

Orijinal araştırma (Original article)**Isparta çam ormanlarında çam kese böceği (*Thaumetopoea wilkinsoni* Tams, 1926) (Lep.: Notodontidae) zararının artım üzerine etkisi¹**Impact of pine processionary moth defoliation (*Thaumetopoea wilkinsoni* Tams, 1926) (Lep.: Notodontidae) on increment in Isparta pine forests**Aliye ALTUNIŞIK²****Mustafa AVCI^{2*}****Summary**

This study was conducted in Atabey Anatolian black pine forestation site affiliated to Isparta Forestry Directorate from 2014 to 2015 in order to reveal the impact of pine processionary moth (PPM), *Thaumetopoea wilkinsoni* Tams on increment. The study area was exposed to PPM in 2007, while the amounts of increment from 2007 to 2014 were compared. This enabled us to explore the increment losses in trees and their recovery process following the epidemic for normal increment. Increment cores were taken at breast height from 30 individual black pine trees with similar diameter, height, age and density at 2 spots within the study site to represent the whole site while the annual ring widths were measured in micrometer through stereo microscope at the laboratory. The annual increment decreased by 34,6% in the 1st spot and 39,7% in the 2nd spot in 2007 according to the overall average when the epidemic took place, whereas it decreased by 58,3% and 43,1%, respectively, in the following year. Considering that annual precipitation and drought might have had an impact on the increment of trees, the data obtained regarding the increment were compared with the meteorological data, and interpreted. By the end of the study, it was concluded that the increment losses were completely associated with the insect damage, whereas precipitation and drought did not have an impact.

Key words: *Thaumetopoea wilkinsoni*, defoliation, tree ring analysis, growth loss, Isparta**Özet**

Bu çalışma; çam kese böceği (ÇKB)'nin artım üzerine olan etkisini ortaya koymak amacıyla 2014-2015 yıllarında, Isparta Orman İşletme Şefliği'ne bağlı Atabey Anadolu karaçamı ağaçlandırma sahasında gerçekleştirilmiştir. Saha, 2007 yılında oldukça şiddetli ÇKB epidemisine maruz kalmış olup, bu yıldan itibaren 2014 yılı sonuna kadar gerçekleşen yıllık artım miktarları kıyaslanmıştır. Böylece, ağaçlarda meydana gelen artım kayıpları ile epidemiden sonra ağaçların tekrar normal artım yapabilecek sağlığa kavuşma sürecini inceleme olanağı doğmuştur. Sahada 2 farklı noktadan, alanı temsil edecek benzer çap, boy, yaş ve sıklıktaki 30'ar adet karaçam bireyinin göğüs çapı yüksekliğinden artım kalemi alınmış ve yıllık halka genişlikleri laboratuvarında stereo mikroskopla mikrometre seviyesinde ölçülmüştür. Zararın olduğu 2007 yılında yıllık artım genel ortalamaya göre I. alanda %34,6, II. alanda %39,7, ertesi yıl ise sırasıyla %58,3 ve %43,1 oranında azalma göstermiştir. Ağaçlarda artım üzerinde yıllık yağış miktarları ve kuraklığın önemli etkisi olabileceği düşünülerek artımla ilgili elde edilen veriler, yağış verileriyle karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Çalışma ile ağaçlarda meydana gelen artım kayıplarının böcek zararı ile ilgili olduğu, yağış ve kuraklığın etkisinin önemli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar sözcükler: *Thaumetopoea wilkinsoni*, zarar, yıllık halka analizi, artım kaybı, Isparta¹ Bu çalışma ilk yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiş olup SDÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon birimi tarafından 4114-YL1-14 no'lu proje ile desteklenmiştir² Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, 32260, Isparta

* Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: mustafaavci@sdu.edu.tr

Alınış (Received): 27.10.2015

Kabul ediliş (Accepted): 04.01.2016

Giriş

Thaumetopoea wilkinsoni Tams (Lep.: Notodontidae) Isparta yöresi çam ormanlarında önemli ölçüde zarara neden olan primer zararlı bir türdür. Üst üste birkaç yıl bu zararlının tahribatına uğrayan ağaçlarda boy büyümesi azalmakta ve hacim kaybı olmaktadır. Çam kese böceği (ÇKB) tahribatı kış aylarında, yani ağacın gelişme dönemi dışında olduğu için ağaçlarda ölüm az olmaktadır. Ancak yoğun ve arka arkaya birkaç yıl devam eden tahribat ağacı zayıf düşürerek kabuk böcekleri gibi zararlılara uygun zemin hazırlamaktadır.

