

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DOĞU KARADENİZ BÖLGESİ'NDEKİ ANADOLU KESTANESİ (CASTANEA  
SATIVA MILL.) ÜZERİNDE DENDROKRONOLOJİK ARAŞTIRMALAR**

127500

Orm. Müh. Sefa AKBULUT

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde

“Orman Yüksek Mühendisi”

Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

TC YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 15.07.2002

Tezin Savunma Tarihi : 20.08.2002

127500

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Zafer Cemal ÖZKAN

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Rahim ANŞİN

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Nurgül AY

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Asım KADIOĞLU

A. Kadıoğlu

Ağustos 2002

Trabzon

## ÖNSÖZ

“Doğu Karadeniz Bölgesi’ndeki Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) Üzerinde Dendrokronolojik Araştırmalar” adlı bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalında, 2001-2002 yılları arasında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışmanın başlangıcından hazırlanmasına kadar geçen sürede değerli fikir ve katkılarıyla çalışmamı yönlendiren Sayın Hocam Prof. Dr. Zafer Cemal ÖZKAN’a teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi’ni ziyaretim sırasında dostluklarını esirgemeyen, araştırmalarım da yardımcı olan, başta Sayın Prof. Dr. Burhan AYTUĞ ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Ünal AKKEMİK olmak üzere tüm Orman Botaniği Anabilim Dalı öğretim üyelerine, bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Nesime MEREV ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Salih TERZİOĞLU’na, arazi çalışmalarım sırasında beni yalnız bırakmayan arkadaşlarım Arş. Gör. Alper UZUN, Arş. Gör. Serkan ÖZTÜRK ve olanaklarından yararlandığım Artvin, Rize, Trabzon ve Giresun Orman İşletme Müdürlükleri tüm çalışanlarına, çalışmalarım sırasında karşılaştığım istatistiksel problemin çözümünde bana yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Hakkı YAVUZ’a, verdikleri manevi destek ve yardımlardan ötürü çalışma arkadaşlarım Arş. Gör. Funda ERŞEN BAK, Arş. Gör. Bedri SERDAR, Arş. Gör. Seyran PALABAŞ ve Arş. Gör. Fatih SİVRİKAYA’ya teşekkür ederim.

Hem bilime katkıda bulunmak hem de ülkemizde yeterince tanınmayan dendrokronoloji bilim dalının tanıtımına yardımcı olmak amacıyla hazırlanan bu çalışmanın ilgililere yararlı olacağını umarım.

Trabzon, Ağustos 2002

Sefa AKBULUT

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
SUMMARY.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	VIII
SEMBOLLER DİZİNİ.....	IX
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Araştırma Alanına Ait Genel Bilgiler.....	5
1.2.1. Coğrafi Konum.....	5
1.2.2. Doğal Yapı.....	6
1.2.3. Jeolojik Yapı ve Toprak Özellikleri.....	6
1.2.4. İklim.....	8
1.2.5. Bitki Örtüsü.....	11
1.2.5.1. Pseudomaki Vejetasyonu.....	11
1.2.5.2. Orman Vejetasyonu.....	11
1.2.5.3. Alpin Vejetasyonu.....	12
1.2.5.4. Step Vejetasyonu.....	12
1.3. Anadolu Kestanesi ( <i>Castanea sativa</i> Mill.)' nin Dendrolojik Özellikleri...	13
1.4. Literatür Özeti.....	16
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	19
2.1. Materyaller.....	19
2.1.1. Örnek Almada Gözetilen Koşullar.....	19
2.1.1.1. Yöre Seçimi.....	19
2.1.1.2. Ağaçların Seçimi.....	19
2.2. Yöntemler.....	20

2.2.1.	Laboratuarda Uygulanan Yöntem.....	20
2.2.1.1.	Kalemlerin Alınması, Saklanması ve Ölçüm Öncesi Gördüğü İşlemler.....	20
2.2.2.	Ölçmede Uygulanan Yöntem.....	20
2.2.2.1.	Örneklerin Hazırlanması.....	20
2.2.2.2.	Yıllık Halkaların Ölçülmesi.....	21
2.2.3.	Ölçme Verilerinin Değerlendirilmesi Yöntemleri.....	22
2.2.3.1.	Dendrokronolojik Eğrilerin Elde Edilmesi.....	22
2.2.3.2.	Halkaların Yarı Logaritmik Olarak Gösterilmesi.....	22
2.2.3.3.	Yıllık Halkalardan Elde Edilen İndislerin Bir Grafikle Gösterilmesi (Standardizasyon).....	22
2.2.3.4.	Toplam Kronolojiler.....	23
2.2.4.	Dendrokronolojik Eğrilerin Karşılaştırılması Yöntemleri.....	24
2.2.4.1.	Eğrilerin Uyum Yüzdeleri (EUY).....	24
2.2.4.2.	Korelasyon Katsayıları.....	25
2.2.4.3.	Karakteristik Yıllar.....	26
2.2.4.4.	Duyarlılık.....	27
3.	BULGULAR.....	28
3.1.	<i>Castanea sativa</i> Mill. (Anadolu Kestanesi)'ya Ait Ölçümler ve Değerlendirmeler.....	28
3.1.1.	Ölçme Verilerinin Değerlendirilmesi.....	28
3.1.1.1.	Bireysel Dendrokronolojik Eğriler.....	28
3.1.1.2.	Bireysel Dendrokronolojik Eğrilerin Eşlenmesi ve Karşılaştırılması.....	29
3.1.1.3.	Eğrilerin Uyum Yüzdeleri (EUY) ve Korelasyon Katsayıları.....	29
3.1.2.2.	Karakteristik Yıllar.....	32
3.1.2.3.	Toplam Kronolojiler.....	39
3.1.2.4.	Duyarlılık Katsayısı.....	44
4.	İRDELEME.....	45
5.	SONUÇLAR.....	46
6.	ÖNERİLER.....	48
7.	KAYNAKLAR.....	49
8.	EKLER.....	53
	ÖZGEÇMİŞ.....	62

## ÖZET

“Doğu Karadeniz Bölgesi’ndeki Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) Üzerinde Dendrokronolojik Araştırmalar” adlı bu çalışma, bu bölgede seçilen dört yörede (Artvin, Rize, Trabzon, Giresun) 2001 – 2002 yılları arasında gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın amacı, Türkiye’nin asli orman ağaçlarından biri olan *Castanea sativa* Mill. (Anadolu Kestanesi) ağacının standart kronolojisini hazırlamaktır. Oldukça uzun ömürlü bir ağaç olan Anadolu Kestanesi, 800 – 1000 yıl yaşayabilmektedir. Özellikle sahil kesimlerinde, odununun neme ve suya karşı çok dayanıklı olmasından dolayı, ev inşaatlarında, gemi tekneleri yapımında, sanat yapılarında çok fazla kullanılmaktadır. Ancak, Anadolu Kestanesi bugün gerek çay, fındık ve mısır tarımı nedenleriyle yayılış alanının daralması, gerekse *Phytophthora cambivora* ve *Cryphonectria parasitica* adlı çok tehlikeli iki mantarın neden olduğu bitkisel hastalıklar nedeniyle yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadır. Dolayısıyla bu ağaç taksonu üzerinde yapılacak dendrokronolojik araştırma, hem tarihlendirme çalışmalarına, hem meteorolojik verilere, hem de kendisine arız olan bitkisel hastalıkların hangi yıllarda etkili olduğunun ortaya çıkarılmasına ışık tutacaktır.

Çalışma alanı yaklaşık olarak  $40^{\circ} 13' - 41^{\circ} 32'$  kuzey enlemleri ile  $37^{\circ} 57' - 42^{\circ} 33'$  doğu boylamları arasında kalmakta olup, nemli ve ılıman bir iklime sahiptir.

Çalışma alanı dört yöreye ayrılmıştır. Yörelere alınan kalemlerin ölçülmesinde Artım Ölçer aleti kullanılmıştır.

Yıllık halka eğrilerinin elde edilmesinde, 1. Yıllık Halkaların Yarı Logaritmik Olarak Gösterilmesi, 2. Yıllık Halkalardan Elde Edilen indislerin Bir Grafikte Gösterilmesi (Standardizasyon) yöntemleri kullanılmıştır.

Elde edilen bu eğrilerin benzerlik derecelerini değerlendirmek için, Eğrilerin Uyum Yüzdeleri, korelasyon katsayıları ve karakteristik yıllar saptanmıştır.

1939 – 1988 yıllarının meteorolojik verilerinin bulunduğu 50 yıllık dönemde yıllık halka genişliği ile sıcaklık ve yağış arasındaki ilişki araştırılmıştır. Ayrıca Anadolu Kestanesi ağaçlarının çeşitli çevre faktörlerine karşı duyarlılık durumları da incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Dendrokronoloji, Yıllık Halka, *Castanea sativa*, Doğu Karadeniz Bölgesi.

## SUMMARY

### **Dendrochronological Features of *Castanea sativa* Mill. In The Eastren Black Sea Region of Turkey**

In this study, Dendrochronological features of *Castanea sativa* Mill. in the Eastren Black Sea Region of Turkey have been investigated between 2001-2002. With this purpose, four different localities in this region were selected for gathering the increment cores.

Main aim of the investigation is to find out the standardized chronology of the species, which is one of the important tree species of Turkey. This long-lived tree can live 800-1000 years. Especially in the coast, due to its resistant wood against water and humudity, it is abundantly used to build home, ship, and art structure. However, Chestnut tree has been exposed to some detrimental effects. Such as, tea, hazelnut, corn etc. plantations and *Phytophthora cambivora* and *Cryphonectria parasitica*. From this point of view, dendrochronological studies on Chestnut trees are important for dating and dendroclimatology.

The study area is located between  $40^{\circ} 13'$ - $41^{\circ} 32'$  northern latitude and  $37^{\circ} 57'$ - $42^{\circ} 33'$  eastern longitude.

Two different methods, semi-logarithmic and standardization, were used for creating annual ring curves. For examining the similarity degrees of the curves obtained from percentages of the curves, corelation coefficient, and pointer years were calculated.

Relationships between ring width and temperature/precipitation in 1939-1988 and also sensitivities of the Chestnut trees in different enviromental conditions were investigated.

**Key Words :** Dendrochronology, Tree-Ring, *Castanea sativa*, Eastren Black Sea Region.

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Eski bir yapıyı tarihlendirmede dendrokronolojik eğriler arasındaki ilişkinin sematik olarak gösterilmesi.....	3
Şekil 2. Araştırman alanı mevki haritası.....	5
Şekil 3. Doğu Karadeniz Bölgesi Jeomorfoloji-Fizyografi haritası.....	7
Şekil 4. Artvin (800 m.) su bilançosu çizgesi.....	9
Şekil 5. Rize (10 m.) su bilançosu çizgesi.....	9
Şekil 6. Trabzon (10 m.) su bilançosu çizgesi.....	10
Şekil 7. Giresun (10 m.) su bilançosu çizgesi.....	10
Şekil 8. Anadolu Kestanesi odunundan kesitler.....	15
Şekil 9. EUY'nin grafik olarak belirlenmesine ait bir örnek.....	25
Şekil 10. Artvin yöresi karakteristik yıl indisleri.....	37
Şekil 11. Rize yöresi karakteristik yıl indisleri.....	37
Şekil 12. Trabzon yöresi karakteristik yıl indisleri.....	38
Şekil 13. Giresun yöresi karakteristik yıl indisleri.....	38
Şekil 14. Artvin yöresi için ortalama büyüme eğrisi ve regresyon eşitliği.....	40
Şekil 15. Artvin yöresi standart dendrokronoloji eğrisi.....	40
Şekil 16. Rize yöresi için ortalama büyüme eğrisi ve regresyon eşitliği.....	41
Şekil 17. Rize yöresi standart dendrokronoloji eğrisi.....	41
Şekil 18. Trabzon yöresi için ortalama büyüme eğrisi ve regresyon eşitliği.....	42
Şekil 19. Trabzon yöresi standart dendrokronoloji eğrisi.....	42
Şekil 20. Giresun yöresi için ortalama büyüme eğrisi ve regresyon eşitliği.....	43
Şekil 21. Giresun yöresi standart dendrokronoloji eğrisi.....	43

## TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Araştırma alanı tanıtım tablosu.....	5
Tablo 2. Yıllık halka ölçüm tablosu.....	21
Tablo 3. İncelenen yörelerin alan tanıtım formu.....	28
Tablo 4. Artvin-Rize-Trabzon-Giresun yörelerine ait eğrilerin uyum yüzdeleri ve korelasyon katsayıları.....	30
Tablo 5. Artvin-Rize-Trabzon-Giresun yörelerine ait eğrilerin uyum yüzdeleri ve korelasyon katsayıları .....	31
Tablo 6. Doğu Karadeniz Bölgesi için yöreler düzeyinde eğrilerin uyum yüzdeleri ve korelasyon katsayıları.....	31
Tablo 7. Yıllık halka genişliği ile sıcaklık arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon katsayıları.....	36
Tablo 8. Yıllık halka genişliği ile yağış arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon katsayıları.....	36
Tablo 9. <i>Castanea sativa</i> Mill. (Anadolu Kestanesi) için toplam kronoloji listesi.....	39
Tablo 10. Anadolu Kestanesi ( <i>Castanea sativa</i> Mill.) için duyarlılık katsayıları.....	44



## SEMBOLLER DİZİNİ

ark.	: arkadaşları
°C	: santigrat derece
cm.	: santimetre
EUY	: eğrilerin uyum yüzdesi
G	: uyum değeri
ha.	: hektar
m.	: metre
mm.	: milimetre
PE	: potansiyel evapotranspirasyon
sp.	: tür
subsp. (ssp.)	: alttür

# 1. GENEL BİLGİLER

## 1.1. Giriş

Dendrokronoloji ya da Yıllık Halka Yardımıyla Tarihlendirme; ağaçlardaki yıllık halkaların kullanılması suretiyle uygulanan bir tarihlendirme bilimidir (1).

Dendro öneki Yunanca “Ağaç” anlamında bir kelimedir. Kronoloji ise özel olayların tarihlendirilmesiyle ve zamanla ilgilenen bilim dalıdır (2).

Bilindiği gibi, çoğu odunsu bitkiler, bu bağlamda orman ağaçları büyüme ve gelişimlerini iki yönde yaparlar. Birincisi boy büyümesi, ki bunu ağaçların toprak üstü kısmında bulunan tomurcukların uçlarındaki bölünür hücreler gerçekleştirir. İkincisi çap artımı, sekonder kalınlaşmadır; bu da kambiyumun ürünüdür (3).

Kambiyum gövdenin iç kısmına doğru bölünerek ksilem elemanlarını, dış kısmına doğru bölünerek floem elemanlarını oluştururken, bir kısım hücreler sonradan bölünmek üzere kalırlar. Tropik bölgelerin dışında, dünyanın ılıman bölgelerinde yayılan bitkilerde kambiyum, yılın her mevsiminde aktif değildir. Bölünmenin devam ettiği süreç, hem dış koşullara hem de ağaç türlerine göre değişmektedir. Bölünmenin devam ettiği süreye “vejetasyon mevsimi” denir. Vejetasyon mevsiminin başlangıcında oluşan elemanlar ilkbahar odununu, mevsim sonuna doğru oluşan elemanlar yaz odununu meydana getirirler. İlkbahar ve yaz odunu birlikte bir yıllık halkayı oluşturmaktadır. İliman iklim odunsu bitkilerinde, yıllık halkaları saymak ve sınıflandırmak kolaydır. Bunlar aynı zamanda, ağacın yaşını da vermektedir (4).

Kambiyum işlevi iç ve dış etmenlerin etkisi altındadır. İç etmenler genlerde bulunan etkenlerdir. Dış etmenler de toprak ve iklim etmenleri olarak iki grupta incelenir. Çok sayıda iklim etmenleri bulunmakla beraber, bunlardan en önemlileri; sıcaklık ve yağıştır (3).

Sıcaklık etmeninin etkisi, yağışlı iklim yörelerinde, yağış etmeninin etkisi de sıcak iklim yörelerinde yıllık halkalar üzerinde belirgindir. Yıllık halka genişliklerine olumlu ve olumsuz etkiler yapan başlıca etkenler de vardır: Coğrafik konum (bulunuş yeri), denizden yükseklik, bakı, ağaçların sıklığı-seyrekliği, rüzgar, zararlı böcekler ve mantarlar, ağaçların yaşı, formu, silvikültürel uygulamalar, v.b.(3).

Ülkemizde son yıllarda önemi artmış olmasına karşın yine de fazla tanınmayan Dendrokronolojinin tarihi gelişimine ve önemine kısaca değinmekte fayda vardır.

Bilimsel olarak dendrokronoloji çalışmaları ilk kez Amerikalı astronom Andrew E. Douglass tarafından 1894 yılında başlatılmıştır. 1904' de kütüklerden aldığı örneklerdeki yıllık halka genişliklerini inceleyerek ağaçların kesim tarihini saptamaya çalışmıştır. 1914 yılında ise *Pinus ponderosa*'ya ait odunun kullanıldığı binalarda yaptığı çalışmayla yaklaşık 500 yıllık bir kronoloji hazırlamıştır. Dendrokronolojideki ilk sistematik çalışma yine Douglass tarafından (1919) yapılmıştır. 1937 yılında Douglass "Laboratory of Tree-Ring Research" adında bir dendrokronoloji laboratuvarı kurmuştur (2).

Avrupa'da Svedov (1892) ve Kapteyn (1914) buna benzer bağımsız çalışmalar yapmışlardır. Avrupa'da Dendrokronoloji çalışmaları sistematik olarak 20. yüzyılın ortalarına doğru, başta İskandinavya, Rusya ve Almanya'da başlamıştır. Bu yıldan itibaren yoğun bir şekilde uzun dönem yıllık halka kronolojileri oluşturulmuş, bunun içinde istatistik ve bilgisayar programları ile yeni teknikler geliştirilmiştir (7).

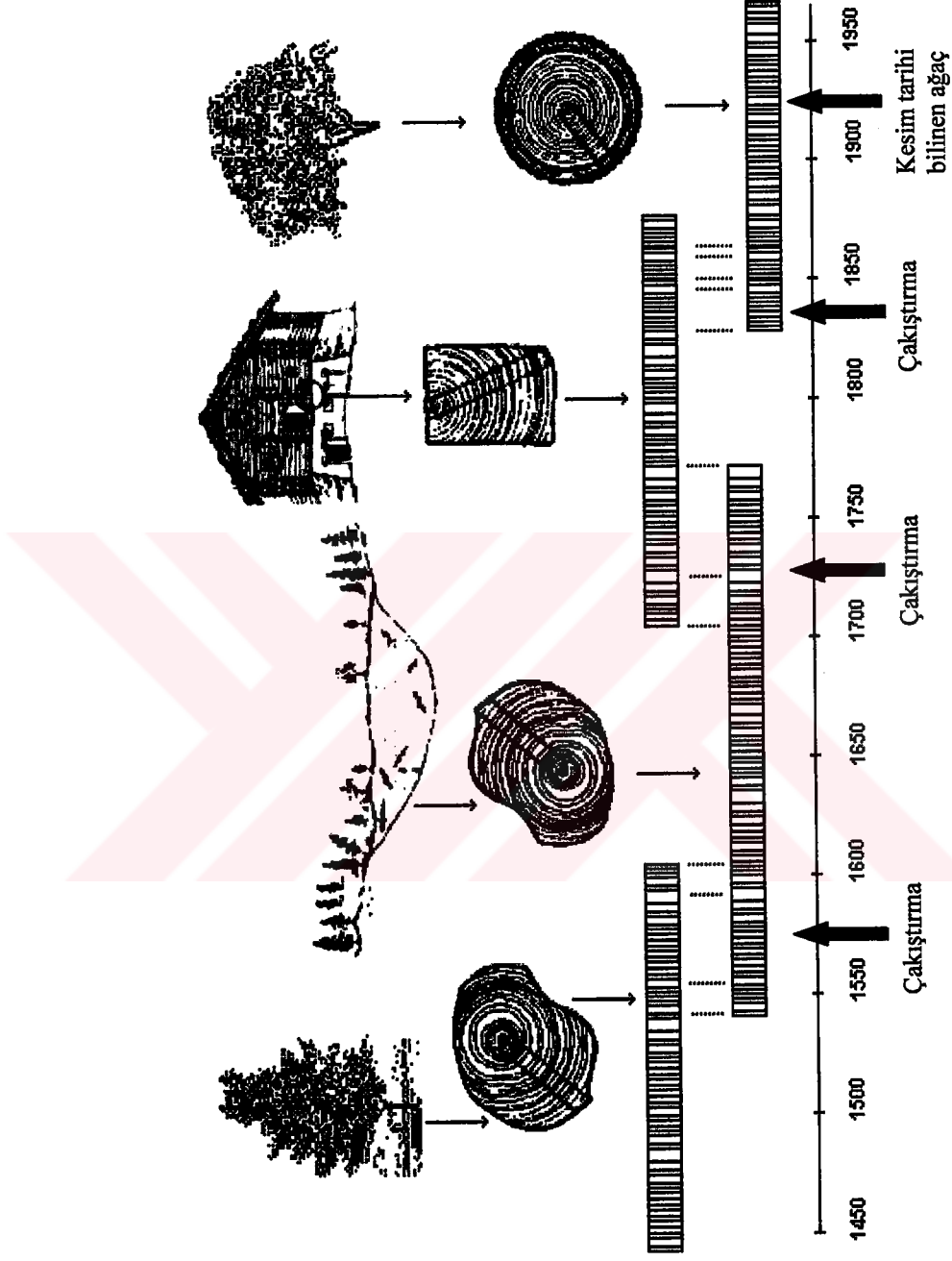
Avrupa'da yıllık halkaların tarihlendirilmesi çalışmaları Almanya'da Münih Orman Botaniği Enstitüsü'nde Bruno Huber tarafından başlatılmıştır. Onu, Polonya'dan Karol Ermich, Norveç'ten O. A. Hoeg, İsveç'ten Bo Eklund, Finlandiya'dan Peitsa Mikola ve İtalya'dan Imani Hustich ve Danimarka'dan Erik Holmsgaard izlemiştir (3).

