

## Sandıras Dağı'ndaki (Muğla) yaşlı karaçam ormanlarından dört yeni yıllık halka kronolojisi

Mehmet Doğan<sup>1\*</sup>, Nesibe Köse<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ege University, Faculty of Letters, Department of Geography, Bornova, Izmir, Turkey

<sup>2</sup>Istanbul University, Faculty of Forestry, Department of Forest Botany, Bahcekoy, Sariyer, Istanbul, Turkey

\* Corresponding author e-mail: mehmet.dogan@ege.edu.tr

Received: 21 October 2014 - Revised: 04 November 2014 - Accepted: 04 November 2014

**Özet:** Sandıras Dağı (2295 m), Güneybatı Anadolu'da, Ege ve Akdeniz Bölgesi sınırlarına paralel uzanan Gölge Dağları'nın güneybatısında yer almaktadır. Bu dağlık alan, Türkiye'de karaçamın (*Pinus nigra* Arn.) doğal olarak yayılış gösterdiği ve oldukça yaşlı ağaç topluluklarının yer aldığı alanlardan birisidir. Dağın 1200-2000 m yükseltileri arasında (özellikle dağın kuzey bölümünde), karaçam ormanı içinde anıt meşcereler ve bireysel olarak çok sayıda anıt nitelikteki karaçama rastlanmaktadır. Bu makalede, Sandıras Dağı'nda bulunan yaşlı karaçam ağaçları üzerine yapılan dendrokronolojik araştırmanın ilk sonuçları sunulmaktadır. Araştırma kapsamında; Sandıras Dağı kuzey ve güney yamaçlarından, karaçam ormanı alt ve üst yükseltilerinden olmak üzere dört yeni karaçam yöre kronolojisi oluşturulmuştur. Elde edilen kronolojilerin en uzununu 820, en kısa olanı ise 241 yıllıktır. En uzun kronoloji, dağın kuzey yamacı karaçam ormanı üst sınırına aittir. Bu çalışmada, Türkiye'de bugüne kadar incelenmiş karaçamlar içinde iklim değişkenliğine en duyarlı (duyarlılık katsayısı 0.27) ağaçlara, Sandıras Dağı kuzey yamacında, karaçam ormanı alt sınırında ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Sandıras Dağı, dendrokronoloji, karaçam, yıllık halka, Muğla

## Four new tree-ring chronologies from old black pine forests of Sandıras Mountain (Mugla, Turkey)

**Abstract:** Sandıras Mountain is located in southwest of Gölge Mountain, which lies parallel to border of Aegean and Mediterranean Regions, in Southwestern Anatolia. This mountainous area is one of the natural distribution areas of black pine (*Pinus nigra* Arn.) and has the oldest black pine communities in Turkey. Monumental black pine stands and the large number of individual monumental trees can be observed between the 1200 and 2000 m elevations of the mountain (especially north slope of the mountain). In this paper, we present preliminary results of a dendrochronological research on old black pine trees of Sandıras Mountain. Four new tree-ring chronologies were built from upper and lower elevations of south and north slopes of the mountain. The shortest and the longest chronologies were 241 and 820 years-long (obtained from upper elevation of the north slope), respectively. In this research, we record the most sensitive black pine trees (mean sensitivity value is 0.27) of Turkey from the north slope of Sandıras Mountain.

**Keywords:** Sandıras Mountain, dendrochronology, black pine, tree-ring, Mugla

### 1. GİRİŞ

Ağaçların doğal yetiştirme ortamlarında yıllık halka genişlikleri, içinde buldukları ortamın iklim faktörlerinin etkisine bağlı olarak büyük değişkenlikler göstermektedir (Fritts, 1976). Ağaçların bu özelliklerini kullanan Dendrokronoloji, kısaca yıllık halkalara dayanarak yaş saptama bilimi olarak tanımlanmaktadır. Dendrokronoloji bilim dalı yardımıyla Türkiye'de, başta karaçam (*Pinus nigra* Arn.) (Touchan ve ark., 2003, 2005a; Akkemik ve Aras, 2005; Akkemik ve ark., 2008; Köse, 2007; Güner, 2010; Kara, 2011; Köse ve ark., 2011; 2013) olmak üzere, önemli orman ağaçlarına ait iklim duyarlı kronolojiler oluşturulmuştur.

**To cite this article:** Doğan, M., Köse, N., 2015. Sandıras Dağı'ndaki (Muğla) yaşlı karaçam ormanlarından dört yeni yıllık halka kronolojisi. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University* 65(2):1-16. DOI: 10.17099/jffiu.64600

Karaçam, Türkiye'de Anadolu Çaprazı olarak adlandırılan Kahramanmaraş-Gümüşhane hattının batısında, step alanları dışında, çok geniş bir yayılışa sahiptir (Yaltırık, 1988; Köse, 2007; Köse ve ark., 2011; Yaltırık ve Akkemik, 2011). Karaçamın Türkiye'deki doğal yayılış alanı içinde geniş alan kapladığı yerlerden birisi de Sandıras Dağı'dır. Sandıras Dağı'nda 1200-1250 m'den başlayarak 1900-2000 m yükseltiye kadar olan alanlarda karaçamlar saf orman oluşturmaktadır. Karaçamın farklı yetiştirme ortamlarından alınan örnekleri üzerinde birçok dendrokronolojik inceleme yapılmış ve farklı yetiştirme ortamlarda sıcaklık ve yağış değişkenliğine verdiği tepki belirlenmiştir. Ancak, Sandıras Dağı'nda karaçam ormanı içinde anıt meşcereler ve bireysel olarak çok sayıda anıt nitelikteki karaçam olmasına rağmen, bu alanda bugüne kadar sadece bir yöre için dendrokronolojik inceleme yapılmıştır (Köse ve ark., 2011). Bu çalışmada Sandıras Dağı Kartal gölü mevkiisinde bulunan yaşlı karaçamlardan 842 yıllık bir kronoloji oluşturulmuştur. Bu kronoloji, oldukça uzun olmasına rağmen, yöredeki karaçamların sıcaklık ve yağış gibi iklim faktörlerine verdiği tepkiyi ifade eden duyarlılık katsayısı çok düşük (0.14) bulunmuştur. Bu da kronolojinin dendroklimatolojik rekonstrüksiyonlarda kullanımını sınırlandırmaktadır. Sandıras Dağı'nın farklı alanlarında (yörelere) yapılacak yeni araştırmalarla uzun bir dönemi kapsayan karaçam yıllık halka kronolojileri oluşturulabilir. Ayrıca, iklime duyarlı yıllık halkalara sahip yaşlı ağaçların bulunmasıyla, Türkiye ve Güneybatı Anadolu iklim tarihi ile ilgili yapılacak çalışmalarla daha uzun yerel iklim (yağış ve sıcaklık) rekonstrüksiyonları oluşturulabilir.

Bu araştırmanın amacı, Sandıras Dağı'nın farklı bakı ve yükseltelerinde yetişen yaşlı karaçamlardan iklim rekonstrüksiyonlarına uygun uzun kronolojiler oluşturmak, bakı ve yükselti özelliklerine bağlı olarak karaçamın iklim faktörlerine verdiği tepkiyi ifade eden duyarlılık katsayılarındaki değişimleri belirlemek ve karşılaştırmaktır.

