

Barajların Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arn.) ağaçlarında yıllık çap artımına etkileri: Isparta-Uluborlu örneği

Nilüfer Yazıcı^{a,*} , Yılmaz Çatal^a 

Özet: Çeşitli amaçlar için yapılan gölet ve baraj gibi büyük su haznelerinin; buldukları bölgenin süregelen iklim faktörlerini etkileyerek değiştirdiği ve bölgeye farklı bir iklim yapısı kazandırdığı bilinmektedir. Bundan dolayı barajlar ve göllerde ağaçların büyümesi üzerinde etkili olmaktadır. Bu etkiyi ortaya koymak için yapılan araştırmada çalışma alanı olarak Uluborlu barajı seçilmiştir. Uluborlu baraj havzası Türkiye'nin Isparta ilinde yer almaktadır. Uluborlu barajı 1977-1984 yılları arasında inşa edilmiş ve 1985 yılında su toplamaya başlamıştır. Bu çalışmada Uluborlu baraj gölünün neden olduğu lokal iklim koşullarının alanda yer alan karaçam ormanlarının çap artımı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu nedenle baraj etkisi ve kontrol bölgesi olarak adlandırılan iki farklı yerden örnek alan seçilmiştir. Artım burguları yardımıyla her bir ağaçtan bir birine dik 2 adet olmak üzere her bir örnek alandaki 30 Anadolu karaçamı ağacının göğüs yüksekliğinden artım kalemleri alınmıştır. Yıllık çap artımlarının ölçülmesinde çift okülerli mikroskop kullanılmıştır. Baraj ve kontrol alanındaki ağaçların yıllık çap artımları SPSS 22.0 istatistik programı kullanılarak bağımsız t-testi ile karşılaştırılmıştır. Yıllık çap artımı ile sıcaklık ve yağış gibi iklimsel faktörler arasındaki ilişkiler Pearson korelasyon analizi ile incelenmiştir. Sonuçlara göre, yıllık ortalama çap artımı açısından baraj etkisi alanı ile kontrol alanı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiş olup, baraj Anadolu karaçamı ağaçlarının yıllık ortalama çap artımı üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir. Baraj alanında bulunan ağaçların yıllık ortalama çap artım değerleri kontrol alanındaki değerlere nazaran oldukça yüksektir.

Anahtar kelimeler: Uluborlu barajı, Yıllık çap artımı, Karaçam, Yağış, Sıcaklık

The effects of dams on the annual diameter increment of black pine (*Pinus nigra* Arn.) trees: Example of Isparta-Uluborlu

Abstract: Large water reservoir ponds and dams such as those made for various purposes; It is known that the region changes the climate by affecting the climate factors and provides a different climate structure to the region. Therefore, dams and lakes also affect the growth of trees. Uluborlu dam was chosen as the study area for this effect. This study was carried out in Uluborlu watershed dam located in Isparta-Turkey. Uluborlu dam was established during 1977-1984 and water deposition started in 1985. The purpose of this study was to investigate the local climate effects on diameter increments resulted by Uluborlu Dam Lake on the distributed Black pine (*Pinus nigra* Arn.) forests. Therefore, sampling areas were chosen from two different places namely as dam effect area and control area. Increment cores were taken from 30 *Pinus nigra* trees using increment borer at breast height (1.30 m) in each sample plots and two increment cores were taken from each tree. Double ocular microscope was used on the measurement and determination of annual diameter increment. Annual diameter increment of trees in dam effect area and control area were compared with independent t test using SPSS 22.0 statistical program. The relationships between annual diameter increment and climatic factors such as temperature and precipitation were evaluated using Pearson correlation analysis. According to results, there is a statistically significant difference between average annual diameter increment in dam effect area and control area and dam influenced forest areas positively with respect to annual diameter increment. The values of the mean annual diameter increment of the trees in dam effect area are greatly higher than trees in the control area.

Keywords: Uluborlu dam, Annual diameter increment, Black pine, Rainfall, Temperature

1. Giriş

Barajlar genellikle nehirlerin geçtiği derin vadiler üzerine toprak dolgu, kaya dolgu ya da beton ağırlıklı olarak inşa edilen, nehir ve yağmur sularını biriktirerek yapay bir göl oluşumuna imkân veren, ayrıca tabii göllerin kenarına da yapılabilen büyük yapılardır. Yapılma gayeleri ya hidroelektrik enerji üretmek, ya yağmurlu mevsimlerde su depolayarak kurak mevsimlerde kentler ve ziraat alanların su ihtiyacını karşılamak, ya da taşkınları kontrol etmektir (Gedik, 2015).

Çeşitli amaçlar için yapılan gölet ve baraj gibi büyük su haznelerinin; buldukları bölgenin süregelen iklim faktörlerini etkileyerek değiştirdiği ve bölgeye farklı bir iklim yapısı kazandırdığı bilinmektedir. Çünkü hazne üzeri yüzeyinden geçen hava kütlesi ile yüzey arasında ısı ve kütle alışverişi olmaktadır. Bunun bir sonucu olarak, büyük yüzeye sahip olan göller ve büyük su tutma hazneleri yerel iklimi değiştiren önemli bir etken olmaktadır (Güldal ve Ağralıoğlu, 1994). Büyük ölçekli durgun bir su kütlelerinin oluşması nedeniyle baraj gölü çevrelerinde havanın nem yüzdesi, sıcaklığı, kütleli hava hareketlerinde değişimler

✉ ^a Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, 32260, Isparta

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): niluferyazici@isparta.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 18.01.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 28.02.2019



Citation (Atıf): Yazıcı, N., Çatal, Y., 2018. Barajların Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arn.) ağaçlarında yıllık çap artımına etkileri: Isparta-Uluborlu örneği. Turkish Journal of Forestry, 20(1): 28-34.
DOI: [10.18182/tjf.514745](https://doi.org/10.18182/tjf.514745)

görülebilir. Ancak, baraj göllerinin meydana getirdiği iklim değişiklikleri geniş çaplı olmayıp, mikroklimatik ölçektir. Örneğin; sert iklim koşullarına sahip yörelerde, kışların daha ılık geçtiği, bahar aylarında yağış miktarının arttığı ve daha çok konveksiyonel tipte yağışların artış gösterdiği, yaz ayları sıcaklık ortalamalarının düştüğü gözlenmiştir (Koçer, 1994).