Türkiye'de ise ilk dendrokronoloji çalışmaları Gassner ve Christiansen – Weniger (1948) tarafından yapılmış ve Anadolu çamlarının yıllık halka gelişimi üzerinde dendroklimatolojik araştırmalar yaparak, geçmiş yıllarda Anadolu'da hüküm süren kurak yılları saptamışlardır (41).

Bu çalışmayı Kuniholm, Aytuğ, Merev, Kantay, Selik, Özkan, Akkemik'in literatür özetinde bahsedilecek olan çalışmaları izlemiştir.

Oldukça geniş çalışma alanı olan dendrokronoloji çeşitli alt dallara ayrılarak diğer bilim dallarına da yardımcı olmaktadır. Bunlar;

Ahşap yapılarda kullanılmış odun materyalini kullanarak tarihlendirme yapan "Dendroarkeoloji" (Şekil 1); geçmiş ve şimdiki iklim koşullarının belirlenmesini ve haritalanmasını sağlayan "Dendroklimatoloji"; kitle hareketleri, yığılma olayları ve çığ analizleri gibi yeryüzü şekli ve jeomorfik olayları inceleyen "Dendrojeomorfoloji"; geçmiş ve şimdiki buzulların tarihlendirilmesini sağlayan "Dendroglasioloji"; akarsu akışı, göl seviyesi ve sel tarihi gibi hidrolojik sorunları çözmeye hizmet eden "Dendrohidroloji".



Şekil 1. Eski bir yapıyı tarihlendirmede dendrokronolojik eğriler arasındaki ilişkinin şematik olarak gösterilmesi (10)

dünya ekosistemine etki eden etmenleri inceleyen “Dendroekoloji”; geçmişteki orman yangınlarının tarihlerini belirleyen “Dendropyrokronoloji”dir (8).

Yukarıda belirtilen alt dalların tümünün temelini yıllık halkalara dayanan analizler oluşturmaktadır.

Yaşayan ağaçlar yardımıyla elde edilen halka eğrileri ve bu eğrilerin standardize edilmesiyle, ağacın yaşına bağlı olarak standart kronolojiler hazırlanmaktadır. Bu eğriler, kesim yeri belirsiz ağaç malzemenin kesim yerinin ve kesim tarihinin belirlenmesinde yararlı olmaktadır. Ayrıca elde edilecek dendrokronolojik şablonlar yardımıyla, ağaç malzeme kullanılmış eski bir sanat yapısının, tarihi eserin yapım tarihi ortaya çıkarılabilmekte ve böylece sanat tarihi alanlarında, antik ve arkeolojik çalışmalarda da, dendrokronolojik araştırmalar önem taşımaktadır (4).

Dendrokronoloji, çevresel denetimin özel bir bilim dalı haline gelmiştir. Endüstrileşme son on yıl süresince çok büyümüş ve çevredeki ormanlara önemli zararlar veren endüstriyel kirli gazların artmasına neden olmuştur. Buna bir de şehirlerdeki kirli hava ve tuzun eklenmesiyle bu zarar daha da artmıştır. Dendrokronoloji; hava, yaprak ve toprak analizleriyle birlikte bu sorunların çözümüne fazlasıyla yardım edebilir. Yıllık halka analizleriyle zararın başlangıcı belirlenebilir ve büyümedeki azalma hesaplanabilir (6).

Dendrokronoloji arasına hukuksal olayların çözümlenmesinde de kullanılan bir bilim dalıdır. Örneğin; 1990 yılında İzmir’de Orman İşletme Müdürlüğü görevlileri odun kömürü yüklü bir kamyonu durdurarak, kaçak işlemi yapıyor; kamyonu ve kömürü müsadere ediyor. Konu mahkemeye intikal edince, kamyon sahibi kömürün kaçak olmadığını, geçen yıla ait olduğunu ve nakliye teskeresi bulunduğunu ifade ediyorsa da bilirkişi raporları kömürün bu yıl yakılmış olduğunu, bu nedenle de kaçak olduğu kanaatini bildiriyor. Sanık etkisi olur düşüncesiyle İ.Ü. Orman Fakültesi’ne başvuruyor. Yapılan dendrokronolojik analizler sonucu kömürün geçen yılın ürünü olduğu bilimsel olarak belirleniyor. Böylece sanığın suçsuzluğu anlaşılıyor ve bu uzman raporu ile sanık beraat ediyor (5, 6).

Meteorolojik gözlemler ve ölçümlerle elde edilen veriler Türkiye’de çok eski yıllara uzanmaz. İlk meteorolojik verilerin elde edilmesine 1911 yılında başlanmıştır. Ancak sistematik olarak ölçümlere 1940’lı yıllardan itibaren rastlanmaktadır. Dolayısıyla elimizde ancak yaklaşık 60 yıllık bir veri bulunmaktadır. Meteorolojik gözlemlerin ve ölçümlerin yapıldığı yıllardan çok daha önceki yılların iklim koşulları Dendrokronoloji yardımıyla elde edilebilir (5).

## 1.2. Araştırma Alanına Ait Genel Bilgiler

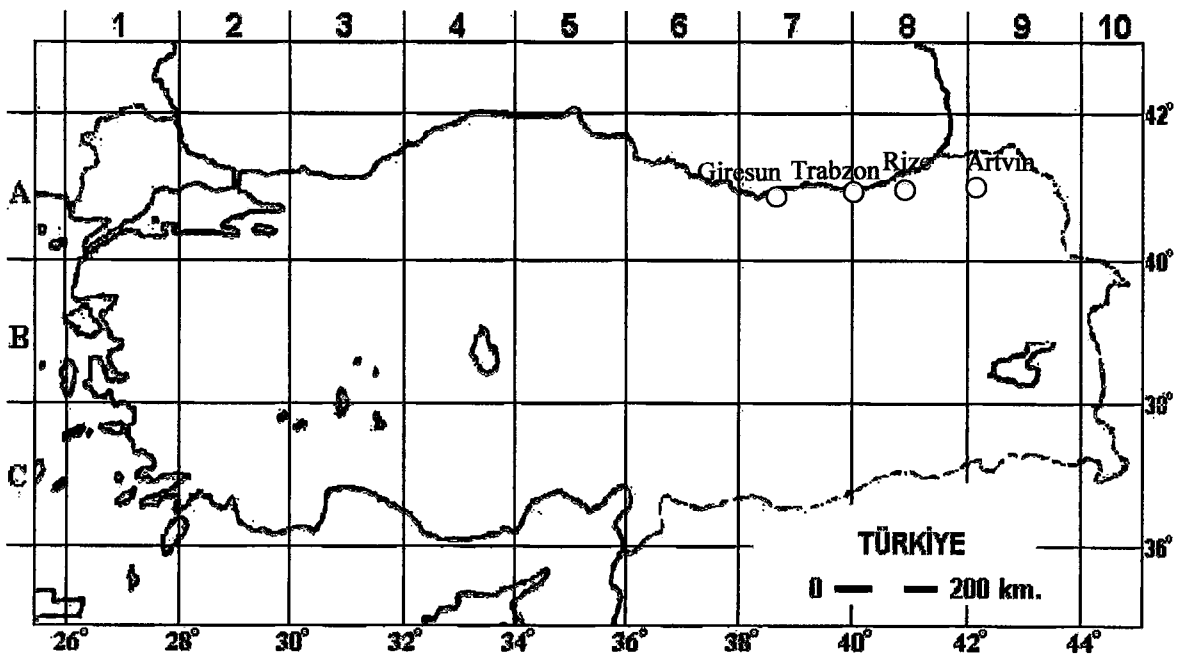
### 1.2.1. Coğrafi Konum

Araştırma alanı Türkiye coğrafi bölgelerinden Karadeniz Bölgesi'nin doğu kesiminde yer almakta, idari yönden Giresun, Trabzon, Gümüşhane, Rize, Artvin ve Bayburt illerini içermektedir.

Doğu Karadeniz Bölgesi batıda Ordu ili yakınlarındaki Melet Irmağı'ndan başlar, doğuda Gürcistan sınırına değin uzanır. Bölgenin kuzeyini Karadeniz güneyini ise Erzincan, Erzurum, Sivas ve Kars illeri sınırlamaktadır (Şekil 2). Araştırma alanındaki yörelerin adları, enlem ve boylam dereceleri, denizden yükseklikleri aşağıdaki tabloda belirtilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Araştırma alanı tanım tablosu

Yöre	Enlem	Boylam	Denizden Yükseklik
Artvin	41° 11'	41° 49'	597 m.
Rize	41° 02'	40° 31'	40 m.
Trabzon	41° 00'	39° 43'	33 m.
Giresun	40° 55'	38° 24'	38m.



Şekil 2. Araştırma alanı mevki haritası (9)

### 1.2.2. Doğal Yapı

Araştırma alanının doğal yapısına genel olarak bakıldığında, doğu-batı doğrultusunda Karadeniz'e paralel olarak uzanan Karadeniz Sıradağları ile sahil kesimi arasında kalan bölüm, denize dik olarak inen çok sayıda vadilerle parçalanmıştır. Bu sıradağların en önemlileri; Karagöl Dağı (3107 m.), Zigana Dağı, Çakırgöl Dağı (3063 m.), Soğanlı Dağı (3434 m.), Kaçkar Dağı (3937 m.), Tiryal Dağı, daha içerde Artvin – Erzurum arasında Yalnızçam Dağı gibi dağlardır (11).

Doğu Karadeniz Bölgesi'nin en önemli akarsuları doğudan batıya doğru Fırtına Deresi, Solaklı Deresi, Değirmendere, Harşit Çayı, Yağlıdere, Aksu Deresi. Araştırma alanını güneyden sınırlayan ve Karadeniz ardı kesimde kalan Kelkit Çayı ve Çoruh Nehri bulunmaktadır (4) (Şekil 3).

### 1.2.3. Jeolojik Yapı ve Toprak Özellikleri

Araştırma alanının doğal yapısı genel olarak doğu-batı doğrultusunda Karadeniz'e paralel olarak uzanan sıradağlar ile sahil kesimi arasında kalan bölüm, denize dik olarak inen çok sayıda vadilerle parçalanmıştır (13).

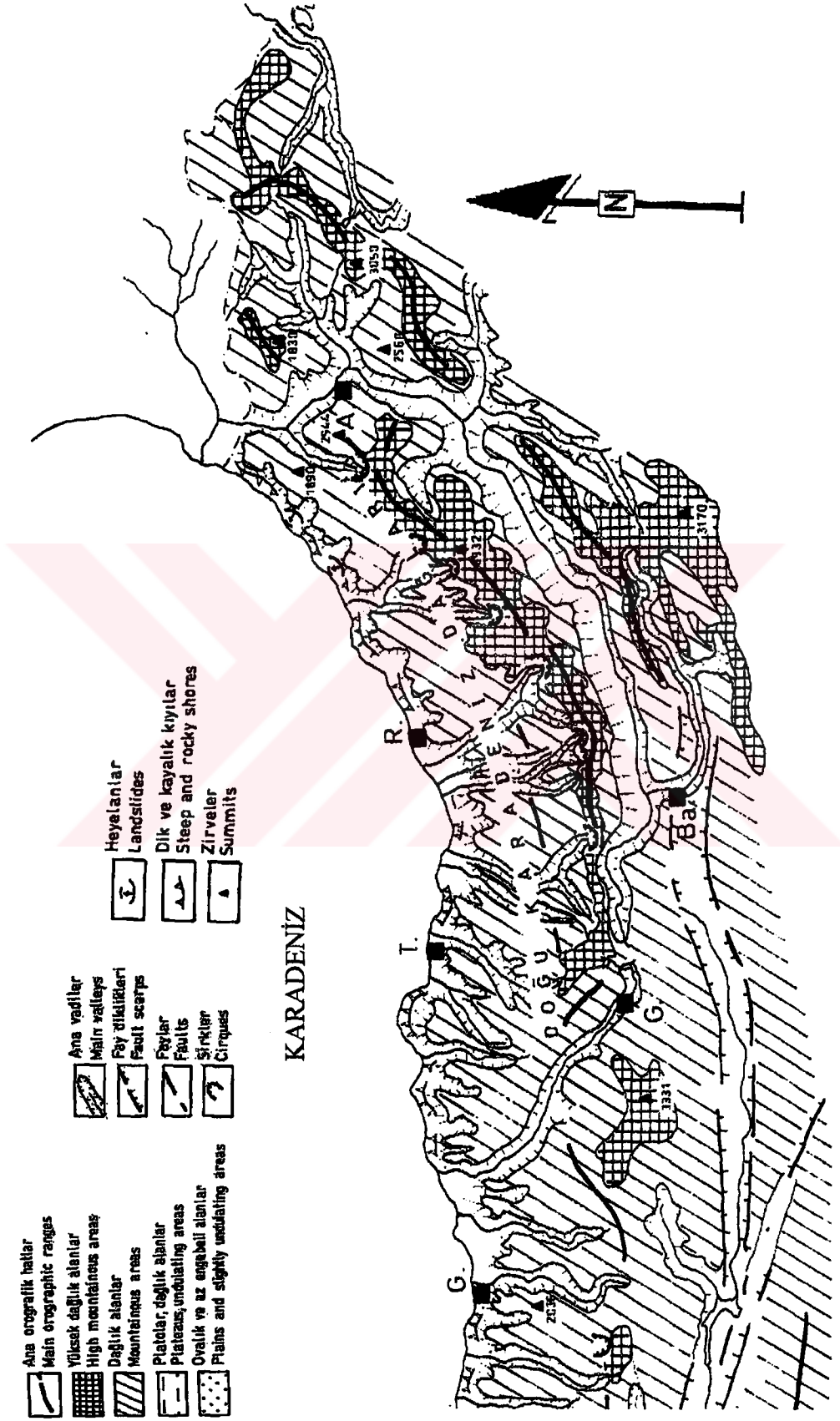
Denize paralel olarak uzanan Doğu Karadeniz Sıradağları ile sahil kesimi arasında kalan bölgede (pontidler), jeoloji bakımından egemen olan fasiyes üst kretase (mesozoik)'ye ilişkin volkanik fasiyestir. Bu fasiyes genelde andezitik ve bazaltik lavlardan, tüflerden ve angloermalardan oluşmuş kalın bir örtü biçimindedir. İçerisinde kalker, marn ve grelerden oluşmuş ara katkılar bulunmaktadır (13).

Doğu Karadeniz Bölgesi toprağı genel olarak arızalı dağlık arazi, kırmızı podsolik topraklar ve yine arızalı dağlık arazi kahverengi orman ve podsolik topraklar grubunda bulunmaktadır (13).

Köyşleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Toprak Su Genel Müdürlüğünün bir yayınında, Doğu Karadeniz Bölgesi sınırlarında büyük toprak grupları olarak Kırmızı-Sarı podsolik, Gri-Kahverengi podsolik topraklar, Kahverengi orman toprakları, Kireçsiz Kahverengi orman toprakları, Yüksek Dağ-Çayır toprakları, Alüviyal ve Kolüviyal toprakların bulunduğu belirtilmektedir (42).

Araştırma alanının önemli bir kısmını içeren sahil kesiminde yağışın bol olması nedeniyle, yıkanma daha fazla olmuş ve podsolik topraklar oluşmuştur. Bu topraklarda pH





Şekil 3. Doğu Karadeniz Bölgesi Jeomorfoloji-Fizyografi haritası (14)



oldukça düşüktür. Arazi dağlık ve sarp olduğundan derin topraklar oluşmamıştır. 10-30 cm.'lik bir A horizonundan sonra çoğu kez anakayaya rastlanmaktadır (15).

Araştırmaya konu olan *Castanea sativa* Mill. ağaçlarının bulunduğu alanlarda Kahverengi orman toprakları hakim olup, bu tip topraklar çok eğimli arazilerde oluştuklarından sığdır.

#### 1.2.4. İklim

Bir bölgede veya yörede bitki örtüsünün yayılışı üzerinde etkili olan etmenlerin başında; yağış, sıcaklık, rüzgar, nem, bulutluluk ve güneşlenme gibi elemanlarından oluşan iklim etmeni gelmektedir (15).

Araştırma alanı, dört büyük iklim tipinden Karadeniz iklim tipine girmektedir. Bu alan, deniz seviyesinden başlayıp; odunsu bitkilerin yetişme sınırlarına değin devam ettiği için; yağışları çok ve mevsimlere dağılmış, kışları ılık, deniz etkisinde bir iklim tipini temsil etmektedir (15).

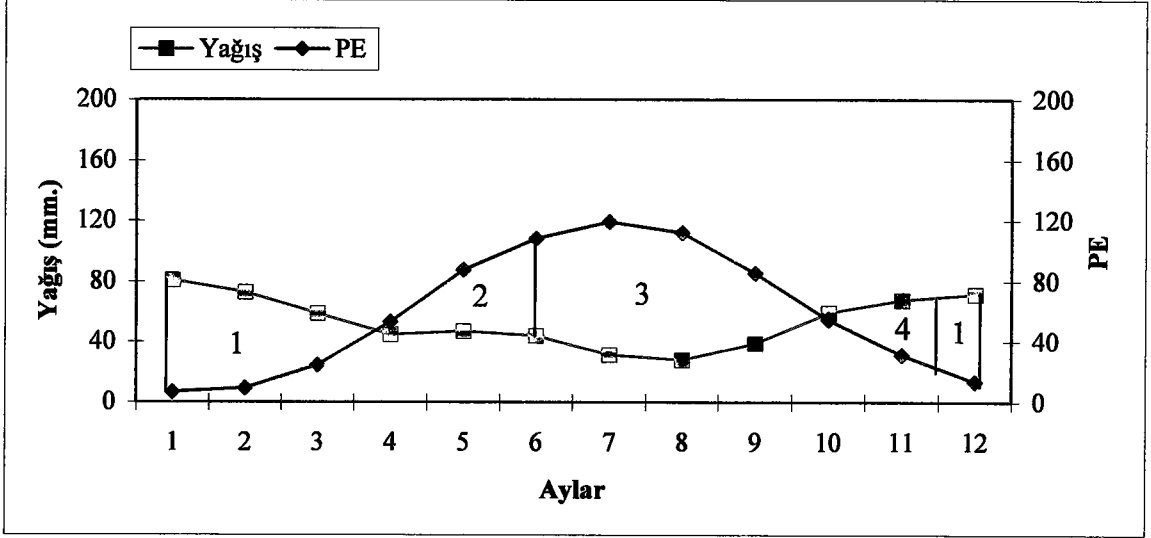
Ancak, Doğu Karadeniz iklim tipini vurgulayan bu yüksek yağışlar ve ılık kışlar, araştırma alanının her yöresinde görülmemektedir. Özellikle sahil kesimlerinin dışında kalan Karadeniz ardı alanlarda Gümüşhane ve Artvin yörelerinde az da olsa deniz ikliminin etkisi sürmekle birlikte, Doğu Anadolu iklim özelliklerinin kimi belirtileri de ortaya çıkmaktadır. Aynı zamanda bu yörelerde iklim bir geçiş iklimi karakteri göstermektedir (11).

Doğu Karadeniz Bölgesi yağış rejiminin diğer bir özelliği de en az yağışın ilkbahar, en çok yağışın sonbahar ve kış aylarında olmasıdır. Bu nedenle bölgede dinamik orijinli yağışların hakim durumda olduğu söylenebilmektedir (43).

Yukarıda belirtildiği gibi Doğu Karadeniz Bölgesi'nin tümü aynı özellikli hava kütlelerinin etkisi altında olmasına karşın, saptanan yağış miktarları arasındaki büyük farklılıkların nedenini, Charre (1972) ve Durukanoğlu (1980) iki etmene bağlamaktadır: Birincisi, sahil kesiminin bakışının değişken olmasıdır. İkincisi ise, karasal ve denizsel rüzgarların etkilerini değiştiren dağ silsilelerinin değişik olmasıdır (44).

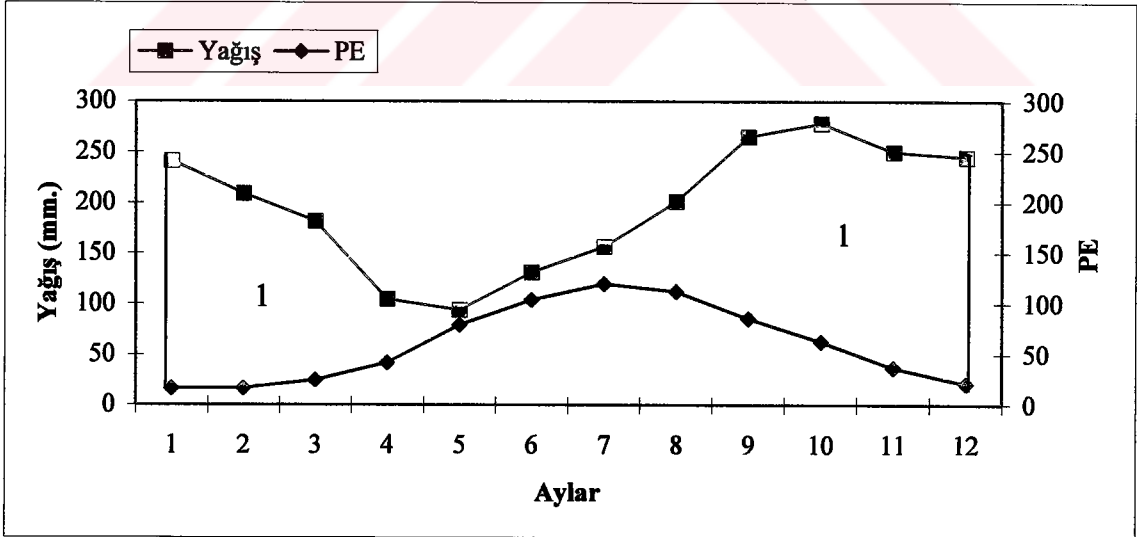
Bu genel açıklamalar, 1984 Meteoroloji Bülteni (16) verileri dikkate alınarak, Thornthwaite yöntemine göre oluşturulan iklim çizgelerinden de izlenebilmektedir (Şekil 4, 5, 6, 7).