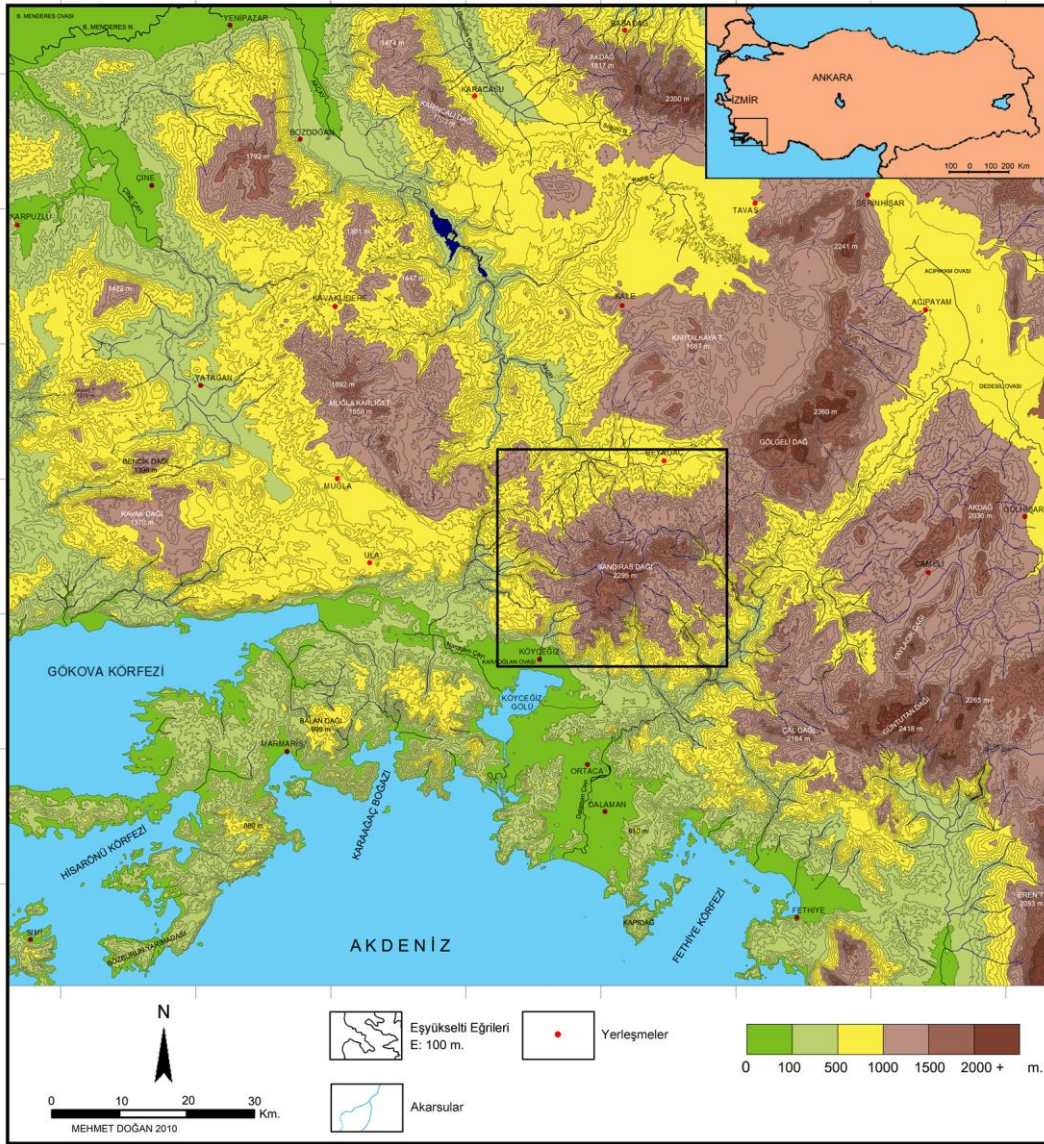
## 2. ARAŞTIRMA ALANI VE FİZİKİ COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ

Sandıras Dağı (2295 m), Güneybatı Anadolu'da, Ege ve Akdeniz Bölgesi sınırlarına paralel uzanan Gölgeleli Dağları'nın güneybatısında yer almaktadır (Şekil / Figure 1). Bu dağ kütlesi batıdan Namnam çayı, doğudan Dalaman çayı ve kolları, güneyden Köyceğiz depresyonu ve kuzeyden Beyağaç (Eskere) depresyonu ile sınırlanmıştır. Bu sınırlar içinde 2295 m (Çiçekbaba Tepesi) yükseltiye ulaşan Sandıras Dağı, Güneybatı Anadolu'nun en yüksek dağlarından birisidir. Sandıras Dağı'nın genel morfolojik özelliklerine baktığımızda, çok kısa mesafede birden yükselen dağlık bir kütle olduğu görülmektedir. Köyceğiz Gölü'nden (deniz seviyesi) 2295 m yüksekliğe kuş uçuşu mesafe yaklaşık 18 km'dir.

Sandıras Dağı, konumu ve topografik özellikleri nedeniyle yağış miktarı bakımından Batı Anadolu'ndaki diğer alanlarından farklılık göstermektedir. Sandıras Dağı ve çevresi, Ekim-Mayıs döneminde Akdeniz'de oluşan ve doğu ile kuzeydoğuya doğru hareket eden cephe sistemlerinin geçiş güzergahı üzerinde yer almaktadır. Oluşan gezici alçak basınç sistemleri bölgeye ulaştığında yüksek miktarda yağışa neden olmaktadır. Sandıras Dağı'nın hemen kıyı gerisinde bulunan yüksek bir kütle olması, yağış miktarını artıran diğer bir faktör olarak düşünülebilir. Akdeniz üzerinden Anadolu'ya sokulan cephelerin, özellikle Sandıras Dağı gibi hemen kıyı gerisinden yükselen dağlar tarafından alıkondduğu, "seklüzyon" olarak adlandırılan bu olay sonucunda Sandıras Dağı'nın da içinde bulunduğu Güneybatı Anadolu'nun yüksek miktarda yağış aldığı düşünülmektedir. Bu nedenlerden dolayı Sandıras Dağı ve çevresi, Doğu Karadeniz Bölümü'nden sonra Türkiye'de yüksek yağış miktarına (Yıllık ortalama yağış miktarı Köyceğiz'de 1089.6 mm, Muğla'da 1198.1 mm'dir. Yağış miktarı Sandıras Dağı gibi yükseltinin arttığı alanlarda daha da fazladır (Doğan, 2014) sahip yörelerinden birisidir.

Sandıras Dağı jeomorfoloji ve iklim özellikleri yanında bitki örtüsü açısından da önemli özelliklere sahiptir. Dağın zirve kısmına yakın alanlarda topografyanın sarp ve arızalı, litoloji (peridotit-serpantinit) ve toprak özelliklerinin tarım yapmaya elverişsiz olması ve bu alanların yerleşme bölgelerine uzak olması gibi sebepler, insan etkinliğinin ve bu etkinliklerin doğal vejetasyona verdiği zararların kısıtlı kalmasını sağlamıştır. Bu durum orman örtüsünün korunmasına, oldukça yaşlı ağaç topluluklarının bu alanda varlığını sürdürmesine imkan tanımıştır. Sandıras Dağı'nda (özellikle kuzey yamaçlarda 1500 m üzerinde kalan alanlarında) karaçam ormanı içinde anıt meşcereler ve bireysel olarak çok sayıda anıt nitelikteki karaçama rastlanmaktadır (Şekil / Figure 3). Bu özelliğiyle, Sandıras Dağı Türkiye'de en yaşlı karaçam

ormanlarının bulunduğu alanlardan birisidir. Bu yaşlı karaçam ormanları dendrokronolojik çalışmalar için çok uygun veriler sağlayabilmekte ve başta iklim olmak üzere geçmiş dönemin coğrafi çevre özelliklerinin anlaşılması bakımında önem taşımaktadır.



Şekil 1. Sandıras Dağı'nın lokasyon haritası  
Figure 1. Location of Sandıras Mountain

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

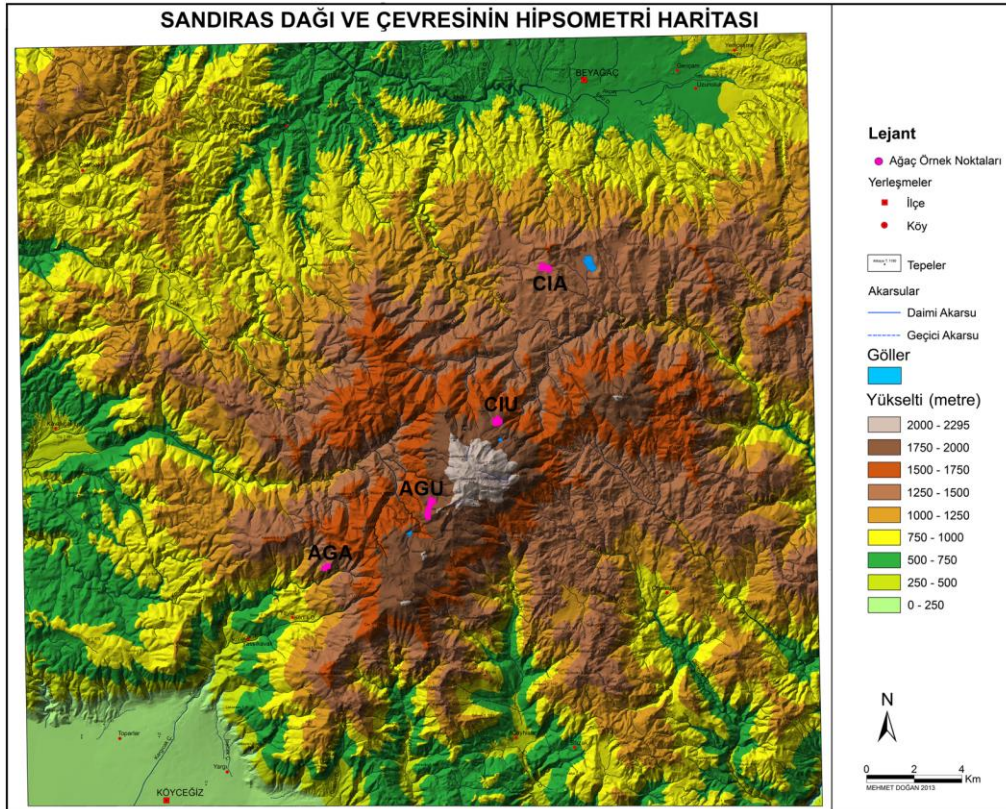
#### 3.1 Örnek Alan Seçimi ve Örneklerin Alınması

Karaçam, yetiştirme ortamı bakımından karasal iklim şartlarının hâkim olduğu sahalara kadar sokulması nedeniyle gelişimi özellikle yağış koşullarına göre kısıtlanabilmektedir ve genişliği yıldan yıla değişen yıllık halkalar meydana gelmektedir. Bu ağaç türü, Sandıras Dağı'nda geniş alan kaplaması ve bu alanda yaşlı meşcerelerle temsil edilmesi nedeniyle araştırma materyali olarak seçilmiştir (Şekil / Figure 3).



