\pi_0$ ) değeri olduğu ileri sürülebilir. Nitekim GUYON (1987), *Quercus pubescens*, *Cedrus atlantica* ve *Pinus nigra ssp nigricans* taksonlarının kuraklığa dayanıklılık düzeylerini karşılaştırmak üzere yaptığı araştırmada, P-V eğrisi analizi yöntemiyle kurak dönemde belirlenen  $\Psi\pi_0$  değerlerini esas almış ve  $\Psi\pi_0$  değeri en düşük bulunan *Quercus pubescens*'i kuraklık etkilerine en dayanıklı takson olarak belirlemiştir. Kuraklığa dayanıklılığı belirlemek üzere yapılan diğer bazı araştırmalarda da benzer şekilde ele alınan türlerin kurak dönemdeki su potansiyeli düzeyleri karşılaştırılmıştır (BRAESCO 1980; AUSSENAC/ VALETTE 1982; HINCKLEY / DUHME / HINCKLEY / RICHTER 1983; MUNOZ 1983; GRUNWALD / SCHILLER 1988; RHIZOPOULOU / MITRAKOS 1990). Araştırma bulguları bu açıdan irdelendiğinde, incelenen Kızılcıam orijinleri arasında Düzlerçamı (-35.96 bar), Anamur (-35.01 bar) ve Urla (-34.63 bar) nın kuraklık etkilerine karşı oransal olarak en dirençli orijinler olduğu belirtilebilir.

Farklı biyoiklim kuşaklarını temsil eden 7 Kızılçam orijini içinde  $\Psi\pi\sigma$  değerinin düşük olması bakımından ilk 3 sırada yer alan sözkonusu orijinlerden Düzlerçamı, yağışlı - ılık, Anamur, yağışlı - sıcak, Urla da az yağışlı - ılık biyoiklim kuşaklarında yer almaktadır (Tablo I).  $\Psi\pi\sigma$  değeri en yüksek olarak bulunan Bucak orijini de, az yağışlı - soğuk kuşağı temsil etmektedir. Bu sonuç, araştırma kapsamında Kızılçam'ın yağışlı iklim özelliklerine sahip doğal yayılış alanlarını temsil eden orijinlerinin, kuraklık etkilerine karşı daha dirençli oldukları hükmünü akla getirebilir. Ancak kuraklığa dayanıklılık konusunda doğru yargıya varmak için yıllık ortalama iklim verilerine dayanan genel iklim özellikleri yerine, Akdeniz ikliminin tipik karakteristiği olan yaz kuraklığını esas almak daha doğru olacaktır. Bu açıdan, incelenen orijinlerin Emberger Biyoiklim Sınıflandırmasına göre belirlenen yaz kuraklığı indisleri (S) dikkate alındığında (Tablo I),  $\Psi\pi\sigma$  değeri düşük olan orijinlerin yaz kuraklığı indisleri de 0.3 (Düzlerçamı), 0.1 (Anamur) ve 0.8 (Urla) gibi değerlerle en düşük düzeydedir. Aynı şekilde,  $\Psi\pi\sigma$  değeri en yüksek bulunan Bucak orijininin S değeri de (1.9) yüksektir. Emberger Biyoiklim Sınıflandırma yönteminde yaz kuraklığı indisi (S), 6., 7. ve 8. ayları kapsayan ortalama yaz yağışı miktarının (PE) en sıcak ayın maksimum sıcaklık ortalamasına (M) bölünmesi ile bulunmakta ( $S = PE / M$ ) ve dolayısıyla S değerinin küçük olması yaz kuraklığı etkisinin daha fazla olduğunu göstermektedir (AKMAN 1992). Bu ilişkiye dayanarak, Kızılçam orijinlerinde kurak dönemde belirlenen solma noktasındaki ozmotik potansiyel ( $\Psi\pi\sigma$ ) değerleri ile bu orijinlerin doğal ortamlarının yaz kuraklığı indisleri (S) arasında anlamlı ilişkiler olduğu belirtilebilir. Bir tür içi varyasyonu ortaya koyan bu ilişki, kuvvetli yaz kuraklığı hüküm süren yetişme ortamlarında yaz kuraklığına karşı dayanıklılığı kontrol eden gen frekanslarının, doğal seleksiyonlar etkisiyle kuşaktan kuşağa artarak, doğal yayılış alanı içinde genetik olarak yaz kuraklığı etkilerine karşı daha dirençli popülasyonların oluşmuş olmasına bağlanabilir.

