

SERİ
SERIES
SERIE
SÉRIE

A

CİLT
VOLUME
BAND
TOME

44

SAYI
NUMBER
HEFT
FASCICULE

1

1994

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



ÜÇ YERLİ ÇAM TÜRÜNÜN
(*Pinus brutia* Ten., *Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe,
Pinus pinea L.)
KURAK PERYOTTAKİ TRANSPİRASYON TUTUMLARININ
EKOFİZYOLOJİK ANALİZİ

Y. Doç. Dr. Hüseyin DİRİK¹⁾

Kısa Özet

Üç yerli çam türünün (*Pinus brutia* Ten., *Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe, *Pinus pinea* L.) kuraklığa karşı reaksiyonlarını belirlemek amacıyla kurak yaz periyodundaki transpirasyon tutumları analiz edilmiştir.

Araştırma bulgularına göre Kızılçam ve Anadolu karaçamının -8.0 M.Pa, Fıstıkçamının da -1.4 M.Pa su potansiyeli düzeylerinde su kayıplarına karşı stomatik düzenlemeyi başlattıkları, stomaların tamamen kapatılmasının ise Kızılçamda -2.2 M.Pa, Anadolu karaçamında -2.5 M.Pa, Fıstıkçamında -3.0 M.Pa düzeylerinde gerçekleştiği belirlenmiştir.

Bu sonuçlar, ekofizyolojik bakımdan Kızılçamın kuraklık etkilerine karşı yüksek bir dayanıklılık potansiyeline sahip olduğu, bu türü Anadolu karaçamının izlediği, Fıstıkçamının ise sınırlı kuraklık etkilerine uyum gösterebilen bir tür olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

1. GİRİŞ

Türkiye, yayılış gösteren orman ağacı türlerinin zenginliği ve hüküm süren iklim tiplerinin çeşitliliği ile ormancılık bakımından geniş varyasyonlara sahiptir. Bununla birlikte orman yetiştirme mntıklarının büyük bir bölümü yağış yetersizliğine ve düzensizliğine bağlı olarak kuraklık etkisi altındadır. Nitekim Erinç indiserine göre ülke genelinin yaklaşık 3/4'ü yılın 5-8 ayını kurak ve yarı kurak iklim koşulları altında geçirmektedir (TÜRKEŞ 1990). Bu dönem ağaçların aktif oldukları vejetasyon periyodunu da kapsayan nisan-ekim ayları arasında yaşanmaktadır. Dolayısıyla su kıtlığı ya da kuraklık etkisi genel olarak Türkiye ormancılığında ve özellikle silvikültüründe belirleyici bir rol oynamaktadır.

1) İ. Ü. Orman Fakültesi, Sivikültür Anabilim Dalı

Kuraklık etkisi altındaki yöre ve bölgelerde yayılış gösteren türler üzerinde bakım, gençleştirme ve ağaçlandırma gibi silvikültürel konularda alınacak kararlarda ve uygulamalarda, bu türlerin kuraklığa karşı tutumlarının iyi bilinmesi büyük önem taşır. Türlerin kuraklığa karşı reaksiyonları kolay açıklanabilir olmayıp, karmaşıktır (DUCREY 1988). Kara bitkileri bir taraftan köklerinin aşmak zorunda oldukları toprağın osmotik potansiyeli, diğer taraftan da direnmek zorunda oldukları atmosferik emme basıncının etkileri ile belirli bir su gerilimi altında yaşamaktadırlar. Dolayısıyla ağaç türlerinin genelde su statüleri, içinde yaşadıkları ekolojik koşullar ile türlere özgü fizyolojik karakteristikler tarafından belirlenmektedir. Bu nedenle türlerin kuraklığa karşı reaksiyonları ekofizyolojik araştırmalara konu edilmektedir.