Karaçam, çevresel koşullara ve bu koşullarda meydana gelen değişikliklere tepki veren bir ağaçtır. Değişen çevre koşullarına göre yıllık halka genişlikleri de değişmektedir. Bu nedenle dendrokronolojik bakımdan son derece önemlidir. Karaçamın, dendrokronolojik çalışmalarda kullanılabilir olan eşleştirme indisi (CDI; crossdating index) 2, kodu ise PINI'dir. Bu indis karaçamın, dendrokronolojik olarak önemli ve üzerinde çok sayıda araştırma yapılmış bir ağaç olduğunu ifade etmektedir.

Sandıras Dağı'nda örnekler, kuzey ve güney yamaçlarda orman alt ve üst sınırından olmak üzere dört farklı yöreden alınmıştır (Şekil / Figure 2; Tablo / Table 1). Yıllık halka gelişimleri üzerinde iklim etkilerini doğru bir şekilde ortaya koymak için, örnek alanlarının doğal yetişme yeri ve insan etkisinden uzak olmasına özen gösterilmiştir. Doğal yetişme ortamından örnek alınan ağaçların mümkün olduğunca silindirik gövdeli olmasına, önemli yara ve çatlaklarının olmamasına dikkat edilmiş; duyarlı yıllık halkaları olan daha çok zayıf tepeli ağaçlar tercih edilmiştir. Mümkün olduğu kadar uzun kronoloji oluşturmak amacıyla, Orman İşletme Müdürlükleri ve Şefliklerinden yardım alınarak ekstrem yetişme ortamlarında ve yayılış alanlarının sınırlarında bulunan en yaşlı meşcerelere ulaşılmaya çalışılmıştır (Şekil / Figure 3). Örnek alınan yöreler, örnek alınan orman işletme şeflikleri ve örneğin alındığı alan (karaçam ormanı alt sınırı veya üst sınırı olması) göz önünde bulundurularak kodlanmıştır. Sandıras Dağı'nda iki orman işletme şefliği sınırları içinde, her birinden iki yöre örneklenmiştir. Bunlardan birincisi, Eskere (Beyazaç) Orman İşletme Müdürlüğü (Denizli) **Çiçekli** Orman İşletme Şefliği'dir. İkincisi ise, Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü (Muğla) **Ağla** Orman İşletme Şefliği'dir. Çiçekli Orman İşletme Şefliği'nden örnek alınan yöreler "CI" olarak kodlanmış, bu koda karaçam ormanı üst sınırı için "U", alt sınırı için "A" eklenmiştir. Ağla Orman İşletme Şefliği'nden örnek alınan yöreler "AG" olarak kodlanmış, bu koda da aynı şekilde karaçam ormanı üst sınırı için "U", alt sınırı için "A" eklenmiştir. Örneğin, **Çiçekli** Orman İşletme Şefliği karaçam ormanı **üst** sınırından alınan örneklerin yöre kodu "**CIU**" ile ifade edilmektedir. Beyazaç (Eskere) Çiçekli Orman İşletme Şefliği, Sandıras Dağı'nın kuzeyinde, Köyceğiz Ağla Orman İşletme Şefliği ise, Sandıras Dağı'nın güneyinde yer almaktadır.



Şekil 2. Sandıras Dağı'nda dendrokronolojik incelemeler için örnek alınan alanlar  
Figure 2. Location of tree-ring sites on Sandıras Mountain (magenta areas)





Şekil 3. Örnek alanlar. **a:** Çiçekli (Eskere) Karaçam Ormanı Üst Sınırı (CIU)  
**b:** Çiçekli (Eskere) Karaçam Ormanı Alt Sınırı (CIA)  
**c:** Ağla (Köyceğiz) Karaçam Ormanı Üst Sınırı, (AGU)  
**d:** Ağla (Köyceğiz) Karaçam Ormanı Alt Sınırı, (AGA).

Figure 3. Sample sites. **a:** The upper forest limit in Çiçekli (Eskere) (sample site for CIU site chronology);

**b:** The lower forest limit in Çiçekli (Eskere) (sample site for CIA site chronology)

**c:** The upper forest limit in Ağla (Köyceğiz) (sample site for AGU site chronology)

**d:** The lower forest limit in Ağla (Köyceğiz) (sample site for AGA site chronology).

Örnekler, canlı ağaçlardan 50 ve 60 cm'lik Pressler Artım Burgusu yardımıyla artım kalemleri şeklinde, 130 cm yükseklikten (göğüs hizasından) alınmıştır. Her bir örnek alanı (yöre) için en az 15 (çoğunlukla 16) ağaç iki yönlü olarak örneklenmiştir. Araştırma kapsamında 4 farklı alandaki toplam 63 ağaçtan 130 artım kalemi alınmıştır. Alınan artım kalemleri, zarar görmemeleri için hazırlanmış olan taşıyıcılara yerleştirilmiş, üzerine alan kodu, ağaç numarası ve kalem numarası bilgileri yazılmış, etiketlenmiştir. Arazi defterine yöre bilgileri, koordinatları, yükseklik, bakı, eğim ve taşlılık gibi bilgileri kaydedilmiş, alan ile ilgili görsel bilgilerin kalıcı olabilmesi için fotoğraflanmıştır. Araziden laboratuara getirilen artım kalemleri, plastik taşıyıcılardan çıkarılarak ortasında artım kaleminin sığacağı büyüklükte bir kanal olan ahşap taşıyıcılara yerleştirilerek yapıştırılmıştır. Bu taşıyıcılar bir yandan artım kalemlerinin sağlam bir şekilde korunmasını, diğer yandan da ölçüm tablası üzerinde kalemlerin kolaylıkla ölçülmesini sağlamaktadır.

Örnek alınan yörelere ait bilgiler Tablo / Table 1'de verilmektedir.

Tablo 1. Örnek alınan alanlara ait bilgiler  
Table 1. Sample sites information

Yöre Adı / Site name	Yöre Kodu / Site code	Şehir / City	Örnekle- nen Ağaç Türü / Species	Ağaç/ Kalem Sayısı / No. of trees/cores	Bakı / Aspect	Yükselti / Elevation (m)	Enlem / Latitude (N)	Boylam / Longitude (E)	Yüzey taşlılığı / Surface of stony
Ağla (Köyceğiz) Karaçam Ormanı Alt Sınırı	AGA	Muğla	<i>Pinus nigra</i>	15/31	G	1310-1370	37.05121	28.76787	Taşlı
Ağla (Köyceğiz) Karaçam Ormanı Üst Sınırı	AGU	Muğla	<i>Pinus nigra</i>	16/33	G ve GB	1815-1890	37.06949	28.81635	Çok taşlı
Çiçekli (Eskere) Karaçam Ormanı Alt Sınırı	CIA	Denizli	<i>Pinus nigra</i>	16/32	G	1395-1425	37.16309	28.87393	Çok taşlı
Çiçekli (Eskere) Karaçam Ormanı Üst Sınırı	CIU	Muğla	<i>Pinus nigra</i>	16/34	G	1805-1850	37.10496	28.85444	Taşlı

### 3.2 Yıllık Halka Kronolojilerinin Oluşturulması

Yıllık halka analizleri yapılmadan önce, yıllık halkaların belirgin bir şekilde görülebilmesi için artım kalemlerinin enine yüzeyleri tank zımpara makinesinde zımparalanarak düzeltilmiş ve belirgin hale getirilmiştir. Ölçüm işlemine geçmeden önce her bir kalem, ölçüm yönünde (kabuktan öze doğru) 10'ar yıllık seksiyonlara ayrılmıştır. Bu işlem, özellikle çok dar yıllık halkalara sahip ağaçlarda yıllık halkaların atlanmadan ölçülmesini sağlamaktadır. Ayrıca, ölçüm sırasında yapılabilecek herhangi bir hatada kalemin tamamını yeniden ölçmek yerine, hata seksiyon içerisinde giderilebilmektedir. Daha sonra artım kalemleri LINTAB-TSAP ölçüm sistemi kullanılarak 0.01 mm duyarlılıkta ölçülmüştür. Ölçüm sonuçları TSAP-WIN programında \*.rwl uzantılı dosyalar halinde kaydedilmiştir. Ölçümlerin doğruluğu COFECHA programı (Holmes, 1983; Grissino-Mayer, 2001) kullanılarak denetlenmiştir. Olası problemler kalem ve segmentler belirlenmiştir. Daha sonra Matlab (Matlab, 2006) programında çalıştırılarak eksik ve yalancı halkalar giderilmiştir. Problemi çözilemeyen kalem veya segmentler veri setinden çıkarılmıştır.

