

**SEYİTÖMER TERMİK SANTRALİNİN KURUMA
ALANLARINDAKİ KARAÇAM (*Pinus nigra* Arnold.) YILLIK
HALKALARINA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Ender MAKİNECİ*

Orhan SEVGİ

İ.Ü. Orman Fak., Toprak İlimi ve Ekoloji ABD
34473 Bahçeköy-İstanbul
*emak@istanbul.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, Seyitömer Termik Santralının kurumuş olan ormanlardaki karaçam ağaçlarının yıllık halka gelişimine yaptığı etkiler incelenmiştir. Yıllık halka genişliklerinin incelenmesinde termik santral birimlerinin işletmeye açıldığı tarihler esas alınmıştır. Bunlar I. dönem 1957-1972 (termik santral öncesi), II. dönem 1973-1989 (termik santralın dört biriminin sırasıyla kurulduğu dönem) ve III. dönem 1990-2001 (termik santralın tüm birimleri ile çalıştığı dönem) yılları arasındadır. Yıllık halkalar ile iklim verileri değerlendirmeleri bu üç dönemde ilişkilendirilmiştir. Bu analiz sonuçlarına göre; İklim öğelerinden yağış ve sıcaklığın ortalama aylık değerleri üç dönemde de hemen hemen aynıdır. Buna karşılık, üç dönemdeki yıllık halka genişliklerinin ortalama değerleri ile yıllık halka genişliklerinin aylık ortalama yağış ve sıcaklıkla olan ilişkileri farklı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Seyitömer termik santrali, Kuruma, Yıllık Halka, Karaçam

**INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF SEYITOMER
THERMAL POWER PLANT ON THE ANNUAL TREE RINGS OF
AUSTRIAN PINE (*Pinus nigra* Arnold.) ON DECLINE SITES**

ABSTRACT

In this study, the effects of Seyitömer thermal power plant on annual ring widths of declined Austrian pine trees were investigated. Investigation of annual ring widths of austrian pine trees was based on the activation dates of four units of Seyitömer thermal power plant. According to these dates 3 time periods were separated, these periods are; I. (1957-1972, before the power plant), II. (1973-1989, four units of power plant were activated) and III. (1990-2001 after the power plant was completely activated). Annual ring widths, climatic data (mean monthly temperature and precipitation), and relations between ring widths and climatic data were compared in three periods. In conclusion, mean monthly temperature and precipitation did not show significant differences in periods. However, mean annual ring widths, and the relations between mean annual ring widths and climatic data in three periods were found significantly different.

Keywords: Seyitömer thermal power plant, Decline, Tree ring, Austrian pine

1. GİRİŞ

Ağaçların yıllık halkalarının genişlikleri birçok etken tarafından etkilenmektedir. Bunların başlıcaları, ağaç yaşı, meşcere sıklığı, anakaya, iklim özellikleri ve bireyin kalıtım özellikleridir (Gülen, 1965). Bu etkenlerin bazıları daha geniş alanlarda etkili (iklim gibi), bazıları ise daha dar alanda (meşcere sıklığı gibi) etkilidir.

Yıllık halka gelişimi üzerinde geniş alanlarda etki yapan etkenlerden biri de hava kirliliğidir. Hava kirliliğinin ağaç sağlığı üzerine yaptığı etkiler birçok çalışmaya konu edilmiştir. Bu çalışmaların bazılarında Türkiye'deki Termik santrallerin orman ağaçları üzerine olumsuz etkileri de belirlenmiştir (Kantarıcı, 1994; Karaöz, 1994; Karaöz ve Tolunay, 1996; Kantarcı, 1997; Kantarcı ve Müezzinoğlu, 1997; Karaöz ve Tolunay, 1997; Tolunay, 1997; Kantarcı, 2000; Kantarcı, 2001; Kantarcı ve Karaöz, 2001; Tolunay, 2001; Kantarcı, 2003; Tolunay, 2003). Hava kirliliği ağaçların yıllık halkalarında daralmaya da sebep olmaktadır (Zielski, 1992; Karaöz, 1994; Fukuoka ve Kishi, 1995; Kim, 1995; Aytuğ ve Güven, 1996; Kobayashi vd., 1997; Tolunay, 1997; Hironu ve Morimoto, 1999; Kantarcı vd., 2000; Tolunay, 2001; Tolunay ve Makineci, 2001; Tolunay, 2003).

Çalışma alanımızdaki karaçam ormanlarında 2002 yılında kurumalar görülmüştür. Orman kurumaları, geniş alanlarda ve genellikle yaygın, bazen de kümeler halinde ortaya çıkmıştır. Kütahya ili ve çevresi Türkiye'nin en kirli havasına sahip bölgelerden biridir. Bölgedeki kirlenici kaynaklar; Seyitömer ve Tunçbilek Termik santralleri ile Kütahya iline ait ısınma kaynaklı kirlenicilerdir. En önemli kirlenici kaynak ise Seyitömer Termik Santralidir. Bölgede daha önce yapılan çalışmalarla hava kirliliğinin ağaçlar üzerindeki zararları ortaya konulmuştur (Çiçek vd., 2001; Makineci ve Sevgi, 2003). Bu çalışmanın amacı; karaçam ormanlarındaki kuruma alanlarından alınan örneklerde Seyitömer Termik santralının dört biriminin sırasıyla işletmeye alındığı (1973-1989) yıllar ile termik santralın öncesi (1957-1972) ve sonrası (1990-2001) dönemlerde ağaçların yıllık halka gelişimindeki farkların belirlenmesidir. Ayrıca incelenen bu üç dönemde iklim farklarının olup olmadığı da araştırılmıştır.

