
SERİ		CİLT		SAYI		
SERIES	A	VOLUME	53	NUMBER	2	2003
SERIE		BAND		HEFT		
SÉRIE		TOME		FASCICULE		

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



BELGRAD ORMANINDAKİ DOĞU KAYINI (*Fagus orientalis* Lipsky.)'NDA YILLIK HALKA ANALİZLERİ

Y. Doç. Dr. Ünal AKKEMİK ¹⁾
Ar. Gör. Dilek DEMİR ¹⁾

Kısa Özet

Bu araştırma, Belgrad ormanındaki asli ağaç türlerinden biri olan Doğu Kayınının yıllık halka kronolojisinin oluşturulması ve yıllık halka gelişimi ile iklim kayıtlarından aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış arasındaki ilişkilerin saptanması amacıyla yapılmıştır. Toplam 11 ağaçtan alınan 21 artım kalemi üzerinde yapılan ölçme ve incelemeler sonucunda, TRBEFAOR olarak kodlanan bir site kronoloji oluşturulmuştur. Yetiştirme ortamı koşulları ağaç gelişimi için oldukça elverişli olduğundan Kayın ağaçlarının yayılışının alt basamağını oluşturan bu yetiştirme ortamında, iklim değişkenlerinden sıcaklık ve yağışın ağaç gelişimi üzerindeki etkisi % 32' dir. Bu sonuç, Belgrad ormanında ağaç gelişiminin iklim faktörleri tarafından, ekstrem yıllar dışında belirgin şekilde etkilenmediğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: *Fagus orientalis*, dendrokronoloji, dendroklimatoloji, Belgrad Ormanı

1. GİRİŞ

Fagus orientalis Lipsky. (Doğu kayını), çok geniş bir yayılış alanına ve ormancılık uygulamalarında önemli bir yere sahip olması nedeniyle, hasılat (KALIPSIZ 1957; CARUS 1998), silvikültür ve odun anatomisi (ŞANLI 1978) yönleriyle incelenmiş önemli bir orman ağacıdır. Doğu kayını ağaçları saf ormanlar kurmakta veya diğer nem isteği yüksek bitkilerle karışıma girmektedir. Doğal yetiştirme yerlerindeki düşey sınırları deniz seviyesinden 2100 metrelere kadar yayılış gösteren bu türün, oldukça geniş bir düşey yayılış alanı bulunmaktadır. Değişik bakı, yükselti ve iklim kuşaklarında yetişen kayın ağaçları, farklı iç yapı ve yıllık halka gelişimi göstermektedir. Kayın gövdelerindeki trahelerin dizilişleri yükseltiye bağlı olarak değişmekte olup, Ege ve Ege ardı bölgelerinde yetişen kayınların odunlarındaki trahe dizilişleri diğer bölgelerden ayrıcalık göstermektedir (ŞANLI 1978).

Düşey yayılış alanlarının en alt basamağını oluşturan yerlerden birisi olan Belgrad Ormanı, orman yapısı, florası ve iklim özellikleri bakımından oldukça önemlidir. YALTIRIK (1963) tarafından floristik yapısı incelenen Belgrad Ormanı'nda, asıl orman yapısını Meşe oluşturmaktadır.

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

İkinci olarak Doğu Kayını saf ve karışık meşcereler oluşturmaktadır. Karışık Doğu Kayını meşcerelerinde karışıma giren taksonlar *Carpinus betulus* L., *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl., *Q. robur* L., *Q. frainetto* Ten., *Q. hartwissiana* Stev., *Castanea sativa* Miller., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Populus tremula* L., *Tilia argentea* Desf. ex DC., *Acer campestre* L., *Acer trautvetteri* Medw., *Ulmus campestris* Mill., *Frangula alnus* Mill., *Ilex aquifolium* L., *Hedera helix* L., *Daphne pontica* L., *Ruscus hypoglossum* L., *Sambucus nigra* L. gibi yapraklı ağaç ve çalılar orman yapısı içerisinde yer almaktadır.

KANTARCI (1980) Belgrad Ormanı'nın iklim tipinin nemli, orta sıcaklıkta, yazın orta derecede su noksanlığı olan ve deniz etkisine yakın bir iklim tipinin olduğunu belirtmektedir. ERUZ (1980), Baykal ve Kaya (1963)'ya atfen, Belgrad Ormanı arazisinin Paleozoik (I. Zaman) ve Neozoik (III.Zaman) jeolojik devrelerinde oluştuğunu, arazinin jeolojik yapısının paleozoik devrine ait karbonifer formasyonu ile neozoik devrine ait tersiyer ve kuvaterner formasyonunu oluşturduğunu ve bu jeolojik yapı içerisinde, ana materyalin karbonifer yaşlı toztaşından, bunun üzerinde de tersiyer formasyonuna ait neojen balçığı ve ağır balçığının bulunduğunu belirtmektedir.

Bu araştırmanın amacı, yetişme ortamının alt basamağında bulunan Doğu kayınının yıllık halka analizlerini yaparak, bir site kronolojisi oluşturmak ve bu site kronolojisini kullanarak yıllık halka genişliği üzerinde, iklim değişkenlerinden sıcaklık ve yağışın etkilerini ortaya koymaktır. Genellikle Türkiye koşullarında yetişme ortamlarının alt sınırında bulunan ağaçlar üzerinde yaz kuraklığının sınırlayıcı etkisi belirgin şekilde görülmektedir. AKKEMİK (2000), İstanbul koşullarında yetişen Fıstık çamlarının yıllık halka gelişimi üzerinde Ocak ayından Eylül ayına kadarki toplam yağışın önemli bir etkiye sahip olduğu ortaya konmuştur. Fakat, Belgrad Ormanı'nın nemli ve toprak koşullarının oldukça iyi olmasından dolayı İstanbul'un diğer kısımlarına göre önemli bir farklılık göstermektedir. AKKEMİK/ DAĞDEVİREN (2000) tarafından, Belgrad Ormanı koşullarında doğal yetişen Sapsız meşenin yıllık halka gelişimi üzerinde sıcaklık ve yağışın toplam etkisi %32, t-1, t-2 ve t-3 (t halka oluşum yılı) yıllarındaki halka genişliklerinin etkisi ise %41 olarak saptanmıştır; yani, yıllık halka genişliğinde meydana gelen değişimin %32'si sıcaklık ve yağış, %41'i önceki yıllardaki büyümeden kaynaklanmaktadır. Böylece, Belgrad Ormanı'nın diğer önemli türü Doğu kayınında da benzer bir çalışma yapmak ve halka gelişiminin hangi faktörler tarafından etkilendiğini saptamak çalışmanın amacını oluşturmuştur.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma materyalleri, Belgrad Ormanı içerisinde Neşet Suyu civarında bulunan Kayın meşceresinden alınmıştır. Örneklerin alındığı alanın bazı özellikleri Tablo 1'de açıklanmıştır. Artım burgusu kullanılarak 11 ağaçtan toplam 21 artım kalemi alınmış ve bunlar kodlandıktan sonra, zarar görmemesi için kenarları mukavva olan bir kutuya yerleştirilmiştir. Kodlama işlemi GRISSINO-MAYER (1993) tarafından hazırlanan Uluslararası CDI (Crossdating index) kodlarına uygun olarak yapılmış ve her bir kalem FAOR1A, FAOR1B, FAOR2A, FAOR2B şeklinde kodlanmıştır. Örneğin FAOR1A'nın açıklaması şöyledir: FAOR; FAgus ORientalis; 1, ağaç no ve A, da iki kaleminden birini göstermektedir. Site kronolojisi de TRBEFAOR (TR: Türkiye, BE: Belgrad ormanı ve FAOR: *Fagus orientalis*'in kısaltmaları) olarak kodlanmıştır.