Ölçüm sonucunda elde edilen yıllık halka genişliği serisi lineer veya negatif üstel fonksiyon kullanılarak standardize edilmiştir. Bu işlem, zaman serisi üzerindeki iklimden kaynaklanmayan trendlerin (özellikle yaşa bağlı etkiler veya meşcere dinamiğinin ağaç büyümesi üzerindeki etkileri) ortadan kaldırılmasını sağlamaktadır. Standardize edilen serilere, otoregresif modeller uygulanarak önceki yılların yıllık halka genişliğinin, o yılın yıllık halka genişliği üzerindeki etkisi uzaklaştırılmıştır (Cook, 1985). Daha sonra her bir örneğe ait indis değerlerinden bi-weight robust ortalama yöntemi kullanılarak yöre kronolojileri oluşturulmuştur (Cook, 1985; Cook ve ark., 1990a, 1990b). Tüm bu analizler ARSTAN programı kullanılarak (Cook, 1985; Grissino-Mayer ve ark., 1996) yapılmıştır. Programın ürettiği kronolojilerden, "standart kronoloji" sadece standardizasyon işlemi yapılan bireysel serilerin, "residual kronoloji" ise standardizasyon işleminden sonra otoregresif model uygulanan serilerin ortalamasından meydana gelmektedir.

Elde edilen yöre kronolojilerinin rekonstrüksiyonlarda kullanılacak periyodunu belirlemede alt örnek işaret gücü (SSS) değeri kullanılmıştır (Wigley, 1984). Bu değer, kronolojinin oluşturulmasında kullanılan kalemler ve ağaçlar arasındaki korelasyon katsayılarına dayanarak kronolojinin içermesi gereken minimum ağaç sayısını belirlemektedir. Kalemler/ağaçlar arası korelasyon yükseldikçe daha az örnekle dendroklimatolojik çalışmalar yapılabilir.

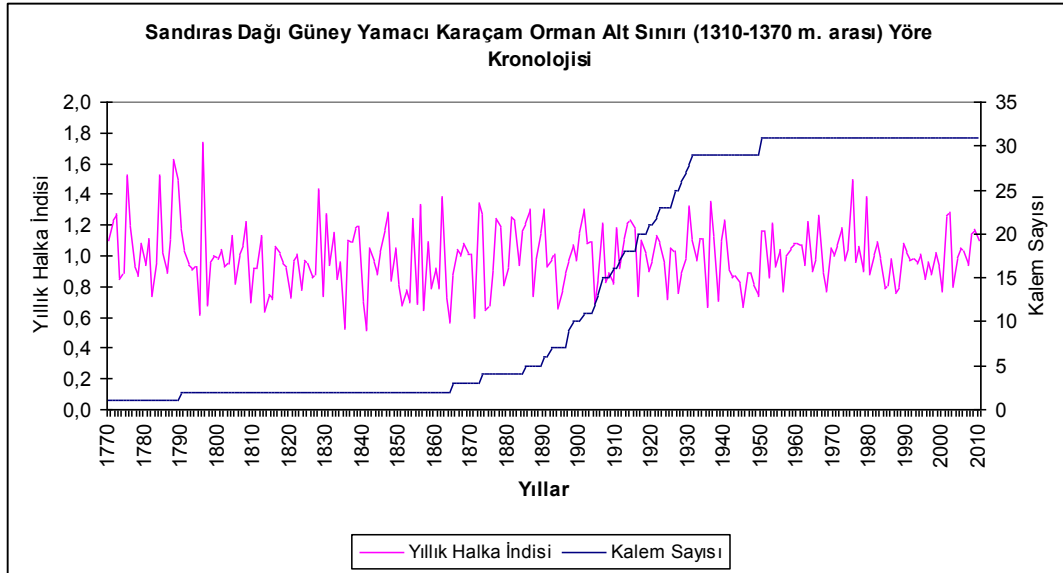
Kronolojiler arasındaki benzerliklerin saptanması için eğrilerin uyum yüzdesi ve korelasyon katsayıları yöntemleri uygulanmıştır (Fritts, 1976; Schweingruber, 1988; Akkemik, 2004; Köse, 2007). Eğrilerin uyum yüzdesi, iki kronolojinin aynı yıllarda oluşan halkalarının yönleri ile ilişkilidir. Aynı yılda oluşan halkalar aynı yönde seyrediyorsa uyumlu, aksi yönlerde seyrediyorsa uyumsuz olarak değerlendirilmektedir. Korelasyon katsayıları, grafikler arasındaki uyumu incelemek için kullanılan diğer bir yöntemdir. Bu yöntemde, iki grafik arasında doğrusal bir ilişkinin olup olmadığı incelenmektedir. Katsayılar en çok +1 ve -1 değerlerini almaktadır; +1 mükemmel bir pozitif ilişkiyi, -1 de mükemmel bir negatif ilişkiyi göstermektedir. Katsayıların 0 değerine yaklaşması, ilişkinin zayıfladığını yansıtmaktadır. Hesaplanan korelasyon katsayılarının istatistik olarak anlamlı olup olmadıklarını denetlemek için t testi kullanılmaktadır (Fritts, 1976; Schweingruber, 1988; Akkemik, 2004; Köse, 2007). Bu çalışmada, EUY (eğrilerin uyum yüzdesi) değerleri ve korelasyon katsayıları TSAP-WIN programında hesaplanmıştır.

#### 4. BULGULAR

Sandıras Dağı'nda farklı bakı koşullarına ve yükseltiler sahip 4 karaçam yöre kronolojisi oluşturulmuştur.

##### 4.1 Köyceğiz Karaçam Ormanı Alt Sınırı (AGA) Yöre Kronolojisi

Köyceğiz (Ağla) karaçam ormanı alt sınırı (AGA) yöre kronolojisinin oluşturulmasında 15 ağaca ait 31 kalem kullanılmıştır. COFECHA programı çıktılarında eksik halka problemlerine rastlanmamıştır. Standart ve residual yöre kronolojilerine ait istatistikler Tablo / Table 2'de, 1770-2010 (241 yıl) yılları arasında kapsayan ortak zaman aralığı istatistikleri Tablo / Table 3'te verilmiştir. Yöre kronolojisinin oluşturulmasında, ortalama duyarlılık katsayısı daha yüksek olan residual kronoloji tercih edilmiştir. 1770-2010 yılları arasında kapsayan 241 yıl uzunluğundaki AGA (Köyceğiz/Ağla karaçam ormanı alt sınırı) yöre kronolojisi ve kalem sayısı Şekil / Figure 4'te görülmektedir.



Şekil 4. AGA yöre kronolojisi  
Figure 4. AGA site chronology

Tablo 2. AGA yöresine ait standart ve residual kronolojileri özet istatistikleri  
Table 2. Summary statistics for standard and residual chronologies of AGA

<b>Kronoloji Tipi / Chronology type</b>	<b>Standart / Standard</b>	<b>Residual / Residual</b>
Ortalama / Mean	0.9828	0.9939
Medyan / Median	0.9703	0.9809
Ortalama duyarlılık / Mean sensitivity	0.1982	<b>0.2188</b>
Standart sapma / Standard deviation	0.2231	0.2034
Çarpıklık katsayısı / Skewness	0.2884	0.4073
Basıklık katsayısı / Kurtosis	0.4536	0.6242
<b>Otokorelasyonlar / Autocorrelations</b>		
t-1	0.3673	-0.0066
t-2	0.0599	-0.0534
t-3	0.0122	-0.0129

"t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir ("t" indicates the year of the last tree ring formation).

Tablo 3. AGA yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri.  
Table 3. Common interval statistics for AGA site chronologies.

<b>Ortalama korelasyonlar / Mean correlations</b>	<b>Standart / Standard</b>	<b>Residual / Residual</b>
Tüm kalemler arasında / Among all radii	0.451	0.446
Ağaçlar arasında / Between trees	0.443	0.440
Ağaçlar içinde / Within trees	0.656	0.612
Ortalama ile kalemler arasında / Radii versus mean	0.684	0.681
Sinyal/gürültü oranı / Signal-to-noise ratio	11.137	10.981
Populasyon kronolojisiyle uyum / Agreement with population chronology	0.918	0.917
Birinci özvektörün varyansı / Variance in first eigenvector	48.58%	47.37%
Kronoloji ortak aralık ortalaması / Chronology common interval mean	0.993	0.997
Kronoloji ortak aralık standart sapması / Chronology common interval standard deviation	0.191	0.166

#### 4.2 Köyceğiz Karaçam Ormanı Üst Sınırı (AGU) Yöre Kronolojisi

Köyceğiz (Ağla) karaçam ormanı üst sınırından alınan karaçam örneklerine ait COFECHA program çıktıları incelendiğinde, AGL02A, AGL05B, AGL12B numaralı kalemlerde eksik halka problemi görülmüştür. Halkaların oluşmadığı yıllar iskelet noktalama yöntemiyle oluşturulan grafiklere ve örnekler üzerinde yapılan incelemelere dayanarak belirlenmiştir (AGL02A 1 eksik halka: 1911 yılı; AGL05B 1 eksik halka: 1985 yılı; AGL12B 1 eksik halka: 1911 yılı).