2. Yetiştirme Ortamı Özellikleri ve Kirlenici Kaynaklar

Çalışma alanında bulunan iki meteoroloji istasyonunun uzun yıllık ortalama verilerine göre, Tavşanlı yarı kurak, Kütahya yarı nemli bir iklim tipinin etkisi altındadır. Yıllık ortalama yağış Tavşanlı'da 487,1 mm, Kütahya'da 564,6 mm'dir. Yıllık ortalama sıcaklık ise Tavşanlı'da 10,6 °C, Kütahya'da 11,6 °C'tır.

Araştırma alanındaki topraklar genellikle sıg (toprak derinliği < 30 cm), pH derecesi 7,00 ve 8,40 arasında ve kil türündedir.

Kütahya ve çevresi bitki türleri açısından önemli bir bölgedir. Bölgede 40 bitki familyasına ait 264 endemik bitki türü ve çok sayıda anıt ağaç bulunmaktadır (Tatlı vd., 1999). Çalışma alanında asli ağaç türü Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) olup, tüm örnek ağaçlar kurumuş ve kurumakta olan saf karaçam meşcerelerinden seçilmiştir.

Bölgede bulunan kirletici kaynakların özellikleri ve kirletici boyutu aşağıda kısaca özetlenmiştir:

Seyitömer Termik Santrali, Kütahya ilinin 28 km kuzey doğusunda yer almaktadır. Termik santral dört birimden oluşmaktadır. Bu birimler sırasıyla 1973, 1974, 1977 ve 1989 yıllarında faaliyete geçirilmişlerdir (Oruç, 1999). Termik santralin hava kirletici emisyonları; partikül madde 650-1330 kg/saat, SO₂ 8000-18000 kg/saat, NO_x 1600-3600 kg/saat, CO 80-180 kg/saat, uçucu organik bileşikler 10-24 kg/saat, CH₄ 4-9 kg/saat kadardır. Özellikle havaya verilen SO₂ miktarının çok yüksek olduğu belirtilmektedir (Çiçek vd., 2001).

Tunçbilek Termik Santrali, 204924 m² alanda, Tavşanlı ilçesinin Tunçbilek Köyü yakınlarında kurulmuştur. Toplam gücü 429 MW ve esas yakıtı yörede bulunan düşük kalorili linyit kömürüdür. Günlük linyit tüketimi 7000 ton olup bu miktar santral birimlerinin yıllık çalışma sürelerine ve linyitin kalorisine göre değişebilmektedir. Linyite ek olarak fuel oil ve mazot ta kullanılabilir. Tunçbilek Termik Santrali 2000 yılında 1 927 741 700 kilowat saat üretim de bulunmuş ve bunun 2 milyar kilowat saata çıkarılması hedeflenmiştir. Bu üretimi yapabilmek için ise termik santralde 1 907 993 ton kömür, 12 589 ton fuel oil ve 705 ton motorin yakıtı kullanılmıştır. Termik santralin SO₂ emisyonu 3,30 g SO₂/10⁶ cal'dir (EPA üst sınır değeri 2,20 g SO₂/10⁶ cal) (Çiçek ve Koparal, 2004)

Hem Seyitömer hem de Tunçbilek termik santralının 2004 yılında Avrupa'daki 200 en büyük SO₂ kirleticisi arasında olduğu bildirilmektedir. Seyitömer Avrupa'da 200 en büyük SO₂ kirleticisi içinde 11. sırada, Tunçbilek Termik Santrali ise 56. sırada olup, Seyitömer'in kirletici emisyonları yıllık 149 kt SO₂, 20 kt NO_x, 4 Mt CO₂ ve 0,1 kt PM , Tunçbilek'in ise 43 kt SO₂, 8 kt NO_x, 2 Mt CO₂ ve 10.1 kt PM kadardır (Barret, 2004).

Ayrıca Kütahya şehir merkezinde özellikle kış aylarında ısınma amaçlı kömür kullanımından dolayı SO₂ kirliliği daha da yüksek değerlere ulaşmaktadır. Örneğin son dört yılın değerlerine bakıldığında SO₂ değeri 450 µg/m³ e kadar yükselebilmekte ve yıllık ortalama değerler 148 ile 201 µg/m³ arasında değişmektedir (Çizelge 1). Bu değerler bitki gelişimi için sınır değerlerin çok üzerindedir.