Ağaçların ortalama yıllık halka genişliği; önce genetik özelliklerine, sonra da yetiştirme ortamına bağlıdır. Yıllık halka genişliğini etkileyen çevresel etmenlerin başında rakım ve enlem dereceleri gelir. Aynı türün düşük rakım ve enlem derecelerinde yetişenlerinin yıllık halkaları geniş, yüksek rakım ve enlem derecelerinde yetişenlerinin yıllık halkaları ise dardır. Yetiştirme ortamı dışında, iklim etmenlerinin seneden seneye değişmesi de yıllık halka genişliğini etkilemektedir (Merev, 2003). Yıllık halka genişliğine olumlu ya da olumsuz etkiler yapan başlıca etkenler şunlardır: Coğrafi konum, denizden yükseklik, baki, ağaçların sıklığı-seyrekliliği, rüzgar, zararlı böcekler ve mantarlar, ağaçların yaşı, formu, silvikültürel uygulamalardır (Akbulut ve Özkan, 2004).

Ağaçların doğal yetiştirme ortamlarında yıllık halka genişlikleri, içinde buldukları ortamın iklim faktörlerinin etkisine bağlı olarak büyük değişiklikler göstermektedir (Fritts, 1976). Yıllık halka genişliğinde bir yıldan diğerine meydana gelen değişimlerin en önemli sebebi sıcaklık ve yağıştır. Ayrıca sıcaklık ve yağış değerlerinin sayısal olarak ifade edilebiliyor olması yıllık halka genişlikleriyle aralarındaki ilişkinin ortaya konmasını sağlamaktadır (Dağdeviren vd., 2004). Sıcaklık, fotosentez miktarını belirleyen bitki metabolizma oranını kontrol etmektedir. Su, fotosentez için en önemli faktör olup, birçok bitki hücresinin temel kimyasal bileşenidir. Kurak bölgelerde, su miktarının artmasıyla net ana üretimde doğrusal bir artış görülmektedir. Yağış ve sıcaklık değerleri alınabilir suyu etkilediğinden yıllık sıcaklık ve yağışın yıllar itibarıyla değişimleri aynı zamanda ağaçların yıllık halka genişliğini de etkilemektedir. Sıcaklık ve yağış miktarındaki değişimler, net ilk üretim için önemli bir faktör olan vejetasyon döneminin uzunluğunu da değiştirebilir. Küresel ısınma ve iklim değişikliğinde özellikle yağış ve sıcaklık gibi değişkenler, Akdeniz bölgesindeki ormanların iklim tepkisinin bir sonucu olarak ağaç büyüme modellerinde değişikliklere neden olmaktadır. Sıcaklık ve yağış gibi iklimsel değişkenlere dayalı ağaç büyümesi ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar, ağaç büyümesinin büyük ölçekli iklimsel değişkenlere nasıl tepki verdiği konusunda bilgi vermektedir (Feliksik ve Wilczynski, 2009; Rybnicek vd., 2009; Kazmierczak ve Zawieja, 2014; Reis vd., 2018).

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 vd., 2003, 2005; Akkemik ve Aras, 2005; Köse, 2007; Akkemik vd., 2008; Güner, 2010; Kara, 2011; Köse vd., 2011 ve 2013) olmak üzere, önemli orman ağaçlarına ait iklim duyarlı kronolojiler oluşturulmuştur. Karaçam, çevresel koşullara ve bu koşullarda meydana gelen değişikliklere tepki veren bir ağaçtır. Değişen çevre koşullarına göre yıllık halka genişlikleri de değişmektedir.

Yapılan bu araştırmanın amacı, Isparta yöresinde yer alan Uluborlu barajının Karaçam ağaç türünde yıllık çap artımı üzerinde etkisinin olup olmadığının yıllık çap artımları analiz edilerek istatistik yöntemler ile

karşılaştırılmasıdır. Bununla birlikte, ağaçların yıllık çap artımı üzerinde iklim (sıcaklık ve yağış) değişikliğinin etkisinin olup olmadığı, etkisi var ise yönü belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Uluborlu barajı Isparta'nın Uluborlu ilçe merkezinin güneybatısında Pupa Çayı üzerinde, sulama ve taşkın kontrolü amacıyla 1977-1984 yılları arasında inşa edilmiş bir barajdır. Şalgamlık, Karatavuk ve Kuruçayın sularının toplanmasıyla oluşmuştur. Baraj 2010 yılında rehabilite edilmiştir. Toprak gövde dolgu tipi olan barajın gövde hacmi 1.80 hm³, akarsu yatağından yüksekliği 56,5 m, normal su kotunda göl hacmi 21,392 hm³, normal su kotunda göl alanı 1,10 km²'dir. Havza karaçam ile taşkın ve heyelan önlemek üzere ağaçlandırma yapılmıştır. Havza genel olarak Paleosen-Eosen fliş üzerinde yer alan Mesozoik kireç taşlarından oluşan bir jeolojik yapıya sahiptir. Alanın toprağı kumlu-kil topraktır. Toprak özelliği bakımından; az taşlı, kuru derin ve organik maddece zengindir. Toprağın geçirgenliği iyi olup, pH değeri 5.8-6.4 arasındadır (DSİ, 2015).