Artım kalemlerinin enine kesit yüzeyleri keskin bir falçata ile bir yönlü kesilerek düzeltilmiş ve yıllık halka sınırlarının belirgin şekilde görülmesi sağlanmıştır. ECLUND yıllık halka ölçüm aleti ile her bir artım kalemine ait yıllık halka genişlikleri ölçülmüş ve ölçüm değerleri DPL (Dendrokronoloji

program kütüphanesi)'e *.RW uzantılı dosyalar şeklinde, sonraki analizlerde kullanılmak üzere yüklenmiştir.

Yıllık halkaların ölçümünden sonraki aşama, yıllık halka kronolojilerinin oluşturulmasıdır. Değişik bilim dallarında kullanılmakta olan kronoloji teriminin dendrokronoloji bilim dalındaki anlamı, "en az birkaç değişik ağaçtan elde edilen yıllık halka grafiklerinin ortalaması alınarak, tarih belirleme ve klimatolojik amaçlar için kullanılan zaman serisi" dir (KAENNEL / SCHWEINGRUBER, 1995). Yıllık halka analizlerinin yapılması iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşama standartlaştırılmış site kronolojisinin oluşturulmasıdır. Site kronolojisi, belirli bir yetişme ortamından alınan en az 3-5 ağaç olmak üzere çok sayıdaki ağacın yıllık halkalarından elde edilen kronolojidir (KAENNEL/SCHWEINGRUBER, 1995). CRONOL ve ARSTAN (GRISSINO-MAYER/HOLMES/FRITTS 1996) programları kullanılarak, negatif üssel, doğrusal ve eğrisel regresyon yöntemleri ile bireysel standart grafikler oluşturulmuştur. Daha sonra, ARSTAN programı tekrar kullanılarak Biweight Robust Mean (COOK/SHIYATOV/MAZEPa 1990 a ve b) yöntemi ile standartlaştırılmış site kronolojisi oluşturulmuştur. Çevre koşullarına karşı ağaçların tepkilerinin büyüklüğünü gösteren ve bir yıldan diğerine meydana gelen değişimlerin büyüklüğü ile ifade edilen duyarlılık katsayıları ile kronolojiler arasındaki korelasyon katsayıları (FRITTS 1976; SCHWEINGRUBER 1988) hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar da CRONOL ve DPL programlarında kullanılarak yapılmıştır.

Duyarlılık katsayısının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmaktadır:

$$S_i = (2 \cdot (X_i - X_{i-1})) / (X_i + X_{i-1})$$

- S_i = i yılındaki duyarlılık katsayısı
 X_i = i yılındaki halka genişliği
 X_{i-1} = i-1 yılındaki halka genişliği

Her bir yıl için elde edilen katsayıların ortalamasının alınmasıyla her bir kronoloji için ortalama duyarlılık katsayısı hesaplanmaktadır (FRITTS 1976; SCHWEINGRUBER 1988)

Signal-to-noise oranı, iklim veya başka açıklanabilen değişimlerin, açıklanamayan başka değişimlere bölünmesiyle elde edilen bir oran olup (KAENNEL/SCHWEINGRUBER 1995) aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmaktadır (FRITTS 1976):

$$SNR = (N \cdot |R|) / (1 - |R|)$$

- SNR :Signal-to-noise oranı
 N :Bireysel kronoloji sayısı
 R :Bireysel kronolojiler arasındaki ortalama korelasyon katsayısı

Dendrokronolojik analizlerde değişik yöntemler ve aşamalar için değişik bilgisayar programları yazılmıştır. Bunlar daha sonra DPL (Dendrokronoloji Program Library) adlı bir başlık altında toplanmıştır. Bu araştırmada, bireysel kronolojiler arasında bir tarihlendirme probleminin olup olmadığı denetlemek için COFECHA, korelasyon matrisinin hesaplanması için MAT, standartlaştırılmış kronolojilerin elde edilmesi ve bu aşamada hesaplanan ortalama, standart sapma, duyarlılık katsayısı, signal-to-noise oranı için de CRONOL ve ARSTAN programları kullanılmıştır.

İkinci aşamada, Bahçeköy Meteoroloji İstasyonunun 1948-2000 yıllarına ait sıcaklık ve yağış kayıtları kullanılarak, dendroklimatolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Dendroklimatolojik