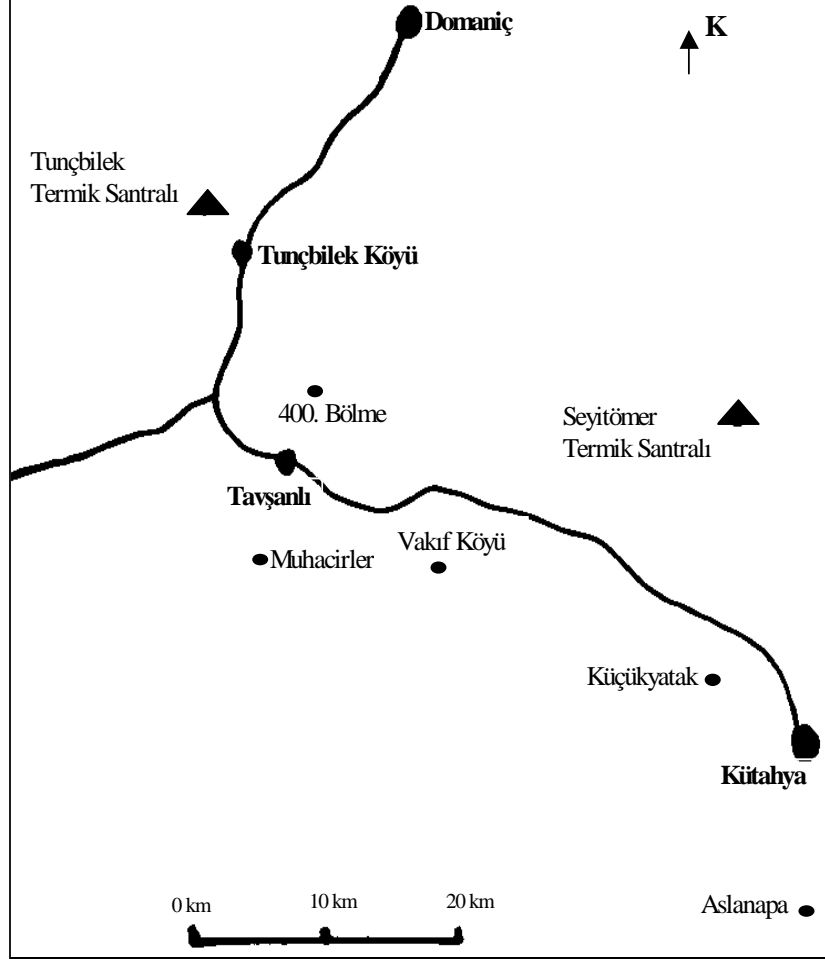
Çizelge 1. Kütahya İlinin 1998, 1999, 2000 ve 2001 yıllarındaki kükürt dioksit (SO₂) emisyon değerleri (µg/m³) (Makineci ve Sevgi, 2003).

AYLAR	1998	1999	2000	2001
OCAK	455	410	420	266
ŞUBAT	257	279	385	257
MART	188	388	334	168
NİSAN	102	198	89	135
MAYIS	45	41	54	97
HAZİRAN	24	27	27	36
TEMMUZ	28	39	32	27
AĞUSTOS	37	34	29	27
EYLÜL	41	54	39	55
EKİM	130	166	114	177
KASIM	230	318	345	290
ARALIK	241	461	360	246
ORTALAMA	148	201	186	148

3. YÖNTEM

Çalışma için beş farklı alandaki (Şekil 1) karaçam ormanlarından 2002 yılında toplam 19 adet ağaçtan örnekler alınmıştır. Yedi adedi Kütahya'da ve on iki adedi Tavşanlı'da olmak üzere toplam on dokuz ağaçtan burguyla veya ağacı keserek örnek alınmıştır. Alınan örnekler üzerinden yıllık halka genişlikleri yaklaşık 0,01 mm hassasiyette Eclund Annual Ring Measuring Machine'de ölçülmüştür. Örnekler Seyitömer Termik santralının henüz kurulmadığı 1957 yılından 1972 yılına kadar 1. dönem, termik santral birimlerinin sırasıyla çalıştırıldığı 1973, 1974, 1979 ve 1989 yılı (1973-1989 arası) 2. dönem ve tüm birimlerin çalıştırılmaya başladığı 1990 yılından 2001 yılına kadar 3. dönem olmak üzere, üç dönemde incelenmiştir. Ayrıca bu üç dönemin aylık ortalama sıcaklık ve yağış ölçmeleri de karşılaştırılmıştır. Ortalamaların karşılaştırmaları SPSS 11.5 istatistik programında, varyansların homojen olması durumunda Tukey HSD analizi ile, varyansların homojen olmaması durumunda ise Dunnett 3 analizi ile yapılmıştır. Yıllık halkalar arasındaki uyumların, benzerlik ve farklılıkların ortaya konabilmesi için, korelasyon katsayıları (r) aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır (Fritts, 1976).

$$r_{xy} = \frac{\sum_{t=1}^{t=n} (x_t - m_x)(y_t - m_y)}{(n-1)s_x s_y}$$



Şekil 1. Çalışma alanı, örnek alanlar ve kirletici kaynaklar.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. İklim Analizi