Bu kapsamda yapılan araştırmaların, türlerin transpirasyon ve gaz değişimlerinin (transpirasyon, fotosentez) analizi ile su potansiyeli değerlerinin belirlenmesi bazında gerçekleştirilmesi, sonuçları bakımından açıklayıcı görülmektedir. Kuraklığa dayanıklılık mekanizmasının ortaya konması amacıyla yapılan bazı araştırmalarda, kesilmiş sürgün örnekleri ya da tam bir bitki örneğinin kontrollü koşullara yerleştirilerek transpirasyon tutumlarının belirlenmesi esas alınmıştır (OPPENHEIMER et ENGELBERG, 1965; LOPUSHINSKY 1969; BECKER 1970, 1974, 1977; MUNOZ 1983). Bazı araştırmalar da, türlerin kurak koşullardaki su potansiyeli değerlerinin saptanması temelinde dayandırılmıştır (AUSSENAC et GRANIER 1978; AUSSENAC 1980; BRAESCO 1980; AUSSENAC et VALETTE 1982; HINCKLEY et al., 1983; MUNOZ 1983; GUYON 1987; GRUNWALD et SCHILLER 1988). Diğer bazı araştırmalarda ise bu amaç için su potansiyeli değerlerinin saptanması yanında gaz değişimi (transpirasyon, fotosentez) özelliklerinin belirlenmesi esas alınmıştır (FINKELSTEIN 1981; AUSSENAC et FINKELSTEIN 1983; GRIEU 1986; GRIEU et al. 1988).

Ülkemizde doğal olarak bulunan orman ağacı türlerinin önemli bir bölümü Akdeniz iklim tiplerinin hüküm sürdüğü yaz kuraklığı etkisi altındaki ortamlarda yayılış göstermektedir. Bu araştırma ile Türkiye silvikültürü açısından önem taşıyan 3 yerli Akdeniz çam türü ele alınmış ve bu türlerin kurak yaz periyodundaki transpirasyon tutumlarının su potansiyeli düzeyleri ile denetlenerek kuraklığa karşı reaksiyonlarının belirlenmesine katkıda bulunmak hedeflenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmaya konu olarak Kızıldağ (*Pinus brutia* Ten.), Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe) ve Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) türleri seçilmiş ve söz konusu türlere ait örnekler İstanbul-Atatürk Arboretumu'nda dikili olan bireylerinden elde edilmiştir. Kayıtlara göre her üç tür de, fidanlık aşamasında Antalya Orman Fidanlığı'nda yetiştirilmiş ve fidanları halinde Atatürk Arboretumu'na getirilmiştir. Aynı ortam koşullarında üretilen ve yetiştirilen bu türlerin orijinlerine ait bilgiler Tablo 1'de verilmiştir.

Açıklanan türler üzerinde yürütülecek araştırmanın çalışma zamanının belirlenmesinde, yıl içindeki en kurak dönem esas alınarak, ağustos ayı seçilmiştir. 8 Ağustos 1994 sabahında Atatürk Arboretumu'na gidilerek türlere ait 3'er bireyden son vejetasyon dönemine ait sürgünleri taşıyan dal örnekleri alınmıştır. Örnekler vakit geçirilmeden laboratuvara getirilip saf su ile yıkandıktan sonra tam doymuş hale getirilmek amacıyla saf su içinde +4°C'de 24 saat süre ile bekletilmiştir. Er-

Tablo 1 : İncelenen türlerin orijinlerine ait bilgiler

Tableau 1 : Origine des espèces étudiées à l'Arboretum d'Atatürk-Istanbul

Türü (Espèces)	Yaşı (Ans)	Orijini (Origine)	
		Mevkii (Localité)	Yükselti (Altitude)
<i>Pinus brutia</i> Ten.	9	Düzlerçamı-Antalya	275 m
<i>Pinus nigra</i> Arn. ssp. <i>pallasiana</i> Lamb.	9	Söğüt-Antalya	1500 m
<i>Pinus pinea</i> L.	9	Bergama-İzmir	460 m

tesisi günün sabahı sürgün örnekleri saf su içinden çıkarılıp yüzeysel olarak kurulandıktan sonra su potansiyeli ölçümleri ile doymuş halde olup olmadıkları denetlenmiştir. Ölçüm sonuçlarında her üç türe ait sürgün örneklerinin de -0.1 M.Pa'nın üstünde bir değerle tam doymuş halde oldukları belirlenerek denemeye geçilmiştir.

Deneme, kontrollü ortam koşullarına (+26±1°C ortam sıcaklığı, % 60-65 bağıl nem, 4000-4250 lüks ışık şiddeti) yerleştirilen sürgün örneklerinin zaman içindeki dilimlerde transpirasyona bağlı su kayıplarının ve de su potansiyeli değerlerindeki değişimlerinin belirlenmesiyle gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla önce her üç türe ait 3'er sürgün örneğinin tam doymuş haldeki ağırlıkları tartılmış ve örnekler açıklanan ortam koşullarına bırakılmıştır. 15 dakika sonra sürgün örneklerinin yeni ağırlıkları tartılmış ve her türden birer sürgün örneği üzerinde su potansiyeli ölçümleri yapılmıştır. Aynı işlemlerin uygulanmasına 15'er dakikalık aralıklarla devam edilmiş, ancak ilerleyen sürelerde transpirasyon hızının yavaşlaması ile ölçü aralığı önce 30 dakika, sonra da 60 dakikaya çıkarılmıştır. Deneme, su kayıplarının iyice azaldığı 420 dakikalık süreye kadar devam ettirilmiş ve ağırlık tartılarında Mettler-80 terazisi, su potansiyeli ölçümlerinde de Scholander basınç odası aygıtı kullanılmıştır. İşlemlerin bitirilmesini takiben sürgün örnekleri kurutma fırınında 104°C'de 24 saat süre ile kurutulmuş ve tam kuru ağırlık değerleri saptanmıştır.