analizlerde, basit korelasyon katsayıları, çoklu doğrusal regresyon, aşamalı çoklu regresyon ve tepki fonksiyonu (response function) olmak üzere dört değişik yöntem kullanılmaktadır. Bu çalışmada, bunlar içerisinde en fazla tercih edilen Tepki Fonksiyonu (FRITTS 1976) yöntemi yıllık halka – iklim arasındaki ilişkilerin incelenmesinde kullanılmıştır. Bu yöntemde yıllık halka genişlikleri bağımlı değişken; aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış değerlerinin ana bileşen analizleri sonucunda elde edilen amplitüt matrisinin değerleri bağımsız değişken olarak ele alındıktan sonra, aşamalı çoklu regresyon yapılarak, her bir aya ait tepki fonksiyonu katsayıları elde edilmektedir. Toprak koşullarının uygun olduğu Belgrad Ormanı'nda, yıllık halka gelişimi genellikle duyarlı olduğu için, önceki yılın yaz aylarındaki koşullar bir sonraki yılın kambiyum faaliyetini etkilemektedir. Regresyon işlemlerinde önceki yılın Temmuz ayından halkanın oluştuğu yılın Ağustos ayına kadarki 14 aylık ortalama sıcaklık ve 14 aylık toplam yağış değerleri olmak üzere toplam 28 bağımsız değişken girilmiştir. Böylece matrisin boyutları 28x53 dir. Burada 28, iklim değişkeni sayısı, 53 bu değişkenlerin yıl uzunludur (1948-2000). Tepki fonksiyonu, bu amaçla geliştirilmiş PRECON (FRITTS 1999) bilgisayar programı kullanılarak hesaplanmıştır. Tepki fonksiyonu katsayılarının yorumlanabilmesi ve genel iklim özelliklerinin çıkarılabilmesi için Belgrad Ormanı'nun Thornthwaite yöntemine (ÇPEL 1995) göre su bilançosu hazırlanmıştır.

Tepki fonksiyonu yönteminin uygulanmasından elde edilen R^2 değeri, işleme dahil edilen bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişken üzerindeki etkisinin büyüklüğünü; her bir aya ait katsayılar ise, her bir ayın tek tek halka genişliği üzerindeki etkisinin büyüklüğünü göstermektedir. Bu katsayılar negatif veya pozitif olabilmektedir. Pozitif değerler, bir doğrusal ilişkinin varlığını, negatif değerler de bir ters ilişkinin olduğunu göstermektedir. Bu katsayıların alabileceği maksimum ve minimum değerlerin sıfırdan farklı olduğu aylar, istatistiksel olarak anlamlı aylar olarak değerlendirilmekte olup, sonuçların yorumlanmasında bu aylara dikkat edilmektedir. Tepki fonksiyonu sonuçları, kullanılan PRECON programı tarafından bir grafik halinde verilmektedir. Grafiğin y ekseninde yukarıda anlaşılan aylık katsayılar, x ekseninde de aylar yer almaktadır. Ayrıca program, %95 güven düzeyinde anlamlı katsayıların olduğu ayları işaretlemektedir.

Tablo 1: Araştırma Alanının Bazı Özellikleri

Table 1: Some Characteristics of the Study Area

Özellikler / Characteristics	
Site kodu/Site code	TRBEFAOR
Enlem/Latitude	41° 11' N
Boylam/Longitude	28° 57' E
Denizden yüksekliği/Altitude(m)	110
Bakı/Aspect	Güneybatı / Southwest
Eğim(%) / Slope	30
Kapalılık(%) / Canopy	80
İklim tipi / Climate type	Yarı nemli / Semi-humid
Yıllık yağış (mm) / Annual precipitation	1090
Jeolojik yaş / Geological age	Karbonifer ve Pliosen / Carboniferous and Pliocene
Toprak tipi / Soil type	Balçık-Ağır balçık / Loamy soil-Fine textured soil
Ana ağaç türleri / Main tree species	<i>Fagus orientalis</i> Lisky. <i>Quercus petraea</i> Liebl.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Site kronolojisinin oluşturulması amacıyla kullanılan COFECHA programının sonuçları Tablo 2'de açıklanmıştır. Araştırma amacıyla ölçülen halka sayısı 728 ve site kronolojisinin uzunluğu 80 yıl (1921-2000) dir. Örneklerin ortalama duyarlılık katsayısı 0.201 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, yıllık halkaların çevresel faktörlere karşı duyarlı olmadığını göstermektedir. Bireysel kronolojiler arasındaki ortalama korelasyon katsayısı 0.484 olarak hesaplanmış ve bu değer % 99.9 güven düzeyinde anlamlıdır. DPL programından elde edilen korelasyon katsayıları Tablo 3'te görülmektedir. Korelasyon katsayılarından, bireysel kronolojiler arasındakilerden büyük bir çoğunluğu % 95 ve % 99 güven düzeylerinde anlamlı iken, bireysel kronolojiler ile ortalama kronoloji arasındakiler tümüyle % 99.9 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu sonuçlar, bireysel kronolojiler arasında belirgin bir uyum bulunduğunu, benzer koşullardan benzer şekilde etkilendiğini ve bunlardan bir site kronoloji oluşturmanın mümkün olduğunu göstermektedir.

Tablo 2: COFECHA Programından Elde Edilen Sonuçlar
Table 2: The Results Obtained From COFECHA Program

C	Kullanılan kronoloji sayısı / Number of dated chronologies	11	*C*
O	Site kronolojisi / Site chronology, 1921 2000	80 yrs	*O*
F	Tüm kronolojilerdeki toplam halka / Total rings in all chronologies	728	*F*
E	Kontrol edilen halka sayısı / Total dated rings checked	726	*E*
C	Kronolojiler arasındaki korelasyon / Chronologies intercorrelation	.484	*C*
H	Ortalama duyarlılık / Average mean sensitivity	.201	*H*
A	Kronoloji uzunluklarının ortalaması / Mean length of chronologies	66.2	*A*

Tablo 3:DPL Programından Elde Edilen Bireysel Kronolojiler Arasındaki Korelasyon Katsayıları
Table 3:Correlation Coefficients Between Individual Chronologies Obtained From DPL Program

Ağaçlar/ Trees	FAOR1	FAOR2	FAOR3	FAOR4	FAOR5	FAOR6	FAOR7	FAOR8	FAOR9	FAOR10	FAOR11
FAOR1	1										
FAOR2	.694***	1									
FAOR3	.834***	.612***	1								
FAOR4	.538***	.482***	.379**	1							
FAOR5	.675***	.581***	.587***	.372**	1						
FAOR6	.695***	.604***	.605***	.507***	.517***	1					
FAOR7	.321*	.326*	.438**	.254*	.172 NS	.354**	1				
FAOR8	.745***	.653***	.814***	.391**	.574***	.560***	.264*	1			
FAOR9	.174 NS	.290*	.249*	.222 NS	.298*	.189 NS	.315*	.196	1		
FAOR10	.837***	.708***	.733***	.519***	.725***	.615***	.155 NS	.786***	.281*	1	
FAOR11	.580***	.629***	.487***	.380**	.416**	.584***	.268*	.534***	.406**	.542***	1
Ort./ Mean	.609***	.558***	.574***	.404**	.492***	.523***	.287*	.551***	.262**	.590***	.483***