Üç dönemde yağış ve sıcaklıkların aylık değerlerinin aynı toplum olup olmadıklarını belirlemek için yapılan Tukey HSD analizine göre, genel olarak üç dönem değerleri aynı toplum özelliklerini göstermektedir (Çizelge 2). Bunun istisnaları; Kütahya'da Ocak ile Mart ayı yağış ve Kasım ile Aralık ayı ortalama sıcaklık değerlerinde, Tavşanlı'da ise Mart ile Ağustos ayı yağış değerleri ve Haziran ayının ortalama sıcaklık değerlerinde görülmektedir. Genel olarak üç dönemin ortalama aylık yağış ve sıcaklıkları arasında önemli bir fark tespit edilmemiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Üç Dönem Kütahya ve Tavşanlı'nın Aylık Yağış ve Sıcaklık Ortalamalarının Karşılaştırılması.

Aylar	KÜTAHYA					
	Yağış (mm)			Sıcaklık (°C)		
	1957- 1972 n=16	1973- 1989 n=17	1990- 2001 n=12	1957- 1972 n=16	1973- 1989 n=17	1990- 2001 n=12
Ocak	82,7 ^a	81,1 ^a	45,3 ^b	0,7 ^a	0,2 ^a	0,2 ^a
Şubat	62,8 ^a	56,8 ^a	51,0 ^a	1,7 ^a	1,7 ^a	1,4 ^a
Mart	83,4 ^a	46,9 ^b	53,6 ^b	5,1 ^a	5,1 ^a	4,9 ^a
Nisan	49,4 ^a	56,5 ^a	60,2 ^a	9,9 ^a	10,0 ^a	9,9 ^a
Mayıs	59,0 ^a	53,0 ^a	47,1 ^a	14,6 ^a	14,2 ^a	14,5 ^a
Haziran	42,1 ^a	33,0 ^a	29,6 ^a	17,9 ^a	18,1 ^a	18,4 ^a
Temmuz	27,2 ^a	13,2 ^a	21,8 ^a	20,2 ^a	20,4 ^a	21,0 ^a
Ağustos	10,1 ^a	12,8 ^a	22,8 ^a	20,1 ^a	19,9 ^a	20,6 ^a
Eylül	21,8 ^a	19,9 ^a	15,1 ^a	16,1 ^a	16,4 ^a	16,5 ^a
Ekim	32,6 ^a	43,9 ^a	46,6 ^a	11,4 ^a	11,4 ^a	12,0 ^a
Kasım	42,2 ^a	57,0 ^a	47,5 ^a	7,7 ^a	5,9 ^b	6,4 ^{ab}
Aralık	96,0 ^a	82,2 ^a	71,1 ^a	3,6 ^a	1,8 ^b	2,5 ^{ab}

Aylar	TAVŞANLI					
	Yağış (mm)			Sıcaklık (°C)		
	1957- 1972 n=14	1973- 1989 n=17	1990- 2001 n=12	1957- 1972 n=16	1973- 1989 n=17	1990- 2001 n=12
Ocak	54,7 ^a	56,9 ^a	35,3 ^a	0,5 ^a	0,8 ^a	0,9 ^a
Şubat	47,0 ^a	42,1 ^a	40,3 ^a	2,8 ^a	2,4 ^a	1,9 ^a
Mart	63,2 ^a	39,3 ^b	46,4 ^{ab}	5,4 ^a	5,4 ^a	5,0 ^a
Nisan	45,3 ^a	39,4 ^a	61,0 ^a	10,9 ^a	10,0 ^a	10,1 ^a
Mayıs	45,6 ^a	51,1 ^a	45,9 ^a	15,3 ^a	14,4 ^a	15,3 ^a
Haziran	37,5 ^a	32,3 ^a	28,0 ^a	18,3 ^{ab}	18,3 ^a	19,3 ^b
Temmuz	30,0 ^a	19,0 ^a	25,3 ^a	20,9 ^a	20,8 ^a	22,3 ^a
Ağustos	6,5 ^a	15,3 ^{ab}	30,5 ^b	20,7 ^a	20,4 ^a	21,6 ^a
Eylül	21,2 ^a	20,3 ^a	25,5 ^a	16,7 ^a	16,9 ^a	17,0 ^a
Ekim	31,9 ^a	33,8 ^a	54,2 ^a	11,7 ^a	11,9 ^a	12,6 ^a
Kasım	40,9 ^a	49,5 ^a	48,5 ^a	8,0 ^a	6,5 ^a	7,0 ^a
Aralık	68,9 ^a	58,2 ^a	52,5 ^a	3,8 ^a	2,7 ^a	3,0 ^a

Ortalamalar Tukey HSD analiziyle $P \leq 0,05$ düzeyinde karşılaştırılmıştır.

^{a, b, c} aynı satırda, aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında önemli bir fark yoktur.