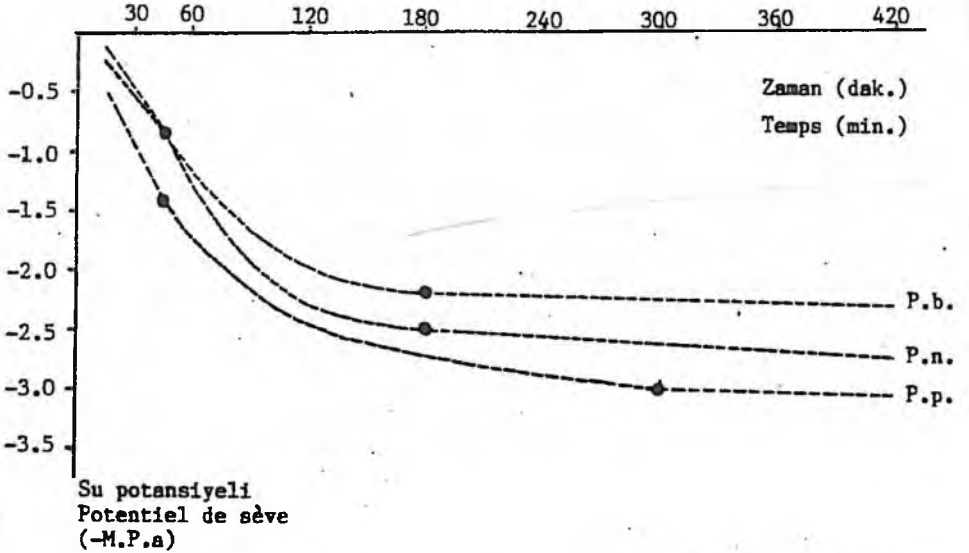
Elde edilen verilerle önce su kayıplarına karşı stomaların kapanmaya başladığı ve tamamen kapandığı noktalar belirlenmiştir. Stomaların kapanmaya başladığı ve tamamen kapandığı noktaların belirlenmesinde, zaman ile oransal doymuşluk (rölatif su içeriği) logaritmik değerleri arasındaki ilişkinin grafik çiziminden yararlanılmıştır. İki değişken arasındaki grafik ilişki tipik olarak önce doğrusal bir seyir, sonra doğrusal olmayan bir seyir, peşinden de tekrar doğrusal bir seyir göstermektedir. Doğrusal seyir diliminin doğrusal olmayan seyir dilimine dönüştüğü an, stomaların kapanmaya başladığı, doğrusal olmayan seyir diliminin tekrar doğrusal seyir dilimine dönüştüğü an da stomaların tamamen kapandığı durumu göstermektedir (LOPUSHINSKY 1969; AUSSE-NAC 1980).

Stomaların kapanmaya başladığı ve tamamen kapandıkları anların belirlenmesinden sonra sürgün örneklerinin bu anlardaki oransal doymuşluk (rölatif su içeriği) ve birikimli transpirasyon değerleri ile kutiküler transpirasyon değerleri gibi fizyolojik nitelikleri saptanmıştır.

3. BULGULAR

Tam doygun haldeki sürgün örneklerinin zamana bağlı transpirasyon hızları incelendiğinde, her üç türde de transpirasyonla oluşan su kayıplarının başlangıçta çok hızlı seyrettiği, bir noktadan sonra azalmaya başladığı ve nihayet bir noktaya gelindiğinde bu kayıpların oldukça az bir düzeye düştüğü belirlenmiştir. Transpirasyon hızının azalmaya başladığı ilk nokta, söz konusu türlerin su kayıplarına karşı korunmak amacıyla stomalarını kapatmaya başladıkları zamanı, transpirasyonun iyice azaldığı nokta da stomaların tamamen kapandıkları zamanı göstermektedir. Bu noktadan sonra minimum düzeyde devam eden su kayıpları ise sadece kutikula ile gerçekleşen transpirasyonu yansıtmaktadır.