ÇKB, larva evresinde çamların yapraklarını yiyerek zararlı olur. Popülasyon düşükse, yalnızca keselerin civarında bulunan yapraklar zarar görür. Fakat epidemi halinde ağaçları çıplak hale getirir. İleri larva evrelerinde beslenme miktarı ve dolayısıyla zararı artar (Devkota & Schmidt, 1990). Bu açıdan bakıldığında ÇKB önemli yaprak zararlısı bir böcektir. Yaprakları yenen çamların fotosentez fizyolojisinde aksamalar meydana gelir. Çünkü yaprak kaybı, doğrudan fotosentez dokusu kaybıdır. Bu sebeple ağacın büyümesi yavaşlar. Çam türlerinde iğne yapraklar sürgün üzerinde 2 veya çok sene (istisnai olarak 7 yıl) dökülmeden kalırlar (Yaltırık, 1988). Bu nedenle ağacın fotosentez organlarını telafi etmesi zaman alacağından, artımında buna paralel olarak normal seviyeye dönmesi birkaç yılı bulmaktadır.

Günümüze kadar ÇKB'nin artım üzerine etkisi ile ilgili önemli çalışmalar yapılmıştır. Markalas (1998) Yunanistan'da bir *Pinus pinaster* ağaçlandırma sahasında ÇKB'nin neden olduğu yaprak kaybının artım üzerine olan etkilerini incelemiş, yapraklarını tamamen döken ağaçlara ait sürgünlerdeki ibrelerin kontrol ağaçlarındaki ibrelerden daha kısa ve hafif olduğunu saptamıştır. Chatziphilippidis & Avtzi (1994) yine aynı amaçla gerçekleştirdikleri çalışmada kontrol grubu kızılçamlara ait çap ve boy artımı değerlerinin zarara uğramış ağaçlardan daha fazla olduğunu, bir hatta iki yıl sonra bile yaprak kaybı gözlenen ağaçların kontrol grubundan daha yavaş büyüdüğü kaydetmiştir. Babur (2002), *Pinus brutia* Ten. bireyleri üzerinde *T. pityocampa* (Sciiff.) zararı nedeniyle, ağaçların 2/3 oranında çap-boy, 3/4 oranında hacim kaybettiğini belirlemiştir. Hódar et al. (2003), İspanya'nın güneyinde *nevadensis* alt türünde ÇKB'den kaynaklanan yaprak kaybının artıma olan etkisini araştırmış ve bazı parametreler üzerinde (dişi ve erkek kozalak üretimi, olgun kozalak boyutu, tohum üretimi ve tohum ağırlığı) çamda büyümenin şiddetle azaldığını tespit etmiştir. Durkaya et al. (2009), ÇKB zararının boyutunu belirlemek amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada, çap artımında %22'lik, göğüs yüzeyi artımında %43'lük, boy artımında %24,5'lik ve hacim artımında %37,5'lik bir kayıp olduğunu belirlemiştir. Arnaldo et al. (2010), Kuzeydoğu Portekiz'de kıyı şeridi sahil çamları (13 yaş) için, ÇKB'nin biyokütle artımına olan etkisi analiz etmiş ve epidemi boyutuna göre ağaçların biyokütle artımındaki kayıpların %37'den %73'e kadar değişen aralıklarda gerçekleştiğini kaydetmişlerdir. Sekendiz & Varlı (2002)'ya göre tahribatin üç yıl devam etmesi halinde hacim artımı kaybı bir yıllık büyümeye eşit olmaktadır. Battisti (1988), büyüme oranındaki kaybın %35'e varabildiğini belirtmektedir.

ÇKB ile yapılan mücadele çalışmaları teknik anlamda başarılı olmakla birlikte harcanan para ve mücadele çalışmalarının diğer olumsuz çevresel etkileri göz önünde bulundurulduğunda, ÇKB ile mücadelenin gerekliliği ve önemi ile birlikte artım kayıplarının bilimsel yollarla araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma materyalini Isparta Orman İşletme Şefliği'ne bağlı Atabey ağaçlandırma sahasındaki 2 farklı noktadan, toplamda 60 adet karaçam bireyinden alınan artım kalemleri oluşturmaktadır.

Atabey Göleti'nin güneybatısında bulunan saha 2007 yılında yoğun olarak ÇKB epidemisine maruz kalmış olup, zarar öncesinden başlamak üzere 2003 yılından itibaren 2014 yılı sonuna kadar gerçekleşen yıllık artım miktarları kıyaslanmıştır. Söz konusu alanın 2007 ve 2014 yıllarına ait görünümü Şekil 1'de verilmiştir. 2007 yılında yoğun ÇKB zararına uğrayan ağaçların tamamı tüm yapraklarını kaybetmişlerdir. Zarar, sahanın genelinde epidemi boyutuna ulaşmış, orman tamamen yanmış gibi bir görünüm almıştır.