Alanda Akdeniz ardı iklim tipi hüküm sürmektedir. Göller Bölgesi ikliminin karakteristik özelliklerinden olan ilkbaharı kısa, sonbahar ve kışı diğer mevsimlere göre biraz daha uzun olan bir iklim özelliği taşır. Yazları sıcak ve kurak, kış ayları ise soğuk ve yağışlıdır. Kışın en soğuk günlerin ortalaması (-15⁰C) ve yazın en sıcak günlerin ortalaması (+31⁰C) derece olduğu tespit edilmiştir. Yağışlar en çok ilkbahar ayları başında ve sonbahar aylarında yağmakta olup, yağışlar ekseriyetle batı ve güney kesiminden gelmektedir (Seyman, 2005).

Örnek alanların seçildiği yerler Isparta ili Uluborlu ilçesi baraj havzası çevresindedir (Şekil 1). Baraj etkisi alanı 1164 metre yüksekliğinde olup 38° 03' 25" kuzey enlemleri ile 30° 25' 06" doğu boylamları arasında olup, kontrol örnek alanı ise 1242 metre yüksekliğinde olup 38° 03' 42" kuzey enlemleri ile 30° 25' 16" doğu boylamları arasında yer almaktadır. Havza asli ağaç türü olan karaçamla 2 m aralıkla geçirilen terasların üzerine 1m mesafeyle dikilerek ağaçlandırılmıştır. Her iki alan ağaçlandırma ile elde edilmiş olup, yaşları 40 civarındadır.



Şekil 1. Çalışma alanındaki örnek alanlar

2.2. Yöntem

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin Göller bölgesinde bulunan Isparta ilinde yer alan Uluborlu barajının karaçam ağaçlarının yıllık çap artımı üzerindeki etkisinin araştırılmasıdır. Uluborlu Barajı 1985 yılından itibaren su tutmaya başlamıştır. Bu nedenle 1989-2015 yılları arasındaki 26 yıllık dönem araştırmaya konu olmuştur. Yıllık halka gelişimleri üzerinde iklim etkilerini doğru bir şekilde ortaya koymak için, örnek alanlarının insan etkisinden uzak olmasına özen gösterilmiştir. Bir tanesi kontrol, diğeri ise baraj etkisinde bulunan 2 örnekleme alanı alınmıştır. Hem kontrol alanı hem de baraj etkisinde bulunan alanlar aynı meşcere yapısından seçilmiştir ve meşcere türü, kapalılık, bonitet, yükseklik ve bakı parametreleri bakımından aynı özelliklere sahip olmasına dikkat edilmiştir. Baraj etkisi alanı ile kontrol alanı bir birine kuş uçuşu yaklaşık bir kilometre mesafededir. Örnek ağaçların seçimi için 50m x 50m genişliğinde olmak üzere 2500m² büyüklüğünde kare şeklinde örnek alan belirlenmiştir. Bu örnek alan içinde deforme olmamış, çatallı yapı göstermeyen, eğri olmayan ve tam bağımsız olarak büyüme özelliği gösteren ağaçlar örnek ağaç olarak seçilmiştir.

Artım kalemleri karaçam ağaçlarından göğüs yüksekliğinden ($d_{1,30}$ m) alınmıştır. Artım kalemleri baraj etkisi olan 30 ağaçta ve kontrol amaçlı alanda 30 ağaçta olmak üzere toplam 60 ağaçtan alınmıştır. Artım kalemleri her ağaç üzerinde birbirine dik iki yönde alınmıştır. Artım kalemleri etiketlenerek ve kapalı kap içinde laboratuvara getirilmiştir. Artım kalemlerinin yıllık halka genişlikleri çift okülerli mikroskop ile 0.01 mm hassasiyetinde ölçülmüştür.

İstatistik çoklu karşılaştırmalar için SPSS 22.00 kullanılmıştır (SPSS Guide, 2013). Baraj etkisi olan ve kontrol alanlarının birbiri ile karşılaştırılmasında bağımsız iki örneklem t-testi kullanılmıştır. Yapılan t-testi ile baraj etkisi alan ve kontrol alanı arasında yıllık çap artımlarının ve büyümelerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Ayrıca, yöreye ilişkin yağış, sıcaklık değerleri ile artım arasındaki ilişkinin belirlenmesi için Pearson korelasyon yöntemi kullanılmıştır.

3. Bulgular ve tartışma

Çalışma alanlarını ve örnek verilerini tanımlayıcı bazı bilgiler özet halinde Çizelge 1'de verilmiştir.

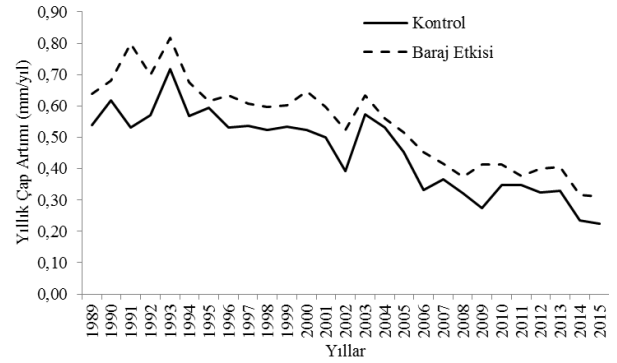
Çizelge 1'den görüleceği üzere baraj etkisinin olduğu alanlarda çap artımı en düşük 0,008 mm, en yüksek 1,21 mm olmuştur. Buna karşı kontrol alanında ise en küçük 0,12 mm, en yüksek 1,41 mm olmuştur.