55 katsayının ortalaması = 0.484***

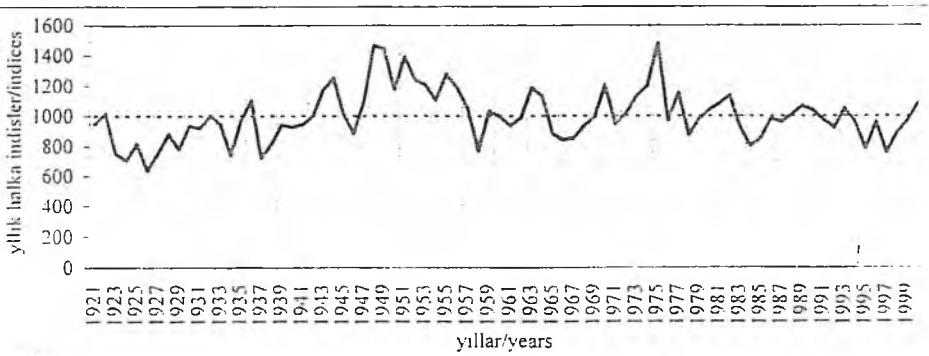
Mean of 55 coefficients = 0.484***

Güven düzeyleri 0.470*** = %99,9; 0.328** = %99; 0.235* = %95, NS: Anlamsız

Confidence levels 0.470*** = %99,9; 0.328** = 99%; 0.235* = %95, NS: Non significant

Bireysel kronolojiler arasındaki ilişkiler anlamlı ve uyumlu (korelasyon katsayıları yüksek) çıktığından, bunların Biweight Robust Mean yöntemi kullanılarak, site kronolojisi oluşturulmuştur. Site kronolojisi oluşturmak amacıyla kullanılan CRONOL programından elde edilen istatistik analiz sonuçları Tablo 4'te verilmiştir. Tabloda, tek tek ağaçların yıllık halka ölçüm değerlerinin kronolojileri ile son sütunda verilen standardizasyon yöntemleriyle elde edilen standart kronolojilere ilişkin, kronoloji uzunlukları, ortalama, standart sapma, duyarlılık katsayıları ve otokorelasyonları görülmektedir. Tablo 4'ün son sütununda verilen standardizasyon modellerinden Linear regresyon ve negatif üssel regresyon, ağaçların büyüme eğrilerine bağlı olarak, program tarafından otomatik olarak seçilmektedir. Büyüme seyri içerisinde önemli bir dönemlik değişim göstermeyen grafiklerde doğrusal regresyon modeli seçilirken, ilk yıllarda hızlı ve sonra giderek yavaşlayan bir büyüme seyri izleyen ağaçlarda negatif üssel model seçilmektedir.

Belgrad Ormanı Cumhuriyet Dönemi öncesinde, I. Dünya Savaşı ve özellikle İstanbul'un işgali sırasında çok büyük tahribatlar görmüştür (KANTARCI 1980). Bu nedenle, yaşlı ağaç bulmak oldukça güçtür ve Tablo 4'te görüldüğü gibi araştırma amacıyla kullanılan ağaçlardan elde edilen bireysel kronolojilerden en uzun olanı 80 yıldır. Bu ağaçların ortalama yıllık halka genişlikleri 3.13 mm dir. Standartlaştırılmış site kronolojisinde birinci otokorelasyon 0.56 olarak hesaplanmıştır. Oldukça yüksek olan bu değer, yıllık halka gelişiminin büyük oranda bir önceki yıl oluşan halkanın genişliği tarafından etkilendiğini göstermektedir. Duyarlılık katsayısının düşük olduğu (0.201) bu ortamda, otokorelasyonun yüksek çıkması doğal bir sonuçtur. Çünkü, çevresel faktörlere karşı tepki oranını veren duyarlılık katsayısı düşük olduğunda, halka gelişimindeki yıllık değişimler az olmaktadır ve t-1 yılı ile halka oluşum yılı (t) arasındaki korelasyon katsayısı oldukça yüksek çıkmaktadır. Yüksek otokorelasyon ve düşük duyarlılık katsayısı, yıllık halka genişliklerinin bir yıldan diğerine çok belirgin şekilde değişmediğini göstermektedir. Buna karşın, iklim faktörlerinin ekstrem olumlu veya olumsuz olduğu yıllarda ise yıllık halka genişliklerinde belirgin değişimler görülmektedir. Aynı yıllarda, yıllık duyarlılık katsayıları da yüksek çıkmaktadır. Bu tür çalışmalarda ağaçların genel olarak duyarlı olup olmadığını belirtmek için, ortalama duyarlılık katsayısı verilmektedir. Belgrad ormanı koşullarında toprak derin ve verimli ve toprağın yaz ortalarına kadar nemli olması (KANTARCI 1980), ağaçların büyüme ve gelişmesini ortalama iklim koşullarının etkilemediğini ve duyarlılık katsayısının düşük olduğunu göstermektedir. Buna karşın ekstrem iklim koşulları büyümeyi etkilemektedir.



Şekil 1: Belgrad Ormanı için oluşturulmuş doğu kayını site kronolojisi (TRBEFAOR)
Figure 1: The eastern beech site chronology (TRBEFAOR) for the Belgrade forest

Yapılan analizlerden sonra elde edilen site kronolojisi Şekil 1'de görülmektedir. Kronoloji üzerindeki düz çizgi, indis değerlerinin ortalamasını göstermektedir. Grafik üzerinde 1921-1951 yılları arasında büyüme artışı, 1952-1968 yılları arasında azalma, 1969-1976 yılları arasında artış ve 1977'den 2000 yılına kadar bir azalma görülmektedir. Son dönemdeki azalmanın nedenleri yüksek sıcaklık ve insan etkileri olabilir düşüncesindeyiz.

Tablo 4: CRONOL Programından Elde Edilen İstatistik Sonuçlar. Son Sütündeki LinReg Doğrusal Regresyon, Neg Exp Negatif Üstel Fonksiyon Kullanıldığını Göstermektedir. Bu modeller, Program Tarafından, Ağacın Büyüme Eğrisine Bağlı Olarak Otomatik Olarak Seçilmektedir.

Table 4: Statistical Results Obtained From CRONOL Program. In Last Column, LinReg is Linear Regression and Neg Exp is Negative Exponential Methods Used For Standardization. These Models Are Selected Automatically by the Program Depending on Growth Curves of the Trees.