Alan, 2003-2014 yılları arasında (12 yıl boyunca) sadece 2007 yılında böcek zararına maruz kalmıştır. Özellikle 2007 yılından sonra sahada böcek zararına dair kayıt bulunmamaktadır. Böylelikle ağaçların böcek zararı olmayan yıllarda yaptığı artım ile zararın etkisinin devam ettiği yıllarda yaptığı artımı karşılaştırma imkânı bulunmuştur. Bunun yanında tüm yapraklarını kaybeden ağaçların normal artıma ulaşması süreci belirlenmiştir.

Saha kuzeydoğu bakıya sahip olup, ortalama rakımı 1150 m, meşcere tipi ÇkSa-Çzb3'tür. Artım kalemi alınan ağaçların ortalama göğüs çapı 14,6 cm, ortalama boyu 4,8 m ve ortalama yaşı 24'tür. Örneklenen ağaçlarla ilgili artım verilerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Atabey I ve Atabey II alanlarında örnek alınan ağaçların yıllık halka genişliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Yıl	Atabey-I				Atabey-II			
	En düşük artım	En Yüksek artım	Ortalama artım	Standart sapma	En düşük artım	En yüksek artım	Ortalama artım	Standart sapma
2003	1,0	8,2	4,25	1,73343	1,4	7,1	4,40	1,33874
2004	2,3	6,0	3,93	1,03616	2,6	7,7	4,41	1,08601
2005	2,0	4,8	3,40	0,76912	2,1	6,2	4,19	0,97483
2006	1,7	3,9	2,89	0,59740	2,0	5,6	3,61	0,96992
2007	0,2	3,5	1,93	1,02498	0,5	4,7	2,16	1,23767
2008	0,2	3,1	1,23	0,70642	0,5	4,4	2,04	1,05463
2009	0,5	2,8	1,67	0,63990	0,8	5,1	2,82	1,24073
2010	1,6	5,3	3,11	0,89176	1,4	7,1	4,27	1,41311
2011	1,7	4,5	3,12	0,68438	1,7	5,8	3,93	1,00674
2012	2,0	5,4	3,82	0,87123	1,7	6,9	4,26	1,07655
2013	1,7	4,4	2,90	0,67769	1,4	5,8	3,75	1,07334
2014	1,8	5,5	3,26	0,89276	2,1	6,5	4,13	1,02812



Şekil 1. Atabey ağaçlandırma sahasının 2007 (a) ve 2014 (b) yılı görünümü.

Böcekli ve böceksiz yıllara ait yıllık halka genişlikleri arasında istatistiksel olarak bir farklılığın olup olmadığını belirlemek için basit varyans analizi (ANOVA) yapılarak, farklılığın anlamlı olduğu durumlarda; ($p < 0,05$) farklılığın hangi yıl veya yıllardan kaynaklı olduğunu belirlemek için Duncan testi uygulanmıştır.

Kuraklık analizi

Orman ağaçlarında çap artımları ve boy büyümesi her yıl eşit olmamaktadır. Yıllık çap artımı, o senenin ve özellikle de vejetasyon döneminin iklim şartlarına bağlı olarak değişmektedir. Bunun yanında önceki yıla ait iklim şartları, özellikle yağış durumu bir sonraki yılı etkileyebilmektedir. Toprakta ve yeraltı su kaynaklarında rezerv olarak tutulan su ertesi yıl kullanılabilirlik açısından ağaçlar için önem taşımaktadır (Kalıpsız, 1982). Artımda meydana gelen azalmanın böcek zararına bağlı olduğunu söyleyebilmek için yörenin yıllar itibarıyla yağış miktarlarının incelenmesi mutlak surette gereklidir. Artım kaybı-kuraklık ilişkisini incelemek amacıyla çalışma alanına en yakın konumda olan Isparta meteoroloji istasyonuna ait 30 yıllık (1985-2014) yağış verileri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

Kuraklık analizinde daha detaylı bir değerlendirme yapabilmek için söz konusu yıllara ait aylık yağış verileri kullanılarak Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ) hesaplanmıştır. Bir bölgede kuraklıkların tanımlanabilmesi amacıyla yağış parametresini tek bir sayısal değere dönüştüren SYİ yöntemi ilk olarak McKee et al. (1993) tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntem seçilmiş bir zaman dilimi içinde yağışın (X_i), ortalamadan (X_i^{ort}) olan farkının standart sapmaya (σ) bölünmesi ile elde edilir.

$$SPI = \frac{X_i - X_i^{ort}}{\sigma}$$

Bu yöntemle göre elde edilen negatif değerler yağış eksikliğini ya da kurak dönemleri gösterirken, pozitif değerler yağış fazlalığını ya da yağışlı ve nemli dönemleri gösterir (Çizelge 2).