Ortalama çap artımı değerleri yıllara göre kontrol ve baraj etkisi alanlar için Şekil 2'de verilmiştir. Şekilden

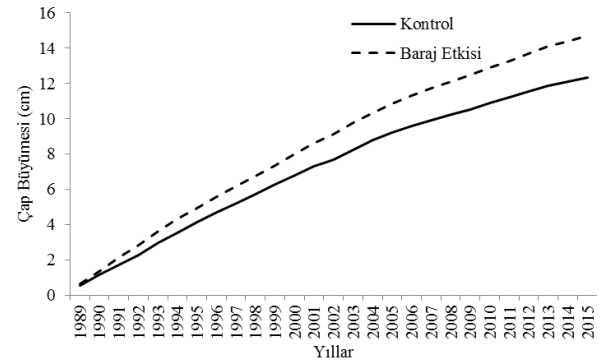
anlaşılabacağı gibi her yıl için artım değerleri, baraj ve kontrol grubu için farklılıklar görülmektedir.

Baraj sahasındaki ağaçların yıllık ortalama çap artışının değerleri, kontrol sahasındaki ağaçlardan oldukça yüksektir. Sonuçlara göre, yıllık ortalama çap artışları baraj sahasında 0,55 mm, kontrol sahasında ise 0,46 mm'dir. Tüm yılların değerlerine bakıldığı zaman baraj etkisindeki alanda minimum çap artım değeri 2015 yılında 0,311 mm olarak elde edilirken, maksimum çap artım değeri ise 1993 yılında 0,816 mm olarak belirlenmiştir. Yine kontrol değerleri için minimum çap artım değeri 2015 yılında 0,223 mm olarak belirlenirken, en yüksek çap artım değeri 1993 yılında 0,718 mm olarak elde edilmiştir. Bu değerler baraj etkisi ve kontrol alanları için aynı yıllarda aynı ekstrem değerler elde edildiğini göstermektedir.

Şekil 2'den görüleceği gibi çap artım miktarları yıllara göre değişiklik göstermektedir. Yıllara göre ortalamalar izlendiği üzere değişik yıllarda baraj etkisi alanlar ile kontrol alanındaki ağaç çap artımı değerleri paralel değerler göstermektedir. Çap artımı değerlerinin büyüme değerlerine dönüştürülmesi ile Şekil 3 elde edilmiştir.



Şekil 2. Baraj etkisi olan alan ile kontrol alanında yer alan ağaçların artımlarının karşılaştırılması



Şekil 3. Baraj etkisi ve kontrol alanlarındaki ağaçların büyüme miktarları

Çizelge 1. Örnek alanların bazı tanımlayıcı özellikleri

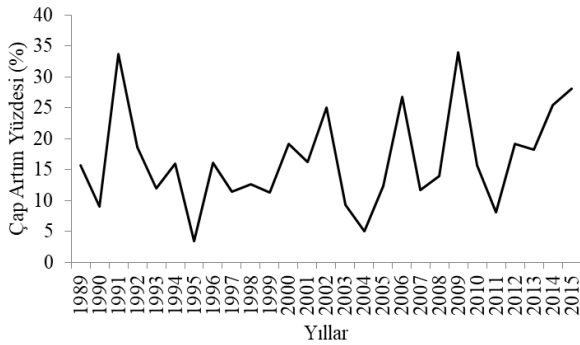
	Yükselti (m)	Bakı	Eğim (%)	Ortalama göğüs çapı (cm)	Ortalama yıllık çap artımı (mm)	En küçük yıllık çap artımı (mm)	En büyük yıllık çap artımı (mm)	Standart sapma
Baraj etkisi alanı	1164	Batı	15	15,9	0,55	0,08	1,21	0,184
Kontrol alanı	1242	Batı	12	12,7	0,46	0,12	1,41	0,208

Çap artımı değerleri kullanılarak elde edilen Şekil 3'den görüleceği gibi çap büyümesi bakımından baraj etkisi alanlar her yılda kontrol alanına göre daha fazla yüksek değer ile büyüme seyri izlemektedir. Ağaçlar büyüme eğrisi bakımından açık bir "S" büyüme göstermektedir (Kalıpsız, 1982). Bundan dolayı ağaçlar büyüme enerjilerini henüz devam ettirmekte, büyüme ivmelerinin yakın gelecekte düşmesi beklenmemektedir.

Baraj etki alanındaki ağaçların çap artımı ile kontrol alanındaki ağaçların çap artımı değerleri kullanılarak artım fazlalığı oransal olarak Şekil 4'de verilmiştir.

Şekil 4'den de görüleceği gibi baraj etkisi alanlarında ağaçların yapmış olduğu artım kontrol alanındaki ağaçlara göre her yıl fazla olmuştur. En fazla artım oranı değeri 1995 yılında yaklaşık %34 oranında elde edilirken, en düşük artım oranı ise 2009 yılında %3 oranı ile elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre, çap artımı hacmin artımının temel bileşeni olduğu için (Kalıpsız, 1982) hacim artımı da doğrudan etkilenecektir.