4.2. Üç Dönemin Yıllık Halka Analizleri

Üç dönem yıllık halka genişliği varyansların homojen olması durumunda Tukey HSD analiziyle ve varyansların homojen olmaması durumunda ise Dunnett3 analizi ile $p \leq 0,05$ düzeyinde karşılaştırıldığında 1. dönem ile 3. dönemin birbirinden farklı olduğu, 2. dönemin ise bazen 1. bazen de 3. dönemle bir araya geldiği görülmektedir (Çizelge 3). Bir kısım ağaçlarda ise yıllık halka genişliklerinin üç dönemde de birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir. Sadece bir ağaçta (Tavşanlı Vakıf Köyü) ise yıllık halka genişliklerinin üç dönemde de aynı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3). Genel olarak, termik santralin dört ünitesi ile çalıştığı ve kirlilik etkisinin en yoğun olduğu 3. dönemde yıllık halka ortalamaları (19 ağacın 15 inde) diğer iki dönemden farklı bulunmuştur (Çizelge 3). Fakat bu analizde üç dönemin karşılaştırılmasında ağaç yaşının etkisi saf dışı edilememektedir. Bu sebeple, üç dönemin birbirinden farklı ortalama yıllık halka genişliğine sahip olmasında ağaçların yaşlanması da etkili olabilir. Çünkü bilindiği gibi ağaçlarda belirli yaştan sonra yıllık halka genişlikleri azalmaktadır.

Çizelge 3. Üç dönem Yıllık Halka Genişliği Ortalamalarının Karşılaştırılması.

Bölge	Mevki	Ortalama Yıllık Halka Genişliği (mikron)		
		1957-1972 n=16	1973-1989 n=17	1990-2001 n=12
Kütahya	Aslanapa (2)	1416 ^a	1699 ^a	1041 ^b
	Aslanapa (1)	1018 ^a	471 ^b	539 ^b
	Aslanapa (2)	1384 ^a	1091 ^b	776 ^c
	Aslanapa (2)	1422 ^a	1162 ^a	838 ^b
	Aslanapa (1)	1141 ^a	1006 ^a	381 ^b
	Küçükyatak (1)	1879 ^a	1277 ^b	545 ^c
	Küçükyatak (1)	2068 ^a	2680 ^a	633 ^b
Tavşanlı	Vakıf (2)	746 ^a	995 ^b	1039 ^c
	Vakıf (2)	546 ^a	561 ^a	652 ^a
	Vakıf (2)	1794 ^a	1780 ^a	1032 ^b
	Vakıf (1)	1343 ^a	738 ^b	198 ^c
	Vakıf (2)	1503 ^a	1306 ^b	391 ^c
	Muhacirler (1)	1106 ^a	871 ^a	509 ^b
	Muhacirler (1)	970 ^a	1018 ^a	524 ^b
	Muhacirler (1)	1021 ^a	602 ^b	392 ^c
	Muhacirler (1)	1442 ^a	977 ^b	363 ^c
	Muhacirler (1)	1084 ^a	1961 ^b	781 ^a
	400. Bölme (1)	3243 ^a	1635 ^b	1240 ^b
400. Bölme (2)	952 ^a	1624 ^b	953 ^a	

(1) Ortalamalar Dunnett3 analiziyle $P \leq 0,05$ düzeyinde karşılaştırılmıştır.

(2) Ortalamalar Tukey HSD analiziyle $P \leq 0,05$ düzeyinde karşılaştırılmıştır.

^{a, b, c.} aynı satırda, aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında önemli bir fark yoktur.

4.3. Üç Dönemdeki Yıllık Halka Genişliklerinin Yağış ve Sıcaklıkla İlişkileri

Yaş etkisinin sıfırlandığı korelasyon katsayı yöntemiyle yapılan üç dönemdeki yıllık halka genişliklerinin aylık ortalama yağış ve sıcaklık ile olan ilişkilerinin değerlendirmesine göre: üç dönem, özellikle de üçüncü dönem diğerlerinden farklı bulunmuştur (Şekil 2). Aylık yağışlardaki değişimler, yarı kurak ortamlardaki ağaçların yıllık halka genişliği ile genel olarak doğrudan ilişkilidir (Akkemik, 2004). Karaçamların yıllık halka genişlikleri de genelde yaz aylarındaki yağışlar ile pozitif, ortalama sıcaklıklar ile negatif ilişki göstermektedir (Liphshitz vd., 1979; Akkemik, 2000; Lebourgeois, 2000). Bu ifadelerin aksine, Kütahya yöresinde yıllık halka genişlikleri ilk iki dönemde Mart, Nisan ve Ağustos ayı yağışları ile, üçüncü dönemde ise Haziran ve Temmuz ayı yağışları ile negatif ilişkiindedir (Şekil 2). Aynı bölgede üç dönemdeki yıllık halka genişlikleri ile aylık ortalama sıcaklıklar arasında ilişkiler incelendiğinde; Temmuz ve Ağustos aylarında ilk iki dönemde negatif, üçüncü dönemde ise pozitif bir ilişki görülmektedir (Şekil 2). Tavşanlı bölgesinde ise yıllık halka genişliği ile yağış arasında 2. ve 3. dönemde Haziran ayında, 1. ve 2. dönemde Ağustos ayında, 3. dönemde ise Temmuz ayında negatif ilişkinin olması ilgi çekicidir. Ayrıca üçüncü dönemde yıllık halka genişliği ile sıcaklık arasında Temmuz ve Ağustos aylarında pozitif Eylül ve Ekim aylarında negatif ilişki bulunmaktadır (Şekil 2). Nemli ve sıcak yetişme ortamı koşullarında kükürdioksitin zararı daha fazla olmaktadır (Mudd, 1975). Bu sebeple üç dönemin karşılaştırılmasında, özellikle üçüncü dönemde yıllık halka genişlikleri yaz yağışları ile negatif, sıcaklık ile pozitif bir ilişki göstermiştir.