Çizelge 2. SYİ değerlerine ilişkin sınıflandırma

SYİ	Kuraklık Kategorisi
$2 \leq$	Çok Aşırı Yağışlı
1,99 - 1,5	Çok Yağışlı
1,49 - 1,0	Orta Derece Yağışlı
0,99 - (-0,99)	Normal
(-1,0) - (-1,49)	Orta Derece Kurak
(-1,5) - (-1,99)	Aşırı Kurak
$-2 \geq$	Çok Aşırı Kurak

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Atabey ağaçlandırma sahasından iki noktadan alınan örnek ağaçlarda ölçülen yıllık çap artımlarına göre 2003-2014 döneminde I. alanda 1,23-4,25 mm arasında, II. alanda 2,04-4,41 mm arasında değişen miktarlarda artım gerçekleşmiştir (Çizelge 3, 4).

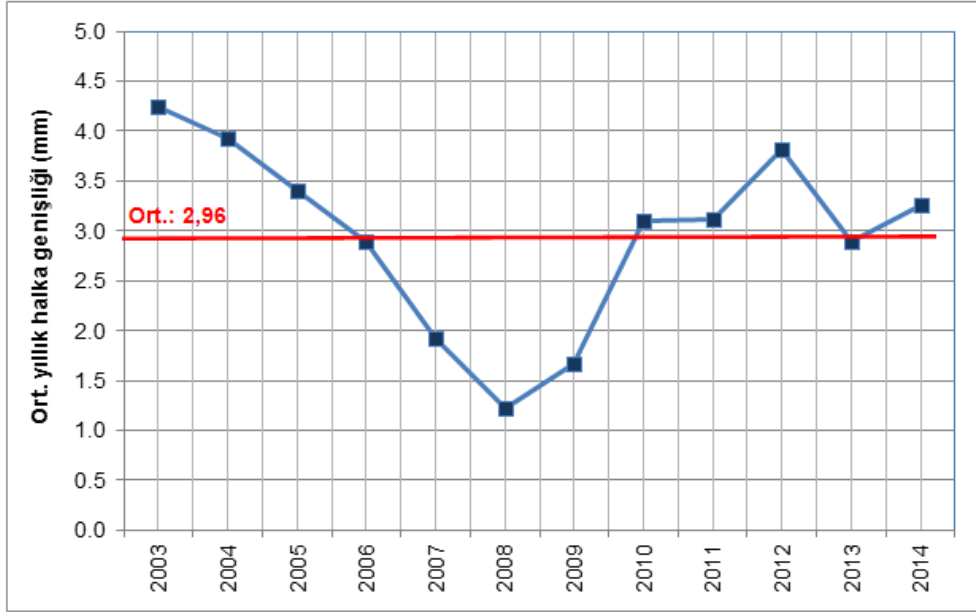
Çizelge 3. Atabey I sahasındaki örnek ağaçlarda yıllık çap artımları (mm)