Baraj etkisi alan ile kontrol alanı arasında çap artımı ilişkisi grafiksel ve oransal olarak karşılaştırıldıktan sonra istatistik analiz ile de karşılaştırılmıştır. Bu amaç ile yapılan t-testi ile kontrol ve baraj etkisi grupları arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. İstatistik analiz testi sonucu Çizelge 2'de verilmiştir.



Şekil 4. Baraj etkisi alanında yer alan ağaçlarda artımın kontrol alanına göre oransal değişimi

Çizelge 2. Baraj etkisi ve kontrol değerlerine ilişkin t-testi sonucu

	Ortalama	Standart sapma	t-değeri	p-oranı
Baraj etkisi	0,5452	0,14161	9,515	0,000
Kontrol	0,4563	0,13003		

Yapılan t-testi sonuçlarına göre kontrol ve baraj etkisi alanları arasında istatistiksel olarak %99,9 güven düzeyinde fark bulunmuştur. Artım bakımından iki veri grubu için t değeri 9,515 ($p < 0,001$) olarak bulunmuştur. Bu değer kritik t değerinden daha büyük bir değer olduğu için iki veri grubunun ortalamalarının farksız olduğu hipotezi kabul edilemez. Ayrıca yıllara göre kontrol ve baraj etkisi veri grubu için yapılan t-testi sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3'den de görüleceği üzere bazı yıllarda gruplar arasında istatistiksel olarak fark olmasına rağmen, bazı yıllarda gruplar arasında fark bulunmamıştır. Özellikle son yıllarda baraj etkisinin çap artımı üzerindeki etkisi daha açık istatistiksel olarak görülebilmektedir. Baraj etkisi alan ile kontrol alanı için yıllık artım değerleri kullanılarak iklim verileri olan yağış ve sıcaklığa göre değişimleri ve birbirleri ile ilişkileri Pearson korelasyon analizi ile test edilmiştir. Korelasyon analizi sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 3. Yıllara göre kontrol ve baraj etkisi alanları için t-testi sonuçları

Yıllar	t-değeri	Önem düzeyi (p değeri)
1989	0,519	0,626
1990	2,270	0,179
1991	3,914	0,048
1992	3,973	0,017
1993	3,618	0,039
1994	1,233	0,232
1995	0,313	0,757
1996	0,737	0,468
1997	1,201	0,142
1998	1,490	0,146
1999	1,134	0,265
2000	1,887	0,068
2001	1,691	0,100
2002	2,503	0,016
2003	0,576	0,569
2004	0,486	0,630
2005	1,523	0,105
2006	1,897	0,167
2007	1,216	0,233
2008	1,482	0,148
2009	3,877	0,000
2010	3,527	0,025
2011	2,766	0,039
2012	2,415	0,181
2013	3,721	0,014
2014	2,010	0,092
2015	2,365	0,024

Çizelge 4. Korelasyon analizi sonucu

	Ortalama sıcaklık	Ortalama yağış	Baraj etkisi alanı ortalama çap artımı
Ortalama yağış	Pearson korelasyon katsayısı Önem düzeyi (p değeri)	0,305 0,122	
Baraj etkisi alanı ortalama çap artımı	Pearson korelasyon katsayısı Önem düzeyi (p değeri)	-0,210 0,016	0,250 0,014
Kontrol alanı ortalama çap artımı	Pearson korelasyon katsayısı Önem düzeyi (p değeri)	-0,213 0,006	0,460 0,001

Korelasyon analizi sonucu baraj alanı ve kontrol alanının çap artımlarına ortalama yağış daha etken değer olarak karşımıza çıkmaktadır. Benzer sonuç Reis vd., 2018 tarafından da elde edilmiştir. Kontrol alanı için yağışın etkisi daha yüksek düzeyde iken (%46), baraj etkisi olan alanda yıllık ortalama çap artımı üzerinde yağışın etkisi daha düşük seviyede (%25) kalmaktadır. Sıcaklık ise baraj etkisi olan alan ile kontrol alanı için yıllık ortalama çap artımı üzerinde negatif yönlü bir etki etmekte olup, sıcaklığın etkisi düzeyi ve yönü her iki alan içinde aynı düzeyde olduğu görülmektedir. Artan sıcaklık yıllık çap artımını olumsuz yönde etkileyen kuraklık sorunlarına neden olabilir. Yapılan diğer çalışmalarda; Sapsız meşe ağacı için beş ağacın ortalama büyüme miktarları ile bir önceki 10 günlük dönemdeki ortalama iklim değişkenleri arasındaki korelasyon katsayıları incelendiğinde yağış değerleri ile büyüme arasında belirgin şekilde pozitif bir korelasyon elde edilirken sıcaklık değerleri negatiftir. Kayın ağacı için ise; genel olarak yağış değerleri ile ortalama kambiyum faaliyeti arasında negatif bir ilişki varken sıcaklık değerleriyle pozitif bir ilişki ortaya çıkmıştır. Bu sonucun ortaya çıkmasında, hızlı büyüme dönemi olan ilkbaharda sıcaklığın düşük olması ve ilkbaharın geç başlaması bunun sonucu olarak da kambiyum faaliyetinin gecikmesi etkili olabilir. Yıllık büyüme oranları da bir yıldan diğerine, sıcaklık ve yağışa göre önemli değişiklikler göstermektedir. Yağışların yüksek ve sıcaklığın daha ılıman olduğu 2010 yılındaki toplam büyüme, daha kurak ve sıcak geçen 2009 yılına göre daha yüksektir (İnan, 2015).