1. Su fazlası 2. Sarf edilen su 3. Su noksanı 4. Birikmiş su



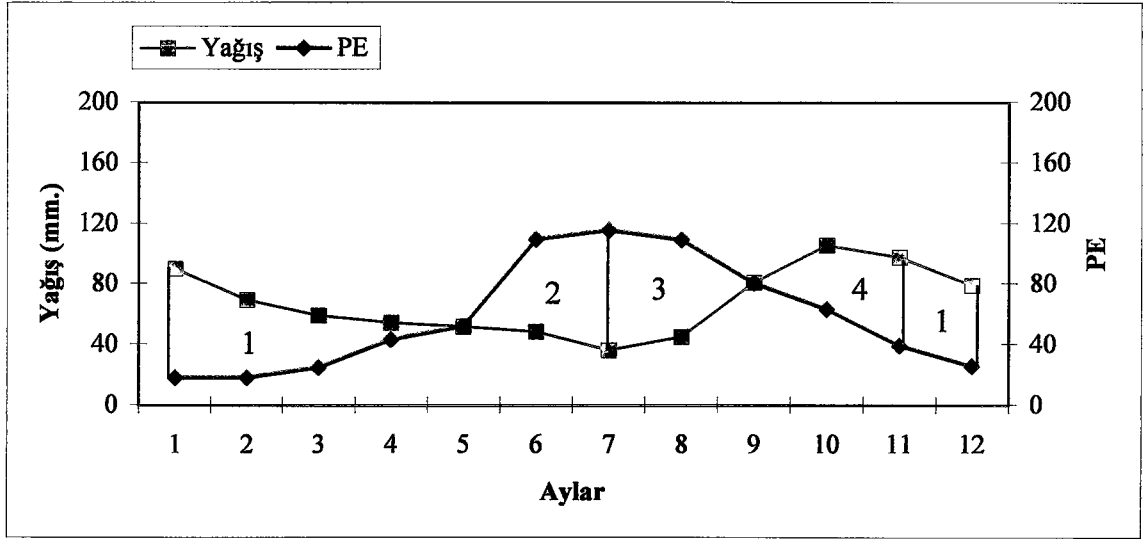
Şekil 4. Artvin (800 m.) su bilançosu çizgesi

1. Su fazlası 2. Sarf edilen su 3. Su noksanı 4. Birikmiş su



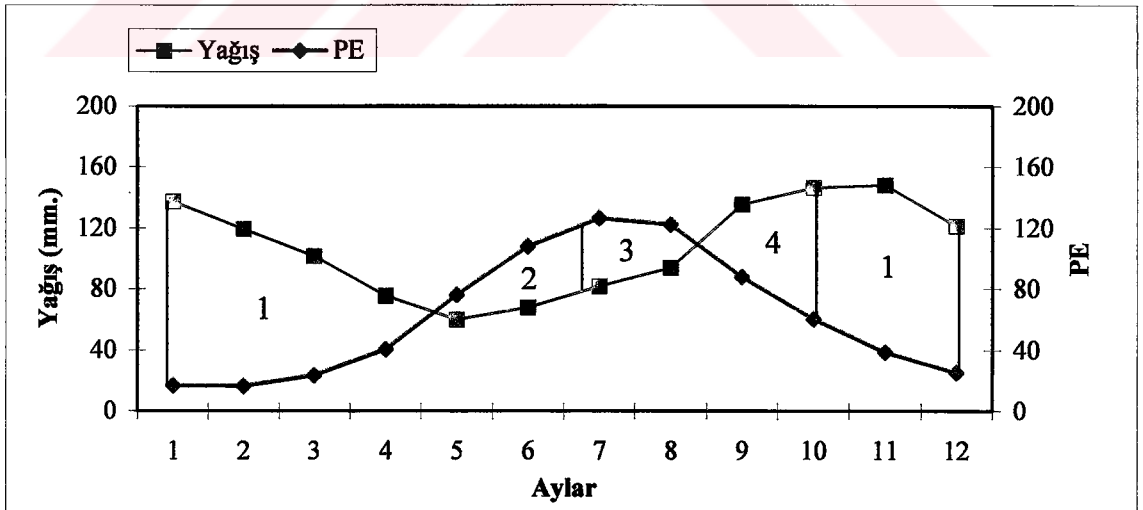
Şekil 5. Rize (10 m.) su bilançosu çizgesi

1. Su fazlası 2. Sarf edilen su 3. Su noksanı 4. Birikmiş su



Şekil 6. Trabzon (10 m.) su bilançosu çizgesi

1. Su fazlası 2. Sarf edilen su 3. Su noksanı 4. Birikmiş su



Şekil 7. Giresun (10 m.) su bilançosu çizgesi

### 1.2.5. Bitki Örtüsü

Doğu Karadeniz Bölgesi bitki örtüsü, bir bütün olarak değerlendirildiğinde dört ana vejetasyon tipine ayrılabilir. Bunlar; Pseudomaki, Orman, Step ve Alpin vejetasyonlarıdır (11).

#### 1.2.5.1. Pseudomaki Vejetasyonu

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde oldukça dar bir alanda yayılan bu vejetasyon, sahil kesimlerinde genellikle dar bir zonda, 0–50 (200) m. ve daha geniş yayılışını Çoruh nehri boyunca (100 – 500 m.) yapmaktadır. Bu vejetasyon tipi, asıl olarak Öksin (Euxine) kökenli elementlerden oluşan topluma, dağınık ya da küçük gruplar biçiminde kimi Akdeniz bitkilerinin karışmasından oluşmakta ve aşağıdaki bireyleri içermektedir:

*Rhododendron ponticum* L., *Rh. luteum* Sweet., *Corylus avellana* L., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. subsp. *barbata* (C. A. Mey.) Yalt., *Cornus sanguinea* L., *Staphylea pinnata* L., *Buxus sempervirens* L., *Diospyros lotus* L., *Vaccinium arctostaphylos* L., *Acer cappadocicum* Gleditsch., *Frangula alnus* Mill., *Mespilus germanica* L., *Daphne pontica* L., *Laurocerasus officinalis* Roem. gibi Euro – Siberian (Euxine) elementlerle ; *Erica arborea* L., *Cistus creticus* L., *C. salviifolius* L., *Arbutus unedo* L., *A. andrachne* L., *Rhus coriaria* L., *Cotinus coggygria* Scop., *Ficus carica* L., *Olea europaea* L., *Laurus nobilis* L., *Punica granatum* L., *Juniperus oxycedrus* L., *Pinus pinea* L., *Spartium junceum* L. gibi Mediterranean elementlerdir (11).

#### 1.2.5.2. Orman Vejetasyonu

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde en geniş vejetasyon tiplerinden biri olan orman vejetasyonu, pseudomaki vejetasyonunun hemen üzerinden (300 – 400 m.) başlayarak, alpin vejetasyonunun başladığı 1900 – 2200 m. yükseltilere, hatta Artvin yöresi Yalnızçam Dağlarında 2400 – 2500 m.'lere değin yayılmaktadır. Öte yandan Karadeniz ardı kesimlerde de geniş alanlar oluşturarak, step içlerine değin yayıldığı belirtilmektedir (4).

Orman vejetasyonunu oluşturan önemli ağaçlar; başta *Picea orientalis* (L.) Link. olmak üzere, *Fagus orientalis* Lipsky., *Pinus silvestris* L., *Abies nordmanniana* (Stev.) Spach., *Castanea sativa* Mill., *Carpinus betulus* L., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. subsp.

*barbata* (C. A. Mey.) Yalt., *Quercus hartwissiana* Stev., *Q. petraea* (Matt.) Liebl. subsp. *iberica* (Stev.) Krass., *Q. machranthera* F.et Mey. subsp. *sypsiensis*, *Acer campestre* L., *A. cappadocicum* Gleditsch., *A. trautvetteri* Medw., *A. platanoides* L., *Ulmus glabra* Huds., *U. minor* Mill., *Ostrya carpinifolia* Scop., *Tilia rubra* DC. subsp. *caucasica* (Rupr.) V. Engler, *Sorbus torminalis* (L.) Crantz., *S. aucuparia* L., *Populus tremula* L.' dir (11).

### 1.2.5.3. Alpin Vejetasyonu

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde orman vejetasyonundan sonra gelen ikinci büyük vejetasyon tipi olan alpin vejetasyon, orman sınırının üstünde yaklaşık 1900 (2000) m. ve yer yer 2400 – 2500 m. yükseltilerden başlayarak, dağların en yüksek noktalarına değin (3500 – 3900 m.) yayılan ve çok zengin otsu bitki taksonları ile ender kimi odunsu bitkilerden oluşmaktadır (11).

Genel olarak bir alpin vejetasyonu içerisinde; *Helichrysum graveolens* (Bieb.) Sweet., *H. plicatum* DC. subsp. *plicatum*, *Trifolium polyphyllum* C. A. Mey., *Geum coccineum* Sm., *Festuca laevis* Rouy., *Alchemilla caucasica* Buser., *Scorzonera laciniata* L., *Veronica multifida* L., *Gentiana pyrenaica* L., *Gentianella caucasica* M. B., *Campanula tridentata* Schreb., *Astragalus viciifolius* DC., *Oxytropis albana* Stev., *Carex glauca* Scop., *C. atrata* L., *Sibbaldia procumbens* L., *Pedicularis pontica* Boiss. gibi çok zengin bir otsu bitki toplamları ile; *Juniperus communis* L., *J. exselca* Bieb., *Vaccinium vitis-idea* L., *Rosa montana* Chaix, *Rhododendron luteum* Sweet. gibi kimi odunsu bitkiler izlemektedir (11).

### 1.2.5.4. Step Vejetasyonu

Doğu Karadeniz ardı kesimlerde dikkati çeken bir başka vejetasyon tipi de, Gümüşhane - Bayburt arasında ve Şebinkarahisar yörelerinde görülen step vejetasyonudur. Bu vejetasyon tipi içerisinde çok yıllık otsu bitkilerden; *Astragalus acmophylloides* Gross., *A. microcephalus* Willd., *Acantholimon venustum* Boiss., *Artemisia fragrans* Willd., *Salvia cryptantha* Montrb., *Morina persica* L. *Thymus* ssp., *Euphorbia palustris* L., *Genista involucrata* Spach., *Centaurea iberica* Trev., tek yıllık otsu bitkilerden; *Bellevalia romana* L., *Asphodelus albus* Willd., *Papaver rhoeas* L., *Muscari rasemosum* (L.) Mill., *Linum flavum* L. subsp. *flavum*, odunsu taksonlardan ise;

*Berberis vulgaris* L., *Rosa canina* L., *Cotoneaster morulus* Pojark., *Crataegus pseudoheterophylla* Pojark., *Rhamnus pallasii* Fisch. et Mey., *Pistacia atlantica* Desf., *Juniperus oxycedrus* L. örnek olarak verilebilir (11).

### 1.3. Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.)' nin Dendrolojik Özellikleri

Anadolu Kestanesi *Angiospermae* (Kapalı Tohumlu Bitkiler)'lerin *Magnoliatae* (*Dicotyledoneae*) sınıfının *Hamamelidae* alt sınıfından *Fagales* takımı *Fagaceae* familyasının sekiz cinsinden biridir (12, 17).

Boyu 20 - 25 m.'ye ulaşan dolgun gövdeli, geniş tepeli, uzun ömürlü (1000 sene kadar) bir ağaçtır. Önceleri kabuk düzgün, zeytuni esmer, üzerinde açık renkli mantar kabukları vardır. Sonraları esmer gri renkli, parçalı, yukarıdan aşağıya yarılmış olan bir kabuğa değişir. Dıştan görülebilen 2 - 3 pulla örtülü tomurcuklar basık, küçük, sivri – yumurta biçiminde, sapsız, kahverengi, kırmızı renktedir. Sürgünlere tamamen yatmamış, uçları serbesttir. Sürgünler koyu esmer, önceleri sık tüylü, sonra seyrek tüylü veya tamamen çıplaktır. Uzunlukları 8 – 18, genişlikleri 3 – 6 cm. arasında değişen yapraklar uzun – mızrak gibi, uçları sivri, kenarları keskin kaba dişlidir (18).

Erkek çiçeklerin uzunlukları 10 – 20 cm.'yi bulan ve dik duran şamdan gibi kedicikler halinde, dişiler de bunların diplerinde bulunmakta, ender olarak ayrı yerde kısa sürgünlerde yer almaktadır. Üzeri batıcı dikenli, önceleri yeşil, sonraları kahverengi yuvarlak bir kupulası vardır. Nuslar 2 – 3 cm. büyüklüğündedir. Çiçekler yapraklanmadan çok sonra mayıs, haziranda oluşur. Nuslarda ekim, kasım aylarında olgunlaşır (17).

Anadolu Kestanesinde boy büyümesi önceleri yavaş, ancak 10. yaştan başlayarak hızlanmakta, sonra 40 – 50. yaşlarda tekrar yavaşlamaktadır. Buna karşın çap artımı uzun süre sürmektedir. Çap birkaç metreye ulaşabilmektedir. Sürgün verme yeteneği çoktur, kuvvetli kazık kök oluşturur (17).

Bu tür Karadeniz Bölgesi'nde ve özellikle doğu sektörde iyi temsil edilmiştir. Silisli anakayalar üzerinde topluluklar oluşturur ve Orta ve Batı Karadeniz' de az dağlık hatta *Fagus orientalis* ve özellikle *Carpinus betulus*' un yanında dağlık topluluklar oluşturur. Genel yayılışı incelenecek olursa submediteran iklim bölgelerinin ağacı olduğu görülür. Esasen "Castanetum" adındaki bir iklim zonunu karakterize eder (18, 19).

Coğrafi dağılışı Güney Avrupa, Kuzey Afrika ile Türkiye ve Kafkasya'dır. Türkiye'de yayılışına gelince doğuda Türk – Gürcistan sınırından başlar Kuzey Anadolu

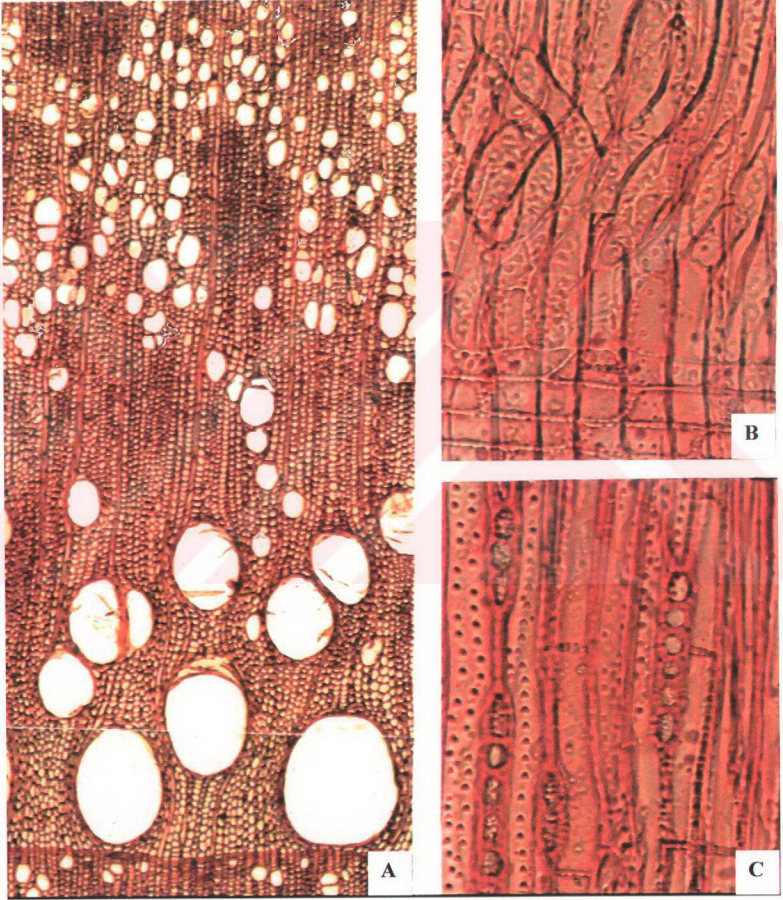
sahilleri boyunca İstanbul Boğazı yakınındaki Belgrat ormanına değin uzanır. Daha batıya örneğin Istrancalara geçmez. Marmara çevresi, Batı Anadolu' da bulunur. Güneyde rastlanmaz. Yalnız Manavgat'ın Zerk köyünde meşhur Zerk Harabeleri yakınında eski devirde getirilmiş olması çok muhtemel olan yaşlı ulu ağaçlardan müteşekkil ufak bir kestanelik vardır (18).

Mikroskopik özellikler: İlbahar odunu traheleri çok büyük çaplı, yaz odunu traheleri çok küçük çaplıdır. Her iki odun arasında trahe çapları açısından büyük fark vardır. Odun halkalı trahelidir ve yıllık halkalar çok belirgindir. İlbahar odunu trahelerinin etrafında vasisentrik traheitler bulunur. Enine kesitlerde kenarlı geçitleriyle, radyal kesitlerde ise gayri muntazam şekilleriyle kolaylıkla ayırt edilirler. Yıllık halka sınırında ve yaz odunu trahelerinin bulunmadığı kısımlarda yoğunlaşır. Bu durum özışınlarına yıllankavi bir görünüm verir (20) (Şekil 8).

Traheler	: Perforasyon basit ve merdiven şeklindedir.
1 mm <sup>2</sup> 'de trahe sayısı	: 40 – 50 adet
Radyal yönde gruplaşma	: 2 – 4 adet
Özışınları	: Homoselüler ve üniseridir.
1 mm <sup>2</sup> 'de özışını sayısı	: 12 – 14 adet
1 mm <sup>2</sup> 'de özışını sayısı	: 70 – 90 adet
Özışınlarının yüksekliği	: 1 – 40 hücre
Özışınlarının genişliği	: 1 hücre
Boyuna paranzim	: Apotraheal ve Paratrahealdir (21).

Kullanım Yerleri : Tanence zengin, koyu renkli odunu çok dayanıklıdır. Özellikle Karadeniz sahil kesimlerinde ev inşaatlarında, gemi tekneleri yapımında çok kullanılmaktadır. Tüm fabrikasyon çalışmalarında meşeden daha elverişlidir (şekil verme ve inceltme). Odunu kolay eğilme ve bükülme özelliğindedir. Öz odunu da hava değişikliklerine karşı son derece dayanıklıdır. İç ve dış marangozluk, zemin kaplaması (mozaik veya geleneksel parke), döşemecilik, fiçicilik işlerinde, tahta perde, kazık, herek olarak kullanılır. Ayrıca heykeltıraşlıkta, kapı ve özellikle pencere işlerinde başarı ile kullanılır (17, 18).





Şekil 8. Anadolu Kestanesi odunundan kesitler: A) Enine kesit, B) Radyal kesit, C) Teğet kesit (22)



#### 1.4. Literatür Özeti

Anadolu Kestanesi üzerine yapılmış dendrokronolojik bir çalışma olmamakla beraber, özellikle Amerika ve Avrupa'da oldukça gelişmiş olan bu bilim dalında başka ağaç türleri üzerinde yapılmış birçok araştırma vardır. Bunlardan bazıları şunlardır:

Toprakta var olan besin ile yıllık halka genişliği arasındaki ilişkilerin saptanmaya çalışıldığı, İspanya'nın Pyrenees bölgesindeki *Pinus uncinata* Ram. ağaçlarından alınan örneklerde reçinelerinde bulunan  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{PO}_4$ , Ca ve K molekülleri ölçülmüştür. Ölçüm sonuçlarına dayanarak topraktaki besin maddeleri ile ağaç büyümesi arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak ortaya konmuştur. Bu çalışmaya göre toprakta bulunan bu moleküllerden ağaç büyümesine en büyük etkiyi  $\text{NO}_3$ 'ün yaptığı, bu molekülde bulunan N'nin büyümedeki değişime %22 oranında etki ettiği anlaşılmıştır (23).

"16. yüzyılda Avrupa'da Yıllık Halka ve İklim" adlı çalışmada, 16. yüzyıl boyunca Avrupa'daki iklimsel değişimler ortaya çıkarılmıştır. Bu son 500 yılı içeren bir dendroklimatolojik kanıt olarak değerlendirilir. Bu çalışma ile bazı yoruma dayalı sorunların tartışılmasına olanak sağlamıştır (24).

Kaliforniya'da kumsal çamlarının (*Pinus contorta* Dougl.) bulunduğu 1000 ha.'lık bir orman sahası üzerindeki araştırmada, yangının şiddeti, büyüklüğü, sıklığı gibi yangın rejimini simgeleyen birkaç öğe; yangının hava ile olan ilişkisi ve yangının oluştuğu periyotlar belirlenmeye çalışılmıştır. Yangın olaylarını içeren gizli raporlardan alınan kayıtlar, yaralı kumsal çamı ağaçlarından alınan örneklerle belirlenen yangın tarihleri, orman yapısı ile ilgili geçmişte meydana gelmiş olumsuz koşullar, geçmişteki orman yangınlarıyla ilgili olarak hazırlanan dendroklimatolojik yöntemler ve yangının çıkma olasılığının yüksek olduğu hava koşullarındaki meteorolojik kriterler gibi birkaç bulgu üzerinde çalışmalar yapılmıştır (25).

Kanada Alberta'da yıllık halkalarla geçmişteki yaz sıcaklığının yeniden belirlenmesi için yapılan çalışmada, adı geçen bölgeden alınan yıllık halka verileri ve maksimum yaz odunu yoğunluğuna dayanarak nisan-ağustos arası sıcaklıklar yeniden haritalanmıştır. Oluşturulan bu yeni yaz sıcaklığı iklim diyagramı 1073-1983 yıllarını kapsayan ve Kuzey Amerika'nın en uzun diyagramıdır (26).