Yıllar	Ağaç No																														Ort. çap Artımı (mm)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
2003	4,7	3,8	5,6	5,3	7,4	8,1	3,7	1,0	4,4	4,3	4,9	3,2	7,5	3,0	8,2	2,3	2,9	3,7	2,7	5,3	4,7	3,8	3,8	3,8	3,6	3,8	1,6	3,8	3,4	4,25	
2004	4,4	2,6	6,0	4,6	4,5	4,2	3,8	2,3	3,8	3,2	4,5	3,2	3,8	4,7	3,7	5,3	2,9	5,0	2,6	4,5	4,7	4,4	3,8	5,5	4,4	3,2	2,8	2,3	5,5	2,3	3,93
2005	3,8	3,4	3,4	3,2	4,8	4,8	3,8	3,1	2,5	2,7	3,4	3,4	3,9	3,8	4,4	4,7	3,0	3,2	2,9	3,9	3,2	4,1	3,1	2,5	4,7	2,6	3,2	2,0	2,7	2,2	3,40
2006	3,2	2,6	3,0	2,3	3,2	2,3	3,2	2,5	1,7	2,8	1,7	2,9	3,0	2,6	2,0	3,9	3,2	3,7	3,9	2,6	2,6	2,9	3,0	3,2	3,8	3,2	3,0	2,1	3,6	3,4	2,89
2007	0,2	2,6	0,4	0,8	2,0	0,8	2,6	2,7	2,0	0,7	1,4	2,9	3,2	3,0	1,7	3,2	2,1	2,8	3,0	1,5	0,5	1,7	0,6	2,1	0,4	1,3	3,4	2,4	3,5	2,5	1,93
2008	0,2	0,2	0,6	2,0	0,9	1,3	2,2	0,7	1,0	2,0	0,8	1,5	1,4	1,4	0,8	0,8	1,0	3,0	1,4	0,8	1,1	1,1	0,6	0,9	0,6	1,5	2,1	1,1	3,1	1,1	1,23
2009	1,4	0,8	2,3	2,8	0,9	2,2	2,3	0,9	2,6	2,2	1,2	2,0	1,4	2,7	1,3	2,3	1,7	1,4	0,5	2,5	1,9	1,5	1,4	1,5	0,9	1,7	2,3	1,9	0,7	1,4	1,67
2010	3,5	2,3	4,6	3,6	1,6	3,2	2,9	2,7	3,8	3,2	3,2	2,6	3,2	4,1	2,3	3,9	4,1	2,9	1,7	3,9	2,7	3,1	2,2	5,3	2,8	2,9	1,8	4,2	1,8	3,4	3,11
2011	3,8	2,7	3,9	2,8	2,3	3,7	3,6	2,6	3,5	2,7	3,8	1,8	3,8	2,6	2,9	2,6	3,9	2,5	4,5	3,6	1,7	3,3	2,5	3,3	2,6	3,2	2,7	3,3	3,8	3,9	3,12
2012	4,0	3,4	3,8	3,0	2,3	4,3	4,1	3,2	4,1	3,2	4,0	3,0	3,8	3,4	3,9	5,0	5,4	3,7	5,1	3,9	2,0	4,0	2,9	5,0	2,6	4,7	3,1	4,7	5,1	4,5	3,82
2013	2,4	2,3	2,7	2,0	2,3	3,8	3,3	2,9	2,6	2,0	2,5	3,2	2,9	2,4	2,5	4,0	4,0	3,1	4,4	3,0	1,7	2,1	3,3	3,6	2,4	3,6	3,0	3,3	2,4	3,5	2,90
2014	4,0	1,8	3,2	2,3	2,5	3,1	2,7	2,5	3,9	2,1	2,4	2,9	3,8	3,1	3,0	4,4	5,5	4,4	3,2	3,4	2,4	2,1	4,0	4,9	4,1	2,6	3,2	4,0	3,0	3,8	3,26

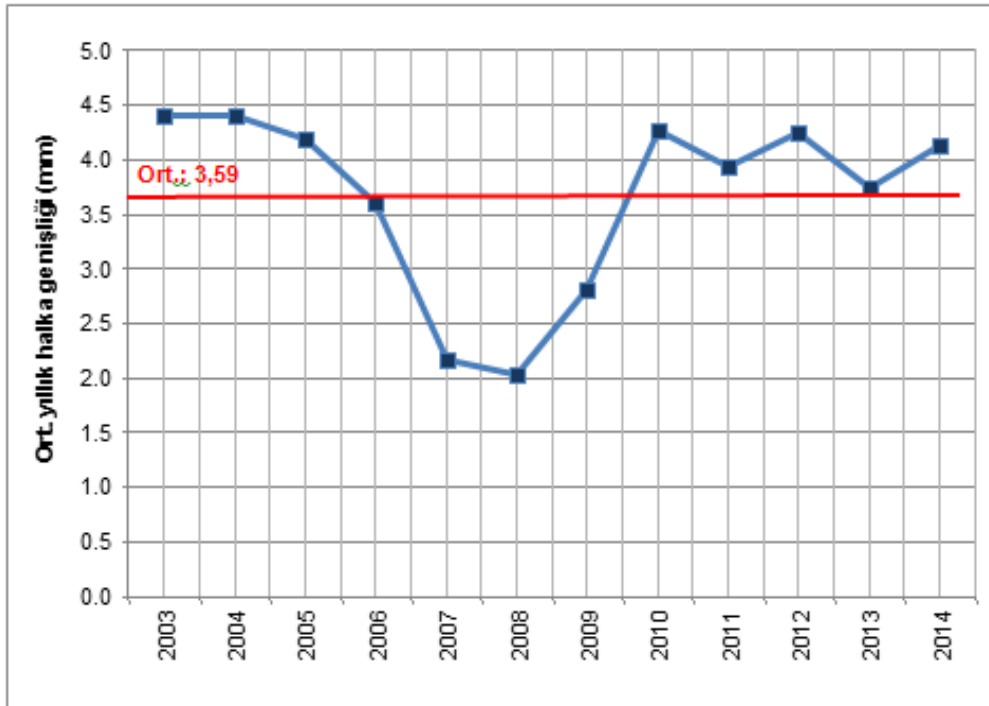
Çizelge 4. Atabey II sahasındaki örnek ağaçlarda yıllık çap artımları (mm)