Genel olarak aylık yağışlardaki değişimler, yarı kurak ortamlardaki ağaçların yıllık halka genişliği ile genel olarak doğrudan ilişkilidir (Akkemik, 2004). Fizyolojik faaliyetleri sınırlandıran düşük yağış, düşük toprak nemi ve ağaçta su noksanlığı baskısı ile halka genişliği arasında çok açık bir ilişki vardır. Yağış çok yüksek olursa eğer, toprak nemi artar; büyüme dönemi ne kadar uzun olursa, büyümeyi sınırlandıran dönem, o oranda gecikir ve dolayısıyla ağaçlarda gelişim artar (Dağdeviren vd., 2004; Fritts, 1976). Bu yüzden ağaçların yıllık çap artımları ile yağış arasındaki korelasyon da görüldüğü için grafiksel olarak karşılaştırma

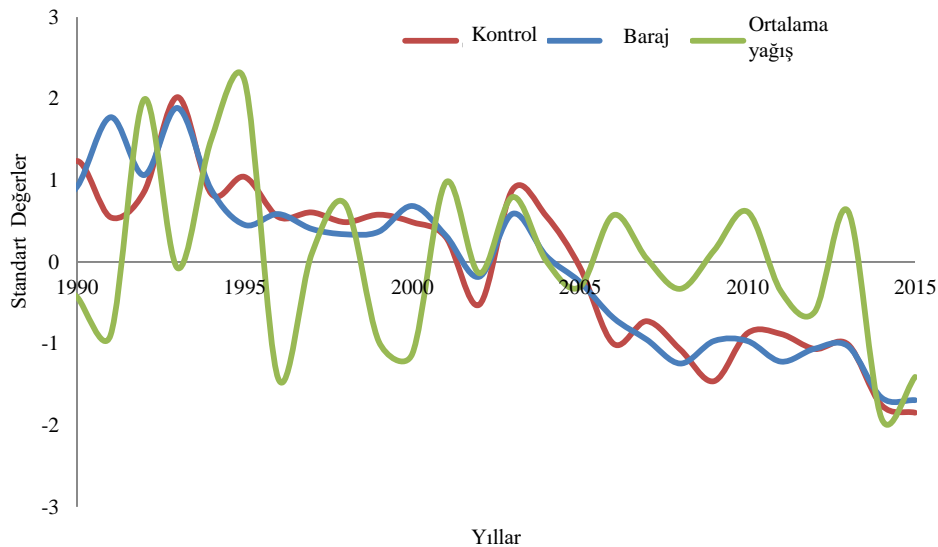
yapılmıştır. Baraj etkisi olan alan, kontrol alanı ve yıllık ortalama yağış değerleri standart değerler haline dönüştürülerek karşılaştırılması grafiksel olarak Şekil 5'te verilmiştir.

Şekil 5'den de anlaşılacağı gibi; yıllık toplam yağışlardaki önemli artış ve azalma kontrol sahasında yıllık çap artışında baraj etkisi alanına kıyasla daha önemli değişikliklere neden olmaktadır. Bu durum yerel iklim etkilerinin yağış ve sıcaklıktaki önemli değişiklikleri tolere ettiği ile açıklanabilir. Yıllık ortalama yağış verileri ile baraj etkisi olan alan ve kontrol alanında gerçekleşen artımlarda pozitif bir etkileşim söz konusudur.

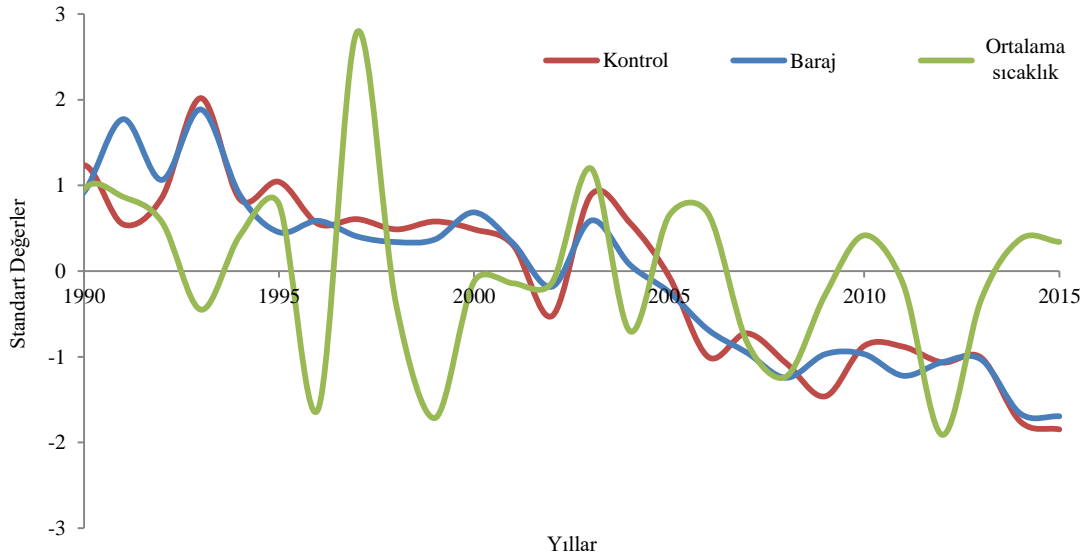
Yıllık çap artımını belirleyen tek faktör yağış miktarı değildir. Ağaç büyümesini etkileyen diğer bir faktör ise yüksek sıcaklıktır. Evapotranspirasyonun fazla olması kuraklık stresini artırır ve topraktaki su kullanılabilirliğini azaltır. Düşük rakımlarda ise ağaç gelişimini etkileyen en önemli faktör yağıştır (Reis vd., 2018; Larcher, 1988; Franco, 1979).