Güney Afrika'nın geçmişteki ekolojik çevresine ilişkin odun kömürleri üzerinde yapılan arkeolojik ve dendrokronolojik çalışmada, odun kömürlerinin morfolojik yapısı

incelenmiştir. Bu yöntem çevresel değişimi belirlemede paleoklimatik ve paleoekolojik yorumlar için bilgi verir. Yine bu çalışmada yapılan dendrokronolojik araştırma, Güney Amerika'da yıllık halkalarla oluşturulan yaklaşık 4000 yıllık sıcaklık ve yağış kayıtlarının Tazmania ve Yeni Zelanda'dan alınan kayıtlarla benzer sonuçlar taşıdığı ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak tarih öncesi orman yangınlarının belirlenmesine yönelik gelecekte yapılacak olan araştırmalar eski devirlerdeki odunsu türlerin oluşturduğu ekolojik çevrede meydana gelen önemli antropojenik etkiler hakkında bilgiler sağlanmasına ışık tutacaktır (27).

Güneydoğu Asya'daki ilk yıllık halka kronolojileri Tayland'da gerçekleştirilmiştir. Tayland'da seçilen dört bölgede *Pinus kesiya* Royle ex Gordon ve *Pinus merkusii* Jungh. & de Vriese türlerinde bu yörelere ait dört kronoloji oluşturulmuş, ayrıca bu veriler tepki fonksiyonunda kullanılarak sıcaklık ve yağış ile olan ilişkiler belirlenmiştir (28).

Uzakdoğu ülkesi Japonya'da ise Katoh ve Kasuya tarafından *Zelkova serrata* (Thunb.) üzerinde Finger-Printer yönteminin ilk kez uygulandığı bir dendrokronolojik çalışma gerçekleştirilmiştir (29).

Ülkemizde bu konuda yapılmış çalışmalardan önemlileri ise şunlardır:

Aytuğ, Merav ve Edis, Sürmene Ağaçbaşı dolayları ladin ormanında yaptıkları çalışmada, bu yöredeki ladin ormanının Kuvaterner'in son iklim periyodlarındaki değişimlerini saptayıp, ormanın bugünkü kuruluşu ile geçen 9000 yıl içerisindeki türlü kuruluşları arasındaki iklim koşulları yönünden ilişkiler kurup, bu ormanın gelecekte hangi yönde bir gelişime yöneleceğini araştırmış ve dolaylı olarak dendrokronoloji çalışmalarına yarar sağlamıştır (45).

Aytuğ, Ankara Polatlı yakınlarındaki antik Gordion şehrinde gömülü olan ünlü Phyrigan kralı Midas'ın kullandığı mobilyalar ve döneme ait ahşap yapılardan alınan odun örnekleri üzerine analizleri sonucunda binaların yapımında sedir, sarıçam, adi porsuk ve ardıç taksonlarının; mobilyaların yapımında ise ceviz, şimşir ve ardıç taksonlarının kullanıldığını tespit etmiştir (30).

Kantay tarafından "Çoruh Meşesi (*Quercus petraea* (Mattuschka) Lieb. subsp. *iberica*) üzerine doktora tezinde, Belgrad ormanı için 1841-1981 yıllarını kapsayan yöresel bir grafik hazırlamış ve Belgrad ormanı koşullarında, yağış ve sıcaklığın meşeler üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığını belirtmiştir (46).

Selik ve ark. tarafından *Cedrus libani* A. Rich. üzerinde dendroklimatolojik bir çalışma yapılmış ve yaz yağışlarının halka gelişimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (47).

Özkan, Türkiye'deki *Picea orientalis* (L.) Link. üzerine yapmış olduğu doktora çalışmasında, türün yayılış alanı olan Doğu Karadeniz Bölgesi için 1749-1988 yıllarını kapsayan bir ana grafik oluşturmuştur (4).

Domaniç'teki Anıt Karaçam üzerinde Tayhan tarafından gerçekleştirilen dendrokronolojik ve dendroklimatolojik çalışmada, Osmanlı devletinin kuruluşunda belirli bir yaşta olduğu saptanan anıt ağacın kurduğu yıl ve kurumasına değin geçen süredeki yaşı saptanmıştır. Ayrıca grafikler düzenlenerek geçmiş yıllara ait kurak ve yağışlı periyodlar ortay konmuştur (31).

Aslan ve Özkan, Artvin ilindeki *Picea orientalis* (L.) Link. ağaçlarından aldıkları örneklerle oluşturdukları kronolojileri bölgenin meteorolojik verileriyle karşılaştırmışlar, ayrıca kaydı bulunmayan yıllar içinde iklim belirleme çalışmaları yapılmışlardır. Veriler gelecekteki iklimin tahmini içinde yararlı kaynak olmaktadır (32).

Kuniholm ise aşağıda belirtilen yörelerde ve türlerde dendrokronolojik araştırmalar yapmıştır: Kars Sarıkamış, *Pinus sylvestris* L. (1692-1992); Gümüşhane Torul, *Abies nordmanniana* (Stev.) Spach (1582-1988); Zonguldak Yenice, *Quercus hartwissiana* Stev. (1624-1984); İstanbul Belgrad Ormanları, *Quercus* ssp. L. (1769-1985); Eskişehir Çatacık Ormanı, *Pinus nigra* Arnold. (1293-1980); Antalya Elmalı, *Cedrus libani* A. Rich. (1370-1988) (33).

Efe, "Sığıla Ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.)'nda Dendrokronolojik Araştırmalar" adlı bir çalışma yapmıştır (34).

Akkemik, Batı Akdeniz Bölgesi'ndeki *Pinus nigra* Arn. ve *Abies cilicica* Carr. taksonlarında dendrokronolojik araştırmalar yapmış ve böylece bölgedeki tüm tarih belirleme işlemlerinde temel olan ana grafikleri oluşturmuştur. Ayrıca taksonlara ait ortalama grafiklerde karşılaştırılmıştır (35).



## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Materyaller

Bu araştırma, *Castanea sativa* Mill. (Anadolu Kestanesi)'nin doğal yayılış alanlarından biri olan Doğu Karadeniz Bölgesi'nde seçilen dört yörede (Artvin, Rize, Trabzon, Giresun) toplam 36 adet artım kalemi üzerinde gerçekleştirilmiştir.

#### 2.1.1. Örnek Almada Gözetilen Koşullar

##### 2.1.1.1. Yöre Seçimi

Araştırmada Doğu Karadeniz Bölgesi dört yöreye ayrılmış ve her yörede kestane meşcerelerini temsil ettiği düşünülen, uzun yılları kapsayan ana grafikler oluşturabilmek amacıyla mümkün olduğunca yaşlı ağaçların bulunduğu yerler tespit edilmiştir.

Yörelere seçiminde, karasal ve denizsel iklim, yükseltiler, bakılar, eğimler, toprak yapısı, ağaçların gelişiminde olumlu ya da olumsuz etkisi olan alanlar göz önünde tutulmuştur.

##### 2.1.1.2. Ağaçların Seçimi

Ülkemizin önemli ağaç türlerinden olan *Castanea sativa* Mill. (Anadolu Kestanesi)'nin tanence zengin, koyu renkli ve çok dayanıklı odunu olmasından dolayı, geçmişten günümüze birçok tarihi ahşap yapıda, bina yapımında, sualtı inşaatlarında yoğun olarak kullanılmıştır. Ömürlerinin 800 – 1000 yıl hatta daha fazla olması bu türün seçiminde diğer bir etmendir.

Dendrokronolojide temel amaç uzun yılları kapsayan ve alanı temsil edebilecek kronolojiler oluşturmak olduğundan, bu gibi çalışmalarda kullanılacak ağaçların meşcerayı temsil edecek yaşlı, düzdün gövdeli elit ağaçlar olmasına dikkat edilmektedir. Bu nedenledir ki örnek ağaçların kuvvetli eğimlerden, dere kenarlarından, tepe, sırt ve açıklıklardan etkilenmemiş olmalarına dikkat edilmiştir. Ayrıca ağaçlarda meydana

gelebilecek büyüme anomalilerini en aza indirmek için de her ağaçtan farklı iki doğrultuda artım kalemleri alınmıştır.

## **2.2. Yöntemler**

### **2.2.1. Laboratuarda Uygulanan Yöntem**

Materyalin analizi klasik olarak, ağaçlardan alınan kalemlerin ölçüm için hazır hale getirilmesini, her kalemdeki yıllık halkaların ölçümünü, bu ölçümlerden elde edilecek verilerle dendrokronolojik eğrilerin oluşturulmasını, eşlenmesini, karşılaştırılmasını ve bunların toplam kronolojiler şeklinde sentez edilmelerini içermektedir.

#### **2.2.1.1. Kalemlerin Alınması, Saklanması ve Ölçüm Öncesi Gördüğü İşlemler**

Dendrokronolojik çalışmalar için araştırma materyali, Pressler Artım Burgusu yardımı ile ağaçların toprak seviyesinden 1.30 m. yükseklikten ve gövde eksenine dikey yönde alınmıştır. Artım burgusu yardımıyla alınan 35 cm. uzunluğunda ve 0.5 cm. çapındaki artım kalemlerinin özelliklerinin bozulmaması amacıyla, etiketlenip, saman kağıtlara ve polietilen ambalaj içerisine sarılmaktadır. Daha sonra örnekler, plastik tüplere yerleştirilmekte ve saklanmaktadır. Etiketler; örneğin alındığı yeri ve tarihi, ağaçtan alınan kalemin numarasını ve alındığı doğrultuyu taşımaktadırlar.

Plastik tüplere yerleştirilen ve etiketlenen kalemler, üzerlerinde gerekli ölçümler yapılmak üzere laboratuara taşınmışlardır.

### **2.2.2. Ölçmede Uygulanan Yöntem**

#### **2.2.2.1. Örneklerin Hazırlanması**

Laboratuara taşınan kalemlerde yıllık halkaların sayılıp ölçülebilmeleri için, öncelikle *Phytophthora cambivora* (Kestane Mürekkep Hastalığı) mantarı nedeniyle odunda oluşan renk bozulmasının, yani mürekkep renginin temizlenmesi amacıyla artım kalemleri sülfüroz asit ( $H_2SO_3$ ) çözeltisi içinde bekletilip yıllık halkalar belirgin hale getirilmiştir. Daha sonra keskin bıçak ya da jilet yardımıyla artım kalemlerinin kesitleri parlatılmıştır.

Ölçmelerde kolaylık sağlamak için, her örnek 10 yıllık kademelere ayrılarak işaretlenmiştir. Bu işlem en son oluşan yıllık halkadan başlayarak en içteğine doğru devam etmiştir. Kabuğun ya da ağaç merkezinin bulunup bulunmadığı not edilmiştir.

#### 2.2.2.2. Yıllık Halkaların Ölçülmesi

Ölçümlerde olabilecek hata nedeniyle geriye dönüşte kolaylık sağlaması amacıyla, x15 ölçme lupu ile 10'ar kademeli seksiyonlara ayrılan kalemlerde, yıllık halka ölçümleri Artım Ölçer aleti yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerde x2 büyütme ile çalışılmış olup, bu büyütmede 20 birim 1 cm.'ye denk gelmektedir.

Artım Ölçer aleti, yıllık halkaları ilkbahar odunu ve yaz odunu toplamı olarak ölçmeye olanak veren, yarı otomatik bir alettir. Her ölçümün değeri önceden hazırlanmış olan cetvellere işlenmektedir. Yıllık halka genişliklerinin ölçülmesine son yıl oluşan halkadan başlanarak, merkeze doğru devam edilmiştir (kabuktan öze doğru). Ölçülen değerlerin yazıldığı cetveller Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Yıllık halka ölçüm tablosu

Yıllık Halka Sıra No	Yıllar	Yıllık Halka Genişliği (cm.)		
		N-S	W-E	Ortalama
1	2000	0.8	1.0	0.9
2	1999	0.9	1.0	1.0
3	1998	1.1	1.3	1.2
4	1997	0.7	0.9	0.8
5	1996	0.9	1.1	1.0
6	1995	0.9	0.9	0.9
7	1994	0.7	0.8	0.8
8	1993	0.8	0.9	0.9

Yöre : Artvin  
Ağaç Türü : *Castanea sativa* Mill. (Anadolu Kestanesi)  
Ağaç No : 5  
Alındığı Yer : Borçka/Artvin  
Alındığı Tarih : 17.07.2000  
Yükseklik : 650 m.  
Bakı : Kuzey  
Eğim : %55  
Kapalılık : %50  
Ağacın Özellikleri : Boyu 25 m., çapı 80 cm., düzgün gövdeli

### **2.2.3. Ölçme Verilerinin Değerlendirilmesi Yöntemleri**

#### **2.2.3.1. Dendrokronolojik Eğrilerin Elde Edilmesi**

Dendrokronolojik eğrilerin elde edilmesinde dört yöntem kullanılmaktadır. Bunlar: 1. İskelet Noktalama (Skeleton Plot), 2. Mutlak Halka Genişliklerinin Grafik Olarak Gösterilmesi, 3. Halkaların Yarı Logaritmik Olarak Gösterilmesi, 4. Yıllık Halka Genişliklerinden Elde Edilen İndislerin Bir Grafikle Gösterilmesidir (4).

Bu araştırmada, yıllık halkaların ölçülmesinden elde edilen eğriler yardımıyla kronolojik serileri eşleştirmede, daha verimli ve kesin sonuçlar vermesi nedeniyle, 1. Halkaların Yarı Logaritmik Olarak Gösterilmesi, 2. Yıllık Halka Genişliklerinden Elde Edilen İndislerin Bir Grafikle Gösterilmesi yöntemleri kullanılmıştır.

#### **2.2.3.2. Halkaların Yarı Logaritmik Olarak Gösterilmesi**

Yörelere alınmış her bir örnek için eğrilerin çizilmesinde kullanılan bu yöntemde, x eksenini normal, y eksenini logaritmik olarak düzenlenmiş, yarı logaritmik kağıtlar kullanılmaktadır. Daha sonraki grafik karşılaştırmalarında kolaylık sağlaması nedeniyle bu kağıtların şeffaf olması tercih edilmektedir.

Yarı logaritmik kağıtların apsisi üzerinde 5 mm. aralıklarla yıllar, ordinatı üzerinde mm. olarak halka genişlikleri gösterilmektedir. Ağacın merkezi yani özü grafiğin solunda bulunacak şekilde, soldan sağa doğru işaretlenmektedir.

Yarı logaritmik ölçeğin ve grafiğin kullanılmasında, ağaçlarda yaşa, rekabete, eksik ve yalancı halkalar gibi durumlara bağlı değişimlerin ortadan kaldırılarak alınan örneklerin birbirleri ile karşılaştırılması sağlanmaktadır.

#### **2.2.3.3. Yıllık Halkalardan Elde Edilen İndislerin Bir Grafikle Gösterilmesi (Standardizasyon)**

Standardizasyon, dendrokronolojideki temel yöntemlerden biridir. Halka genişliği yalnızca çevresel koşullarda meydana gelen farklılaşmalarla değişmez, bu değişim aynı zamanda alanın verimliliğine ve koşullarına, ağacın yaşamı boyunca meydana gelen sistematik değişimlere bağlıdır.

İklimle yıllık halka genişliği arasındaki ilişki üzerine yapılan çalışmalarda, ağacın yaşı ile halka genişliği arasındaki sistematik değişimi ortadan kaldırmada kullanılan en uygun yöntem standartlaştırmadır ve bu durum ölçümlerle ortaya konur. Ağacın geometrisinin ve yaşının değişiminden kaynaklanan halka genişliğindeki bu düzeltme “Standardizasyon” olarak bilinmektedir ve dönüştürülmüş değerler de “Yıllık Halka İndisi” olarak adlandırılmaktadır. Bu indisler genellikle doğrusal olmayan bir eğilime sahiptir ve bu değerlerin ortalaması birdir (2).

Standartlaştırmada her örnek için önce büyüme eğrileri çizilmektedir. Daha sonra, regresyon analizleri yapılarak bu eğrilere en uygun regresyon eğrileri geçirilmektedir. Böylece her örneğe uygun regresyon eşitlikleri hesaplanmaktadır. Bu regresyon eşitlikleri yardımıyla da, her bir indis değerleri belirlenmektedir. Sonuçta standartlaştırılmış eğriler bu indis değerleri kullanılarak çizilmektedir.

Bu indis değerlerinin bulunmasında ise aşağıdaki formülden yararlanılmaktadır:

$$I_t = W_t / Y_t \quad [1]$$

- $I_t$  : yıllık halka genişliği indisi,  
 $W_t$  : ölçülen yıllık halka genişliği,  
 $Y_t$  : beklenen yıllık büyüme (regresyon eşitliğinden) (2)

#### 2.2.3.4. Toplam Kronolojiler

Toplam kronoloji, her bireysel kronoloji için türetilmiş indislerin ortalaması yıldan yıla hesaplanarak elde edilmektedir. Dendrokronoloji çalışmalarında, indislerin ortalamasına dayanan bu yöntem, tüm dendrokronologlar tarafından benimsenmiştir. Toplam kronolojilerin elde edilmesinde bir çok değişik fonksiyonlardan yararlanılmaktadır. Bunlar; Negatif Üstel Fonksiyon, Büyüme Fonksiyonu ve Polynominal Fonksiyonlarıdır (4).

Negatif Üstel Fonksiyon, ağaçlarda gelişmenin yaşa bağlı eğilimlerini elimine etmek için kullanılmıştır. Bu fonksiyonun genel denklemi aşağıdaki gibidir:

$$Y_t = ae^{-bt} + k \quad [2]$$



$Y_t$  : t yılındaki beklenen büyüme,  
 a, b, k : kullanılan parametreler,  
 e : logaritmik baz,  
 t : yıl (2).

Büyüme fonksiyonu ise, ağaçlar arası rekabete dayanan yaşa bağlı eğilimleri elimine etmek için kullanılmaktadır. Büyüme fonksiyonun genel denklemi:

$$Y_t = a(t - x)^b c^{c(t-x)} \quad (2). \quad [3]$$

Polynomial fonksiyon ise, değişik yörelerde yaşayan ağaçlarda, ağaçlar arası rekabetin etkisine bağlı dendrokronolojik serilerin değişimini filtre etmek için kullanılmaktadır. Genel denklemi aşağıdaki gibidir:

$$Y_t = a_0 + a_1t + a_2t^2 + \dots + a_nt^n \quad [4]$$

#### 2.2.4. Dendrokronolojik Eğrilerin Karşılaştırılması Yöntemleri

##### 2.2.4.1. Eğrilerin Uyum Yüzdeleri (EUY)\*

Ortalama grafiklerin elde edilmesinden önce, bireysel grafikler incelenmekte ve anlamlı bir uyum olup olmadığı denetlenmektedir. Bunun için geliştirilen en etkili yöntem “Eğrilerin Uyum Yüzdeleri”dir.

Avrupa’da yaygın olarak kullanılan bu yöntem, Huber (1943) tarafından ortaya konmuştur. Bu yöntemde, halka genişlikleri için mutlak değerler yerine, artımdaki yıllık değişimlerin yüzdesi esas alınmaktadır (35).

EUY’nin hesaplama yoluyla bulunmasında,  $X_{i+1}$  yılı ile  $X_i$  yılındaki yıllık halka genişlikleri farkı bulunmaktadır ( $\Delta_i = X_{i+1} - X_i$ ). Burada;

$$\Delta_i > 0 : G_{ix} = +1/2$$

$$\Delta_i = 0 : G_{ix} = 0$$

$$\Delta_i < 0 : G_{ix} = -1/2$$

[5]

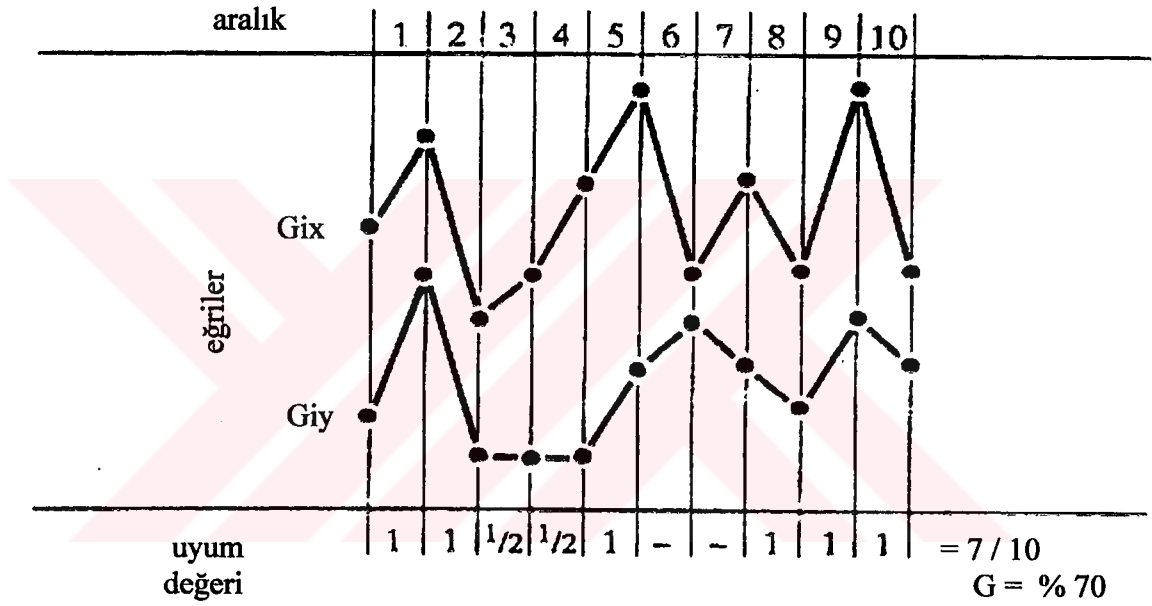
\* Başkaca kaynaklarda Grafiklerin Uyum Yüzdeleri (GUY) şeklinde de ifade edilmektedir.

olarak değerlendirilmektedir. Bu şekilde her iki eğri için  $G_{ix}$  ve  $G_{iy}$  değerleri bulunur.

$$\text{İki grafik için } G(x, y) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} [G_{ix} + G_{iy}] \quad [6]$$

eşitliği ile iki eğri arasındaki EUY bulunur (36).