Bu gelişim türler üzerinde su potansiyeli değerleri bakımından denendiğinde, su kayıplarını azaltmaya yönelik stomatik düzenlemenin Kızılcım ve Anadolu karaçamında -0.8 M.Pa, Fıstıkçamında ise -1.4 M.Pa düzeyinde gerçekleştiği görülmektedir (Tablo 2, Şekil 1).



Şekil 1 : Kızılcım (P.b.) Anadolu Karaçamı (P.n.) ve Fıstıkçamı (P.p.)'nda zamana göre su potansiyeli değerlerinin değişimi.
Figure 1 : Évolution du potentiel de sève en fonction du temps chez le pin brutia (P.b.), le pin de Pallas (P.n.) et le pin pignon (P.p.).

Devam eden su kayıplarına karşı stomaların tamamen kapandığı düzeyler ise, Kızılcım da -2.2 M.Pa, Anadolu karaçamında -2.5 M.Pa, Fıstıkçamında -3.0 M.Pa'dır. ayrıca stomaların tümüyle kapatılması Kızılcım ve Anadolu Karaçamında denemenin 180. dakikasında gerçekleşirken bu süre Fıstıkçamında 300. dakika olarak belirlenmiştir. Türlerin içsel su durumlarını yansıtan oransal doygunluk değerleri ile su kayıplarını gösteren birikimli transpirasyon değerleri genel olarak Kızılcımın en iyi durumda olduğunu, bu türü Anadolu karaçamı ve Fıstıkçamının izlediğini ortaya koymaktadır. Stomaların tamamen kapandığı andan deneme süresi sonuna kadar ölçülen kutiküler transpirasyon değerleri de yine aynı sıralamayı yansıtmaktadır.

Tablo 2 : Stomaların kapanmaya başladıkları θ tamamen kapandıkları (0) anlarla ilgili öz suyu potansiyeli, geçen süre, oransal doygunluk ve birikimli transpirasyon değerleri ile stomaların kapanmasından sonra ölçülen kutikula transpirasyonu değerleri.

Tableau 2 : Potentiel de sève, temps, turgescence relative et transpiration cumulée au moment du début de la fermeture des stomates θ et de la fin de la fermeture des stomates (0), et transpiration cuticulaire après de la fin de la fermeture des stomates

Türler Espèces		Öz suyu potansiyeli Potentiel de sève (M.Pa)	Zaman Temps (dakika) (minute)	Oransal doygunluk Turgescence relative (%)	Birikimli transpirasyon Transpiration cumulée (gr H ₂ O/100 gr kuru ağırl.)	Kutiküler transpirasyon Transpiration cuticulaire (gr H ₂ O/100 gr kuru ağırl./dk)
<i>Pinus brutia</i> Ten.	θ	- 0.8	45	90.06	20.19	0.030
	0	- 2.2	180	81.87	36.83	
<i>Pinus nigra</i> Arn. ssp. <i>pallasiana</i> Lamb. Holmboe	θ	- 0.8	45	85.92	27.73	0.028
	0	- 2.5	180	67.35	64.30	
<i>Pinus pinea</i> T.	θ	- 1.4	45	90.87	21.02	0.039
	0	- 3.0	300	67.70	74.35	

4. TARTIŞMA

Araştırma sonuçlarına göre transpirasyonla oluşan su kayıplarına karşı en iyi direnci Kızılçam göstermekte, bu türü Anadolu karaçamı ve Fıstıkçamı izlemektedir. Genel olarak türlerin su stresi sürecindeki transpirasyon seyirlerinin ekofizyolojik açıdan yorumlanmasında, stomaların tamamen kapandığı andaki içsel su durumunun (oransal doygunluk, öz suyu potansiyeli) kuraklığa dayanıklılık konusunda iyi bir gösterge olduğu ve bu değerlerin yüksek olması ölçüsünde söz konusu türlerin kuraklığa karşı dayanıklı kabul edildikleri belirtilmektedir (AUSSENAC et GRANIER, 1978; AUSSENAC, 1980). Araştırma kapsamında ele alınan türler bu açıdan değerlendirildiğinde, oransal olarak kuraklığa karşı en iyi dayanıklılık potansiyeline sahip olan türün Kızılçam olduğunu, bu türü sırasıyla Anadolu karaçamı ve Fıstıkçamının izlediğini belirtmek mümkündür.