Bireysel Kronolojiler Individual Chronologies	Yıl aralığı/ Time interval	Uzunluğu/ Length	Ortalama/ Mean	Duyarlılık/ Sensitivity	Std sapma/ Std. Deviation	Otokorelasyonlar/ Autocorrelations t-1 t-2 t-3	Standar- dizasyon/ Detrending
FAOR1	1924 2000	77	2.744	0.174	.881	.74 .19 .02	
Standardized	1924 2000	77	1.000	0.174	.520	.74 .19 .02	LinReg-
FAOR2	1928 2000	73	2.974	0.180	1.014	.70 .25 .00	
Standardized	1928 2000	73	1.000	0.181	.212	.33 -.04 -.20	Neg-exp
FAOR3	1939 2000	62	3.087	0.274	1.018	.64 .08 .10	
Standardized	1939 2000	62	.998	0.275	.283	.56 .03 .02	LinReg-
FAOR4	1951 2000	50	4.193	0.208	.867	.32 -.07 -.23	
Standardized	1951 2000	50	1.000	0.208	.188	.23 -.19 -.38	Neg-exp
FAOR5	1951 2000	50	3.295	0.194	1.073	.60 .11 .06	
Standardized	1951 2000	50	1.000	0.194	.223	.22 -.26 -.08	Neg-exp
FAOR6	1921 2000	80	2.511	0.182	.767	.57 -.02 .13	
Standardized	1921 2000	80	1.000	0.183	.305	.57 -.02 .13	LinReg-
FAOR7	1946 2000	55	3.901	0.207	.839	.48 .04 .15	
Standardized	1946 2000	55	1.000	0.204	.208	.44 .05 .16	LinReg-
FAOR8	1923 2000	78	2.149	0.215	.798	.81 .16 .18	
Standardized	1923 2000	78	.994	0.215	.237	.55 -.02 .06	LinReg-
FAOR9	1943 2000	58	3.157	0.165	1.128	.71 .05 .02	
Standardized	1943 2000	58	1.000	0.165	.301	.60 .09 -.06	Neg-exp
FAOR10	1925 2000	76	2.713	0.189	.911	.72 .07 .19	
Standardized	1925 2000	76	.996	0.191	.278	.63 -.02 .13	LinReg-
FAOR11	1932 2000	69	2.915	0.223	1.350	.68 .15 .20	
Standardized	1932 2000	69	1.006	0.224	.366	.45 -.15 -.10	LinReg-
Standart kronoloji/ Std. chronology	1921 2000	80	1.000	0.201	.174	.56 .07 .11	

Çalışmanın ikinci aşamasını oluşturan dendroklimatolojik analizlerin sonuçları Şekil 2'de açıklanmıştır. Şekil 2'deki grafiklerden üstteki Thornthwaite yöntemi kullanılarak hesaplanmış su bilançosu, alttaki de iklim değerlerinin net etkilerini yansıtan tepki fonksiyonundan elde edilen aylık katsayılarıdır. Bu katsayılar tepki fonksiyonundan elde edilmiş olup, her bir ayın halka genişliği üzerindeki etkisini göstermektedir. Pozitif değerler, doğrusal ilişkiyi, negatif değerler, ters ilişkiyi yansıtmaktadır. Su bilançosunu incelediğimizde, Haziran ayından sonra yaz aylarında su noksanlığının ortaya çıktığı görülmektedir. Yapraklı ormanlar için iklim tipi Haziran ayından sonra kuraktır. Bu aylar dışında nemli iklim görülmektedir. Genel iklim tipi, yarı nemli, orta sıcaklıkta, su noksanı yaz mevsiminde ve şiddetli olan deniz etkisine yakın iklim tipindedir. Önceki çalışmalarda iklim tipi nemli olarak bulunmuş olmasına karşın, son yıllarda yaşanan kuraklıklar, iklim tipinin yarı-nemli olarak bulunmasına neden olmuş olabilir.

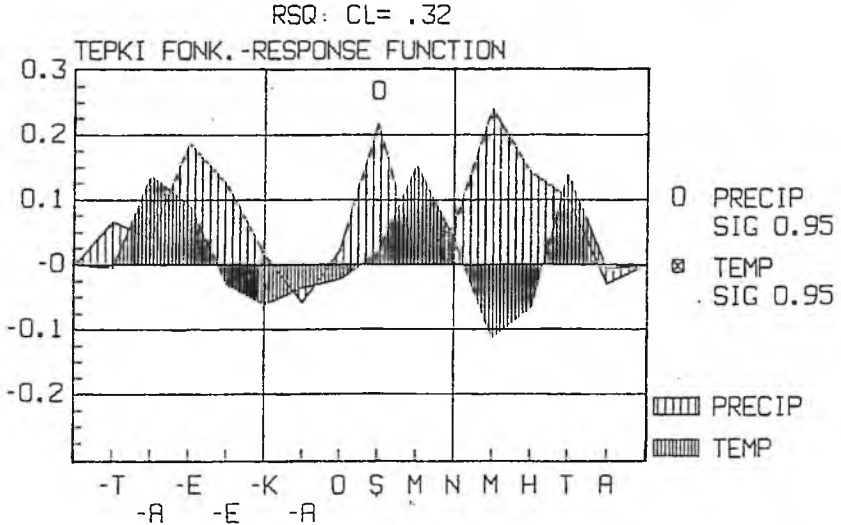
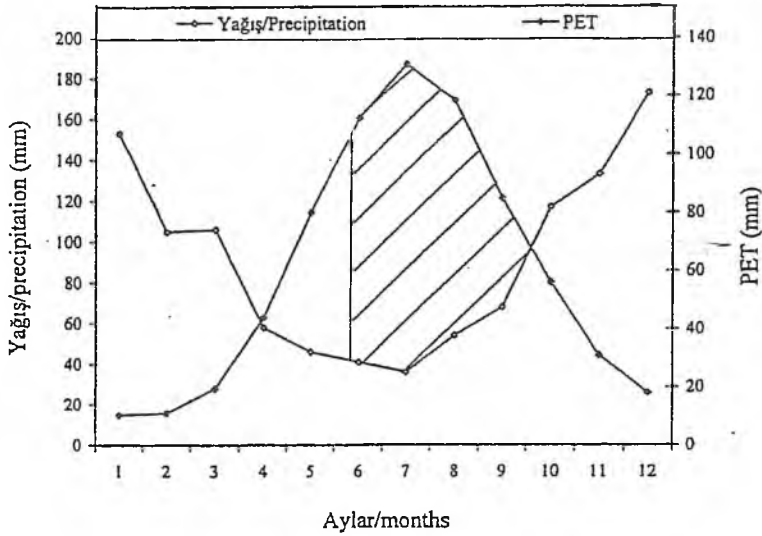
Şekil 2'nin alt kısmında tepki fonksiyonu sonuçları görülmektedir. Ağaçların, sıcaklık ve yağışa karşı gerçek tepkilerini veren tepki fonksiyonu yöntemine göre iklimin ağaç gelişimi üzerindeki etkisi %32 olup, oldukça düşüktür. Bu değer, tepki fonksiyonundan elde edilen bağımlılık katsayısıdır. Bunun anlamı, yıllık halka genişliğinde bir yıldan diğerine meydana gelen değişimlere, %32 oranında, analizlerde kullanılan iklim değişkenleri neden olmaktadır. Bu sonuç, ağaçların bulunduğu koşulların oldukça elverişli, ekstrem koşullar dışında, çevresel faktörlerin anlamlı bir şekilde sınırlayıcı olmadığını göstermektedir. Benzer şekilde düşük duyarlılık katsayısı ve yüksek otokorelasyon da ağaçların yetiştiği koşulların elverişli olduğunu göstermektedir.