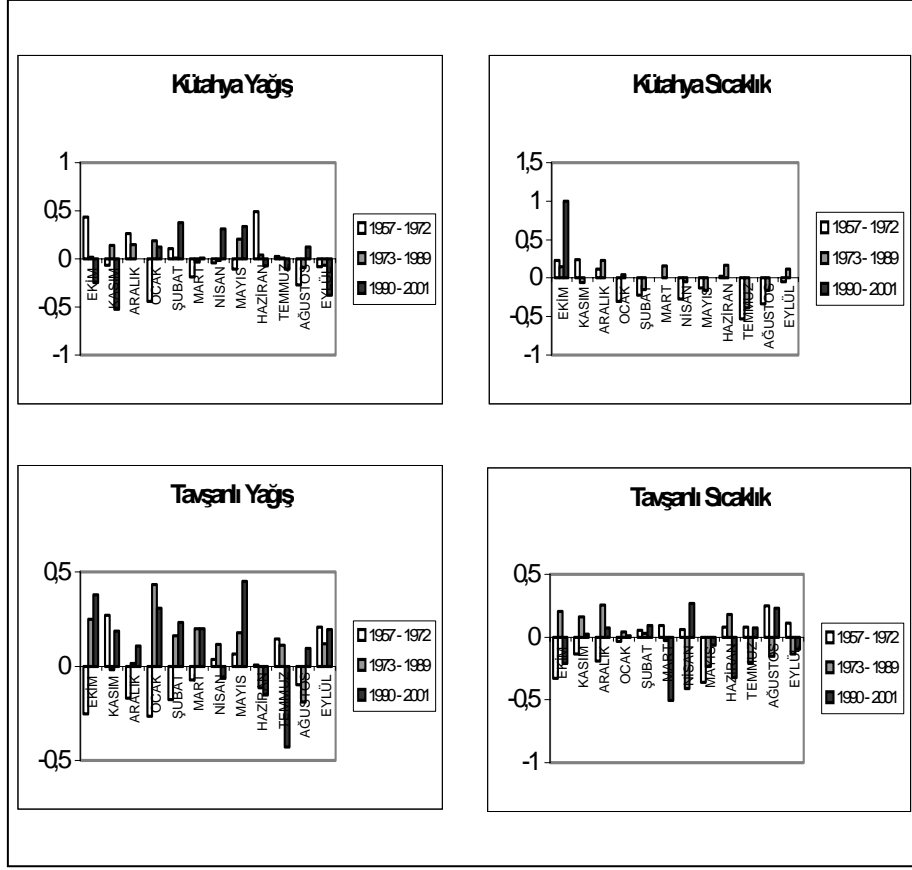
5. SONUÇLAR

Çalışmamızda yörenin ana kirleticisi olan Seyitömer Termik Santralının birimlerinin işletmeye açıldığı tarihler esas alınmış ve üç dönem ayırt edilmiştir. Yıllık halkalar ile yağış ve sıcaklık ölçmeleri de bu üç dönemde incelenmiştir. Yapılan değerlendirmelere göre;

1) İklim öğelerinde yağış ve sıcaklığın ortalama aylık değerleri üç dönemde karşılaştırıldığında, farklar elde edilememiştir. Genel olarak incelenen iklim öğeleri üç dönemde de aynı özellikleri göstermektedir.

2) Üç dönem yıllık halka genişliklerinin ortalama değerleri birbirinden farklı bulunmuştur. Özellikle 1. ve 3. dönem ortalamaları belirgin olarak farklıdır. Ancak bu değerlendirmede üç dönemin birbirinden farklı ortalama yıllık halka genişliğine sahip olmasında ağaçların yaşlanması da etkili olabilir.

3) Ağaç yaşı etkisinin ortadan kaldırılarak yapılan yıllık halka genişlikleri ile aylık ortalama sıcaklık ve yağış ilişkileri sonuçlarına göre;



Şekil 2. Kütahya ve Tavşanlı'da Bulunan Karaçamların 3 Dönemde Yıllık Halka Genişlikleri ile Aylık Ortalama Yağış ve Sıcaklıklar Arasındaki İlişkiler.