Kızılçam gerek -0.8 M.Pa düzeyinde su kayıplarına karşı stomatik düzenlemeyi başlatmak ve gerekse -2.2 M.Pa su potansiyeli ve % 81.87 oransal doygunluk gibi düşük olmayan düzeylerde stomalarını kapatmakla diğer iki türden belirgin bir farklılık göstermektedir. TACENUR (1985), aralarında Anadolu karaçamının da bulunduğu çeşitli iğne yapraklı türler üzerinde gerçekleştirdiği araştırmanın sonuçlarında, iğne yapraklardaki potasyum konsantrasyonları bakımından en yüksek değerlerin Kızılçam fidanlarında saptandığını belirtmektedir. Potasyumun bitkide turgoru artırıp transpirasyonu azaltıcı bir işleve sahip olması dikkate alındığında, bu sonuç Kızılçam fidanlarının kuraklığa daha dayanıklı bir tür olduğu yaklaşımını desteklemektedir. Kızılçamın kuraklığa karşı reaksiyonu bazı araştırmalara konu edilmiştir. İtalya ve İsrail'deki plantasyonları üzerinde bu tür ile Halepçamını karşılıklı analiz eden araştırmalarda, Halepçamının Kızılçama göre kuraklığa daha dayanıklı bir tür olduğu sonucuna varılmıştır (ECCHER et al., 1987; GRUNWALD et SCHILLER 1988). Aynı kapsamda yapılan diğer bir araştırmada ise, Halepçamı kuraklığa daha dayanıklı bulunmakla birlikte, Kızılçamın su kayıplarına karşı önemli morfolojik ve anatomik adaptasyon özelliği gösterdiği belirlenmiştir (ABIDO 1983).

Anadolu karaçamı stomatik düzenlemeyi -0.8 M.Pa gibi yüksek bir düzeyde başlatmakla birlikte, stomaların tamamen kapandığı anda Kızılçama göre daha düşük özsuu düzeyleri (-2.5 M.Pa su potansiyeli, % 67.35 oransal doygunluk) göstermektedir. AUSSENAC (1980), karaçamlar üzerinde gerçekleştirdiği araştırmasında, Türkiye orijinli (Çeliker, 1100 m) Anadolu karaçamı alt türünde benzer sonuçlar elde etmiş ve bu alt türü ekolojik açıdan etkili kuraklık düzeylerine dayanıklı şeklinde yorumlamıştır. Bununla birlikte aynı araştırmanın sonuçlarına göre, Korsika karaçamı ile birlikte Kırım orijinli Anadolu karaçamının kuraklığa karşı daha duyarlı olmakla karaçamın diğer alt türlerinden ayrıldığı belirlenmiştir.

Fıstıkçamı oransal doygunluk yüzdesi bakımından (% 67.70) Anadolu karaçamı ile aynı değerlerde bulunmakla birlikte, su potansiyeli değeri (-3.0 M.Pa) bakımından belirgin ölçüde düşük düzeydedir. Bu sonuç Fıstıkçamında doymuş haldeki su içeriğinin Anadolu karaçamı ve Kızılçamdan daha yüksek olmasından kaynaklanmıştır. Fıstıkçamında dikkati çeken diğer bir sonuç da, stomaların tamamen kapanmasına kadar geçen sürenin (300 dk.) diğer iki türden daha uzun olmasıdır. OPPENHEIMER et ENGELBERG (1965), *Pinus radiata*, *Pinus pinea* ve *Pinus halepensis* türleri üzerinde yaptıkları araştırmanın sonuçlarında Fıstıkçamını kuraklığa karşı az duyarlı bir tür olarak nitelemişler ve bu türün stomalarını çok yavaş bir tempoda kapadığını belirlemişlerdir. Bununla birlikte Fıstıkçamının atmosferik kuraklığa karşı çok dayanıklı bir tür olduğu da başka bir araştırma sonuçları ile ortaya konmuştur (GRIEU et al. 1988).

Bu araştırmada genel olarak söz konusu türlerin Akdeniz orijinleri üzerinde çalışılmıştır. Elde edilen bulgularla ekolojik açıdan Kızılçam ve Anadolu karaçamı için kuraklığa karşı dayanıklı türler oldukları, bunlardan özellikle Kızılçamın kuvvetli kuraklık etkilerine karşı yüksek bir dayanıklılık potansiyeli gösterdiği, Fıstıkçamının ise sınırlı kuraklık etkilerine uyumlu bir tür olduğu yorumu yapılabilir.