Yıllar	Ağaç No																														Ort. çap
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Artımı (mm)
2003	3,0	4,9	5,1	3,0	5,2	4,5	3,8	4,5	3,2	5,1	4,4	5,2	4,8	3,4	4,0	7,1	3,2	1,4	4,1	4,2	3,5	6,5	4,9	3,4	7,0	6,6	6,2	3,8	3,2	3,2	4,40
2004	4,7	4,7	5,3	4,5	5,0	3,2	3,2	5,3	4,4	4,4	4,3	5,4	5,0	3,8	4,5	7,7	2,6	2,9	3,2	3,2	4,7	5,0	4,5	3,5	6,3	4,4	5,1	2,8	4,9	4,4	4,41
2005	4,5	3,6	3,9	5,3	4,1	5,3	3,2	5,1	4,5	3,9	3,6	4,2	5,9	3,8	4,3	6,2	2,8	3,2	3,9	3,2	3,8	3,8	4,2	3,2	6,2	4,1	5,3	2,1	4,5	4,5	4,19
2006	4,3	2,9	2,8	3,6	4,7	3,8	2,1	4,5	2,6	3,8	4,1	5,0	5,1	3,8	3,1	5,6	3,2	3,4	2,4	3,2	4,4	4,2	3,8	2,5	5,0	4,4	3,0	2,0	2,6	2,6	3,61
2007	2,5	3,2	2,4	2,3	0,9	1,0	1,8	4,1	0,5	0,5	2,4	4,7	3,8	2,5	2,7	0,6	1,7	3,0	0,9	2,5	2,4	3,0	3,8	1,9	4,4	1,0	1,3	2,3	0,5	0,5	2,16
2008	2,9	3,8	2,4	3,8	0,9	1,4	1,7	2,3	0,9	1,4	2,6	4,4	3,5	2,3	2,9	1,6	0,9	2,4	1,5	1,0	2,2	1,8	2,8	0,6	2,6	3,2	0,5	1,4	0,9	0,9	2,04
2009	4,5	4,5	3,5	4,3	2,4	2,8	2,6	2,2	3,2	1,4	3,0	5,1	1,9	2,3	3,8	4,1	1,4	3,2	1,2	0,9	3,1	2,3	3,2	0,8	2,5	3,9	1,4	1,1	5,1	3,2	2,82
2010	6,2	4,7	4,9	5,3	4,9	6,9	3,2	3,0	5,0	3,5	4,4	4,5	3,8	3,0	7,1	6,5	3,6	4,2	2,9	1,4	5,9	3,9	3,2	3,2	5,3	3,8	2,9	1,7	5,0	5,0	4,27
2011	4,1	2,6	4,4	4,2	4,0	5,1	4,0	3,5	5,1	3,1	3,0	5,8	4,3	2,8	4,1	5,6	3,6	3,2	5,0	2,0	4,7	3,5	4,0	3,9	4,0	3,8	2,9	1,7	5,1	5,1	3,93
2012	4,4	2,9	5,0	5,9	4,4	6,2	4,0	4,1	3,5	4,5	3,1	6,9	4,1	4,0	3,8	5,9	3,9	5,4	3,8	3,0	4,4	4,9	4,5	4,1	3,2	4,7	4,5	1,7	3,6	3,5	4,26
2013	4,5	3,1	4,0	4,9	2,9	5,8	3,2	3,2	3,9	5,2	2,3	5,3	3,6	3,2	3,5	4,7	4,7	3,2	5,1	2,2	4,4	3,4	5,0	2,0	3,8	3,8	2,6	1,4	3,9	4,1	3,75
2014	5,2	3,1	4,9	6,5	4,1	5,5	4,0	3,9	4,7	4,9	2,6	5,4	4,7	3,8	3,0	4,5	4,0	3,5	3,4	2,5	3,5	4,6	5,5	3,9	2,6	4,5	3,9	2,1	4,7	4,8	4,13

Her iki alanda da en dar yıllık halka, böcek zararını takip eden yıl olan 2008'de ölçülmüştür. 2003 ve 2004 yılları ise en geniş artım ölçülen yıl olarak dikkati çekmektedir. Her iki alanda yıllık çap artımı birbirine paralel değerlerde gerçekleşmiştir (Şekil 2, 3). Zararın olduğu 2007 yılında yıllık artım genel ortalamaya göre I. alanda %34,6, II. alanda %39,7, ertesi yıl ise sırasıyla %58,3 ve %43,1 oranında azalma göstermiştir.



Şekil 2. Atabey I sahasında yıllık ortalama çap artımları.



Şekil 3. Atabey II sahasında yıllık ortalama çap artımları.