Sıcaklık ve yağışın halka gelişimindeki etkisi düşük olsa da, bu değişkenlerin aylık etkilerinin ayrıntıları Şekil 2'nin alt kısmındaki tepki fonksiyonunda görülmektedir. Önceki büyüme döneminin Ağustos-Eylül ayları ile halka oluşum yılındaki vejetasyon döneminin başlangıcı olan Mart ve Temmuz ayında yüksek sıcaklıkların halka gelişimini artırıcı etki yaptığı, buna karşın kış ve Mayıs-Haziran aylarındaki yüksek sıcaklıkların olumsuz etki yaptığı görülmektedir. Bu etkilerin hiçbirisi 0,95 güven düzeyinde anlamlı değildir. Özellikle kış aylarındaki değerler sifıra yakın olup, önemsizdir. Mayıs-Haziran aylarındaki yüksek sıcaklıklar ise toprağın kurumasına neden olduğu için, bu aylarda ağaçlar yüksek yağış istemektedirler. Çünkü, bu aylar kambiyum faaliyetinin en hızlı ve fazla yaşandığı dönemdir. Mart ayı, Belgrad Ormanı koşullarında vejetasyon devresinin başlangıç ayıdır. BOZKURT (1966), Doğu kayını ağaçlarında kambiyum faaliyetinin Mayıs ortasından sonra başladığını belirtse de, kambiyum faaliyeti için gerekli olan karbonhidratlar ile bitkisel hormonların üretilmesi Mart ayında başlamaktadır. KOZLOWSKI/PALLARDY (1997), ilkbaharda duraklama döneminin sona ermesinden sonra daha düşük sıcaklıklarda faaliyet gösterebilen enzimler salgılanarak, isteğe bağlı duraklamanın sona erdirildiğini belirtmişlerdir. Bu nedenle, Mart ayı sıcaklığının yüksek olması, isteğe bağlı duraklamanın daha erken ortadan kaldırılmasını sağlamaktadır. KAYACIK (1957), Doğu kayını ağaçlarında hayat faaliyetlerinin Mart ayında başladığını belirtmektedir. O nedenle, Mart ayında sıcaklığın yüksek olmasına bağlı olarak daha fazla bitki besin maddeleri üretilmektedir. KANTARCI (1980), orta eğimli yamaçlardaki kayın ormanlarında bulunan balçık topraklarındaki nemin Mayıs ayından itibaren kurumaya başladığını belirtmektedir. Tepki fonksiyonu sonuçlarına göre de, kambiyum faaliyetinin en aktif olduğu Mayıs-Haziran aylarında yüksek sıcaklıklar negatif etki yapmaktadır.

Yağış, Kasım-Ocak ve Ağustos ayları dışında, yıl boyunca genellikle pozitif bir etkiye sahiptir (Şekil 2). Yetiştirme ortamının alt sınırında ve yarı nemli koşullarda bulunan Doğu kayını ağaçlarında, kambiyum faaliyetini hızlandıran ana faktörlerden birinin yıl boyunca yağın yüksek

yağışlar olduğu görülmektedir. Toprağın su ekonomisine önemli katkılar sağlayan kış yağışlarından, ağaç gelişimi için en önemlisi ve istatistiksel olarak da anlamlı olan Şubat ayı yağışlarıdır. Şubat yağışı ile Mart sıcaklığının yüksek olduğu yıllarda, halka genişliği daha fazla olmaktadır. Boy büyümesi ve gövdedeki ilkbahar odunu oluşumunun aktif olduğu Nisan-Haziran aylarında su ihtiyacı yüksek olduğundan, bu dönemde yüksek yağış pozitif, yüksek sıcaklıklar negatif etki yapmaktadır. Yetiştirme ortamı koşulları, orman sınırının alt basamağını oluşturduğundan, yıl boyunca yağış genellikle pozitif etkiye sahiptir. Buna karşın, yetiştirme ortamındaki toprak koşullarının elverişli olması nedeniyle, Temmuz ayından sonraki tepki fonksiyonu katsayılarının yorumlanması oldukça güç görülmektedir. Çünkü, Temmuz ayında toprak nemi daha da azaldığından, bu dönemde yağışın pozitif, sıcaklığının negatif olması beklenmektedir. Bu pozitif etkinin nedenini de şöyle açıklayabiliriz: Bu dönemde meristematik bölgelerde, özellikle sürgünlerin uç kısımlarında faaliyet azaldığı ve boy büyümesi tamamlandığı için, auksin hormonu üretimi de azalmaktadır. Bunun sonucu olarak, lümenleri oldukça ince olan yaz odunu traheler oluşmakta ve kambiyum faaliyeti de azalmaya başlamaktadır. Böylece su tüketimi de azalmaktadır. BOZKURT (1966), yıllık halkanın %75'nin Temmuz ayı sonuna kadar oluştuğunu belirtmektedir. Doğu Kayını ağaçları derine giden kök sistemi yaptığından, toprağın nemli olan derin kısımlarından gerekli su alınmaktadır. Fotosentez için optimum sıcaklık da yaklaşık 15-25 °C (KOZLOWSKI/PALLARDY 1997) olduğundan, bu dönemdeki yüksek yağış ve ortalamadan biraz üzerinde olan sıcaklıklar yıllık halkanın yaz odunu kısmının oluşmasına olumlu etki yapmaktadır.