Köyceğiz karaçam ormanı üst sınırı (AGU) yöre kronolojisinin oluşturulmasında 16 ağaca ait 33 kalem kullanılmıştır. Standart ve residual yöre kronolojilerine ait istatistikler Tablo / Table 4'te, 1712-2010 (299 yıl) yılları arasını kapsayan ortak zaman aralığı istatistikleri Tablo / Table 5'te verilmiştir. Yöre kronolojisinin oluşturulmasında, ortalama duyarlılık katsayısı, sinyal/gürültü oranı ve birinci özvektörün varyansı daha yüksek olan residual kronoloji tercih edilmiştir. 1712-2010 yılları arasını kapsayan 299 yıl uzunluğundaki AGU (Köyceğiz/Ağla karaçam ormanı üst sınırı) yöre kronolojisi ve kalem sayısı Şekil / Figure 5'te görülmektedir.



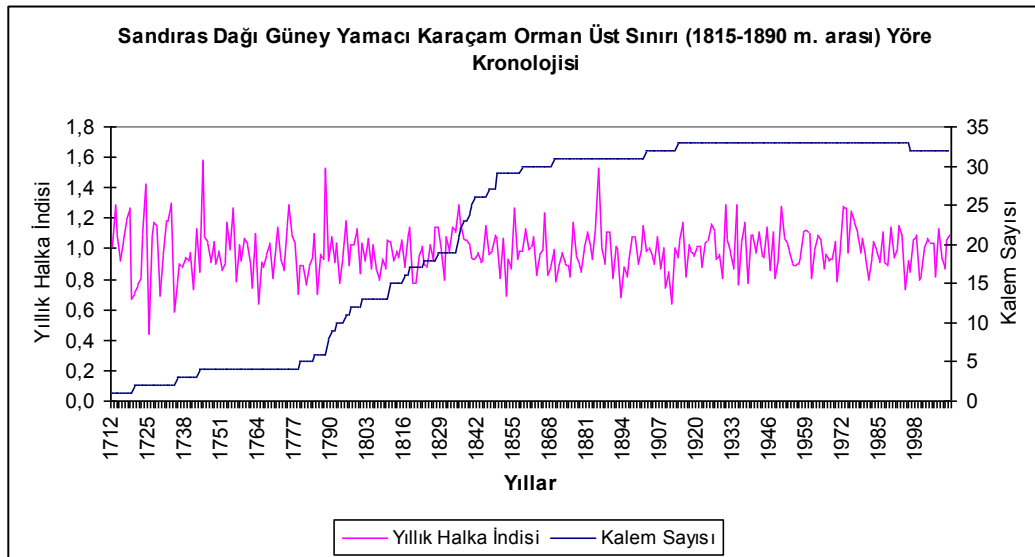
Tablo 4. AGU yöresine ait standart ve residual yöre kronolojilerine ait istatistikler  
Table 4. Summary statistics for standard and residual chronologies of AGU

Kronoloji Tipi / Chronology type	Standart / Standard	Residual / Residual
Ortalama / Mean	0.9819	0.9860
Medyan / Median	0.9703	0.9837
Ortalama duyarlılık / Mean sensitivity	0.1456	<b>0.1556</b>
Standart sapma / Standard deviation	0.1790	0.1363
Çarpıklık katsayısı / Skewness	0.6122	0.4229
Basıklık katsayısı / Kurtosis	1.1645	1.3045
Otokorelasyonlar / Autocorrelations		
t-1	0.4294	0.0049
t-2	-0.1531	0.0239
t-3	0.1715	-0.0009

"t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir  
"t" indicates the year of the last tree ring formation

Tablo 5. AGU yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri  
Table 5. Common interval statistics for AGU site chronologies

Ortalama korelasyonlar / Mean correlations	Standart / Standard	Residual / Residual
Tüm kalemler arasında / Among all radii	0.257	0.305
Ağaçlar arasında / Between trees	0.249	0.298
Ağaçlar içinde / Within trees	0.479	0.486
Ortalama ile kalemler arasında / Radii versus mean	0.525	0.560
Sinyal/gürültü oranı / Signal-to-noise ratio	4.973	<b>6.356</b>
Populasyon kronolojisiyle uyum / Agreement with population chronology	0.833	0.864
Birinci özvektörün varyansı / Variance in first eigenvector	29.97%	<b>33.98%</b>
Kronoloji ortak aralık ortalaması / Chronology common interval mean	0.975	0.988
Kronoloji ortak aralık standart sapması / Chronology common interval standard deviation	0.160	0.136



Şekil 5. AGU yöre kronolojisi  
Figure 5. AGU site chronology

### 4.3 Beyağaç Karaçam Ormanı Alt Sınırı (CIA) Yöre Kronolojisi

Beyağaç (Çiçekli) karaçam ormanı alt sınırından alınan karaçam örneklerine ait COFECHA program çıktıları incelendiğinde, CIC18A, CIC20A, CIC20B, CIC23A, CIC27A, CIC30A, CIC31B, CIC32A, CIC32B numaralı kalemlerde eksik halka problemi görülmüştür. Halkaların oluşmadığı yıllar iskelet noktalamaya yöntemiyle oluşturulan grafiklere ve örnekler üzerinde yapılan incelemelere dayanarak belirlenmiştir (CIC18A 1 eksik halka: 2008 yılı; CIC20A 6 eksik halka: 1576, 1619, 1654, 1694, 1794 ve 1854 yılları; CIC20B 2 eksik halka: 1694 ve 1868 yılları; CIC23A 1 eksik halka: 1894 yılı; CIC27A 2 eksik halka: 1656 ve 1919 yılları; CIC30A 1 eksik halka: 1712 yılı; CIC31B 1 eksik halka: 1859 yılı; CIC32A 2 eksik halka: 1712 ve 1875 yılları; CIC32B 3 eksik halka: 1712, 1713 ve 1875 yılları).

Beyağaç karaçam ormanı alt sınırı (CIA) yöre kronolojisinin oluşturulmasında 16 ağaca ait 32 kalem kullanılmıştır. Standart ve residual yöre kronolojilerine ait istatistikler Tablo / Table 6'da, 1427-2010 (584 yıl) yılları arasını kapsayan ortak zaman aralığı istatistikleri Tablo / Table 7'de verilmiştir. Yöre kronolojisinin oluşturulmasında, ortalama duyarlılık katsayısı, sinyal/gürültü oranı ve birinci özvektörün varyansı daha yüksek olan residual kronoloji tercih edilmiştir. 1427-2010 yılları arasını kapsayan 584 yıl uzunluğundaki CIA (Beyağaç/Çiçekli karaçam ormanı alt sınırı) yöre kronolojisi ve kalem sayısı Şekil / Figure 6'da görülmektedir.

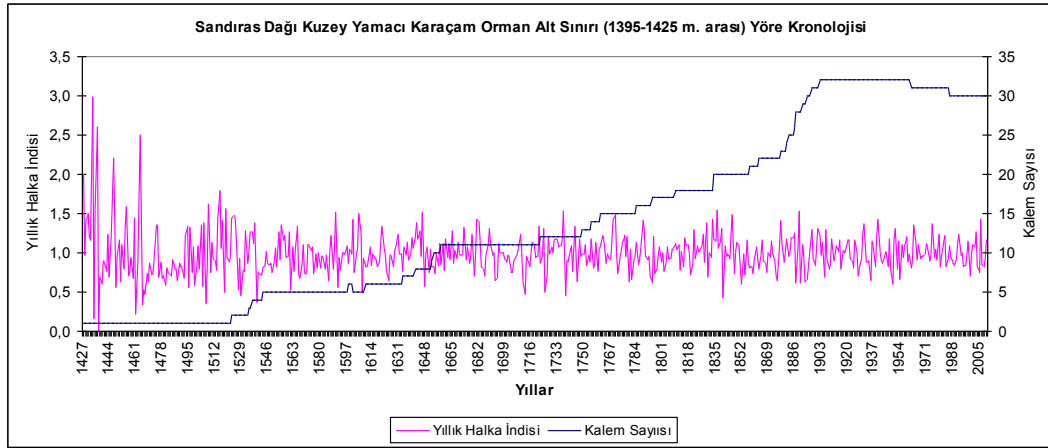
Tablo 6. CIA yöresine ait standart ve residual kronolojileri özet istatistikleri  
Table 6. Summary statistics for standard and residual chronologies of CIA

Kronoloji Tipi / Chronology type	Standart / Standard	Residual / Residual
Ortalama / Mean	0.9817	0.9927
Medyan / Median	0.9561	0.9720
Ortalama duyarlılık / Mean sensitivity	0.2181	<b>0.2660</b>
Standart sapma / Standard deviation	0.3456	0.2776
Çarpıklık katsayısı / Skewness	1.7148	1.3566
Basıklık katsayısı / Kurtosis	8.2827	8.5458
Otokorelasyonlar / Autocorrelations		
t-1	0.5861	-0.0161
t-2	0.0804	-0.0025
t-3	0.0781	0.0749

"t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir  
"t" indicates the year of the last tree ring formation

Tablo 7. CIA yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri.  
Table 7. Common interval statistics for CIA site chronologies.