EUY'nin grafik yöntemle bulunmasında ise, yıllık halka genişliklerinin gösterildiği şeffaf grafikler birbirleri ile karşılaştırılarak, aynı yıllara karşılık gelen yıllık halka değerlerinde aynı yönde giden aralıklar belirlenmektedir. Bu şekilde aynı yönde giden aralıklara (1), ayrı yönde giden aralıklara (0), kesin olmayan aralıklara ise (1/2) gibi rakamlar verilerek hesaplamalarda kolaylık sağlanmaktadır (Şekil 9).



Şekil 9. EUY'nin grafik olarak belirlenmesine ait bir örnek (36)

#### 2.2.4.2. Korelasyon Katsayıları

İki eğri arasında doğrusal bir ilişkinin olup olmadığının kontrolü için kullanılan yöntemlerden biri de Korelasyon Katsayılarıdır. Yöntemde korelasyon katsayıları  $-1$  ile  $+1$  arasında değerler almakta;  $-1$  eğriler arasında yüksek negatif ilişkiyi,  $+1$  yüksek pozitif ilişkiyi ifade etmektedir. Katsayının sifira yaklaşması ise eğriler arasındaki ilişkinin zayıf olduğunun göstergesidir.

Korelasyon katsayılarının hesaplanmasında aşağıdaki formülden yararlanılmıştır:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{t=1}^{t=n} (x_t - m_x)(y_t - m_y)}{(n-1)S_x S_y} \quad [7]$$

- $r_{xy}$  : korelasyon katsayısı,  
 $x_t, y_t$  : t yılındaki iki seriye ait yıllık halka genişlikleri,  
 $m_x, m_y$  : iki serinin yıllık halka genişlikleri ortalaması,  
 $S_x, S_y$  : iki serinin standart sapması,  
 $n$  : veri sayısı,  
 $t$  : yıl (2).

#### 2.2.4.3. Karakteristik Yıllar

Karakteristik yıllar, bir örnekteki varyasyonların diğer örneklerde de var olduğu yıllar, bir başka deyişle pozitif eğilim (+) ya da negatif eğilim (-)'de bulunan halka genişliklerinin bir maksimum ve bir de minimum gösterdiği yıllar şeklinde tanımlanmaktadır (4).

Karakteristik yılların bulunmasında Cropper (1979)'ın aşağıda belirtilen formülünden yararlanılmıştır. Zi değerinin 0.75'den büyük olduğu değerleri pozitif karakteristik yılları, yani tüm eğrilerin yükselen eğriler şeklinde olduğu yılları; -0.75'den küçük değerlerin ise negatif karakteristik yılları, yani tüm eğrilerin alçalan eğriler şeklinde olduğu yılları ifade ettiğini belirtmektedir.

$$Z_i = \frac{X_i - \text{mean}[\text{window}]}{\text{stdev}[\text{window}]} \quad [8]$$

- $Z_i$  : i yılındaki indeks değeri,  
 $X_i$  : i yılındaki orijinal yıllık halka değeri,  
 $\text{mean}[\text{window}]$  :  $X_{i-2}, X_{i-1}, X, X_{i+1}, X_{i+2}$  halka genişliklerinin aritmetik ortalaması,  
 $\text{stdev}[\text{window}]$  :  $X_{i-2}, X_{i-1}, X, X_{i+1}, X_{i+2}$  halka genişliklerinin standart sapması (37).

#### 2.2.4.4. Duyarlılık

Bir ağacın yıllık gelişimi; genotipik gücün, fizyolojik gelişmenin ve ekolojik etmenlerin tümünün etkisiyle ortaya çıkar. Yıllık halka genişlikleri yöreden yöreye değiştiği gibi aynı yöredeki ağaçlar arasında bile farklılık gösterebilmektedir. Ağaçlar başta iklim etmenlerinden sıcaklık ve yağışa bağlı olmak üzere, arazi yapısı, yükselti, v.s. sebeplerden, en küçük çevre etkilerine karşı hemen reaksiyon gösterirler ve yıllık halka genişliği yıldan yıla değişir. Bu tip ağaçlara duyarlı (sensitive), bunun aksi ağaçlara ise duyarsız (complecent) ağaçlar denilmektedir.

Duyarlılık bir katsayı ile açıklanmakta ve bu katsayıya "Ortalama Duyarlılık Katsayısı" denilmektedir. Duyarlılık katsayısı birbirini izleyen iki yıllık halka değerinin mutlak farkının, bu değerlerin ortalamasına bölünmesiyle elde edilmektedir (2).

$$ms_x = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^{t=n-1} \left| \frac{2(X_{t+1} - X_t)}{X_{t+1} + X_t} \right| \quad [9]$$

- $ms_x$  : ortalama duyarlılık katsayısı,  
 $n$  : yıllık halka sayısı,  
 $X_t, X_{t+1}$  : t ve t+1 yıllarındaki iki yıllık halkanın ölçülen değeri.  
 $t$  : yıl

Her yöredeki ağaçların yıllık duyarlılık katsayılarının ve toplam duyarlılığın hesaplanmasında, yukarıdaki formülden yararlanılmıştır.

### 3. BULGULAR

#### 3.1. *Castanea sativa* Mill. (Anadolu Kestanesi)'ya Ait Ölçümler ve Değerlendirmeler

Araştırmada, Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) yaşlı ağaçlarından toplam 36 adet kalem üzerinde çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Artım burgusu ile kalemlerin alındığı ağaçlar yaşlı, büyük çaplı, düzgün gövdeli özelliklere sahiptirler.

Artım kalemlerinin alındığı yörelere ait ekolojik özellikler (enlem, boylam, yükselti, bakı, eğim) Tablo 3'de verilmektedir.

Tablo 3. İncelenen yörelerin alan tanıtım formu

Şehir	Enlem	Boylam	Yükselti (m.)	Bakı	Eğim (%)
Artvin	41° 11'	41° 49'	540	Kuzey	55
Rize	41° 02'	40° 31'	450	Kuzey	60
Trabzon	41° 00'	39° 43'	530	Kuzey	50
Giresun	40° 55'	38° 24'	350	Kuzey	65

#### 3.1.1. Ölçme Verilerinin Değerlendirilmesi

##### 3.1.1.1. Bireysel Dendrokronolojik Eğriler

Her bir örnek için elde edilen ölçümlerin kronolojik serileri dendrokronolojik eğriler şeklinde grafik olarak gösterilmiştir. Grafiğin apsisinde birbirini izleyen yıllar, ordinatında logaritmik ölçeğe uygun halkaların genişlikleri şekillendirilmiştir.

Ağaçların ilk yaşlarda sık, orta yaşlarda seyrek ve son yıllarda yine sık yıllık halkalar oluşturuyor olması eğrilerin yarı logaritmik gösterilmesiyle ya da standardizasyon yöntemiyle ağaçların yaşa bağlı bu eğilimi ortadan kaldırılmaktadır.

### 3.1.1.2. Bireysel Dendrokronolojik Eğrilerin Eşlenmesi ve Karşılaştırılması

Dendrokronolojik eğrilerin eşlenmesi, aynı yıl oluşmuş yıllık halkaların bir yöre ve istasyondaki örneklerin tümünde ikişer ikişer birbirleriyle eşlenmelerini ve karşılaştırılmalarını içermektedir. Bu şekilde yıllık halkaların yıllara göre kontrolleri de yapılmakta ve çift ile eksik halkaların etkisi azaltılmaktadır.

Bilindiği gibi ekolojik koşulların bozuk olduğu alanlarda eksik halkalar oluşabilmektedir. Yine ağaçlarda kambiyum ağacın her bölgesinde normal aktivitesini yapamayabilmekte, bunun sonucu olarak da yıllık halkayı tam olarak oluşturamamakta, bazen de ağacın sadece tepeye yakın kısımlarında yıllık halka oluşmakta dip ve orta kısımlarda ise oluşmamaktadır. Ayrıca rüzgar, ışık, eğim gibi etkenler nedeniyle ağaçlarda oluşan anomaliler (reaksiyon odunu) aynı yılda yıllık halka genişliğinin farklı olması sonucunu doğurmaktadır. Çalışmalarda karşılaşılabilecek bu türlü sorunlar, her ağaçtan iki ayrı yönde kalem alınarak elimine edilmeye çalışılmıştır.

Araştırmada dendrokronolojik eğrilerin elde edilmesinde ve eşlenmesinde iki model kullanılmıştır. Bunlardan birincisi; tüm yörelerden elde edilen verilerden yıllık halka eğrilerinin çizilmesinde halkaların yarı logaritmik olarak gösterilmesi, ikincisi; yıllık halka değerleri yardımıyla elde edilen indisler kullanılıp grafiklerin oluşturulması yöntemidir (Standardizasyon). Bu her iki yöntem kullanılarak elde edilen eğrilerin birbirleri ile eşlenmesi ve karşılaştırılmalarında, benzerlik derecelerini değerlendirmek için, Eğrilerin Uyum Yüzdeleri (EUY), Karakteristik Yıllar, Korelasyon Katsayıları ve Duyarlılık Katsayıları bulunmuştur.

### 3.1.1.3. Eğrilerin Uyum Yüzdeleri (EUY) ve Korelasyon Katsayıları

Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) örneklerine ait Eğrilerin Uyum Yüzdeleri, yöreler içi ve yöreler arası olmak üzere ayrı ayrı hesaplanmış, bunlara ait korelasyon katsayıları da Tablo 4, Tablo 5 ve Tablo 6'da verilmiştir. Materyal ve Yöntem bölümünde belirtilen eşitlikler yardımıyla ve düzenlenmiş olan bilgisayar programı kullanılarak, EUY değerleri bulunmuştur. Bulunan bu değerler grafik yöntemle de kontrol edilmiştir. Korelasyon katsayılarının bulunmasında ise;

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - m_x)(y_i - m_y)}{(n-1)S_x S_y}$$

eşitliğinden yararlanılmıştır.

Tablo 4. Artvin-Rize-Trabzon-Giresun yörelerine ait eğrilerin uyum yüzdeleri ve korelasyon katsayıları

Yöre		n	EUY	r	Sr
Artvin	1-2	49	62.24 *	0.21	0.178
	1-3	49	69.39 **	0.36	0.170
	2-3	49	64.29 *	0.56	0.177
Rize	1-2	32	67.19 *	0.40	0.120
	1-3	32	65.63 *	0.39	0.121
	2-3	32	57.81 NS	0.50	0.116
Trabzon	1-2	65	74.54 ***	0.23	0.250
	1-3	65	56.92 NS	-0.11	0.256
	2-3	65	42.31 NS	0.54	0.180
Giresun	1-2	71	52.82 NS	0.29	0.348
	1-3	71	54.23 NS	0.20	0.355
	1-4	71	63.38 *	0.56	0.303
	2-3	71	61.97 *	0.25	0.311
	2-4	71	58.45 NS	0.40	0.295
	3-4	71	59.86 *	0.50	0.249

EUY : eğrilerin uyum yüzdeleri

r : korelasyon katsayısı

Sr : r'nin standart hatası

n : veri sayısı

\* (%95), \*\* (%99), \*\*\* (%99.9) anlamlılık düzeyleri, NS (anlamsız)

Tablo 5. Artvin-Rize-Trabzon-Giresun yörelerine ait eğrilerin ortalama ile olan uyum yüzdeleri ve korelasyon katsayıları

Yöre		n	EU Y	r	Sr
Artvin	Ort-1.	49	76.53 ***	0.56	0.140
	Ort-2.	49	73.47 ***	0.62	0.132
	Ort-3.	49	86.73 ***	0.84	0.089
Rize	Ort-1.	32	71.88 **	0.55	0.118
	Ort-2.	32	73.44 **	0.68	0.107
	Ort-3.	32	78.13 ***	0.85	0.062
Trabzon	Ort-1.	65	79.23 ***	0.60	0.124
	Ort-2.	65	81.54 ***	0.83	0.088
	Ort-3.	65	50.00 NS	0.64	0.120
Giresun	Ort-1.	71	69.01 ***	0.73	0.172
	Ort-2.	71	73.94 ***	0.65	0.191
	Ort-3.	71	75.35 ***	0.64	0.193
	Ort-4.	71	77.46 ***	0.87	0.125

EU Y : eğrilerin uyum yüzdeleri

r : korelasyon katsayısı

Sr : r'nin standart hatası

n : veri sayısı

\* (%95), \*\* (%99), \*\*\* (%99.9) anlamlılık düzeyleri, NS (anlamsız)

Tablo 6. Doğu Karadeniz Bölgesi için yöreler düzeyinde eğrilerin uyum yüzdeleri ve korelasyon katsayıları

Yöreler	n	EU Y	r	Sr
Artvin-Rize	53	51.89 NS	-0.0100	0.1854
Artvin-Trabzon	86	52.33 NS	-0.0006	0.1834
Artvin-Giresun	83	53.01 NS	0.0012	0.1704
Rize-Trabzon	53	67.92 **	-0.0130	0.1250
Rize-Giresun	53	48.11 NS	-0.0290	0.2654
Trabzon-Giresun	83	59.64 *	-0.0004	0.2668

Tablodan da görüleceği üzere tüm yörelerde bireysel ağaçlar arasındaki EU Y değerleri, %50'nin üzerindedir (Trabzon 2-3 hariç). Çoğunlukla ECKSTEIN ve BAUCH (1969) tarafından verilen güven düzeylerine ulaşmaktadır. EU Y değerlerinden 0.95 güven düzeyini aşanlar (\*); 0.99 güven düzeyini aşanlar (\*\*) ve 0.999 güven düzeyini aşanlar



(\*\*\*) olarak işaretlenmiştir. Belirlenen güven düzeylerine ulaşamayanlar ise NS (Non Significant) ile gösterilmiştir ki bu değerlerde çoğunlukla %50' nin üzerindedir.

Karşılaştırılan eğrilerin korelasyon katsayıları da yine Tablo 4, Tablo 5 ve Tablo 6' da görülmektedir. Bilindiği üzere, korelasyon katsayıları iki grafik arasındaki ilişkinin doğrusal olup olmadığını ortaya koymaktadır. Yine tablolardan görüleceği üzere eğriler arasındaki korelasyon katsayıları yüksek olup, yukarıda belirtilen güven düzeylerine ulaşmaktadır. Yörelere içi ve yörelere arası EUY değerlerinin çoğunluğunun %50'nin üzerinde olmasına karşın, korelasyon katsayılarının negatif ya da anlamsız olması, yıllık büyüme trendinin az ya da çok aynı yönde olmasına karşın, genel trendin ters yönde gitmesinden kaynaklanmaktadır.

Yörelere arasındaki en yüksek ilişki Rize - Trabzon arasında % 67.92 (\*\*), en düşük ilişki ise Rize – Giresun arasında % 48.11 (NS) olarak hesaplanmıştır.

800-1000 yıl hatta daha fazla ömrü olan Anadolu Kestanelerindeki bu çalışmada bindirme yıllarının 53 ile 86 yılları ile sınırlı kalması, bu ağaçların bilinçsiz olarak kesilmesi, yöre halkının anıt ağaçlara olan duyarsızlığı ve özellikle de bu ağaçlara arız olan *Phytophthora cambivora* ve *Cryphonectria parasitica* adlı çok tehlikeli iki mantarın neden olduğu bitkisel hastalıklar nedeniyle yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalmasından kaynaklanmaktadır.

### 3.1.2.2. Karakteristik Yıllar

Karakteristik yılların saptanması için, Materyal ve Yöntem kısmında belirtilmiş olan Cropper (1979)'ın Normalisation in a moving window (NW) yöntemi kullanılmış ve bu yönteme ait formül aşağıda belirtilmiştir.

$$Z_i = \frac{X_i - \text{mean}[\text{window}]}{\text{stdev}[\text{window}]}$$

$Z_i$	: i yılındaki indeks değeri,
$X_i$	: i yılındaki orijinal yıllık halka değeri,
mean [window]	: $X_{i-2}, X_{i-1}, X, X_{i+1}, X_{i+2}$ halka genişliklerinin aritmetik ortalaması,
stdev [window]	: $X_{i-2}, X_{i-1}, X, X_{i+1}, X_{i+2}$ halka genişliklerinin standart sapması.

Buna göre Zi değerinin 0.75'den büyük olduğu yıllar pozitif karakteristik yıllar, -0.75'den küçük olduğu yıllar ise negatif karakteristik yıllar olarak belirlenmiştir.

#### Artvin Yöresi;

- Tüm eğrilerin iştirak oranı 49 yıldır (1952 – 2000).
- 49 yıllık “Zi” değerleri Ek Tablo 1’de verilmiştir.
- Zi değerlerinin 0.75’den büyük olduğu, yani tüm eğrilerin yükselen eğriler şeklinde olduğu yıllar 1954, 1961, 1966, 1967, 1972, 1982, 1985, 1988, 1992, 1998 yıllarıdır.
- Zi değerlerinin -0.75’den küçük olduğu, yani tüm eğrilerin alçalan eğriler şeklinde olduğu yıllar 1958, 1963, 1969, 1976, 1981, 1984, 1990, 1994 yıllarıdır (Şekil 10).

Artvin yöresi için yukarıda belirtilen yıllar karakteristik yıllar olarak belirlenmiş olup, meteoroloji verilerinin 1939 – 1988 kayıtlarına göre karakteristik yıllardaki sıcaklık ve yağış durumları aşağıda belirtilmiştir.

Artvin yöresi meteoroloji verileri incelendiğinde (Ek Tablo 2-A), Artvin için ortalama sıcaklığın 12.7 °C ve yıllık ortalama yağışın 645.0 mm olduğu görülmektedir. Karakteristik yıl olarak belirlenen yıllardaki sıcaklık ve yağış durumları ise aşağıdaki gibidir:

1954 (13.9 °C – 476.3 mm), 1961 (12.3 °C – 611.1 mm), 1966 (14.4 °C – 452.4 mm), 1967 (11.2 °C – 965.4 mm), 1972 (11.9 °C – 687.4 mm), 1979 (12.7 °C – 688.0 mm), 1982 (11.1 °C – 621.6 mm), 1985 (11.2 °C – 734.0 mm), 1988 (11.4 °C – 929.4 mm).

1957 (13.7 °C – 511.7 mm), 1958 (13.3 °C – 760.5 mm), 1963 (12.4 °C – 815.1 mm), 1969 (12.2 °C – 505.0 mm), 1976 (11.2 °C – 638.3 mm), 1981 (12.7 v – 653.4 mm), 1984 (11.8 °C – 457.4 mm).

#### Rize Yöresi;

- Tüm eğrilerin iştirak oranı 32 yıldır (1969 – 2000)
- 32 yıllık “Zi” değerleri Ek Tablo 1’de verilmiştir.
- Zi değerlerinin 0.75’den büyük olduğu, yani tüm eğrilerin yükselen eğriler şeklinde olduğu yıllar 1972, 1976, 1981, 1985, 1986, 1989, 1996 yıllarıdır.

- Zi değerlerinin  $-0.75$ 'den küçük olduğu, yani tüm eğrilerin alçalan eğriler şeklinde olduğu yıllar 1971, 1974, 1979, 1987, 1994 yıllarıdır (Şekil 11).

Rize yöresi için yukarıda belirtilen yıllar karakteristik yıllar olarak belirlenmiş olup, meteoroloji verilerinin 1939 – 1988 kayıtlarına göre karakteristik yıllardaki sıcaklık ve yağış durumları aşağıda belirtilmiştir.

Rize yöresi meteoroloji verileri incelendiğinde (Ek Tablo 2-B), Rize için ortalama sıcaklığın  $14.1$  °C ve yıllık ortalama yağışın  $2348.8$  mm olduğu görülmektedir. Karakteristik yıl olarak belirlenen yıllardaki sıcaklık ve yağış durumları ise aşağıdaki gibidir:

1972 ( $14.0$  °C –  $2100.9$  mm), 1976 ( $13.2$  °C –  $1958.3$  mm), 1981 ( $14.6$  °C –  $2057.5$  mm), 1985 ( $13.5$  °C –  $2538.3$  mm), 1986 ( $14.3$  °C –  $2049.5$  mm).

1971 ( $14.3$  °C –  $2337.3$  mm), 1974 ( $13.8$  °C –  $1929.7$  mm), 1979 ( $14.7$  °C –  $2197.3$  mm), 1987 ( $13.3$  °C –  $2288.3$  mm).

#### Trabzon Yöresi;

- Tüm eğrilerin iştirak oranı 65 yıldır (1936 – 2000)
- 65 yıllık “Zi” değerleri Ek Tablo 1’de verilmiştir
- Zi değerlerinin  $0.75$ 'den büyük olduğu, yani tüm eğrilerin yükselen eğriler şeklinde olduğu yıllar 1947, 1954, 1963, 1970, 1972, 1978, 1984, 1987, 1991, 1997 yıllarıdır.
- Zi değerlerinin  $-0.75$ 'den küçük olduğu, yani tüm eğrilerin alçalan eğriler şeklinde olduğu yıllar 1939, 1942, 1956, 1959, 1964, 1976, 1984, 1990, 1995 yıllarıdır (Şekil 12).

Trabzon yöresi için yukarıda belirtilen yıllar karakteristik yıllar olarak belirlenmiş olup, meteoroloji verilerinin 1939 – 1988 kayıtlarına göre karakteristik yıllardaki sıcaklık ve yağış durumları aşağıda belirtilmiştir.

Trabzon yöresi meteoroloji verileri incelendiğinde (Ek Tablo 2-C), Trabzon için ortalama sıcaklığın  $14.5$  °C ve yıllık ortalama yağışın  $802.8$  mm olduğu görülmektedir. Karakteristik yıl olarak belirlenen yıllardaki sıcaklık ve yağış durumları ise aşağıdaki gibidir:

1947 (15.0 °C – 763.3 mm), 1954 (15.0 °C – 573.5 mm), 1963 (15.2 °C – 907.2 mm), 1970 (15.4 °C – 735.2 mm), 1972 (14.5 °C – 576.0 mm), 1978 (14.4 °C – 807.5 mm), 1987 (13.6 °C – 787.8 mm).

1939 (14.9 °C – 717.3 mm), 1942 (13.5 °C – 1005.1 mm), 1956 (13.8 °C – 862.8 mm), 1959 (14.0 °C – 1019.3 mm), 1964 (14.0 °C – 742.7 mm), 1976 (13.7 °C – 646.7 mm), 1984 (14.2 °C – 632.0 mm).