Şüphesiz birer orijin ile yürütülen bu araştırmanın sonuçları, her üç tür genelinde hüküm vermek açısından yeterli olmayacaktır. Kızılçam ve Anadolu karaçamı gibi ülkemizde geniş yayılmış gösteren türlerde farklı biyoklimatik zonları temsil eden orijinlerle denemelerin iletilmesi, hem türlerin kuraklığa karşı reaksiyonlarını daha kapsamlı belirlemek, hem de kuraklığa karşı reaksiyonları bakımından tür içi variabiliteyi ortaya koymak yönleriyle yararlı sonuçlar verebilecektir.

Orman ağaçlarının kuraklığa karşı reaksiyonlarını belirlemek amacıyla gerçekleştirilen araştırmalara çok çeşitli iğne yapraklı ve geniş yapraklı türler konu edilmiştir. Bu araştırmaların sonuçları, kuraklığa dayanıklılık mekanizmasının çok sayıdaki karmaşık fizyolojik ve ekolojik faktörlerin kontrolünde olması nedeniyle, genelde ele alınan türler açısından oransal değerler olarak açıklanmaktadır. Yapılan araştırmaların ortaya çıkardığı bir başka sonuç da, su kayıplarına karşı önlem olarak başvurulan stomatik düzenlemelerin transpirasyon yanında fotosentez üzerindeki etkileridir. Duglaz göknarı ve Sedir türleri üzerinde yapılan araştırmalar, transpirasyon hızının azalmasını aynı zamanda fotosentez aktivitesinde de yavaşlamaya neden olduğunu ortaya koymuştur (FINKELSTEIN 1981; AUSSENAC et FINKELSTEIN 1983; GRIEU 1986). Nitekim değişik iğne yapraklı türlerle yapılan araştırmalarda genel olarak çam türlerinin kuraklığa karşı daha dayanıklı bulunması, çam türlerinin genelde sürgün büyümelerini kuraklık etkisinin henüz ağırlaştımadığı vejetasyon periyodunun ilk dilimlerinde tamamlamış olmaları ile açıklanmaktadır (BECKER, 1974). Bu sonuçlar araştırma bulgularına daha kapsamlı bir irdeleme olanağı yaratmaktadır. Zira büyüme-uyku ritimleri bakımından ele alınan türlerden Kızılçam polisiklik, Anadolu karaçamı kısa süreçli monosiklik, Fıstıkçamı da uzun süreçli monosiklik karakterde türlerdir. Bu tanımlamalar ve yukarıda açıklanan araştırmaların sonuçlarına göre, Anadolu karaçamının kuraklığa karşı dayanıklı, Fıstıkçamının da az duyarlı bir tür olarak nitelenmesi ekofizyolojik açıdan beklenen bir sonuçtur. Ancak Kızılçamın hem kuraklık etkilerine karşı stomatik düzenlemeyi erken gerçekleştirebilmesi, hem de uzun bir vejetasyon periyodu içinde birden çok sürgün geliştirebilmesi, kuraklığa dayanıklılık açısından dikkate değer tür olduğunu ortaya koymaktadır. Zira esas kuraklığa karşı dayanıklı olan türler hem erken transpirasyon kontrolünü gerçekleştirebilen, hem de fotosentez mekanizmaları bakımından üstün üretim yeteneğine sahip olan türler olarak tanımlanmaktadır (BECKER 1977).

**ANALYSE ECOPHYSIOLOGIQUE
DES COMPORTEMENTS DE TRANSPIRATION DE
TROIS ESPECES FORESTIERS
(*Pinus brutia* Ten., *Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe,
Pinus pinea L.)**

Y. Doç. Dr. Hüseyin DİRİK

S o m m a i r e

Dans cette recherche, on a été étudié les comportements hydriques de trois espèces méditerranéennes de Pins (*Pinus brutia* Ten., *Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe, *Pinus pinea* L.) en phase de dessiccation.

L'évaluation de transpiration (transpiration cumulée, transpiration cuticulaire) et de l'état hydrique (potentiel de sève, turgescence relative) en fonction du temps ont été analysés, et on a déterminé ainsi le début et la fin de la fermeture des stomates pour les trois espèces.

D'après les résultats obtenues, il est possible de noter une bonne adaptation à la sécheresse chez le pin brutia et une moins bonne adaptation chez le pin pignon. Le pin de pallas peut considérer comme une sous espèce intermédiaire entre deux espèces.