Ortalama korelasyonlar / Mean correlations	Standart / Standard	Residual / Residual
Tüm kalemler arasında / Among all radii	0.467	0.512
Ağaçlar arasında / Between trees	0.446	0.498
Ağaçlar içinde / Within trees	0.687	0.663
Ortalama ile kalemler arasında / Radii versus mean	0.697	0.727
Sinyal/gürültü oranı / Signal-to-noise ratio	4.827	<b>5.942</b>
Populasyon kronolojisiyle uyum / Agreement with population chronology	0.828	0.856
Birinci özvektörün varyansı / Variance in first eigenvector	52.21%	<b>56.15%</b>
Kronoloji ortak aralık ortalaması / Chronology common interval mean	0.981	0.995
Kronoloji ortak aralık standart sapması / Chronology common interval standard deviation	0.236	0.201



Şekil 6. CIA yöre kronolojisi  
Figure 6. CIA site chronology

#### 4.4 Beyağaç Karaçam Ormanı Üst Sınırı (CIU) Yöre Kronolojisi

Beyağaç (Çiçekli) karaçam ormanı üst sınırından alınan karaçam örneklerine ait COFECHA program çıktıları incelendiğinde, CIC03A, CIC04A, CIC04B, CIC04C, CIC05A, CIC05B, CIC07A, CIC07B, CIC08A, CIC08B, CIC09B, CIC11A, CIC11B, CIC11C, CIC12A, CIC13A, CIC15B, CIC16B numaralı kalemlerde eksik halka problemi görülmüştür. Halkaların oluşmadığı yıllar iskelet noktalama yöntemiyle oluşturulan grafiklere ve örnekler üzerinde yapılan incelemelere dayanarak belirlenmiştir (CIC03A 3 eksik halka: 1724, 1725 ve 1726 yılları; CIC04A 1 eksik halka: 1771 yılı; CIC04B 1 eksik halka: 1771 yılı; CIC04C 1 eksik halka: 1771 yılı; CIC05A 3 eksik halka: 1725, 1726 ve 1771 yılları; CIC05B 2 eksik halka: 1725 ve 1771 yılları; CIC07A 2 eksik halka: 1481 ve 1482 yılları CIC07B 1 eksik halka: 2005 yılı; CIC08A 1 eksik halka: 1726 yılı; CIC08B 1 eksik halka: 1726 yılı; CIC09B 3 eksik halka: 1962, 1999 ve 2000 yılları; CIC11A 2 eksik halka: 1936 ve 1937 yılları; CIC11B 2 eksik halka: 1936 ve 1937 yılları; CIC11C 1 eksik halka: 1890 yılı; CIC12A 1 eksik halka: 1698 yılı; CIC13A 1 eksik halka: 2005 yılı; CIC15B 1 eksik halka: 1384 yılı; CIC16B 1 eksik halka: 1585 yılı).

Beyağaç karaçam ormanı üst sınırı (CIU) yöre kronolojisinin oluşturulmasında 16 ağaca ait 34 kalem kullanılmıştır. Standart ve residual yöre kronolojilerine ait istatistikler Tablo / Table 8'de, 1191-2010 (820 yıl) yılları arasını kapsayan ortak zaman aralığı istatistikleri Tablo / Table 9'da verilmiştir. Yöre kronolojisinin oluşturulmasında, ortalama duyarlılık katsayısı, sinyal/gürültü oranı ve birinci özvektörün varyansı daha yüksek olan residual kronoloji tercih edilmiştir. 1191-2010 yılları arasını kapsayan 820 yıl uzunluğundaki CIU (Beyağaç/Çiçekli karaçam ormanı üst sınırı) yöre kronolojisi ve kalem sayısı Şekil / Figure 7'de görülmektedir.

Tablo 8. CIU yöresine ait standart ve residual kronolojileri özet istatistikleri  
Table 8. Summary statistics for standard and residual chronologies of CIU

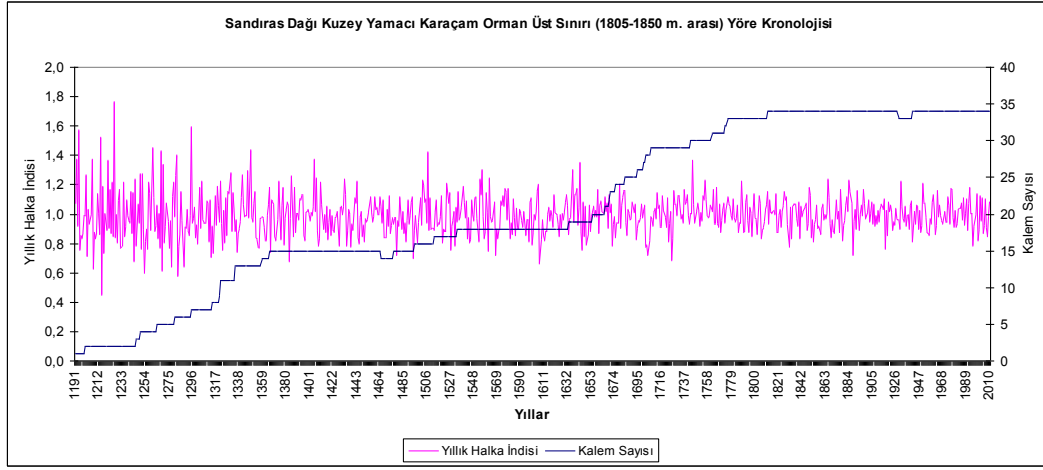
Kronoloji Tipi / Chronology type	Standart / Standard	Residual / Residual
Ortalama / Mean	0.9859	0.9921
Medyan / Median	0.9716	0.9875
Ortalama duyarlılık / Mean sensitivity	0.1230	<b>0.1394</b>
Standart sapma / Standard deviation	0.1758	0.1284
Çarpıklık katsayısı / Skewness	0.5787	0.3066
Basıklık katsayısı / Kurtosis	1.0953	1.2617
<b>Otokorelasyonlar / Autocorrelations</b>		
t-1	0.5807	0.0091
t-2	-0.0227	-0.0054
t-3	0.0627	-0.0171

"t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir  
"t" indicates the year of the last tree ring formation



Tablo 9. CIU yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri.  
Table 9. Common interval statistics for CIU site chronologies.

Ortalama korelasyonlar / Mean correlations	Standart / Standard	Residual / Residual
Tüm kalemler arasında / Among all radii	0.184	0.206
Ağaçlar arasında / Between trees	0.172	0.199
Ağaçlar içinde / Within trees	0.457	0.382
Ortalama ile kalemler arasında / Radii versus mean	0.454	0.465
Sinyal/gürültü oranı / Signal-to-noise ratio	2.913	<b>3.471</b>
Populasyon kronolojisiyle uyum / Agreement with population chronology	0.744	0.776
Birinci özvektörün varyansı / Variance in first eigenvector	22.72%	<b>23.86%</b>
Kronoloji ortak aralık ortalaması / Chronology common interval mean	1.002	1.001
Kronoloji ortak aralık standart sapması / Chronology common interval standard deviation	0.126	0.100

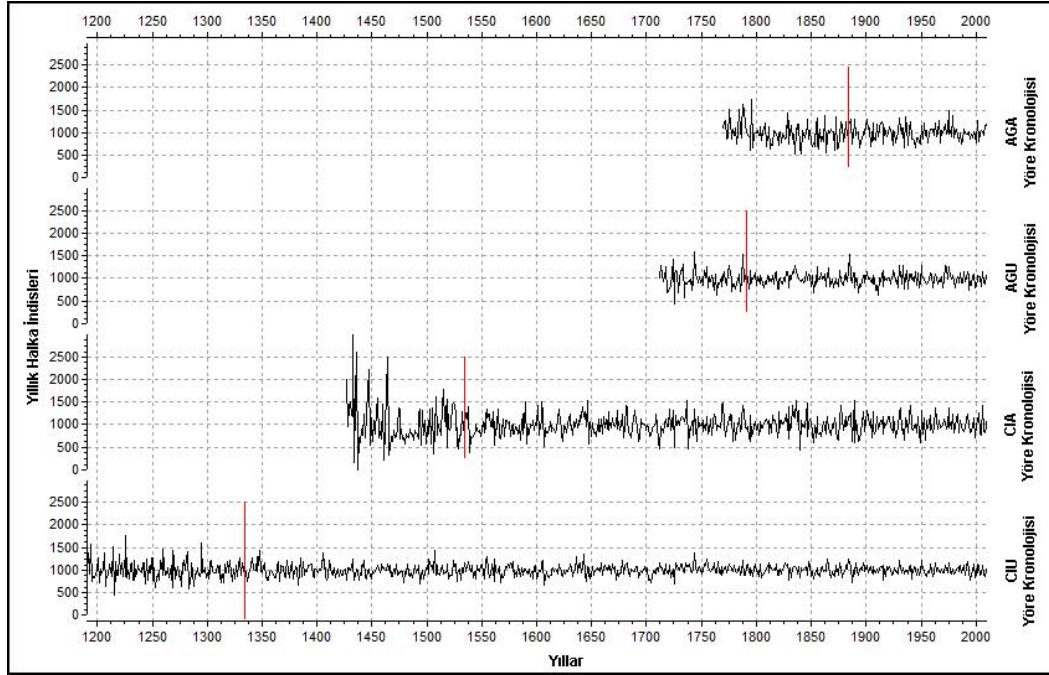


Şekil 7. CIU yöre kronolojisi  
Figure 7. CIU site chronology

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırma kapsamında; Sandıras Dağı kuzey ve güney yamaçlarından, karaçam ormanı alt ve üst sınırlarından olmak üzere 4 Karaçam (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) yöre kronolojisi oluşturulmuştur (Şekil / Figure 8). Elde edilen kronolojilerin uzunluğu; Sandıras Dağı güney yamacı karaçam ormanı alt sınırında (AGA) 241 yıl, karaçam ormanı üst sınırında (AGU) 299 yıl, Sandıras Dağı kuzey yamacı karaçam ormanı alt sınırında (CIA) 584 yıl ve karaçam ormanı üst sınırında (CIU) 820 yıldır (Şekil / Figure 8; Tablo / Table 10).