#### Giresun Yöresi;

- Tüm eğrilerin iştirak oranı 71 yıldır (1930 – 2000)
- 71 yıllık “Zi” değerleri Ek Tablo 1’de verilmiştir
- Zi değerlerinin 0.75’den büyük olduğu, yani tüm eğrilerin yükselen eğriler şeklinde olduğu yıllar 1938, 1943, 1950, 1953, 1963, 1968, 1972, 1978, 1982, 1985, 1991, 1997 yıllarıdır.
- Zi değerlerinin –0.75’den küçük olduğu, yani tüm eğrilerin alçalan eğriler şeklinde olduğu yıllar 1935, 1939, 1947, 1952, 1955, 1959, 1962, 1966, 1970, 1974, 1975, 1980, 1984, 1987, 1998 yıllarıdır (Şekil 13).

Giresun yöresi için yukarıda belirtilen yıllar karakteristik yıllar olarak belirlenmiş olup, meteoroloji verilerinin 1948 – 1988 kayıtlarına göre karakteristik yıllardaki sıcaklık ve yağış durumları aşağıda belirtilmiştir.

Giresun yöresi meteoroloji verileri incelendiğinde (Ek Tablo 2-D), Giresun için ortalama sıcaklığın 14.2 °C ve yıllık ortalama yağışın 1279.4 mm olduğu görülmektedir. Karakteristik yıl olarak belirlenen yıllardaki sıcaklık ve yağış durumları ise aşağıdaki gibidir:

1950 (14.6 °C – 1064.1 mm), 1953 (13.2 °C – 1377.8 mm), 1963 (14.2 °C – 1113.3 mm), 1968 (14.6 °C – 1241.3 mm), 1972 (14.2 °C – 1099.5 mm), 1978 (14.4 °C – 1152.8 mm), 1982 (13.9 °C – 1285.7 mm), 1985 (13.9 °C – 1275.6 mm).

1952 (14.6 °C – 1108.6 mm), 1955 (14.8 °C – 1199.6 mm), 1962 (14.9 °C – 1190.4 mm), 1966 (15.8 °C – 1104.7 mm), 1970 (15.3 °C – 1189.3 mm), 1974 (14.2 °C – 1145.7 mm), 1975 (15.0 °C – 1056.8 mm), 1980 (14.3 °C – 1215.1 mm), 1984 (14.1 °C – 1156.2 mm), 1987 (13.4 °C – 1293.7 mm).

Yörelere ait yıllık halka genişliği ile sıcaklık ve yağış arasındaki korelasyon katsayıları Tablo 7 ve Tablo 8’de verilmiştir.

Bu sonuçlara göre; Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) için, yıllık halka genişliği sıcaklığın yüksek, yağışın az olduğu yıllarda dar, aksi durumda ise geniş olmaktadır. Ancak Tablo 7 ve Tablo 8'de görüldüğü gibi, yalnız başına ne sıcaklığın ne de yağışın , yıllık halka genişliği üzerinde kısıtlayıcı bir etkisinin olmadığı izlenmiştir.

Tablo 7. Yıllık halka genişliği ile sıcaklık arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon katsayıları

Yöre	İlişki Süresi (Yıl)	Yıllar	r	Sr
Artvin	40	1949 - 1988	0.06	0.067
Rize	41	1948 - 1988	0.11	0.107
Trabzon	51	1938 - 1988	0.12	0.079
Giresun	50	1949 - 1988	0.01	0.083

r : korelasyon katsayısı

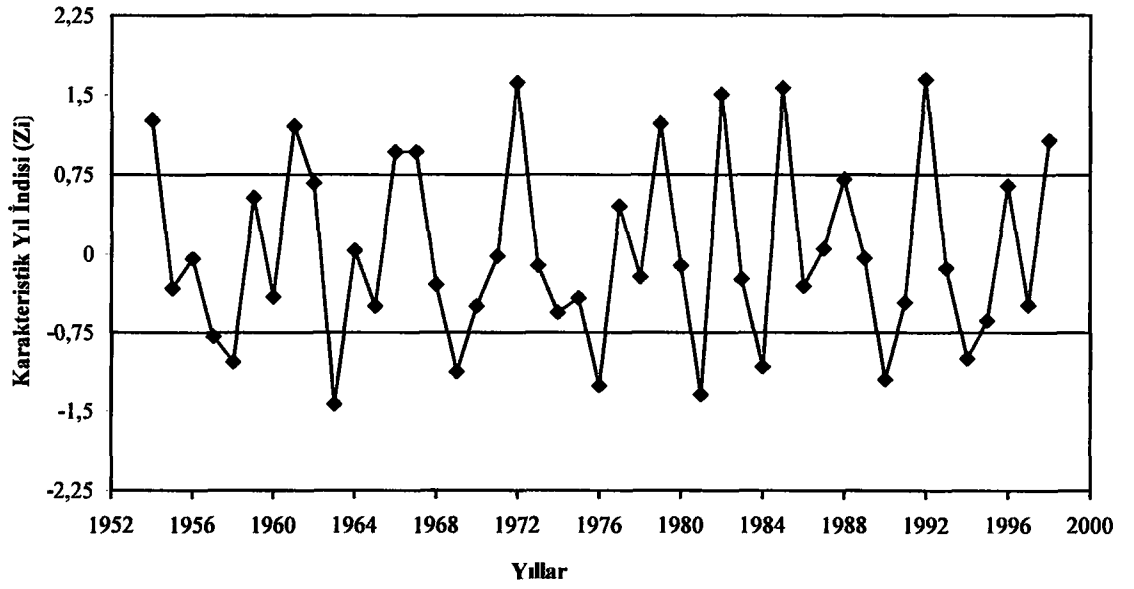
Sr : r'nin standart hatası

Tablo 8.. Yıllık halka genişliği ile yağış arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon katsayıları

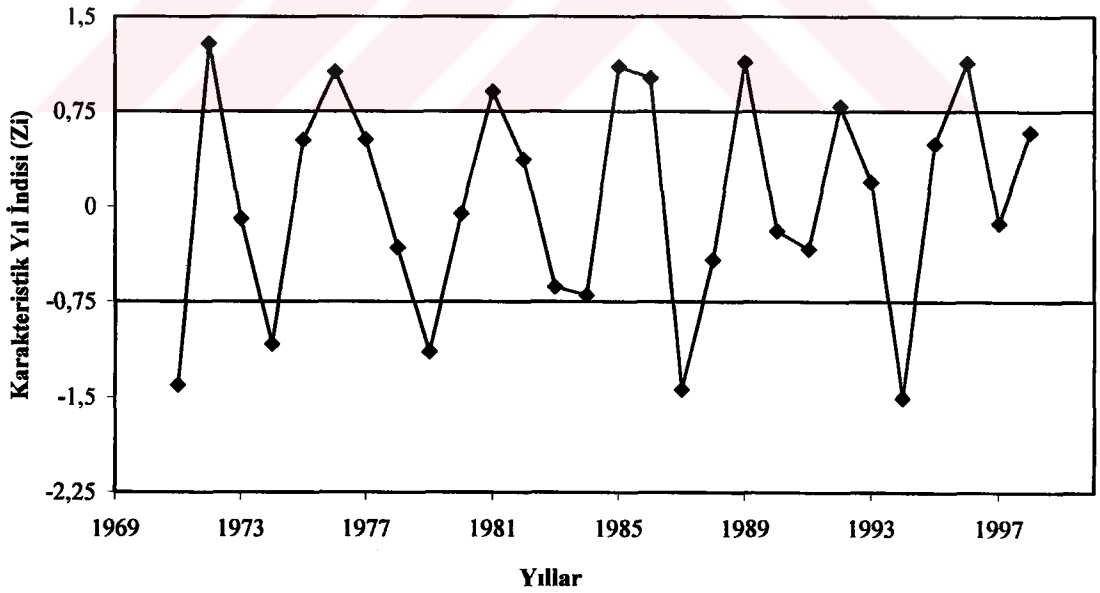
Yöre	İlişki Süresi (Yıl)	Yıllar	r	Sr
Artvin	40	1949 - 1988	0.19	0.065
Rize	41	1948 - 1988	0.33	0.102
Trabzon	51	1938 - 1988	0.15	0.078
Giresun	50	1949 - 1988	-0.005	0.083

r : korelasyon katsayısı

Sr : r'nin standart hatası

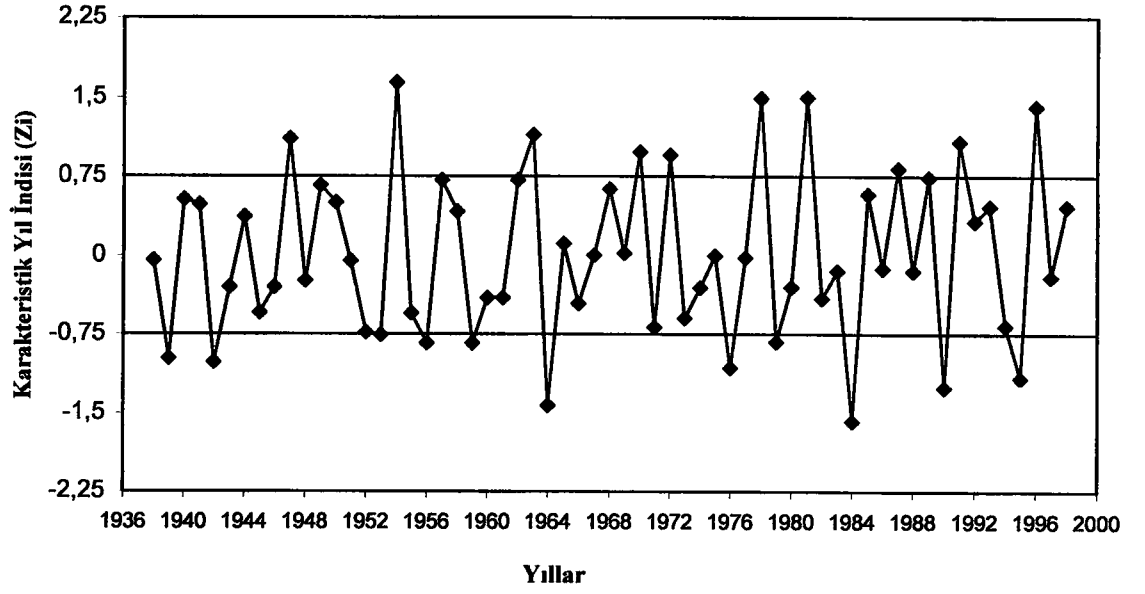


Şekil 10. Artvin yöresi karakteristik yıl indisleri

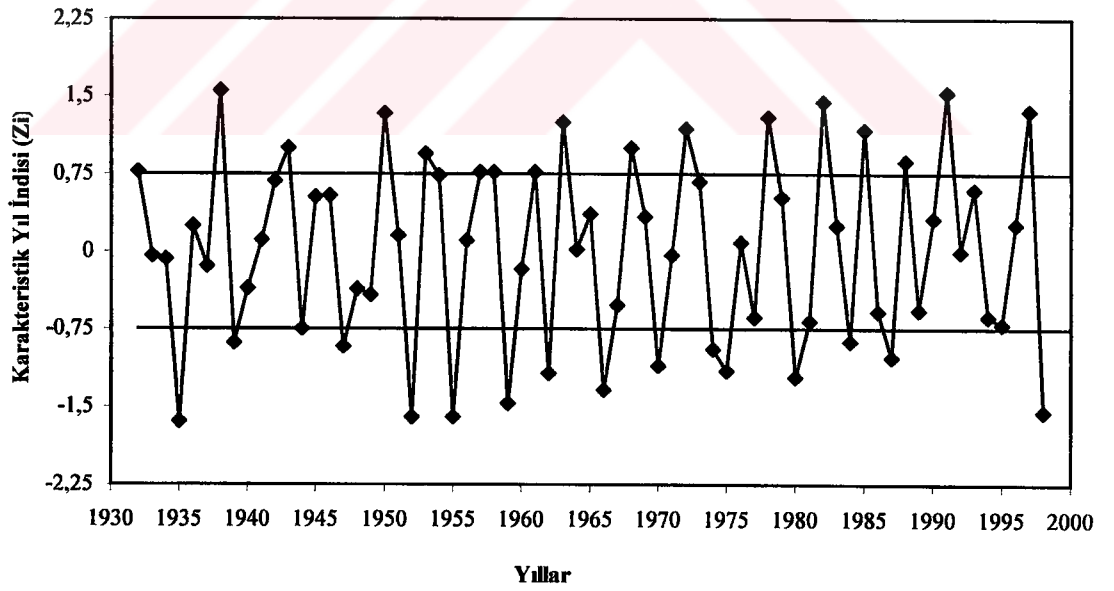


Şekil 11. Rize yöresi karakteristik yıl indisleri





Şekil 12. Trabzon yöresi karakteristik yıl indisleri



Şekil 13. Giresun yöresi karakteristik yıl indisleri

### 3.1.2.3. Toplam Kronolojiler

Doğu Karadeniz Bölgesi için dört yöreden alınan örnekler ve bu örneklere ait yıllık halka eğrilerinin tek tek eşlenmeleri ve karşılaştırılmalarında, EUY ve korelasyon katsayılarına göre eğrilerin benzer olduğu sonucuna varılmıştır.

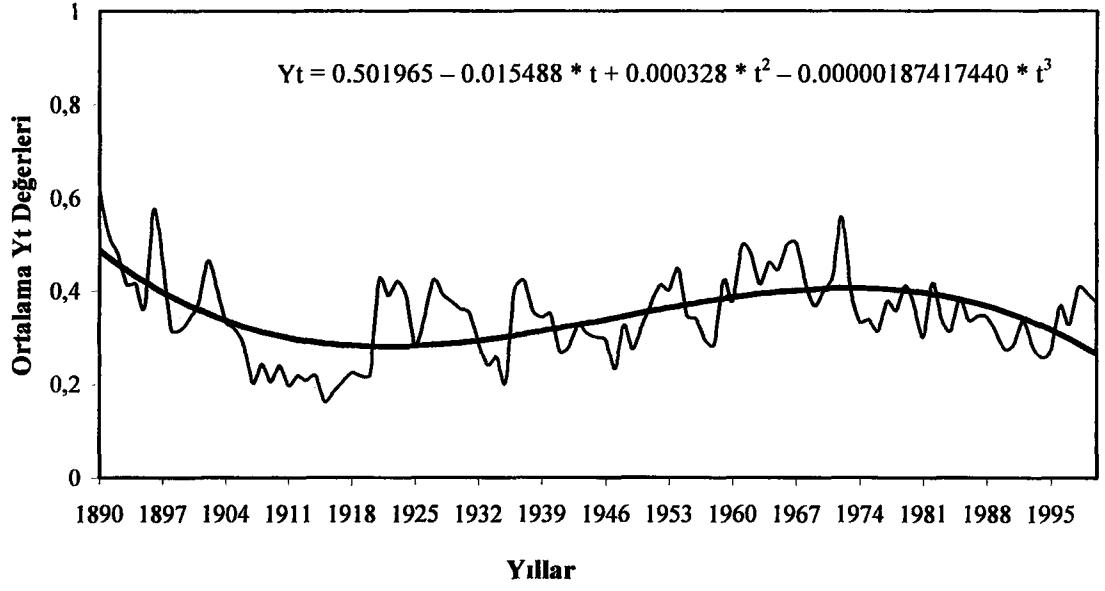
Bireysel kronolojilerin benzer olduğu sonucuna varıldıktan sonra, her yöre için ayrı ayrı toplam kronolojiler oluşturulmuştur. Bu toplam dendrokronolojik eğrilerin yöreleri temsil ettikleri gözlenmiştir.

Artvin, Rize , Trabzon, Giresun yörelerine ait “Ortalama Dendrokronoloji Eğrileri” ve “Regresyon Eşitlikleri”, Yıllık halkaların logaritmik olarak gösterilmesi ve SPSS istatistik programı kullanılarak grafik olarak oluşturulmuştur (Şekil 14, 16, 18, 20). Toplam kronolojilerin listesi Tablo 9’da verilmiştir.

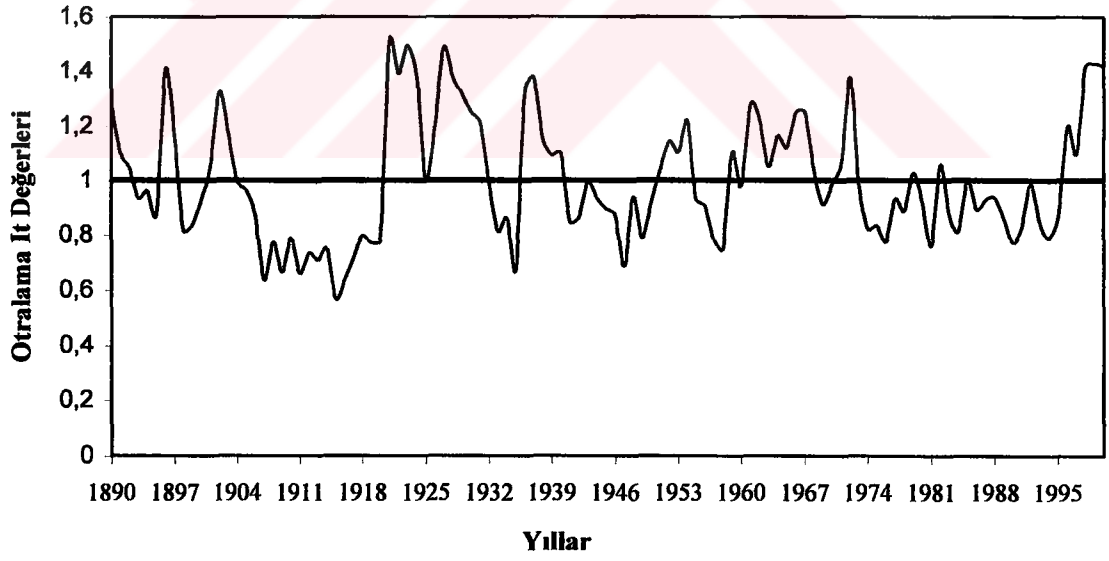
Her yöre için elde edilen regresyon eşitlikleri yardımı ile, dendrokronoloji çalışmalarında kullanılan “Yıllık Halkalardan Elde Edilen İndislerin Bir Grafikte Gösterilmesi” yani, “Standardizasyon” yöntemi kullanılarak, standart dendrokronolojik eğriler oluşturulmuştur (Şekil 15, 17, 19, 21). Bu şekilde yıllık halka genişliğindeki yaşa bağlı sistematik büyüme farklılıkları ortadan kaldırılmıştır. Böylece düzeltilmiş değerlerle “Yıllık halka genişliği indisleri” oluşturulmuştur (Ek Tablo 3).