1. INTRODUCTION

Environs de 3/4 de surface totale de la Turquie restent sous l'influence des conditions de climats aride et semi-aride en period qui varient entre 5-8 mois de l'anne. C'est pourquoi la sécheress joue un rôle determinant sur les traitements sylvicoles en forestière turque.

Dans cette recherche, on a été étudié les comportements hydriques en phase de dessiccation de trois espèces méditerranéennes des pins (*Pinus brutia* Ten., *Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe, *Pinus pinea* L.) qui s'étend naturellement en Turquie, a fin de contribuer à préciser leurs mécanismes de réactions à la sécheresse.

MATERIAL ET METHODES

Les essais se sont effectués dans l'Arboretum d'Atatürk près d'Istanbul, en utilisant des rameaux excisés des trois espèces. Les origines des espèces étudiées ont été expliquées en tableau 1

(dans le texte turque) Pour les réalisations des essais, on a suivi la méthode appliqué par Aussenac (1980).

Des rameaux qui ont été prélevés sur des arbres des trois espèces ont été totalement immergés dans l'eau pure pendant 24 heures. Ils sont alors atteint leur pleine turgescence. Les rameaux ont été installé dans un local où les conditions étaient les suivantes: température $26^{\circ}\text{C}\pm 1$, humidité relative 65 p. 100 et éclaircment 4000-4250 lux.

Les pertes d'eau par transpiration et les valeurs du potentiel de sève des trois rameaux pour chaque espèce ont été mesurés périodiquement au cours de 420 minutes.

Le début et la fin de fermeture des stomates ont été déterminés à partir de la représentation graphique du logarithme de la turgescence relative en fonction du temps.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats obtenues à la fin des travaux ont été expliquées dans le tableau récapitulatif (tableau 2, dans le texte turque). Selon les résultats, le pin brutia a montré relativement plus mieux résistance aux pertes d'eau par transpiration que l'autres espèces. Cette espèce présente un meilleur état hydrique au moment de la fin de fermeture des stomates (potentiel de sève: 2.2 M. Pa, turgescence relative: 81.87 p. 100) grâce à un freinage stomatique précoce et efficace. D'après les résultats d'une autre recherche, Tacenur (1985) a déterminé que la concentration en potassium dans les aiguilles des jeunes plants de pin brutia est plus élevé que l'autres plants résineux dans les quelles le pin de Pallas s'est trouvé, On sait que le potassium augmente le potentiel de turgescence dans une cellule ainsi les pertes transpiratoires diminuent. Cependant, Abido (1983) a constaté que le pin brutia présente des adaptations anatomiques et morphologiques pour conserver l'état hydrique existant. Pin de Pallas montre un contrôle précoce de la transpiration (début de fermeture des stomates à 0.8 M. Pa); la fin de fermeture n'intervient qu'à -2.5 M. Pa. Ces valeurs obtenues pour le pin Pallas sont très voisines de celles obtenues par Aussenac (1980). Mais la turgescence relative au moment de la fin de fermeture stomates est faible (67.35 p. 100). Le pin pignon au contraire, montre un contrôle très tardif de la transpiration (-1.4 M.Pa) et la transpiration uniquement cuticulaire n'est atteinte que pour un potentiel de sève bas (-3.0 M.Pa).

A l'interprétation écologique de ces résultats, il est possible de noter une bonne adaptation à la sécheresse chez le pin brutia et une moins bonne adaptation chez le pin pignon. Quant à le pin de Pallas, on peut le considérer comme une sous-espèce intermédiaire entre deux espèces. D'autre parte, en ce qui concerne les rythmes de croissance en hauteur, les espèces étudiées peuvent faire connaître les suivantes: une espèce polycyclique pour le pin brutia, une sous-espèce monocyclique courte pour le pin de Pallas et une espèce monocyclique longue pour le pin pignon. A cet égard le pin brutia est une espèce très intéressante en vue de non seulement résistance a la sécheresse mais aussi vitesse de croissance.