Bu araştırma kapsamında, en uzun kronoloji Sandıras Dağı kuzey yamacı karaçam ormanı üst sınırından (CIU; Kartal Gölü mevki) elde edilmiştir. Söz konusu kronolojinin uzunluğu 820 yıllık dönemi kapsamaktadır. Daha önce bu alana yakın konumda örnekleme yapan Köse (2007) 842 yıllık karaçam kronolojisi oluşturmuştur. Aynı şekilde Asan (1987), Sandıras Dağı'nın kuzey yamaçlarında üst orman zonunda bulunan anıt orman için, kuruma nedeniyle kesilen ağaçların dip kütüklerinden saptadığı yaşın 700 yılın üzerinde olduğunu belirtmektedir.



Şekil 8. Sandıras Dağı yıllık halka yöre kronolojileri. Dikine kırmızı çizgiler, iklim rekonstrüksiyonlarında kullanılabilir kronoloji uzunluğunu göstermektedir (SSS >0.85)

Figure 8. Site chronologies from Sandıras Mountain. Vertical red lines indicate chronology length can be used for climate reconstructions (Subsample Signal Strength (SSS)>0.85)

Tablo 10. Sandıras Dağı yöre kronolojileri zaman aralığı  
Table 10. Time span of site chronologies from Sandıras Mountain

Yöre adı / Site name	Kronoloji aralığı / Time span	Tarihleme ve iklim rekonstrüksiyonları için kullanılabilir zaman aralığı / Time span, can be used for climate reconstructions and dating
Köyceğiz (Ağla) Karaçam Ormanı Alt Sınırı (AGA)	1770-2010 (241 yıl)	1885-2010 (126 yıl)
Köyceğiz (Ağla) Karaçam Ormanı Üst Sınırı (AGU)	1712-2010 (299 yıl)	1790-2010 (221 yıl)
Beyağaç (Eksere/Çiçekli) Karaçam Ormanı Alt Sınırı (CIA)	1427-2010 (584 yıl)	1536-2010 (475 yıl)
Beyağaç (Eksere/Çiçekli) Karaçam Ormanı Üst Sınırı (CIU)	1191-2010 (820 yıl)	1334-2010 (677 yıl)

Araştırmada, yıllık halka gelişimi ile iklim arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde otokorelasyonu (önceki yılların etkisini) ortadan kaldıran ve kuvvetli bir şekilde iklim sinyallerini yakalayan residual kronolojiler kullanılmıştır (Tablo / Table 2-9). Ayrıca ağaçlar arasındaki ortak sinyalin gücünü ifade eden birinci vektörün varyansı, sinyal/gürültü oranı ve ortalama korelasyon değerlerinin residual kronolojilerde genel olarak daha yüksek olduğu görülmektedir (Tablo / Table 2-9).

Ağaçların iklim koşullarına duyarlılığını ifade eden ortalama duyarlılık katsayısı; Sandıras Dağı güney yamacı karaçam ormanı alt sınırı (AGA; Köyceğiz) için 0.22, güney yamacı karaçam ormanı üst sınırı (AGU; Köyceğiz) için 0.16, kuzey yamacı karaçam ormanı alt sınırı (CIA; Beyağaç) için 0.27 ve kuzey yamacı karaçam ormanı üst sınırı (CIU; Beyağaç) için 0.14 olarak hesaplanmıştır (Tablo / Table 11).

Türkiye'de bugüne kadar oluşturulmuş karaçam kronolojilerinin ortalama duyarlılık katsayısı 0.13-0.25 (Akkemik ve ark., 2008; Köse ve ark., 2011) arasında değişmekteydi. Karaçam için oluşturulmuş kronolojiler içinde iklime en duyarlı kronoloji 0.25 duyarlılık katsayısıyla Honaz Dağı (Denizli) yöre kronolojisi olarak belirlenmişti (Köse ve ark., 2012). Bu araştırmayla, Türkiye'deki bugüne kadar incelenmiş karaçamlar içerisinde en duyarlı (duyarlılık katsayısı 0.27) ağaçlara Sandıras Dağı kuzey yamacında (Beyağaç), karaçam ormanı alt sınırında (CIA yöresi) ulaşılmıştır. Bu da yöredeki ağaçların, iklim özelliklerine karşı çok duyarlı olduğunu ve yıldan yıla değişen sıcaklık ve yağış koşullarını oldukça iyi yansıttıklarını göstermektedir. Bu yöredeki ağaçların çapları nispeten ince olmasına rağmen (ortalama 52.9 cm), oldukça yaşlı bireyler tespit edilmiş ve 584 yıllık kronoloji oluşturulmuştur (Şekil / Figure 8; Tablo / Table 10). Bununla birlikte alandan alınan CIC20B numaralı örnekte 618 yıla (1392-2010) ulaşılmıştır. Ancak, eksik ve yalancı halkaların giderilmesi aşamasında 1640 yılı öncesi için eşleştirme problemleri yaşanmış, bundan dolayı söz konusu örnekte 1640 yılı öncesi çıkarılmıştır. CIA yöre kronolojisi için örnek aldığımız alandaki (Armutçuk tepe mevki) ağaçlar yaşlı olduğu kadar, Türkiye'deki iklime en duyarlı karaçamlar olması nedeniyle uzun dönemli iklim tarihi çalışmalarında başarıyla kullanılabilir. Herhangi bir koruma statüsü bulunmayan alandaki ağaçların mutlak korunması gereklidir.

Türkiye'deki en duyarlı karaçamları barındıran Sandıras Dağı'nın aynı zamanda en duyarsız karaçam meşcerelerine (kuzey yamacı karaçam ormanı üst sınırı (CIU yöresi) duyarlılık katsayısı 0.14) de ev sahipliği yaptığı görülmektedir (Tablo / Table 11). İklim değişkenliğine en duyarlı ve en duyarsız karaçamların Sandıras Dağı'nda bulunması oldukça ilgi çekici ve önemlidir. Bu sonuç iklimin ağaç gelişimi üzerindeki etkisinin bölgesel olmasının yanında, yerel (mikro) olarak da çok farklılaştığını ve aynı alanda yükselti ve bakı, eğim ve toprak koşullarına bağlı olarak ağaçlar üzerinde farklı derecede etkiler yarattığını göstermektedir.

Sandıras Dağı yöre kronolojilerinin sonuçları dikkate alındığında, karaçam ormanı üst sınırında yer alan ağaçların duyarlılık katsayılarının düşük olduğu görülmekte ve en düşük duyarlılık katsayısına Kartal Gölü mevkiinden alınan kalemlerde rastlanmaktadır. Ancak karaçam ormanı alt sınırından alınan örneklerin duyarlılık katsayıları oldukça yüksek bulunmuştur (Tablo / Table 1, Tablo / Table 11). Bu da Sandıras Dağı'nda karaçam ormanı alt sınırında yer alan ağaçların iklimdeki değişkenliğe daha duyarlı olduğunu göstermektedir. Ağaçların iklime duyarlılıklarını etkileyen bakı ve yükselti dışındaki diğer faktörler ise, alanın taşlılık ve eğim derecesidir. Eğimin fazla olması ve zeminin taşlı olması, su tutma kapasitesini düşürdüğünden bu gibi alanlarda yetişen ağaçlar iklim değişkenliğine daha duyarlıdır. Sandıras Dağı'nda oluşturulan kronolojilerde de bunu görmek mümkündür. Eğimin ve taşlılığın fazla olduğu alanların ortalama duyarlılık katsayısı daha yüksektir (Tablo / Table 11).