Akdeniz iklimi koşullarında, yıl içinde kuraklığın hüküm sürdüğü esas dönemin yaz ayları olduğu dikkate alındığında, ele alınan türlerin veya türlere ait orijinlerin, kuraklık etkilerine karşı reaksiyonlarını belirlemek için bu dönemdeki fizyolojik durumlarını temel almak gerekir. Dolayısıyla, denemelere alınan orijinlerin  $\Psi\pi\sigma$  değerleri ile doğal ortamlarının yaz kuraklığı indisleri arasındaki anlamlı ilişkilere dayanarak, Kızılçam'da en kuvvetli yaz kuraklığı hüküm süren doğal yayılış alanlarını temsil eden orijinlerin, fizyolojik olarak kuraklık etkilerine karşı en dirençli orijinler olduğu ileri sürülebilir. Ancak, hemen belirtmek gerekir ki, Akdeniz iklimine özgü bu türün, doğal yayılış alanı dışındaki soğuk - kurak iklim koşullarına uyum yeteneğini belirlemede, yaz kuraklığına dayanıklılık düzeyinden önce dona dayanıklılık performansının dikkate alınması gerekir.



# ANALYSIS OF PRESSURE – VOLUME (P-V) CURVES WITHIN DRY SEASON IN SHOOTS OF CALABRIAN PINE (*Pinus brutia* Ten) PROVENANCES FROM DIFFERENT BIOCLIMATIC ZONES

Doç. Dr. Hüseyin DİRİK

## Abstract

Shoots of seven Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) provenances from different bioclimatic zones of Turkey were studied to determine water potentials within dry season using analysis of P-V curve. As a results of the analysis of P-V curve, the  $\Psi_{\pi 0}$  values of these provenances are in accordance with the climatic parameters in their natural environment. According to the results the provenances Düzlerçamı, Anamur and Urla having higher summer drought in their natural area have the lowest  $\Psi_{\pi 0}$  and it was determined that they were the most drought resistant provenances.

## 1. INTRODUCTION

*Pinus brutia*, also called Calabrian pine, is found in Eastern Mediterranean region and the primary occurrence is in Turkey (85 %). The natural distribution of *Pinus brutia* in Turkey is well adapted to the mediterranean type climate and it is found in the arid, semi-arid, sub-humid and humid climatic types in the thermomediterranean, mesomediterranean and supramediterranean zone (QUEZEL 1978).

Calabrian pine, a fast growing tree species, has a large natural range. Since it has very large ecological amplitude it has high potential to be planted in different kind of areas in addition to natural distribution (NAHAL 1984). Thus, there are several experiments mainly in Italy, Israel and France about this species (PALMBERG 1975; WEINSTEIN 1989; BARITEAU 1992; FUSARIO / RIGHI 1993). In those experiments, drought resistant ability and height performance had high priority because of its drought resistance. Therefore, it is highly important to determine the reaction of Calabrian pine to drought.

The objective of this study was to determine intraspecific variation with respect to drought resistance by comparisons of osmotic potentials of shoots within dry season from various populations.

## 2. MATERIAL AND METHOD

Shoots from seven provenances of Calabrian pine were used in these tests. Climatic condition prevailing in every seven stands were taken into consideration when selecting locations of seven natural stands in Turkey (table 1). So, Emberger Bioclimatic Clasification Method developed for Turkey by AKMAN / DAGET (1971) was used (figure 1).

Each test was done in three replicated analysis of water potential between 25 July - 5 August 2000. Shoots of seedlings belonging to seven provenances were excised at the base of the

stem. The stem was recut under water, enclosed in a plastic bag while still in the container of water, and stored for 24 hours. The following morning, a twiglet was used to generate a pressure – volume (P-V) curve by using the method of RITCHIE / SHULA (1984), and some parameters were determined as below (figure 2):

osmotic potential at zero turgor point ( $\Psi\pi_0$ ),

osmotic potential at full turgor point ( $\Psi\pi_{100}$ ),

symplastic water per unit dry weight ( $V_0 / DW$ ),

free water content at zero turgor point ( $FWC_{zt} = [(V_0 - V_e) / V_0] * 100$ ),

relative water content at zero turgor point ( $RWC_{zt} = [(V_t - V_e) / V_t] * 100$ ).