Yapılan diğer çalışmalarda da Karaçam ağaçlarının yıllık halka genişlikleri de genelde yaz aylarındaki yağışlar ile pozitif, ortalama sıcaklıklar ile negatif ilişki gösterdiği tespit edilmiştir (Liphshitz vd., 1979; Akkemik, 2000; Lebourgeois, 2000). Yine benzer Seyitömer'de yapılan çalışmada ise; termik santralin tüm birimleriyle çalıştırıldığı ve hava kirliliğinin en yoğun olduğu üçüncü dönemde yıllık halka genişlikleri yaz yağışlarıyla negatif, sıcaklıkla pozitif ilişki göstererek, doğal karaçam gelişiminden farklı bir seyir göstermektedir. Olumsuz yetişme ortamı özelliklerine sahip Karaçam ormanları uzun dönemdir kirleticilerin etkisi altındadır. Bu etkiler sonucunda Karaçam ormanlarının büyümeleri yavaşlamıştır (Makineci ve Sevgi, 2005). Sarıçamlarda yapılan çalışmada ise; yıllık halka genişlikleri Temmuz yağışlarının az olduğu yıllarda dar, fazla olduğu yıllarda daha geniş olduğu belirlenmiştir (Yaman ve Sarıbaş, 2005).

Baraj etkisi alanı, kontrol alanı ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri standart değerler haline dönüştürülerek karşılaştırılması grafiksel olarak Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 5. Baraj etkisi ve kontrol alanlarının yıllık ortalama yağış ile ilişkisi



Şekil 6. Baraj etkisi ve kontrol alanlarının yıllık ortalama sıcaklık ile ilişkisi

Şekil 6'dan da anlaşılacağı gibi; yıllık ortalama sıcaklık verileri ile baraj etkisi alan ve kontrol alanında gerçekleşen artımlarda negatif bir ilişki bulunmaktadır. Sıcaklığın etki düzeyi ve yönünün her iki alan içinde aynı düzeyde olduğu görülmektedir.

Halka genişliği ve yaz sıcaklığı arasındaki direkt ilişkiler çoğunlukla üst yetiştirme ortamındaki ağaçlar üzerinde görülmektedir. Bu ilişkiler özellikle kuzey bakıllardaki üst yetiştirme ortamlarında ve soğuk mikro iklimlerin yaşandığı yetiştirme ortamlarında daha çarpıcı bir şekilde görülmektedir. Düşük sıcaklıklar bundan başka, büyüme mevsiminin daha geç başlamasına ve sonbaharda normal süresinden daha önce durmasına neden olarak dar yıllık halkaların oluşmasına yol açmaktadır. Bu nedenle ilkbaharda yüksek sıcaklıklar ile halka genişliği arasında doğrusal bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Dağdeviren vd., 2004).

Douglas göknarının yıllık çap artışı temel olarak yarı kurak bölgelerde yağışa bağlıdır. Bununla birlikte, aşırı yüksek bir sıcaklık, artan terleme nedeniyle ağaç büyümesi üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir (Fritts, 1974; Biondi, 1997). Sıcaklık, dağlık alanlarda ağaç büyümesini etkileyen ana faktördür (Rybnicek vd., 2009). Kuraklığa bağlı aşırı düşük sıcaklıklar, en yüksek dağ kotlarında yıllık çap artışını olumsuz yönde etkileyebilir (Cermak, 2007).

4. Sonuçlar

Bu çalışmada yıllık halka genişlikleri kullanarak Karaçam ağaçları üzerinde Isparta-Uluborlu barajının neden olduğu çap artışlarındaki yerel iklim etkileri araştırılmıştır. Aynı zamanda çap artışlarının zamansal değişkenliği ve sıcaklık-yağış etkileri gibi iklim değişkenleri analiz edilmiştir. Yapılan değerlendirmelere göre; baraj etkisinin olduğu alanlarda çap artımı en düşük 0,008 mm, en yüksek 1,21 mm olmuştur. Buna karşı kontrol alanında ise en küçük 0,12 mm, en yüksek 1,41 mm olmuştur.

Yapılan Pearson Korelasyon analizi sonucu baraj alanı ve kontrol alanının çap artımlarına ortalama yağış daha etken değer olarak karşımıza çıkmaktadır. Kontrol alanı için

yağışın etkisi daha yüksek düzeyde iken (%46), baraj etkisi olan alanda yıllık ortalama çap artımı üzerinde yağışın etkisi daha düşük seviyede (%25) kalmaktadır.

Sonuçlara göre, yıllık ortalama çap artımı açısından baraj alanı ile kontrol alanı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ve baraj, karaçam ormanlarının yıllık ortalama çap artımı üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir. Baraj alanında bulunan ağaçların yıllık ortalama çap artım değerleri kontrol alanındaki değerlere nazaran oldukça yüksektir. Korelasyon analizi sonuçlarına göre, sıcaklık ise baraj etkisi olan alan ile kontrol alanı için yıllık ortalama çap artımı üzerinde negatif yönlü bir etki etmekte olup, sıcaklığın etkisi düzeyi ve yönü her iki alan içinde aynı düzeyde olduğu görülmektedir. Yıllık toplam yağıştaki önemli düzeydeki artış veya azalmalar, baraj alanıyla karşılaştırıldığında kontrol alanındaki yıllık çap artımında daha önemli değişikliklere neden olmaktadır.