1. ve 2. dönem birbirine benzer eğilimler gösterirken, 3. dönem belirgin olarak farklı bulunmuştur. Özellikle 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 yetiştirme ortamı özelliklerine sahip Karaçam ormanları uzun dönemdir kirleticilerin etkisi altındadır. Bu etkiler sonucunda Karaçam ormanlarının büyümeleri yavaşlamıştır. Yıllık halka incelemelerinde bu etki gözle görüldüğü gibi, üç dönem karşılaştırılmasında da üçüncü dönem diğer dönemlerden daha dar yıllık halkalara sahiptir. Bununla birlikte kirleticilerin etkileri de iklim öğelerinden etkilenmektedir.

TEŞEKKÜRLER

Çalışmanın yıllık halka ölçümleri, yazım ve değerlendirme aşamalarındaki katkılarından dolayı Doç. Dr. Ünal Akkemik'e teşekkür ederiz. Ayrıca makaleye katkılarından dolayı Prof. Dr. M. Doğan Kantarcı ve Prof. Dr. M. Ömer Karaöz'e teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- 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, Proceeding Book, 179-187.
- Akkemik, Ü., 2004. Dendrokronoloji. İstanbul Üni. Yayın Nu:4484, Orman Fak. Yayın Nu:479, 260 sayfa, ISBN:975-404-730-8.
- Aytuğ, B., Güven, K.C., 1996. Chemical, Morphological and Physiological Identification of the Influence of Air Pollution on *Pinus brutia* Ten. *Environmental Technology*, Vol. 17, 445-447.
- Barrett, M. 2004. Atmospheric emissions from large point sources in Europe. By Mark Barrett. Published by Swedish NGO Secreteriat on Acid Rain. Air Pollution and Climate Series 17. Göteborg; Sweden 2004.
- Çiçek, A., Koparal, S. A., Catak, S. and Ugur, S., 2001. The levels of some heavy metals and nutritional elements in the samples from soils and tree-leaves growing in the vicinity of Seyitomer thermal power plant in Kutahya (Turkey). In: Topcu, S., Yardım, M.F. and Incecik, S. (eds), Proceedings of the Second International Symposium on Air Quality Management at Urban, Regional and Global Scales, Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey. September 25-28, 2001, 157-162.
- Çiçek, A., Koparal, A. S. 2004. Accumulation of sulfur and heavy metals in soil and tree leaves sampled from the surroundings of Tunçbilek Thermal Power Plant. *Chemosphere*, 57, 1031-1036.
- Fritts, 1976. *Tree Rings and Climate*. Academic Press Inc London, ISBN:0-12-268450-8, 566s.
- Fukuoka, Y., Kishi, Y., 1995. Influence of Air Quality on Tree Ring Widths. *Tree Rings from the Past to the Future*, Proceedings of the International Workshop on Asian and Pacific Dendrochronology, Tsukuba and Okutama, Japan, 4-9 March 1995, FFPRI Scientific Meeting Report 1, 120-127.
- Gülen, İ., 1965. Karaçam'da (*Pinus nigra* Arnold.) Çap Artımı ile Hacim Artımı Arasındaki Münasebetler Üzerine Araştırmalar. Tarım Bakanlığı Orman Genel Müd. Yayınları Sıra Nu:419, Seri Nu:9.
- Hironu, T., Morimoto, K., 1999. Growth Reduction of the Japanese Black Pine Corresponding to Air Pollution Episode. *Environmental Pollution* Vol. 106, 5-12.
- Kantarcı, M. D. 1994. Kerme Körfezi Çevresindeki Arazinin Nitelikleri, Kullanımı ve Termik Santrallerden Kaynaklanan Sorunlar Üzerine Bir İnceleme. Gökova Körfezi Çevre Sorunları ve Çevre Yönetimi Sempozyumu. 28-30 Haziran 1994, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Editör: Ayşegül İyilikçi Pala, sayfa: 183-208.
- Kantarcı, M. D., Müezzinoğlu, A., 1997. Impact of three lignite-fired power plants on the forests at Mugla Region of Turkey. *Regional and Global Scales*. Editörler: S. Incecik, E. Ekinci, F. Yardım ve A. Bayram. *Environmental Research Forum*, Vol. 7-8, Trans Tech Publication, Switzerland, sayfa: 555-563.