### 3. RESULTS AND DISCUSSIONS

Average water potential values for shoots of Calabrian pine provenances were given in table II. As it could be seen from the data osmotic potential values for all provenances at zero turgor point ( $\Psi\pi_0$ ) showing permanent wilting point are between -30.37 bars and -35.96 bars.  $\Psi\pi_0$  is by nature dynamic and a measurement of osmotic potential represents only  $\Psi\pi_0$  present at the time the measurement was taken. That is, tree seedlings exhibit diurnal and seasonal variation in water potential related to environmental conditions.  $\Psi\pi_0$  is the lowest during dry and cold periods (KANDIKO / TIMMIS / WORRAL 1980; RITCHIE / SHULA 1984; DOI / MORIKAWA / HINCKLEY 1986; DİRİK 1993). Thus, resistance to drought and frost damage is increased under low  $\Psi\pi_0$ . It has been shown that  $\Psi\pi_0$  is the lowest for Düzlerçami (-35.96 bars), Anamur (-35.01 bars) and Urla (-34.63 bars) and highest for Bucak (-30.37 bars).

As seen in table II,  $\Psi\pi_{100}$  differed among provenances and ranged from -15.14 bars for Bucak to -19.00 bars for Düzlerçami. The results are in accordance with the several researches that  $\Psi\pi_{100}$  depends on  $\Psi\pi_0$  and species, and exhibit seasonal variation (KANDIKO / TIMMIS / WORRAL 1980; RITCHIE / SHULA 1984; DOI / MORIKAWA / HINCKLEY 1986; DİRİK 1993).

$V_0 / DW$  ranges from 0.625 to 0.984,  $FWC_{zt}$  from 47.18 to 57.80, and  $RWC_{zt}$  from 79.61 to 89.63. In a previous study, it was reported that seasonal variation in these tree parameters are not related to  $\Psi\pi_0$  and  $\Psi\pi_{100}$  (DOI / MORIKAWA / HINCKLEY 1986; SEMERCİ 1994). Similar results are found in this test as well that,  $FWC_{zt}$  and  $RWC_{zt}$  don't show the resistance to drought damage.

$\Psi\pi_0$  as observation consistent with other studies is a better indicator than other parameters for drought resistance (RITCHIE / SHULA 1984; GUYON 1987; DUCREY 1988). On average for all provenances there are a positive relationship between  $\Psi\pi_0$  and summer drought of natural stand. Both  $\Psi\pi_0$  and summer drought index (S) are lower in Düzlerçami, Anamur and Urla than those of others while provenance. Bucak had the highest  $\Psi\pi_0$  and summer drought index (S) (table II). These results can be explained by intraspecific variation coming from natural selection. According to these results, provenances having higher summer drought in their natural environments show physiologically higher level of resistance to drought.

## KAYNAKLAR

- ABIDO, M. S., 1983: Drought tolerance comparaison of Aleppo pine and brutia pine seedlings. Thesis summary. *Forestry abstracts*, Vol. 44, No 11, 705.
- AKMAN, Y., 1992: İklim ve Biyoiklim. Palme Yayınları, Mühendislik Serisi., No 103, Ankara, 319 s.
- AKMAN, Y., DAGET, Ph., 1971: Quelques aspects synoptiques des climats de la Turquie. T 5, 3, 270-300.
- AUSSENAC, G., VALETTE, J.C., 1982: Comportement hydrique estival de *Cedrus atlantica* Manetti., *Quercus ilex* L. et *Q. pubescens* Willd. et de divers pins dans le Mont Ventoux. *Annales des Sciences Forestières*, Vol. 39, 41-62.
- BARITEAU, M., 1992: Variabilité géographique et adaptation aux contraintes du milieu méditerranéen des pins de la section halepensis: résultats (provisoires) d'un essai en plantation comparatives en France. *Annales des Sciences Forestières*, Vol. 49, 261-276.
- BELLAFONTAINE, 1980: Synthèse des premières essais marocains de provenances de *Pinus brutia* Ten. *Annales des Recherches Forestières en Maroc.*, Vol. 20, 155-181.
- BRAESCO, A., 1980: Potentiels de sève et réaction à la sécheresse des Cèdres, Pins et Chênes en Provence calcaire. INRA, Station de Sylviculture méditerranéenne. 29 s.
- CENGİZ, Y., IŞIK, F., KESKİN, S., GENÇ, A., DOĞAN, B., TOSUN, S., ÖZPAY, Z., AKSOY, C., ÖRTEL, E., GÜRGEN, D., DAĞDAŞ, S., UĞURLU, S., 1999: Kızılçam (*Pinus brutia* Ten) orijin denemeleri: Beş yıllık sonuçlar. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, *Teknik Bülten* No: 11, 45 s.
- DİRİK, H., 1993: Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) da bazı önemli fidan karakteristikleri ile dikim başarısı arasındaki ilişkiler. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Vol. 43, Sayı 2, 51-75.
- DİRİK, H., 1994: Üç yerli çam türünün (*Pinus brutia* Ten., *Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe, *Pinus pinea* L.) kurak peryottaki transpirasyon tutumlarının ekofizyolojik analizi. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Vol. 44, Sayı 1, 111-121.
- DOI, K., MORIKAWA, Y., HINCKLEY, T. M., 1986: Seasonal trend of several of water relations parameters in *Criptomeria japonica* seedlings. *Canadian Journal of Forestry Research*, Vol. 16, No 1, 74-77.
- DUCREY, M., 1988: Réaction à la sécheresse de quelques espèces forestières méditerranéennes. *Revue Forestière Française*, Vol. XL, No 5, 359 – 370.
- FUSARIO, E., RIGHI, F., 1993: Results from a *Pinus brutia* provenance test seventeen years after planting. Uluslararası Kızılçam Sempozyumu (18-23 Ekim 1993-Antalya) Bildirileri. s. 280-294.
- GROSS, K., KOCH, W., 1991: Water relations of *Picea abies*. I. Comparaison of water relations parameters of spruce shoots examined at the end of the vegetation period and winter. *Physiologia Planatarum*. No 83, 290-295.
- GRUNWALD, C., SCHILLER, G., 1988: Needle xylem water potential and water saturation deficit in provenances of *Pinus halepensis* Mill. and *P.brutia* Ten. *Forêt Méditerranéenne*, Vol. X, No 2, 407-414.