Varyans analizi sonuçlarına göre 2007, 2008 ve 2009 yılları ortalama yıllık halka genişliği diğer yıllara göre daha düşüktür. Bu üç yılın ortalama yıllık halka genişlikleri diğer yıllara göre istatistiki olarak anlamlı fark göstermektedir (Çizelge 5, 6). Zararın etkilerinin üç yıl boyunca sürmesi karaçam türünde ağaçların tepe tacında aynı anda 2-3 hatta daha yaşlı ibrelerin bulunmasına bağlıdır. Fotosentez yaparak karbonhidrat sentezi ile büyüme ve artım için gereken enerjiyi sağlayan yaprakların yenmiş olması artımda geçici ve ani bir düşüşe sebep olmuştur. Yaprak miktarının zarar öncesi duruma ulaşmasının en az üç yıl sürmesi nedeniyle artımın da normale dönmesi ancak bu süre sonunda olabilmektedir. 2007 yılında meydana gelen artımın 2008 yılına göre nispeten fazla olması ağaçların köklerinde bir önceki vejetasyon döneminde depoladıkları yedek besin maddesi sayesinde olduğu düşünülmüştür.

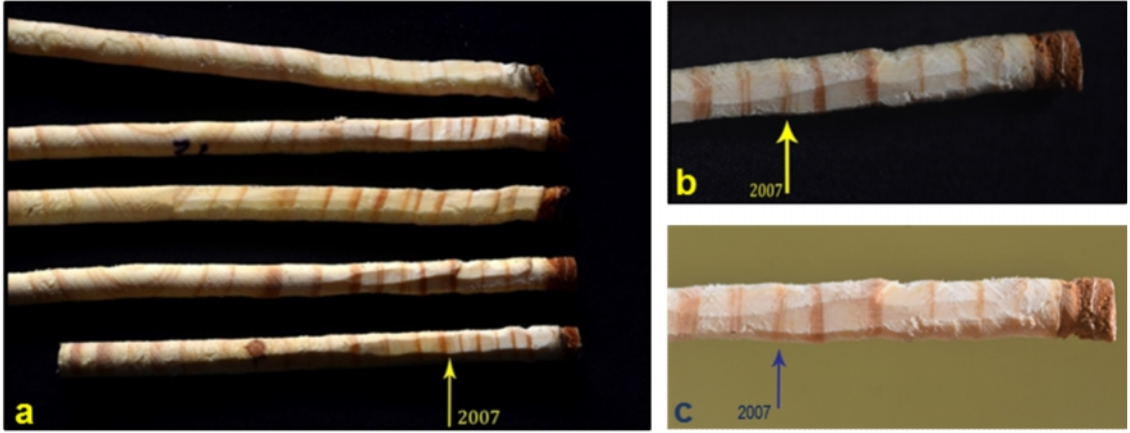
Çizelge 5. Atabey I sahası yıllık artıma ilişkin varyans analizi sonuçları

Tek Yönlü Varyans Analizi					
Varyasyon	Serbestlik	Kareler	f	p	
Yıllar arası	11	25,845	30,214	0.000	
Yıllar içi	348	,855			
Total	349				
Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi					
Yıllar	Ortalama				
	a	b	c	d	e
2008	1.2400				
2009	1.6867	1.6867			
2007		1.9333			
2006			2.9033		
2013			2.9067		
2010			3.1167		
2011			3.1300		
2014			3.2767		
2005			3.4133	3.4133	
2012				3.8400	3.8400
2004					3.9500
2003					4.2733

Çizelge 6. Atabey II sahası yıllık artıma ilişkin varyans analizi sonuçları

Tek Yönlü Varyans Analizi					
Varyasyon	Serbestlik	Kareler	f	p	
Yıllar arası	11	21,957	17,082	0.000	
Yıllar içi	348	1,285			
Total	349				
Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi					
Yıllar	Ortalama				
	a	b	c	d	e
2008	2.0500				
2007	2.1700				
2009		2.8300			
2006			3.6167		
2013			3.7633	3.7633	
2011			3.9400	3.9400	
2014			4.1433	4.1433	
2005			4.2067	4.2067	
2012			4.2633	4.2633	
2010				4.2967	
2003				4.4133	
2004					4.2733