- Kantarıcı, M.D., 1997. Hava Kirliliğinin Ormanlarımıza Etkisi ve Türk Hava Kalitesini Koruma Yönetmeliğindeki Sınır Değerlerin Ekolojik Açıdan İncelenmesi. Türkiye'de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu II, Cilt: 1, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, sayfa: 409-421.
- Kantarıcı, M.D. 2000. The Effects of Air Pollution on Forests in Biga Peninsula. Journal of Environmental Protection and Ecology, Vol: 2, No:3, 806-818.
- Kantarıcı, M.D., Sevgi, O., Kayaöz, B., Tecimen, B., Tokgöz, N., 2000. Çan Çevresindeki Dağlık Arazide Orman Ağaçlarına ve Topraklara Hava Kirliliği Etkisinin Mevsimlik Değişimi Üzerine Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Araştırma Fonu Projesi, Proje Numarası: 1065/031297.118s.
- Kantarıcı, M.D. 2001. Eco-physical and Economical Effects of Air Pollution, Proceedings of the Second International Symposium on Air Quality Management, Urban, regional and Global Scales, 25-28 Eylül 2001, İstanbul, sayfa:70-77.
- Kantarıcı, M. D., Karaöz, O., 2001. Air pollution effects on forests in Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 10 (3), 323-328.
- Kantarıcı, M. D. 2003. The effects of three thermo electric power plants on Yerkesik-Denizova forests in Mugla Province (Turkey). Water, Air and Soil Pollution: Focus, 3, 205-213.
- Karaöz, Ö., 1994: Yatağan Termik Santralının Çevredeki Henüz Kurumamış Kızılcım Ormanlarına Etkileri. Gökova Körfezi Çevre Sorunları ve Çevre Yönetimi Sempozyumu. 28-30 Haziran 1994, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Editör: Ayşegül İyilikçi Pala, sayfa: 222-229.
- Karaöz, Ö., Tolunay, D., 1996. Yeniköy (Muğla) Termik Santralının Çevre Ormanlar Üzerindeki Etkileri. İstanbul Üniversitesi Araştırma Fonu Projesi, Proje No: 650/210994, 160s.
- Karaöz, Ö., Tolunay D. 1997. Effects of Yeniköy thermic power plant on Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) forests in Yeniköy-Muğla, Turkey. 11. Dünya Ormancılık Kongresi, 13-22 Ekim 1997, Antalya, Vol.1, p.187.
- Kim, J.K., 1995. Variation of Tree Ring of Black Pines (*Pinus thunbergii*) Growing in the Vicinity of Industrial Complex in Korea. Tree Rings from the Past to the Future, Proceedings of the International Workshop on Asian and Pacific Dendrochronology, Tsukuba and Okutuma, Japan, 4-9 March 1995, FFPRI Scientific Meeting Report 1, 114-119.
- Kobayashi, O., Funada, R., Fukazawa, K., and Ohtani, J., 1997. Abrupt Growth Changes in Norway Spruce and Yezo Spruce near and Industrial District in Hokkaido, Japan. Trees, Vol. 11, 183-189.
- Lebourgeois, F., 2000. Climatic Signals in Earlywood, Latewood and Total Ring Width of Corsican Pine from Western France. Ann. For. Sci. 57 (2000) 155-164.
- Lipshitz, 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, Vol. 29, No:1-2, pages:1-10.
- Makineci, E. and Sevgi, O. 2003. Kütahya Orman Bölge Müdürlüğünde Karaçam Ormanlarında Görülen Kurumalar Üzerine Ön Araştırmalar. Rapor, (Yayınlanmamış) 31 s.
- Mudd, J.B., 1975. Sulfur Dioxide. Response of Plants to Air Pollution Edited by J. Brain Mudd and T.T. Kozlowski, sayfa: 9-22.

- Oruç, N. 1999. Seyitömer Termik Santralının Çevreye Etkisi. Editörler: Tatlı, A., Ölçer H., Bingöl N., Akan, A., 1st International Symposium on Protection of Natural Environment & Ehrami Karaçam. 23 – 25 Eylül, Kütahya, Bildiriler Kitabı. Sayfa: 604 – 610.
- Tatlı, A., Memiş R., Akan, H. ve Temel, M., 1999. Kütahya’da Yayılış Gösteren Endemik Bitkilerin Tehlike Sınıfları Açısından Değerlendirilmesi Editörler: Tatlı, A., Ölçer H., Bingöl N., Akan, A., 1st International Symposium on Protection of Natural Environment & Ehrami Karaçam. 23 – 25 Eylül, Kütahya 23 – 25 Eylül, Kütahya, Bildiriler Kitabı. Sayfa: 280 – 294.
- Tolunay, D., 1997. The Effects of Waste Gases from Yatağan Thermal Power Plant to the Diameter Increment of the Pinus brutia Ten Forest. Environmental Research Forum Vols. 7/8 1997, Air Quality Management at Urban Regional and Global Scales p: 549-554.
- Tolunay, D., 2001. Air Pollution Effects on Annual Ring Widths of Forest Trees in Mountainous Land of İzmir. Second International Symposium on Air Quality Management, Urban, Regional and Global Scales 25-28 Eylül 2001, İstanbul.
- Tolunay, D., Makineci, E., 2001. Air Pollution Effects on Diameter Increment of Forest Trees. Journal of Environmental Protection and Ecology, Vol:2, No:2, pages: 314-321.
- Tolunay, D., 2003. Dendroclimatological Investigation of the Effect of Air Pollution Caused by Yatağan Thermal Power Plant (Muğla-Turkey) on Annual Ring Widths of Pinus brutia Trees. Fresenius Environmental Bulletin, Vol. 12, No:9, pages:1006-1014.
- Zielski, A., 1992. Dendrochronological Studies on Pines Growing Under The Influence of Air Pollution near The Pulp and Paper Factory in Kwidzyn, Poland, Lundqua Report 34, Tree Rings and Environment Proceedings of the International Dendrochronological Symposium, Ystad, South Sweden, 360-363.