- GUYON, J.P., 1987: Analyse des courbes pression – volume de rameaux de trois espèces forestières. *Acta Oecologia, Oecologia Applicata*, Vol. 8, No 4, 363-370.
- HINCKLEY, T. M., DUHME, F., HINCKLEY, A. R., RICHTER, H., 1983 : Drought relations of shrub species : assesment of the mechanisms of drought resistance. *Oecologia*. Vol. 59, 344-350.
- KANDIKO, R. A., TIMMIS, R., WORRAL, J., 1980: Pressure-volume curves of shoots and roots of normal and drought conditioned western hemlock seedlings. *Canadian Journal of Forestry Research*, Vol. 10, 10-16.
- LO GULLO, M. A., SALLEO, S., ROSSO, R., 1986: Drought avoidance strategy in *Ceratonia siliqua* L. mesomorphic-leaved tree in the xeric mediterranean area. *Annals of Botany.*, Vol. 58, 745-756.
- LOPUSHINSKY, W., 1990 : Seedling moisture status. Target Seedling Symposium. Proceedings, Combined Meeting of the Western Forest Nursery Associations. (R. Rose, S.J. Campbell, T. D. Landis eds.) USDA Forest Service, General Technical Report RM 200, 123-138.
- MUNOZ, S., 1983: Ecophysiologie d'espèces de la zone à Chêne pubescent sur la face Sud du Mont-Ventoux. INRA, Station de Syviculture méditerranéenne. Memoire BTS, Document No 19-84, 31 s.
- NAHAL, I., 1986: Taxonomi et aire géographique des pins du groupe halepensis. Options Méditerranéennes.,C.I.H.E.A.M., 1986-1, 1-9.
- PALMBERG, C., 1975: Geographic variation and early growth in sout-eastern semi-arid Australia of *Pinus halepensis* Mill. and *P.brutia* Ten. species complex. *Silvae Genetica*, Vol. 24, No 5-6, 150-160.
- QUEZEL, P.,1979: La région méditerranéenne française et ses essences forestières, signification écologique dans le contexte circum-méditerranéen. *Forêt Méditerranéenne*, Vol. 1, No 1, 7-18.
- QUEZEL, P., 1986: Les pins du groupe "Halepensis". Ecologie, Végétation, Ecophysiologie. Options Méditerranéennes.,C.I.H.E.A.M., 1986-1, 11-23.
- RHIZOPOULOU, S., MITRAKOS, K., 1990: Water relations of evergreen sclerophylls. I. Seasonal changes in the water relations of eleven species from the same environment. *Annals of Botany.*, Vol. 65, 171-178.
- RITCHIE, G. A., SHULA, R. G., 1984 : Seasonal changes tissue water relations in shoots and roots systems of Douglas-fir seedlings. *Forest Science*, Vol. 30, No 2, 538 – 547.
- SEMERCİ, A., 1994: Doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Link) fidanlarında su potansiyeli bileşenlerinde oluşan dönemsel değişimler. K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi., 82 s.
- WEINSTEIN, A., 1989: Provenance evaluation of *Pinus halepensis* Mill., *Pinus brutia* Ten. and *Pinus eldarica* Medw. in Israel. *Forest Ecology and Management*, Vol. 26, 215-225.