KAYNAKLAR

- ABIDO, M.S., 1983. Drought tolerance comparaison of Aleppo pine and brutia pine seedlings. Thesis summary. *Forestry Abstracts*, 44 (11), s. 705.
- AUSSENAC, G., GRANIER, A., 1978. Quelques résultats de cinétique journalière du potentiel de sève chez les arbres forestiers. *Ann. Sci. forest.*, 35 (1), s. 19-32.
- AUSSENAC, G., 1980. Comportement hydrique de rameaux excisés de quelques espèces de sapins et de pins noirs en phase de dessiccation. *Ann. Sci. forest.*, 37 (3), s. 201-215.
- AUSSENAC, G., VALETTE, J.C., 1982. Comportement hydrique estival de *Cedrus atlantica* Manetti, *Quercus ilex* L. et *Quercus pubescens* Willd. et de divers pins dans le Mont Ventoux. *Ann. Sci. forest.*, 39 (1), s. 41-62.
- AUSSENAC, G., FINKELSTEIN, D., 1983. Influence de la sécheresse sur la croissance et la photosynthèse du cèdre. *Ann. Sci. forest.*, 40 (1), s. 67-77.
- BECKER, M., 1970. Transpiration et comportement vis à vis de la sécheresse de jeunes plants forestiers (*Abies alba* Mill., *Picea abies* (L.) Karsten., *Pinus nigra* Arn. ssp. *laricio* Poir., *Pinus strobus* L.). *Ann. Sci. forest.*, 27 (4), s. 401-420.
- BECKER, M., 1974. Etude expérimentale de la transpiration et du développement de jeunes Douglas en fonction de l'alimentation en eau. *Ann. Sci. forest.*, 31 (2), s. 97-109.
- BECKER, M., 1977. Contribution à l'étude de la transpiration et de l'adaptation à la sécheresse des jeunes plants résineux. Exemple de 3 sapins du pourtour méditerranéen (*Abies alba*, *A. nordmanniana*, *A. numidica*). *Ann. Sci. forest.*, 34 (2), s. 137-158.
- BRAESCO, A., 1980. Potentiels de sève et réaction à la sécheresse des Cèdres, Pins et Chênes en Provence calcaire. INRA-Station de Sylviculture méditerranéenne Avignon, 29 s.
- DUCREY, M., 1988. Réactions à la sécheresse de quelques espèces forestières méditerranéennes. *R.F.F.*, XL (5), s. 359-370.
- ECCHER, A., FUSARO, E., PELLERI, F., 1987. Résultats de l'expérimentation italienne sur les principales provenances de pins de la section halepensis dix ans après la plantation. *Forêt méditerranéenne*, IX (1), s. 5-14).
- FINKELSTEIN, D., 1981. Contribution à la caractérisation écophysiological du cèdre. Etude de la croissance et des échanges gazeux. Thèse de doctorat troisième cycle, Nancy, 145 s.
- GRIEU, P., 1986. Ecophysologie du douglas: Contribution à l'étude de l'influence des déficits hydriques sur les échanges gazeux, la croissance et l'accumulation de métabolites organiques. Thèse de doctorat de l'Université d Nancy I, Nancy, 169 s.
- GRIEU, P., AUSSENAC, G., BOUACHRINE, J.J., GUEHL, J.M., 1988. Optimisation des relations entre photosynthèse et transpiration chez quelques conifères méditerranéens soumis à une sécheresse atmosphérique. *Time Scales and Water Stress. Proceedings of 5 th. International Conference On Mediterranean Ecosystems*. di Castri F., Floret Ch., Rambal S., Roy J. (Eds). IUBS, Paris, s. 599-607.
- 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*, X (2), s. 407-414.
- GUYON, J.P., 1987. Analyse des courbes "pression-volume" de rameaux de trois espèces forestières. *Acta Oecologia, Oecologia Applicata*, 8 (4), s. 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 (Berlin)*, 59, s. 344-350.

LOPUSHINSKY, W., 1969. Stomatal closure in conifer seedlings in response to leaf moisture stress. *Bot. Gaz.*, 130 (4), s. 258-263.

MUNOZ, S., 1983. *Ecophysiologie d'espèces forestières de la zone à Chêne pubescent sur la face sud du Mont-Ventoux. INRA-Station de Sylviculture méditerranéenne-Avignon. Mémoire BTS, Document no 19-84, 31 s.*

OPENHEIMER, H.R., ENGELBERG, N., 1965. Mesure du degré d'ouverture des stomates de conifères. Méthodes anciennes et modernes. *Methodology of Plant Eco-physiology. Proceedings of the Montpellier Symposium (F.E. Eckardt eds.)*. s. 317-323.

TACENUR, İ.A., 1985. Bazı fidanlıklarımızdaki çeşitli ibrelili fidanların kaliteleri ile fidanlarda topraktan tükenilen bazı besin maddeleri ve gübreleme. *Orman Müh. Dergisi*, 12, s. 27-35.

TÜRKEŞ, M., 1990. Türkiye'de kurak bölgeler ve önemli kurak yıllar. İ.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü'nde hazırlanmış doktora tezi, 195 s.