Tepki fonksiyonu hesaplamalarında önceki dönemin yaz ayları da işleme dahil edilmiştir. Bunun nedeni, yetiştirme ortamı koşullarının elverişli olduğu alanlarda, ekstrem koşullar dışındaki iklim faktörleri sınırlayıcı olmadığından, önceki yıllarda gerçekleşen büyümeye bağlı olarak fazla miktarda besin maddesi depolanmaktadır. Besin maddeleri tomurcuk pulları, öz ışınları ve odun paranzimleri gibi depo organlarında biriktirilmekte (KOZLOWSKI/PALLARDY, 1997) ve kışın yaprağını döken ağaçlarda, kış aylarında tüketim son derece az olduğundan, izleyen yıldaki halka gelişiminin ilk dönemlerinde kambiyum faaliyetinin daha hızlı ve aktif yapılmasını sağlamaktadır.



Şekil 2: Yıllık halka-iklim ilişkileri. Üstteki şekil Thornthwite yönteminden elde edilen su bilançosu (PET:Potansiyel evapotranspirasyon), alttaki de tepki fonksiyonu sonuçlarıdır (RSQ, CL: iklimden kaynaklanan R² değeri, PRECIP: Yağış, TEMP: sıcaklık; SIG: 0,95 güven düzeyini gösteren işaretir).

Figure 2: Tree-ring – climate relationships. Upper part of the figure is a climatogram obtained using Thornthwaite method (PET: Potential evapotranspiration), and lower one is the results of the response function

TREE RING ANALYSIS ON EASTERN BEECH (*Fagus orientalis* Lipsky.) IN THE BELGRADE FOREST

Y. Doç. Dr. Ünal AKKEMİK
Ar. Gör. Dilek DEMİR

Abstract

This study was carried out to construct a site chronology of *Fagus orientalis* Lipsky. which is one of the main tree species in Belgrade Forest, and to investigate the relationships between tree-ring width and mean monthly temperature and total monthly precipitation. As a result of the measurements and investigations on total 21 increment cores extracted from 11 trees, a site chronology covered 1921-2000 and coded as TRBEFAOR was constructed. In this forest where the growing conditions were optimum and where is the lower distribution area of the species, the influence of the climatic variables used in response function analysis was 32 %. This value was rather low, and precipitation and temperature except extreme years did not affect tree ring width significantly. The forest had optimum growing conditions and was a low elevation site for the tree species, therefore the influence of climatic variables used in the response function was not significant except the precipitation in February.

Key words: *Fagus orientalis*, dendrochronology, dendroclimatology, Belgrade Forest

1.INTRODUCTION

Fagus orientalis Lipsky. has a wide ecological amplitude from 100 m to 2100 m in Turkey's humid forests (ŞANLI 1978). Belgrade forest is the lower distribution area of it. Belgrade forest is composed of broad-leaved and deciduous forest trees such as *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl., *Q. robur* L., *Q. frainetto* Ten., *Q. hartwissiana* Stev., *Fagus orientalis* Lipsky., *Castanea sativa* Miller., *Carpinus betulus* L., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Populus tremula* L., *Tilia argentea* Desf. ex DC., *Acer campestre* L., *Acer trautvetteri* Medw., *Ulmus campestris* Mill., *Frangula alnus* Mill., *Ilex aquifolium* L., *Hedera helix* L., *Daphne pontica* L., *Ruscus hypoglossum* L. and *Sambucus nigra* L. The main vegetation types in the forest are pure *Quercus* L. sp. (*Q. petraea* Liebl., *Q. robur* L. and *Q. frainetto* Ten.), *Quercus* L.-*Fagus orientalis* Lipsky and *Quercus* L.-*Carpinus betulus* L. mixed forests (YALTIK 1963).

KANTARCI (1980) stated that climate type is humid and there is a water deficiency in summer at the middle level. But, currently climate type is semi-humid. ERUZ (1980) stated that geological ages of the main material in the forest were Carboniferous and Pliocene. Soils formed on these main materials were loamy and fine textured soils.

In Turkey's low elevation areas there is often a drought problem due to low precipitation. AKKEMİK (2000) stated that precipitation is the main limiting factor for tree ring growth of *Pinus pinea* L. in İstanbul. AKKEMİK/DAĞDEVİREN (2000) found out that the effect of monthly mean temperatures and monthly total precipitation on *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl. in Belgrade forest was low, and total effect of these variables on total annual ring growth was only 32%. The effect of prior growth to current tree ring width was more than climate.

The aim of the study was to construct a site chronology of *Fagus orientalis* Lipsky., which is one of the main tree species in Belgrade Forest, and to investigate the relationships between tree ring width and monthly mean temperature and monthly total precipitation.

2. MATERIAL AND METHODS

Materials were taken from a pure *Fagus orientalis* Lipsky stand in Belgrade forest. Some characteristics of the sampled site were given in Table 1. Twenty-one increment cores from 11 trees were extracted using a Swedish Increment Borer. The increment cores were coded as FAOR (GRISSINO-MAYER 1993), FAOR1, FAOR2,... and the site chronology TRBEFAOR. Transversal surfaces of the total 21 cores were smoothed to see the tree rings clearly during the measurements. The core samples were measured using an Annual Growth Ring Measuring Machine (ECLUND). The ring width values were saved in Tucson format as *.RW files in the program DPL (Dendrochronology Program Library). The program COFECHA was applied to the ring width data set to perform a statistical verification and to test dating and measurements. The program CRONOL and ARSTAN were used to detrend the tree-ring width series and to perform autoregressive modeling. These programs produce standardized chronologies including standard and residual versions and compute a mean chronology using arithmetic mean and biweight robust mean (GRISSINO-MAYER/HOLMES/FRITTS 1996). In this study, the site chronology was construct using biweight robust mean method. In these programs mean sensitivity (FRITTS 1976; SCHWEINGRUBER 1988) was also calculated. Correlation matrix between trees was computed using the routine MAT in the program DPL.

In dendroclimatological analysis, response function (FRITTS 1976) were calculated to determine the relationships between the residual chronology and climatic data, monthly mean temperatures and monthly total precipitation from July of the previous year to August of the current year. The climatic data covered the years 1948-2000 was taken from Bahçeköy Meteorology Station. The computer program PRECON (FRITTS, 1999) was used in calculations.