Tablo 9. *Castanea sativa* Mill. (Anadolu Kestanesi) için toplam kronoloji listesi

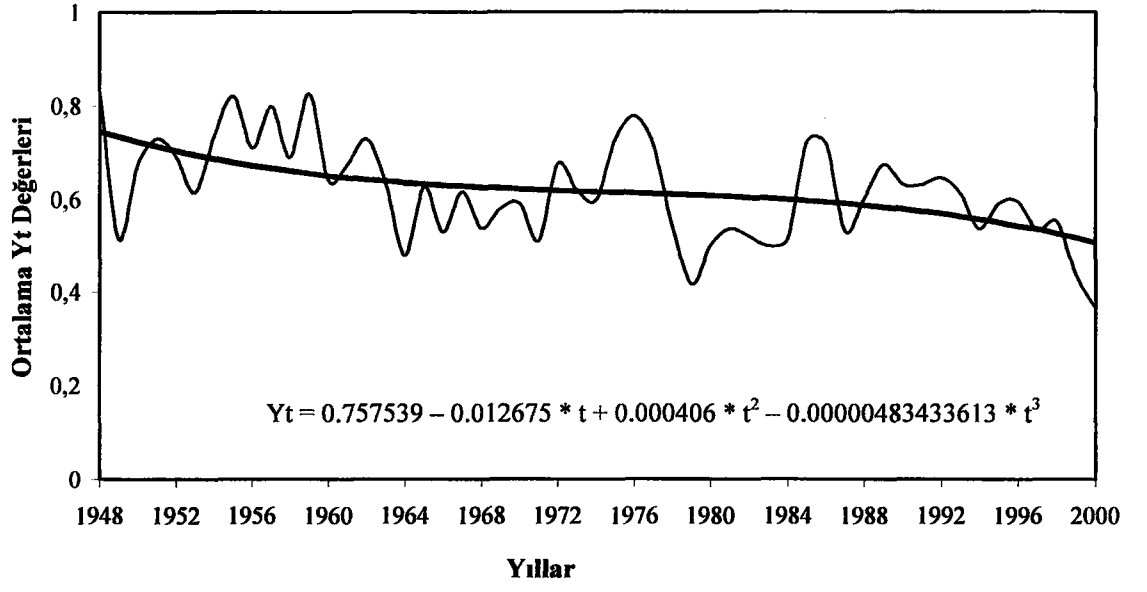
Yöre	Toplam Kronoloji Periyodu
Artvin	1890 – 2000
Rize	1948 – 2000
Trabzon	1915 – 2000
Giresun	1918 – 2000



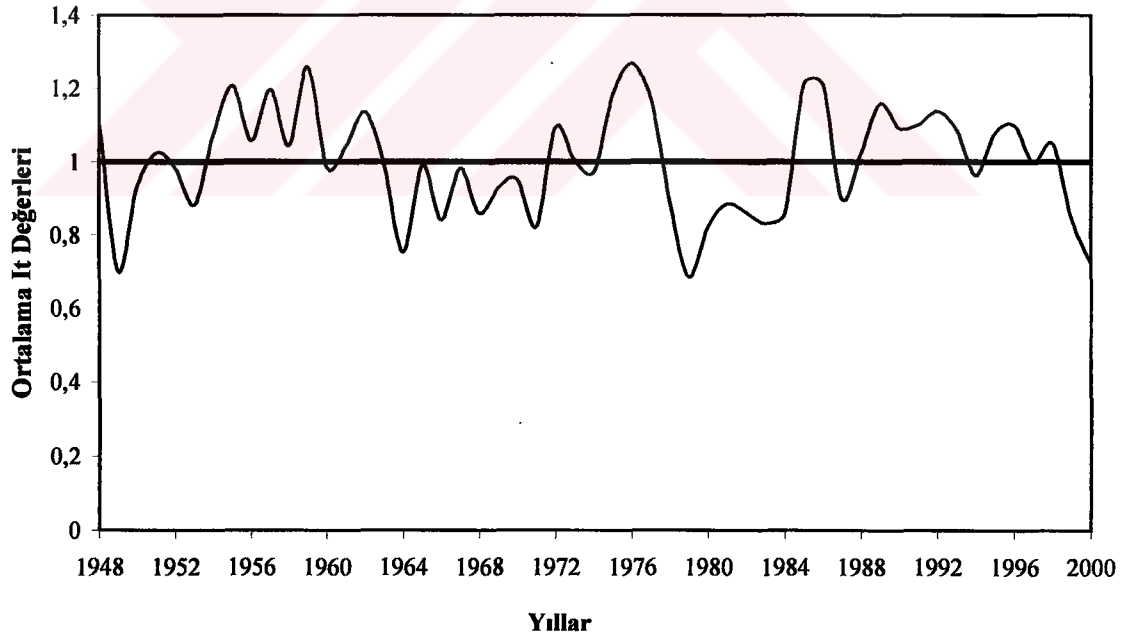
Şekil 14. Artvin yöresi için ortalama büyüme eğrisi ve regresyon eşitliği



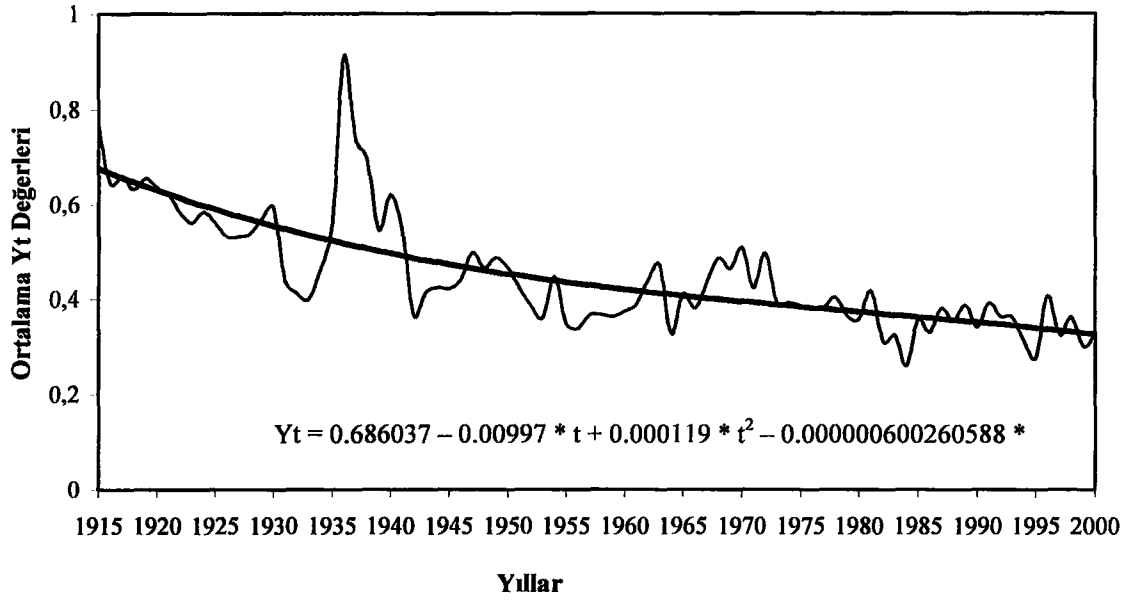
Şekil 15. Artvin yöresi standart dendrokronoloji eğrisi



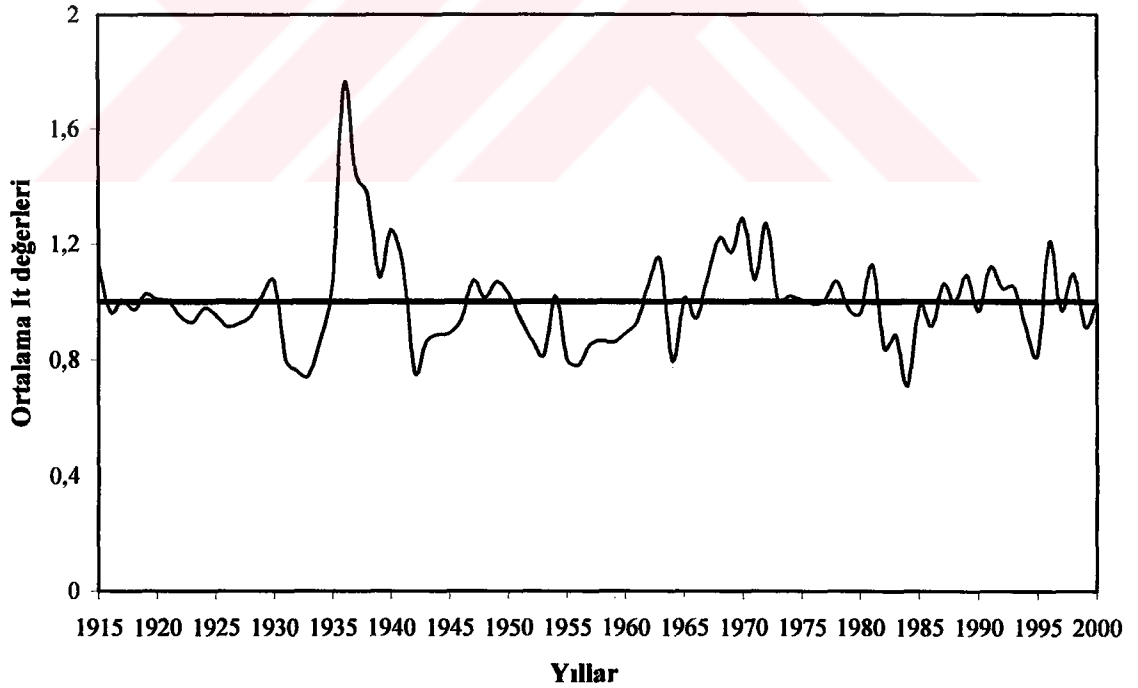
Şekil 16. Rize yöresi için ortalama büyüme eğrisi ve regresyon eşitliği



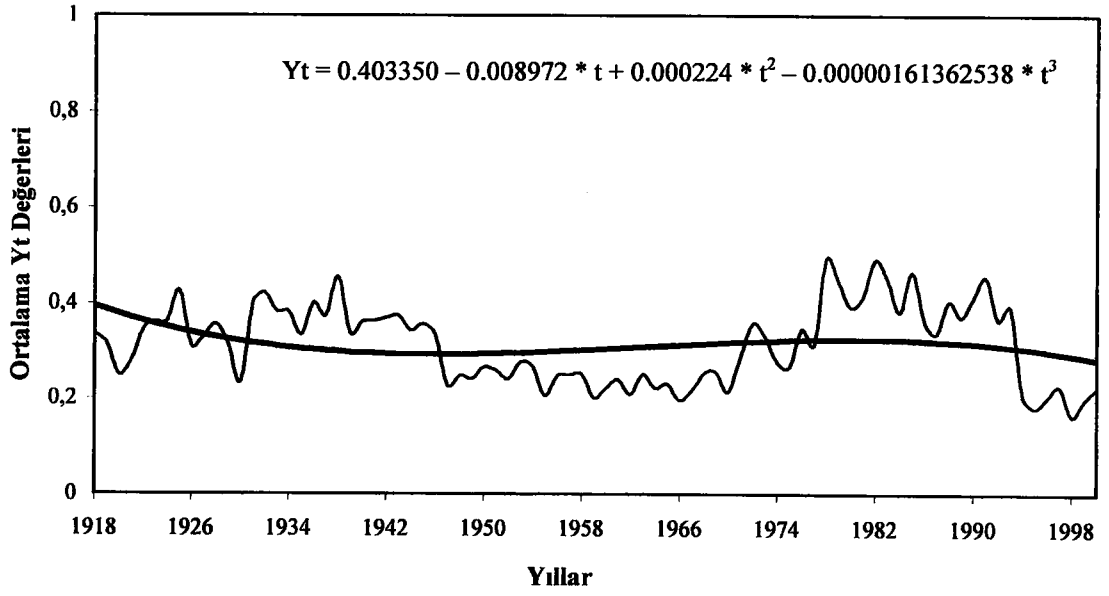
Şekil 17. Rize yöresi standart dendrokronoloji eğrisi



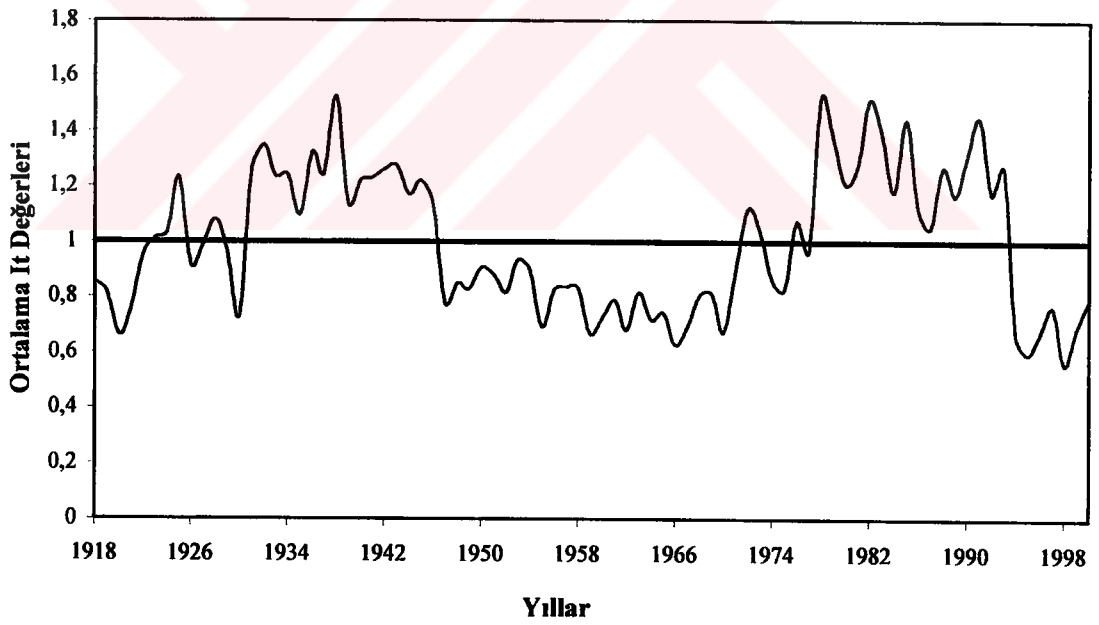
Şekil 18. Trabzon yöresi için ortalama büyüme eğrisi ve regresyon eşitliği



Şekil 19. Trabzon yöresi standart dendrokronoloji eğrisi



Şekil 20. Giresun yöresi için ortalama büyüme eğrisi ve regresyon eşitliği



Şekil 21. Giresun yöresi standart dendrokronoloji eğrisi



### 3.1.2.4. Duyarlılık Katsayısı

Bir ağacın yıllık büyümesi, genotipik gücünün, fizyolojik gelişiminin ve ekolojik etmenlerin tümünün (iklim etmenleri, topoğrafik etmenler ve biotik etmenler) karşılıklı etkisiyle ortaya çıkmaktadır. Duyarlılık katsayıları, ağaçların çevre koşullarına karşı tepki yeteneğini gösteren bir etmendir (4, 35).

Bu araştırmada Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) için yöre bazında yıllık halka verilerinden yararlanarak duyarlılık durumu incelenmiştir. Duyarlılık katsayılarının hesaplanmasında Douglass (1936)'ın geliştirmiş olduğu aşağıda belirtilmiş olan formülden yararlanılmıştır.

$$ms_x = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^{t=n-1} \left| \frac{2(X_{t+1} - X_t)}{X_{t+1} + X_t} \right|$$

$ms_x$  : ortalama duyarlılık katsayısı,

$n$  : yıllık halka sayısı,

$X_t, X_{t+1}$  :  $t$  ve  $t+1$  yıllarındaki iki yıllık halkanın ölçülen değeri.

Yörelere ait ortalama duyarlılık katsayıları Tablo 10'da verilmiştir. Tablodan da görüleceği üzere genel olarak incelenen bütün yörelerde duyarlılık katsayıları düşük çıkmıştır. En duyarlı yöre Artvin, en duyarsız yöre ise Trabzon'dur.

Yukarıdaki bilgilerin ışığı altında, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yayılış gösteren Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) ağaçlarının çevre etkilerine karşı az duyarlı oldukları görülmektedir. Mutedil bir iklime sahip olan Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, tüm sahil boyunca yayılış gösteren Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.)'nin ortalama duyarlılık katsayısı beklenildiği gibi bulunmuştur.

Tablo 10. Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) için duyarlılık katsayıları

Yöre	$x$	$ms$
Artvin	0.35	0.27
Rize	0.62	0.18
Trabzon	0.45	0.15
Giresun	0.32	0.20

$x$  : ortalama yıllık halka genişliği,  $ms$  : ortalama duyarlılık katsayısı

#### 4. İRDELEME

Türkiye’de hatta dünyada bu ağaç türü ile ilgili olarak ilk kez dendrokronolojik bir çalışma yapılmış olduğundan çalışmada, farklı ağaç türleri ile olan kıyaslamalarına yer verilmiştir.

Yapılan dendrokronolojik çalışmalar sonucunda her yöre için oluşturulan yıllık halka eğrilerinden (standart kronolojiler), negatif eğilimin olduğu karakteristik yıllar, yani kurak yıllar ve pozitif eğilimin olduğu karakteristik yıllar, diğer bir ifade ile normal ve yağışlı yıllar ortaya çıkarılmıştır.

Özkan tarafından aynı bölgede 1986 – 1990 yılları arasında Doğu Ladini ağaçlarında gerçekleştirilmiş olan dendrokronolojik çalışma ile karşılaştırıldığında, bulunduğu karakteristik yıllarda çakışmaların olduğu ancak genelde farklı yılları gösterdiği belirlenmiştir. Bu durum iki farklı türün bulunduğu yükseltelerin ve ağaçların ekolojik isteklerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Çalışmada Anadolu Kestaneleri için bulunan duyarlılık katsayılarının ortalaması 0.20 olup, çevre koşullarına karşı az duyarlı olduğu sonucuna varılmıştır. Türkiye’nin diğer asli orman ağaç türlerinde Aytuğ, Özkan ve Akkemik tarafından yapılan araştırmalarda ise türlerin duyarlılıkları açısından şu sonuçlara varılmıştır:

Aytuğ’un Trakya’da Çınar ağacı üzerinde yaptığı çalışmada bu ağaç türünün duyarlı olduğu (5), Özkan’ın Doğu Ladini ağaçları üzerindeki çalışmasında bu ağaç türünün duyarsız yani rahat ağaçlar olduğu (4), Akkemik’in Kastamonu’da Karaçam ve Uludağ Göknarı ağaçları üzerinde yaptığı çalışmada bu ağaç türlerinin az duyarlı oldukları, İstanbul Alemdağ’da Fıstık Çamları üzerinde yaptığı çalışmada bu ağaç türünün duyarlı olduğu, Toros Dağları’ndaki Toros Göknarı üzerinde yapmış olduğu çalışmada ise bu türün duyarsız oldukları sonuçlarına varılmıştır (38, 39, 40).

Yağışın bol olduğu Karadeniz Bölgesi’nde Anadolu Kestanesi ağaçlarının yıllık halka genişliği üzerine sıcaklığın ve yağışın tek başlarına etkili olmadıkları görülmüş, bu durum *Picea orientalis* örneğinde de gözlenmiştir.

Ancak daha sıcak olan Akdeniz Bölgesi’ndeki çalışmalarda yükseltinin düşük olduğu yerlerde (600 – 1100 m.) yaz aylarındaki yağış ile vejetasyon mevsimi başındaki yüksek sıcaklığın yıllık halka genişliğini olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

## 5. SONUÇLAR

Bu araştırmada, Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki Anadolu Kestanesi için büyüme eğrileri oluşturulmuş, elde edilen eğrilerde yaşa bağlı eğilimleri ortadan kaldıran indis değerleri bulunup, standart kronolojiler hazırlanmıştır.

Yörelere ait eğrilerin kıyaslanmasında eğrilerin birbirine benzer oldukları ve ait oldukları yöreleri temsil ettikleri sonucuna varılmıştır. Yöreler arası karşılaştırmalarda da eğriler arasındaki uyum Rize-Giresun hariç %50'nin üzerinde çıkmıştır.

Dendrokronolojik çalışmalarda temel amaç uzun kronolojiler oluşturmaktır. Bu kronolojiler ne kadar uzun olursa tarihlendirme çalışmaları da o kadar sağlıklı ve güvenli olmakta, daha sonradan yapılacak olan ekolojik, klimatolojik ve jeolojik olayların aydınlatılmasına yardımcı olmaktadır. Bu bağlamda Artvin yöresinde 111 yıllık, Rize yöresinde 53 yıllık, Trabzon yöresinde 76 yıllık ve Giresun yöresinde 73 yıllık standart kronolojiler oluşturulmuştur.

Oluşturulan yıllık halka eğrilerinden her yöreye ait pozitif ve negatif eğilimli karakteristik yıllar, yani yağışlı ve normal yıllar ile kurak yıllar belirlenmiştir. Özellikle iklim koşullarına karşı en iyi tepkinin yansıtıldığı karakteristik yıllarda en çok ortak yıl Trabzon-Giresun arasında bulunmuştur. Daha sonra ise, Artvin-Trabzon, Artvin-Giresun arasında bulunmuştur. Rize ile ortak karakteristik yılın az olması bu yöre için oluşturulan standart kronolojinin diğerlerine nazaran daha kısa olması, daha önemlisi bu yöredeki yıllık ortalama yağışın diğer yörelere kıyasla çok daha fazla olması ile açıklanabilir. Artvin yöresi ile olan ortak karakteristik yılların az olma nedeni ise, yağış bakımından yöreler içinde en az yağış alan yer olması ve deniz etkisinin diğer yörelere nazaran daha az olması ile açıklanabilir.

Meteoroloji kayıtlarının bulunduğu 1939-1988 yıllarını kapsayan 50 yıllık dönem için yıllık halka genişliği ile sıcaklık ve yağış arasındaki korelasyon sonuçlarından Doğu Karadeniz Bölgesi için ne sıcaklığın ne de yağışın tek başlarına yıllık halka genişliği üzerine kısıtlayıcı bir etki yapmadıkları, fakat ikisinin ortak etkilerinin yıllık halka genişliği üzerinde önemli etkiye sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

Araştırmalar sonucunda yörelere ait duyarlılık katsayıları 0.27 (Artvin), 0.18 (Rize), 0.15 (Trabzon) ve 0.20 (Giresun) ve Doğu Karadeniz Bölgesi için genel ortalama ise 0.20 olarak belirlenmiştir. Buna dayanarak Anadolu Kestanesi ağaçları için bu yörede az duyarlı ağaçlardır denilebilir.



## 6. ÖNERİLER

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Anadolu Kestaneleri için hazırlanan standart kronolojiler ve yıllık halka verilerine dayanılarak meteorolojik kayıtların tutulmaya başlandığı 1926 yılından daha geriye gidilebilir ve böylece geçmiş tarihin iklimi hakkında bilgiler edinilebilir.

Yörelerde eski ahşap binaların yapımında kullanılan kestane odunu örneklerinden yararlanılarak oluşturulan kronolojiler daha da geriye uzatılabilmektedir. Aynı zamanda yapım tarihinin belirlenmesinde kullanılacak ve antik, arkeolojik çalışmalara katkıda bulunulacaktır.

Elde edilen grafiklerin geriye doğru uzatılması mümkün olduğundan yapılacak olan ekolojik çalışmalarda, yıllık halka genişliği ile iklim koşulları arasındaki ilişkiyi kullanarak değişik ekolojik yorum ve öneriler getirilebilir.

Anadolu Kestanesi'nin yetiştiği diğer yöreler içinde bu standart kronolojiler hazırlanarak karşılaştırmalar yapılabilir. Böylece bu ağaç türünün bölgelere göre iklimsel ve ekolojik etmenlere olan tepkileri kıyaslanabilir.

## 7. KAYNAKLAR

1. Anonim, <http://shf.ac.uk/uni/academic/A-C/lap/dendro/dendlab.html>.
2. Fritts, H. C., *Tree Rings and Climate*, Academic Press, London, 1976, s. 567.
3. Aytuğ, B., *İnceleme ve Soruşturmalarda Usulsüz Kesim Tespitleri (Seminer)*, Bolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü, 07.07.1999.
4. Özkan, Z. C., *Türkiye'deki Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) Üzerinde Dendrokronolojik Araştırmalar*, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Mayıs, 1990.
5. Aytuğ, B., *Trakya'da 389 Yıllık Bir Meteoroloji İstasyonu*, 13. Ulusal Biyoloji Kongresi, İstanbul 19-20 Eylül, 1996.
6. Eskstein, D., *Tree-Ring Research in Europe*, *Tree-Ring Bulletin*, Vol. 32, 1972, s. 18.
7. Eskstein, D., Wrobel, S., Aniol, R. W., *Dendrochronology and Archaeology in Europe*, Nr. 141, Hamburg, October 1983, ISSN 0368-8798, pp. 125-136.
8. Anonim, <http://web.utk.edu/~grissino/principles.htm>
9. Davis, P. H., *Flora of Turkey and East Aegean Island*, Vol. I-IX, University Press, Edinburg, 1965-1985.
10. Anonim, <http://physik.uni-erlangen.de/KORA/Image/Dendro.gif>.
11. Anşin, R., *Doğu Karadeniz Bölgesi Florası ve Asal Vejetasyon Tiplerinin Floristik İçerikleri*, Doçentlik Tezi, Trabzon, 1980.
12. Anonim, <http://www.rbgekew.org.uk/cgi-bin/web.dbs/genlist.pl?FAGACEAE>
13. Anşin, R., Okatan, A., Özkan, Z. C., *Doğu Karadeniz Bölgesi'nin önemli Yan Ürün Veren Odunsu ve Otsu Bitkileri*, Proje No: TOAG-903, Trabzon, Kasım, 1994, s. 157.
14. Atalay, İ., *Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky.) Ormanlarının Ekolojisi ve Tohum Transferi Yönünden Bölgelere Ayrılması*, Orman Bakanlığı Orman Ağaçları ve Tohumları İslah Araştırma Müdürlüğü, Yayın No: 5, 1. Baskı, Ankara, 1992, s. 209.