Tablo 11. Yöre kronolojilerine ait özet istatistikler  
Table 11. Summary statistics for site chronologies

Yöre kodu / Site code	Kronoloji aralığı / Time span	Kronoloji uzunluğu / Chronology length	Ortalama duyarlılık / Mean sensitivity	Sinyal/gürültü oranı - Signal-to-noise ratio	Birinci özvektörün varyansı / Variance in first eigenvector (%)	Ağaçlar arasındaki korelasyon / Mean correlations between trees
AGA	1770-2010	241	0.22	10.981	47.37	0.44
AGU	1712-2010	299	0.16	6.356	33.98	0.30
CIA	1427-2010	584	<b>0.27</b>	5.942	56.15	0.50
CIU	1191-2010	820	0.14	3.471	23.86	0.20

Sandıras Dağı'nda oluşturulan kronolojiler arasındaki benzerlikleri saptamak amacıyla korelasyon katsayıları ve EUY (Eğimlerin Uyum Yüzdesi) değerleri hesaplanarak anlamlılıkları denetlenmiştir. EUY değerleri incelendiğinde, kronolojiler arasında EUY değerlerinin en az 0.99 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. CIU ile AGA ve AGA ile AGU 0.99 güven düzeyinde, bunun dışındaki tüm kronolojiler arasında 0.999 güven düzeyinde anlamlılık bulunmuştur. Kronolojiler arasındaki korelasyon katsayılarının tamamı 0.999 güven düzeyinde anlamlı bulunmuştur (Tablo / Table 12).



Tablo 12. Yöre kronolojisi grafikleri arasındaki eğimlerin uyum yüzdesi (%) ve korelasyon katsayıları ("\*\*\*" ve "\*\*" işaretleri sırasıyla  $p \leq 0.001$  ve  $p \leq 0.01$  güven düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir).

Table 12. GLK values and correlation coefficients between the chronologies (\*\* and \*\*\* indicates statistically significant at  $p \leq 0.001$  and  $p \leq 0.01$ , respectively).

	CIA	CIU	AGA	AGU	CIA	CIU	AGA	AGU	Çakışma Aralığı (Yıl) Overlapping period (Year)
CIA		475	126	221		475	126	221	
CIU	63***		126	221	0.44***		126	221	
AGA	65***	60**		126	0.55***	0.39***		126	
AGU	65***	72***	62**		0.50***	0.61***	0.42***		
	Eğimlerin Uyum Yüzdesi (%) GLK values (%)				Korelasyon katsayıları Correlation coefficients				

Sandıras Dağı'nda yapılan dendrokronolojik araştırmanın ilk sonuçları olarak sunulan bu makalede, farklı yükselti ve bakılardan yaşlı karaçam kronolojileri oluşturulmuş ve alt yükseltilerde yetişen ağaçların kronolojilerin iklim değişkenliğini daha iyi yansıttıkları için rekonstrüksiyonlarda kullanılmaya uygun olduğu görülmüştür. Araştırmanın devamında farklı yetiştirme ortamlarındaki karaçamların radyal büyümelerini sınırlandıran iklim faktörlerindeki farklılıkların belirlenmesi planlanmaktadır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje no. 2010-EDB-006). Arazi çalışmalarındaki yardımlarından dolayı Eskere ve Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü çalışanlarına teşekkür ederiz. Laboratuvar çalışmalarındaki yardımlarından dolayı Prof. Dr. Ünal Akkemik ve Arş. Gör. H.Tuncay Güner'e teşekkürlerimizi sunarız. Ayrıca, bu çalışmaya yaptıkları yardımlar ve desteklerinden dolayı Prof. Dr. Ecmel Erilat ve Prof. Dr. İlhan Kayan'a teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Akkemik, Ü., 2004. Dendrokronoloji. İlkeleri, Biyolojik Temelleri, Yöntemleri ve Uygulama Alanları. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 4484/479, ISBN No: 975-404-730-8, İstanbul.
- Akkemik, Ü., Aras, A., 2005. Reconstruction (1689–1994 AD) of April–August precipitation in southern part of central Turkey. *International Journal of Climatology* 25: 537–548, DOI: 10.1002/joc.1145.
- Akkemik, Ü., D'arrigo, R., Cherubini, P., Köse, N., Jacoby, G. C., 2008. Tree-ring reconstructions of precipitation and streamflow for north-western Turkey. *International Journal of Climatology* 28: 173–183, DOI: 10.1002/joc.1522.
- Asan, Ü., 1987. Türkiye ormanlarında saptanabilen anıt nitelikli ağaçların dünyadaki benzerleriyle karşılaştırılması. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 37A (2): 46-68.
- Cook, E., 1985. A time series analysis approach to tree-ring standardization. PhD. Dissertation. University of Arizona, Tucson, Az, USA.
- Cook, E., Briffa, K., Shiyatov, S., Mazepa, V., 1990a. Tree-ring standardization and growth-trend estimation. In: Cook, E., Kairiukstis, L.A. (Eds.), *Methods of Dendrochronology: Applications in The Environmental Sciences*, Kluwer Academic Publishers: pages 104–122, Amsterdam.
- Cook, E., Shiyatov, S., Mazepa, V., 1990b. Estimation of the mean chronology. In: Cook, E., Kairiukstis L.A. (Eds.), *Methods of Dendrochronology: Applications in the Environmental Sciences*. Kluwer Academic Publishers: pages 123–132, Amsterdam.
- Doğan, M., 2014. Sandıras Dağı'nda (Muğla) Buzullaşma ve Buzul Şekilleri. *Ege Coğrafya Dergisi* 20/1 (2011): 29-52, ISSN 1300-5634, İzmir.
- Fritts, H. C., 1976. *Tree Rings and Climate*. Academic Press, ISBN: 0 12 268450-8, London.
- Grissino-Mayer, H. D., 2001. Evaluating crossdating accuracy: A manual and tutorial for the computer program COFECHA. *Tree-Ring Research* 57: 205–221.

- Grissino-Mayer, H. D., Holmes, R. L., Fritts, H. C., 1996. The International Tree-Ring Data Bank Program Library Version 2.0 User's Manual, Laboratory of Tree-Ring Research, University of Arizona, Tucson, Arizona.
- Güner, H. T., 2010. Sakarya Havzası Akım Verilerinin Dendroklimatolojik Yöntemlerle Rökonstrüksiyonları. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Holmes, R. L., 1983. Computer-assisted quality control in tree-ring data and measurements. *Tree-Ring Bulletin* 43: 69–78.
- Kara, S., 2011. Dendrokronolojik Analizler ile Sıcaklık ve Yağış Koşullarının İlişkinin Değerlendirilmesi: Uludağ'ın Güneyinden İki Örnek Alan. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Köse, N., 2007. Batı Anadolu'da İklim Değişkenliği ve Yıllık Halka Gelişimi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Köse, N., Akkemik, A., Dalfes, H. N., Özeren, M. S., 2011. Tree-ring reconstructions of May–June precipitation of western Anatolia. *Quaternary Research* 75 (3): 438–450, DOI:10.1016/j.yqres.2010.12.005.
- Köse, N., Akkemik, A., Dalfes, H. N., Özeren, M. S., Tolunay, D., 2012. Tree-ring growth of *Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* under different climate conditions throughout western Anatolia. *Dendrochronologia* 30: 295-301.
- Köse, N., Akkemik, A., Güner, H. T., Dalfes, H. N., Grissino-Mayer, H. D., Özeren, M. S., Kındap, T., 2013. An improved reconstruction of May-June precipitation using tree-ring data from western Turkey and its links to volcanic eruptions. *International Journal of Biometeorology* 57: 691–701. DOI 10.1007/s00484-012-0595-x.
- Matlab, 2006. Matlab 6.5.1 Help.
- Schweingruber, F. H., 1988. Tree Rings, Basics and Applications of Dendrochronology. Kluwer Academic Publishers, 0-7923-0559-0(PB) Netherlands.
- Touchan, R., Funkhouser, G., Hughes, M. K., Erkan, N., 2005b. Standardized precipitation index reconstructed from Turkish tree-ring widths. *Climatic Change* 72: 339–353, DOI: 10.1007/s10584-005-5358-9.
- Touchan, R., Garfin, G. M., Meko, D. M., Funchouser, G., Erkan, N., Hughes, M. K., Wallin, B. S., 2003. Preliminary reconstructions of spring precipitation in southwestern Turkey from tree-ring width. *International Journal of Climatology* 23: 157–171, DOI: 10.1002/joc.850.
- Touchan, R., Xoplaki, E., Funhourser, G., Luterbacher, J., Hughes M. K., Erkan, N., Akkemik, Ü., Stephan, J., 2005a. Reconstruction of spring/summer precipitation for the Eastern Mediterranean from tree-ring widths and its connection to large-scale atmospheric circulation. *Climate Dynamics* 25: 75–98, DOI 10.1007/s00382-005-0016-5.
- Wigley, T. M. L., Briffa, K. R., Jones, P. D., 1984. On the average value of correlated time series, with applications in dendroclimatology and hydrometeorology. *Journal of Climate and Applied Meteorology* 23: 201–213.
- Yaltrık, F., 1988. Dendroloji Ders Kitabı I *Gymnospermae* (Açık Tohumlular). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 3443/386, İstanbul.
- Yaltrık, F., Akkemik, Ü., 2011. Türkiye'nin Doğal Gymnospermleri (Açık Tohumlular). T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, ISBN: 978-605-60143-1-4. Ankara.