3. RESULTS AND DISCUSSION

In the first step of the analysis (dendrochronological analysis), the program COFECHA was used and the results were given in Table 2. The total number of tree rings measured was 728, and the length of the standardized site chronology was 80 years (1921-2000). Mean sensitivity, which explains the effect of the environmental conditions, was found to be 0.201, and it was concluded that this value was low, and trees were complacent. The results of the routine MAT in the program DPL were explained in Table 3. As seen in the Table 3, most of the correlation coefficients were significant statistically at the 0,99 (*) confidence level, that means, there is a high linear agreement between trees. This result showed us that to construct a site chronology was possible using these trees. After these analysis, in the program CRONOL, the site chronology was constructed as standard and residual versions. Standard version was seen in Figure 1.

This chronology was drawn to see the changes in short periods. It is seen that there is an increase in growth between the years 1921-1951, a decrease between the years 1952-1968, an increase between the years 1969-1976, and a decrease between the years 1977-2000, respectively.

In the second step of the analysis (dendroclimatological analysis), a response function was calculated (Figure 2). Upper part of Figure 2 explains the result of climatogram made using Thornthwaite method, and lower one explains the results of the response function. Water deficiency begins in June, and there is a drought problem at the middle level in summer. As seen in Figure 2, RSQ value of the response function was 0.32, that means, it explains 32% of total variance. This value was low, and this result showed that climatic conditions, except extreme years, don't affect tree ring width significantly. The effect of the climatic variables on the width of tree ring can be summarized as follows: Temperatures in August and September of the previous year, and March and July of the current year have positive impact on tree ring widths. On the contrary, temperatures in winter, May and June have negative impact. None of the temperature variables is statistically significant. Growing period begins in March in Belgrade forest. Therefore, high temperature in March induces the growth. In diffuse-pores trees, shoots grow in early spring and then cambia initials divide. BOZKURT (1966) stated that cambia initials began to divide in the middle of May. High temperature in March induces the growth and the amount of carbohydrates and hormones within trees can be increased. KANTARCI (1980) explained that the soils began to dry in May. As the results of the response function, high temperatures in May and June increased the soil drought have obviously negative impact on tree ring width.

Precipitation, except October-January and August, has generally positive impact on the tree ring width throughout the year. Precipitation in February is only one variable that is significant statistically. High precipitation in February increases the water economy of the soil. In May and June, because cambia activities, which are dividing, enlarging and differing, are very fast, water wasting is also very high. Therefore, trees need high precipitation in May and June.

KAYNAKLAR

AKKEMİK, Ü. (2000): Dendroclimatology of Umbrella Pine (*Pinus pinea* L.) in Istanbul (Turkey), Tree Ring Bulletin Vol.57:17-20

AKKEMİK, Ü. ve DAĞDEVİREN, N. (2000): Dendroclimatological Studies on *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl. in Belgrade Forest, International Scientific Conference- 75 Years University Forestry Education in Bulgaria, Papers Book: 169-178

BOZKURT, A. Y. (1966): Belgrad Ormanında Önemli Bazı Ağaç Türlerinde Yıllık Halka Gelişimi Üzerine Araştırmalar, O.G.M. Yayın no: 437/11

CARUS, S. (1998): Aynı Yaşlı Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Ormanlarında Artım ve Büyüme, Doktora Tezi, Yayınlanmamış.

COOK, E., SHIYATOV, S. ve MAZEPA, V. (1990a): Estimation of the Mean Chronology, in Methods of Dendrochronology: Applications in Dendrochronology (ed. E. Cook ve L.Kairiuktis): 123-132

COOK, E., BRIFFA, K., SHIYATOV, S. ve MAZEPA, V. (1990b): Tree Ring Standardization and Growth-Trend Estimation, in Methods of Dendrochronology: Applications in Dendrochronology (ed. E. Cook ve L.Kairiuktis): 104-123

ÇEPEL, N.(1995) : Orman Ekolojisi, İ.Ü.Orman Fak. Yayın no: 3886/433

ERUZ, E. (1980): Belgrad Ormanı'ndaki Meşe ve Kayın Ekosistemlerinin Bazı Önemli Kimyasal ve Fiziksel Toprak Özelliklerine İlişkin Araştırmalar, İ.Ü.Orman Fakültesi Yayın no: 2641/280

FRITTS, H. C. (1976): Tree Rings and Climate, Academic Press London

FRITTS, H. C. (1999): An Empirical Model of Tree Ring Response to Monthly Variations in Climate. Version 5.17B, Tucson-Arizona

GRISSINO-MAYER, H. D. (1993) : An Updated List of Species Used in Tree Ring Research, Tree Ring Bulletin, Vol.53:17-43

GRISSINO-MAYER, H. D., HOLMES, R. L. ve FRITTS, H. C. (1999): The International Tree Ring Data Bank Program Library Version 2.0 User's Manual, Tucson-Arizona

KAENNEL, M ve SCHWEINGRUBER, F.H. (1995): Multilingual Glossary of Dendrochronology, Paul Haupt Publishers Berne.Stuttgart.Vienna

KALIPSIZ, A. (1957): Doğu Kayınında Artım ve Büyüme İlişkileri, İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi A(2): 97-143

KANTARCI, M. D. (1980) : Belgrad Ormanı Toprak Tipleri ve Orman Yetiştirme Ortamı Birimlerinin Haritalanması Esasları Üzerine Araştırmalar, İ.Ü.Orman Fakültesi Yayın no: 2636/275

KAYACIK, H. (1957): Belgrad Ormanı'nda Fenolojik Müşahedeler, İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi A(2): 21-36

KOZŁOWSKI, T. T. ve PALLARDY, S. G. (1997): Physiology of Woody Plants, Academic Press, New York.

SCHWEINGRUBER, F. H. (1988): Tree Rings, Basics and Applications of Dendrochronology, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands

ŞANLI, İ. (1978): Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.)'nın Türkiye'de Çeşitli Yörelere Oluşan Odunları Üzerinde Anatmik Özellikleri, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın no: 2410/256

YALTIRIK, F. (1963): Belgrad Ormanı Vejetasyonunun Floristik Analizi ve Ana Meşcere Tiplerinin Kompozisyonu Üzerine Araştırmalar, İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi A (1): 33-80