15. Var, M., Kuzeydoğu Karadeniz Bölgesi Doğal Odunsu Taksonlarının Peyzaj Mimarlığı Yönünden Değerlendirilmesi Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Mayıs, 1992.
16. T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Ortalama, Ekstrem, Sıcaklık ve Yağış Değerleri, Meteoroloji Bülteni, Ankara, 1984, s. 677.
17. Anşin, R., Özkan, Z. C., Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunsu Taksonlar, K.T.Ü. Basımevi, Genel Yayın No: 167, Fakülte Yayın No: 19, 1997, s. 512, ISBN 975-6983-00-0.
18. Kayacık, H., Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematığı, II. Cilt, Angiospermae, İkinci Baskı, İstanbul, 1967, s. 200.
19. Akman, Y., Türkiye Orman Vejetasyonu, Ankara Üniversitesi, Botanik Anabilim Dalı, Ankara, 1995, s. 450.
20. Merev, N., Odun Anatomisi, Cilt I-A, Doğu Karadeniz Bölgesindeki Doğal Angiospermae Taksonlarının Odun Anatomisi, K.T.Ü., Orman Fakültesi, Genel Yayın No: 189, Fakülte Yayın No: 27, Trabzon, 1998, s. 621.
21. Merev, N., Odun Anatomisi ve Odun Tanıtımı, Ders Notları, Yayın No: 88, K.Ü. Trabzon, 1984, s. 151.
22. Merev, N., Odun Anatomisi ve Odun Tanıtımı, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon, 2002 (Baskıda).
23. Sheppard, P. R., Casals, P., Gutierrez, E., Relationships Between Ring-Width Variatim and Soil Nutrient availability At The Tree Scale, Tree-Ring Research, Vol. 57(1), 2001, pp. 105-113.
24. Briffa, K. R., Jones, P. D., Vogel, R. B., Schweingruber F. H., Boillie, M. G. L., Shiyatov, S. G. And Vaganov, E. A., European Tree Ring and Climate in The 16th Centruy, Climatic Change, 43, 1999, pp. 151-168.
25. Sheppard, P. R. and Lassoie, J. P., Fire Regime of Lodgepole Pine Forest of M.T. San Jacinto, California, Madrono, Vol. 45, No. 1, 1998, pp. 47-56.
26. Luckman, B. H., Briffa, K. R., jones, P. O. And Schweingruber F. H., Tree-Ring ased Reconstruction of Summer Temperature At The Columbia Icefield, Alberta, Canada, Ad 1073-1983, The Holocene, 7, 4 (1997), pp. 375-389.
27. Eloff, J. N., Archaeological Charcoal and Dendrochronology to Reconstruction Past Environments of South Africa, South African Journal of Scieence 96, March, 2000.



28. Buckley, B. M., Barbetti, M., Watanasak, M., D'Arrigo, R., Boonhirdchoo, S. and Sarutanon, S., Dendrochronological Investigations in Thailand, IAWA Journal, Vol. 16(4), 1995, pp. 393-409.
29. Katoh, T. and Kasuya, M., Dendrochronological Study of *Zelkova serrata* in Toyoma Prefecture, Japan, IAWA Journal, Vol. 19(4), 1998.
30. First European Conference on Wood and Archaeology, Abstracts, Louvain-La-Neuve, Belgium, October, 2rd-3rd, 1987.
31. Tayhan, A. A., International Semposium on Protection of Natural Environment and Ehrami Karaçam (*Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe var. *pyramidata* (Acat.) Yaltırık), 2-24th September, Kütahya, 1999.
32. Aslan, Z., Özkan, Z. C., The Relationship Between Tree RingWidth (*Picea orientalis*), Temperature and Precipitation, United Nations Educational Scientific and Cultural Organization and Internatioanl Atomic Energy Agency, The Abdus Salem International Centre for Theoretical Physics, IC/97/134. Miramare-Trieste, June, 1998.
33. Anonim, [http://www.ngdc.noaa.gov/cgi\\_bin/paleo/webmapper.cgi](http://www.ngdc.noaa.gov/cgi_bin/paleo/webmapper.cgi).
34. Efe, A., Sığla Ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.)'nda Dendrokronolojik Araştırmalar, Biyoloji Kongresi, Cilt I, 17-20 Eylül, İstanbul, 1996.
35. Akkemik, Ü., Batı Karadeniz Bölgesi'nde *Pinus nigra* Arn. ve *Abies cilicica* Carr. Taksonlarında Dendrokronolojik Araştırmalar, Doktora Tezi, İ.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ocak, 1997.
36. Multilingual Glossary of Dendrochronology, Edited by Swiss Federal İnstitute for Forest, Snow and Landscape Research, WSL/FNP, pp. 467, ISBN 3-258-05259-X.
37. Meyer, F. D., Pointer Year Analysis in Dendrochronology: A Comparison of Methods, Dendrochronologia, 16-17, 1998-1999, 193-204.
38. Akkemik, Ü., Kastamonu Yöresindeki Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) ve Uludağ Göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.)'nın Dendrokronolojisi ve Dendroklimatolojisi, I. Ulusal Ormancılık Kongresi, Bildiriler 3. Cilt, 23-25 Ekim, Trabzon, 1995, s. 50-58.
39. Akkemik, Ü., Dendrochronology of Umbrella Pine (*Pinus pinea* L.) in İstanbul, Turkey, Tree-Ring Bulletin, Vol. 56, 2000, pp. 17-20.
40. Akkemik, Ü., Tree-Ring Chronology of *Abies cilicica* Carr. in The Western Mediterranean Region of Turkey and Its Response to Climate, Dendrochronologia, 18 (2000), pp. 73-81.

41. Gassner, G., Christiansen-Weniger, F., Anadolu amlarında Yıl Halkaları Gelişmesi Üzerinde Dendroklimatolojik Araştırmalar. Çeviren; Çağlar, Ö. Ticaret Dünyası Matbaası, İstanbul, Dk. 521.1 + 118.8., 1948.
42. Köyişleri Bakanlığı Toprak Su Genel Müdürlüğü, Toprak Kaynağı Envanter Raporları ve Haritaları, 1972-1975.
43. Dalmaz , M. ve ark., Türkiye’de Tahrik Edilmiş Yağış Etüdü, T.B.T.A.K., Proje No. MAG-ÖE-19/A, Ankara, 1975.
44. Durukanoğlu, H. F., Doğu Karadeniz Dağları Üzerinde Engebe Perturbasyonlarının İncelenmesi, İ.T.Ü. Temel Bil. Fak. Ofset Atölyesi, İstanbul, 1980, s.127.
45. Aytuğ, B., Merev, N. ve Edis, G., Sürmene Ağaçbaşı Dolayları Ladin Ormanlarının Tarihi ve Geleceği, TÜBİTAK yay. No. 252, TOAG-113, Ankara, 1974, 64 s.
46. Kanatay, B., Çoruh Meşesi (*Quercus dschorochensis* K. Koch.)’nde Dendrokronolojik Araştırmalar, (Doktora Tezi), İ.Ü. Orman Fak. Der. Seri A, Cilt 2, Sayı: 2, 1986, s. 47-65.
47. Selik, M., Eckstein, D., Wröbel, S., Dendroclimatological Investigations On Lebanon Cedar, *Cedrus libani*, Uluslararası Sedir Sempozyumu, 22-27 Ekim 1990, Antalya, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Muhtelif Yayınları, No. 59.

## 8. EKLER

Ek Tablo 1. Yörelere ait Zi değerleri

Yıllar	Artvin	Rize	Trabzon	Giresun
1932				0.77
1933				-0.04
1934				-0.07
1935				-1.64
1936				0.25
1937				-0.14
1938			-0.04	1.55
1939			-0.98	-0.89
1940			0.53	-0.36
1941			0.48	0.11
1942			-1.02	0.68
1943			-0.30	1.00
1944			0.37	-0.75
1945			-0.55	0.52
1946			-0.30	0.54
1947			1.11	-0.92
1948			-0.24	-0.36
1949			0.67	-0.42
1950			0.50	1.34
1951			-0.05	0.15
1952			-0.73	-1.60
1953			-0.75	0.95
1954	1.26		1.64	0.73
1955	-0.33		-0.55	-1.60
1956	-0.04		-0.83	0.10
1957	-0.79		0.72	0.77
1958	-1.03		0.42	0.77
1959	0.53		-0.83	-1.47
1960	-0.40		-0.41	-0.17
1961	1.21		-0.40	0.77
1962	0.67		0.71	-1.18
1963	-1.43		1.15	1.25
1964	0.03		-1.43	0.02
1965	-0.49		0.11	0.36
1966	0.97		-0.46	-1.34

Ek Tablo 1'in devamı

1967	0.97		0.00	-0.52
1968	-0.29		0.63	1.00
1969	-1.12		0.02	0.33
1970	-0.50		0.98	-1.11
1971	-0.02	-1.41	-0.68	-0.04
1972	1.62	1.29	0.95	1.18
1973	-0.11	-0.10	-0.60	0.67
1974	-0.55	-1.08	-0.31	-0.95
1975	-0.42	0.53	0.00	-1.16
1976	-1.26	1.07	-1.07	0.09
1977	0.46	0.53	-0.02	-0.64
1978	-0.22	-0.33	1.49	1.30
1979	1.23	-1.14	-0.82	0.52
1980	-0.11	-0.06	-0.30	-1.22
1981	-1.34	0.91	1.50	-0.67
1982	1.51	0.37	-0.41	1.44
1983	-0.24	-0.63	-0.15	0.25
1984	-1.08	-0.70	-1.58	-0.87
1985	1.57	1.11	0.58	1.17
1986	-0.30	1.01	-0.13	-0.58
1987	0.06	-1.44	0.82	-1.02
1988	0.71	-0.42	-0.15	0.87
1989	-0.03	1.14	0.74	-0.57
1990	-1.20	-0.19	-1.26	0.31
1991	-0.46	-0.34	1.08	1.53
1992	1.65	0.79	0.32	-0.01
1993	-0.14	0.19	0.47	0.59
1994	-1.00	-1.51	-0.67	-0.63
1995	-0.64	0.50	-1.17	-0.71
1996	0.65	1.13	1.41	0.26
1997	-0.48	-0.13	-0.20	1.36
1998	1.08	0.59	0.46	-1.55

Ek Tablo 2-A. Artvin 600 m.'de bilanço elemanları

Bilanço Elemanları	AYLAR												Yıllık
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Sıcaklık (°C)	3.4	4.2	7.2	12.1	16.5	19.0	20.9	21.1	18.2	14.0	10.0	5.4	12.7
Sıcaklık İndisi	0.56	0.77	1.74	3.81	6.10	7.55	8.72	8.85	7.07	4.75	2.86	1.12	53.9
Düzeltilmemiş PE	8.0	11.0	24.0	48.0	70.0	86.0	94.0	95.0	82.0	57.0	38.0	17.0	
Düzeltilmiş PE	6.7	9.1	24.7	53.3	87.5	108.4	119.4	112.1	85.3	54.7	31.2	13.6	706.0
Yağış (mm.)	80.6	72.9	58.7	45.0	46.8	44.1	31.2	27.8	39.0	59.4	67.8	71.6	645.0
Depo Değişikliği	-	-	-	8.3	40.7	6.9	-	-	-	4.7	36.6	58.0	
Depolama	100.0	100.0	100.0	100.0	59.3	-	-	-	-	4.7	41.3	99.3	
Gerçek Evapotranspirasyon	8.0	11.0	24.0	48.0	70.0	52.0	31.7	27.8	39.0	54.7	31.2	17.0	
Su Noksanı	-	-	-	-	-	56.4	88.2	84.3	46.3	-	-	-	275.2
Su Fazlası	72.6	61.9	34.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	189.2
Yüzeysel Akış	36	47	41	26	13	7	4	2	1	-	-	-	

Ek Tablo 2-B. Rize 10 m.'de bilanço elemanları

Bilanço Elemanları	AYLAR												Yıllık
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Sıcaklık (°C)	6.4	6.3	7.4	10.7	15.0	18.8	21.3	21.7	18.6	15.3	11.8	8.5	13.5
Sıcaklık İndisi	1.45	1.42	1.81	3.16	5.28	7.43	8.97	9.23	7.31	5.44	3.67	2.23	57.4
Düzeltilmemiş PE	20.0	20.0	24.0	38.0	63.0	83.0	94.0	95.0	82.0	65.0	45.0	26.0	
Düzeltilmiş PE	16.6	16.6	24.7	42.0	79.0	104.0	119.4	112.0	85.3	62.3	37.0	20.8	720.0
Yağış (mm.)	240.9	208.9	181.8	104.3	93.8	131.1	156.3	201.4	265.5	278.2	249.8	245.2	2357.0
Depo Değişikliği	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Depolama	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
Gerçek Evapotranspirasyon	16.6	16.6	24.7	42.0	79.0	104.0	119.4	112.0	85.3	62.5	37.0	20.8	
Su Noksanı	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Su Fazlası	224.3	192.3	157.1	62.3	14.8	27.1	36.9	89.4	180.2	215.7	212.8	224.4	1637.3
Yüzeysel Akış	223	205	176	120	39	24	36	63	126	197	222	205	1637

Ek Tablo 2-C. Trabzon 10 m.'de bilanço elemanları

Bilanço Elemanları	AYLAR												Yıllık
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Sıcaklık (°C)	7.4	7.3	8.1	11.4	11.8	20.0	22.6	23.1	20.0	16.5	13.2	9.1	14.6
Sıcaklık İndisi	1.81	1.77	2.08	3.48	3.67	8.16	9.82	10.15	8.16	6.10	4.35	2.73	62.28
Düzeltilmemiş PE	22.0	22.0	24.0	39.0	42.0	87.0	91.0	92.0	87.0	66.0	48.0	32.0	
Düzeltilmiş PE	18.26	18.25	24.72	43.29	52.50	109.62	115.37	109.48	90.48	63.36	39.36	25.60	710.5
Yağış (mm.)	90.5	69.6	59.4	54.7	52.5	49.0	36.8	45.7	81.3	105.7	98.0	79.5	822.7
Depo Değişikliği	-	-	-	-	-	60.6	39.4	-	-	42.3	58.6	54.0	
Depolama	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	39.4	-	-	-	42.3	100.0	100.0	
Gerçek Evapotranspirasyon	18.26	18.25	24.72	43.29	52.50	109.60	36.80	45.70	81.30	63.36	39.36	25.60	
Su Noksanı	-	-	-	-	-	-	78.77	63.78	9.18	-	-	-	151.7
Su Fazlası	72.7	51.3	34.7	11.4	-	-	-	-	-	42.3	58.6	53.9	325.0
Yüzeysel Akış	75	74	55	36	13	-	-	-	-	-	33	69	



Ek Tablo 2-D. Giresun 10 m.'de bilanço elemanları

Bilanço Elemanları	AYLAR												Yıllık
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Sıcaklık (°C)	7.2	7.2	7.8	10.9	15.4	19.7	22.2	22.5	19.4	15.9	12.9	9.5	14.2
Sıcaklık İndisi	1.74	1.66	1.96	3.25	5.49	7.97	9.53	9.75	7.79	5.76	4.10	2.64	61.6
Düzeltilmemiş PE	20.0	19.0	23.0	37.0	62.0	87.0	100.0	104.0	85.0	64.0	47.0	32.0	
Düzeltilmiş PE	17.05	16.77	23.69	41.07	76.88	108.7	127.0	122.72	88.4	60.96	39.01	25.51	746.76
Yağış (mm.)	138.0	120.0	102.4	76.2	61.0	68.6	82.6	94.6	136.2	147.1	148.9	122.2	1298.0
Depo Değişikliği	-	-	-	-	16.0	40.1	44.0	-	47.8	86.0	-	-	-
Depolama	100.0	100.0	100.0	100.0	84.1	44.0	-	-	47.9	100.0	100.0	100.0	
Gerçek Evapotranspirasyon	17.05	15.77	23.69	41.0	76.9	108.7	127.0	95.0	88.4	60.9	30.0	25.5	
Su Noksanı	-	-	-	-	-	-	0.4	28.1	-	-	-	-	28.5
Su Fazlası	120.95	194.20	78.71	35.13	-	-	-	-	-	33.94	109.89	96.69	379.5
Yüzeysel Akış	108.8	113.0	91.0	57.0	17.6	-	-	-	-	16.9	71.9	103.3	579.6

Ek Tablo 3. Yörelere ait indis değerleri (It)

Yıllar	Artvin	Rize	Trabzon	Giresun
1890	1,2			
1891	1,1			
1892	1,0			
1893	0,9			
1894	0,9			
1895	0,9			
1896	1,4			
1897	1,1			
1898	0,8			
1899	0,8			
1900	0,9			
1901	1,1			
1902	1,3			
1903	1,2			
1904	1,0			
1905	1,0			
1906	0,9			
1907	0,7			
1908	0,8			
1909	0,7			
1910	0,9			
1911	0,7			
1912	0,8			
1913	0,8			
1914	0,9			
1915	0,7		1,1	
1916	0,8		1,0	
1917	0,9		1,0	
1918	1,0		1,0	0,8
1919	1,0		1,0	0,7
1920	1,0		1,0	0,7
1921	1,0		1,0	0,8
1922	0,9		0,9	1,0
1923	1,1		0,9	1,0
1924	1,0		1,0	1,0
1925	0,8		1,0	1,2
1926	1,0		0,9	0,9

Ek Tablo 3'ün devamı

1927	1,2		0,9	1,0
1928	1,1		0,9	1,1
1929	1,2		1,0	0,9
1930	1,1		1,1	0,9
1931	1,1		0,8	1,1
1932	1,0		0,8	1,2
1933	0,9		0,7	1,2
1934	0,9		0,9	1,2
1935	0,8		1,1	1,1
1936	1,2		1,8	1,3
1937	1,3		1,4	1,2
1938	1,1		1,4	1,6
1939	1,1		1,1	1,1
1940	1,1		1,2	1,2
1941	0,9		1,1	1,2
1942	1,0		0,8	1,3
1943	1,1		0,9	1,3
1944	1,0		0,9	1,2
1945	1,0		0,9	1,3
1946	0,9		0,9	1,2
1947	0,7		1,1	0,8
1948	0,9	0,8	1,0	0,9
1949	0,8	0,7	1,1	0,9
1950	0,9	0,9	1,0	1,0
1951	1,1	1,0	0,9	0,9
1952	1,3	1,0	0,9	0,9
1953	1,2	0,9	0,8	1,0
1954	1,2	1,1	1,0	0,9
1955	0,9	1,3	0,8	0,7
1956	0,9	1,1	0,8	0,8
1957	0,8	1,2	0,9	0,8
1958	0,8	1,0	0,9	0,8
1959	1,1	1,3	0,9	0,7
1960	1,0	1,0	0,9	0,7
1961	1,2	1,1	0,9	0,8
1962	1,2	1,1	1,1	0,7
1963	1,0	1,0	1,1	0,8
1964	1,1	0,8	0,8	0,7

Ek Tablo 3'ün devamı

1965	1,0	1,0	1,0	0,8
1966	1,2	0,8	0,9	0,6
1967	1,2	1,0	1,1	0,7
1968	1,0	0,9	1,2	0,8
1969	0,9	0,8	1,2	0,8
1970	1,0	0,9	1,3	0,7
1971	1,1	0,8	1,1	0,9
1972	1,4	1,1	1,3	1,1
1973	1,0	1,0	1,0	1,0
1974	0,9	1,0	1,0	0,9
1975	0,9	1,3	1,0	0,8
1976	0,8	1,3	1,0	1,1
1977	0,9	1,2	1,0	1,0
1978	0,9	0,9	1,1	1,5
1979	1,0	0,7	1,0	1,3
1980	0,9	0,9	1,0	1,2
1981	0,8	0,9	1,1	1,2
1982	1,1	0,9	0,8	1,5
1983	0,9	0,8	0,9	1,3
1984	0,8	0,9	0,7	1,2
1985	1,0	1,2	1,0	1,4
1986	0,9	1,2	0,9	1,1
1987	1,0	0,9	1,1	1,0
1988	1,0	1,0	1,0	1,1
1989	0,9	1,1	1,1	1,1
1990	0,8	1,1	1,0	1,3
1991	0,9	1,1	1,1	1,4
1992	1,0	1,1	1,0	1,1
1993	0,9	1,0	1,1	1,3
1994	0,8	0,9	0,9	0,7
1995	0,9	1,0	0,8	0,6
1996	1,1	1,1	1,2	0,7
1997	1,1	1,0	1,0	0,8
1998	1,3	1,1	1,1	0,6
1999	1,4	0,9	0,9	0,7
2000	1,3	0,8	1,0	0,9

## ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Trabzon'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini 1994 yılında Trabzon'da tamamladı. 1995 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümünde başladığı eğitimini 1999 yılında tamamlayarak iyi derece ile bu fakülteden mezun oldu. Aynı yıl K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine hak kazandı. Bir yıl İngilizce hazırlık döneminden sonra Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı.

2000 yılında K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü Orman Botaniği Anabilim Dalı'na Araştırma Görevlisi olarak atandı ve halen bu görevini aynı Anabilim Dalı'nda sürdürmektedir.

**T.C. YÜSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**