Kaynaklar

- Akbulut, S., Özkan, Z.C., 2004. Dendrokronolojik çalışmalarda ağaçların seçimi ve yıllık halka ölçümleri. Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1(2): 84-88.
- Akkemik, Ü., 2000. Dendrochronological investigations in two monumental *Pinus nigra* Arn. stands near Antalya (Turkey). International Scientific Conference - 75 Years University Forestry Education in Bulgaria, 15-16 June 2000, Sofia-Bulgaria, pp. 179-187.
- Akkemik, Ü., 2004. Dendrokronoloji. İstanbul Üniversitesi Yayın No:4484, Orman Fak. Yayın No:479, 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.
- 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.
- Biondi, F., 1997. Evolutionary and moving response functions in dendroclimatology. Dendrochronologia, 15: 139-150.
- Cermak, P., 2007. Defoliace a radialni růst jako ukazatele vitality smrku ztepilého. Lesnická Práce, 86: 14-15.

- Dağdeviren, N., Akkemik, Ü., Dalfes, N., 2004. Dendroklimatolojik analizlerde tepki fonksiyonunun kullanımı. İÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri B 54(2),61-81.
- DSİ, 2015. Uluborlu projesi planlama raporu. DSİ 18. Bölge Müdürlüğü, Isparta.
- Feliksik, E., Wilczynski, S., 2009. The effect of climate on tree-ring chronologies of native and nonnative tree species growing under homogenous site conditions. Geochronometria, 33:49-57.
- Fritts, H.C., 1974. Relationships of ring widths in arid-site conifers to variations in monthly temperature and precipitation. Ecological Monograph, 44: 411-440.
- Fritts, 1976. Tree Rings and Climate. Academic Press Inc London, UK.
- Franco, W., 1979. Die wasserdyynamik einiger waldstandorte der West-Llanos Venezuelas und ihre Beziehung zur Saisonalität des Laubfalles. Dissertation. Universität Göttingen, Germany.
- Gedik, N., 2015. Su Yapıları Ders Notu. Balıkesir Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Balıkesir, <http://insaat.balikesir.edu.tr/dokumanlar/suyapilari/barajlar.pdf>, Erişim: 20.11.2015.
- Güldal, V., Ağırlioğlu, N., 1994. Baraj haznelerinin iklime etkisi: Keban barajı. Su ve Toprak Kaynaklarını Geliştirme Konferansı, 12-14 Nisan 1994, Ankara, Cilt.1, s.417-435.
- Güner, H. T., 2010. Sakarya havzası akım verilerinin dendroklimatolojik yöntemlerle rekonstrüksiyonları. Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- İnan, M., 2015. Belgrad ormanında doğal yetişen bazı ağaçların kambiyum faaliyeti. Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kalpınsız, A., 1982. Orman Hasılat Bilgisi. İÜ Orman Fak. Yayınları, Yayın No: 3052/328, İstanbul.
- Kara, S., 2011. Dendrokronolojik analizler ile sıcaklık ve yağış koşullarının ilişkisinin değerlendirilmesi: Uludağ'ın güneyinden iki örnek alan. Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Kazmierczak, K., Zawieja, B., 2014. The influence of weather conditions on annual height increments of Scots pine. Biometrical Letters, 51 (2):143-152.
- Koçer, A.Ü., 1994. Hidroelektrik santralleri çevresel etkileri. Su ve Toprak Kaynakları Geliştirilmesi Konferansı, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara, Cilt 3, s.1139-1144.
- Köse, N., 2007. Batı Anadolu'da iklim değişkenliği ve yıllık halka gelişimi. Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 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.
- Köse, N., Akkemik, A., Güner, H. T., Dalfes, H. N., Grissino-Mayer, H. D., Özeren, M. S., Kindap, 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.
- Larcher, W., 1988. Fyziologicka ekologie rostlin. Praha, Academia, 361.
- Lebourgeois, F., 2000. Climatic signals in earlywood, latewood and total ring width of Corsican Pine from Western France. Ann. For. Sci., 57: 155-164.
- Liphshitz, N., Lev-yadun, S., Waisel, Y., 1979. Dendrochronological investigations in the Mediterranean Basin *Pinus nigra* of South Anatolia (Turkey). The Journal of the Israel Forestry Association, 29(1-2): 1-10.
- Makineci, E., Sevgi, O., 2005. Seyitömer termik santralının kuruma alanlarındaki Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) yıllık halkalarına etkisinin araştırılması. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, A (2): 11-22.
- Merev, N., 2003. Odun anatomisi, KTÜ Orman Fakültesi, Genel Yayın No: 209, Fakülte Yayın No: 31, Trabzon.
- Reis, M., Dotal, H., Abız, B., Tat, S., Reis, A., 2018. Impacts of climate change on annual diameter increment of natural Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) forests in Kahramanmaraş. Turkish Journal of Forestry, 19(3): 219-225.
- Rybnicek, M., Cermak, P., Kolar, T., Premyslovska, E., Zid, T., 2009. Influence of temperatures and precipitation on radial increment of Orlicke Hory Mts. Spruce Stands at Altitudes over 800 m a.s.l. Journal of Forest Science, 55 (6): 257-263.
- Seyman, F., 2005. Senirkent-Uluborlu (Isparta) Havzasının Hidrojeoloji İncelemesi. Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- SPSS Guide, 2013. IBM SPSS Amos 22 User's Guide, 673 p., USA.
- 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.
- Touchan, R., Xoplaki, E., Funhourser, G., Luterbacher, J., Hughes M. K., Erkan, N., Akkemik, Ü., Stephan, J., 2005. 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.
- Yaman, B., Sarıbaş, M., 2005. Bartın-Kumluca Sarıçam (*Pinus sylvertris* L.)'larında Dendroklimatolojik Araştırmalar. Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(1): 129-135.