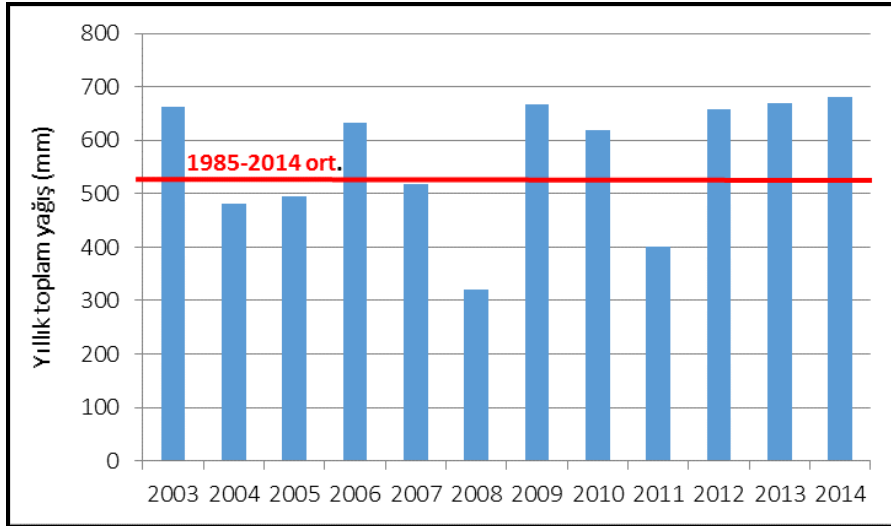
Genel olarak her iki sahaya bakıldığında böcek zararının olduğu 2007 ile takip eden 2008 ve 2009 yılları hariç diğer yıllar artım ortalama seviyesinde veya daha yüksektir. Zararın ertesi yılın artımının daha az gerçekleşmesi dikkat çekicidir. Bu durum, tüm ibrelerini kaybeden ağaçların böcek zararının ertesi yıl normal gelişime dönemediğini hatta daha az bir artım yapabildiğini göstermektedir (Şekil 4).



Şekil 4. 2007 yılında ÇKB zararına uğramış ağaçlara ait artım kalemi örnekleri (a, b, c).

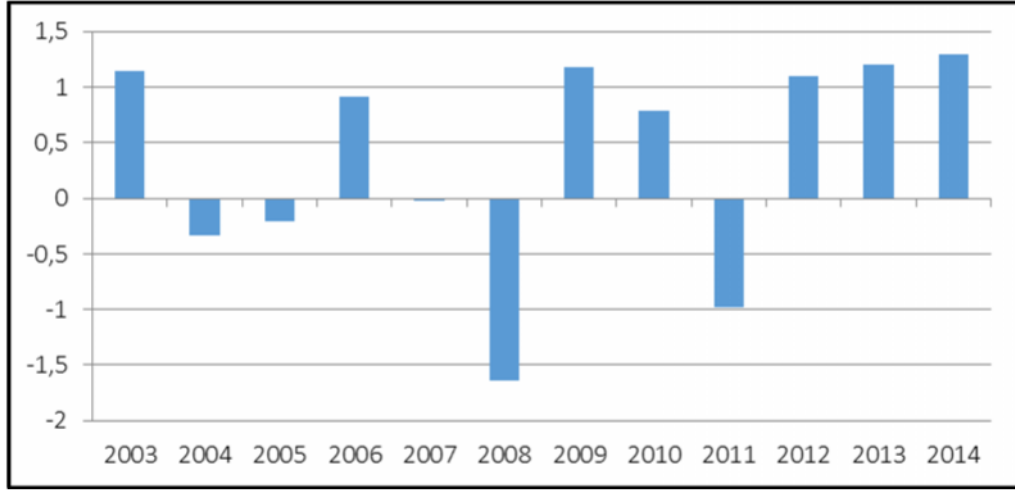
Isparta meteoroloji istasyonu yağış ve kuraklık analizi

Isparta meteoroloji istasyonu 1985-2014 yılları yağış ölçümlerine göre ortalama yıllık toplam yağış miktarı 521,5 mm'dir. Atabey ağaçlandırma sahasında ÇKB epidemisinin artım üzerine etkisini araştırmak amacıyla alınan örneklerde yağışın etkisini görmek için 2003-2014 dönemi dikkate alınmış olup bu dönemdeki yağış toplamları Şekil 5'te verilmiştir. Buna göre 2008 ve 2011 yıllarında ortalamadan düşük, diğer yıllarda ise ortalamaya yakın veya üzerinde bir yağış gerçekleşmiştir. Bu dönemde 2008 yılı 283,6 mm ile en az yağış düşen yıl olmuştur. En fazla yağış ise 670,8 mm ile 2014 yılında gerçekleşmiştir. Aylık yağışlar incelendiğinde en kurak aylar temmuz ve ağustos; en yağışlı aylar ise sırasıyla ocak, şubat ve aralık olarak dikkati çekmektedir. Mevsimler itibariyle bakıldığında, yağışlar çoktan aza doğru sırasıyla kış (%37), ilkbahar (%28), sonbahar (%22) ve yaz (%13) şeklindedir.



Şekil 5. Isparta meteoroloji istasyonu yıllık yağış serisi.

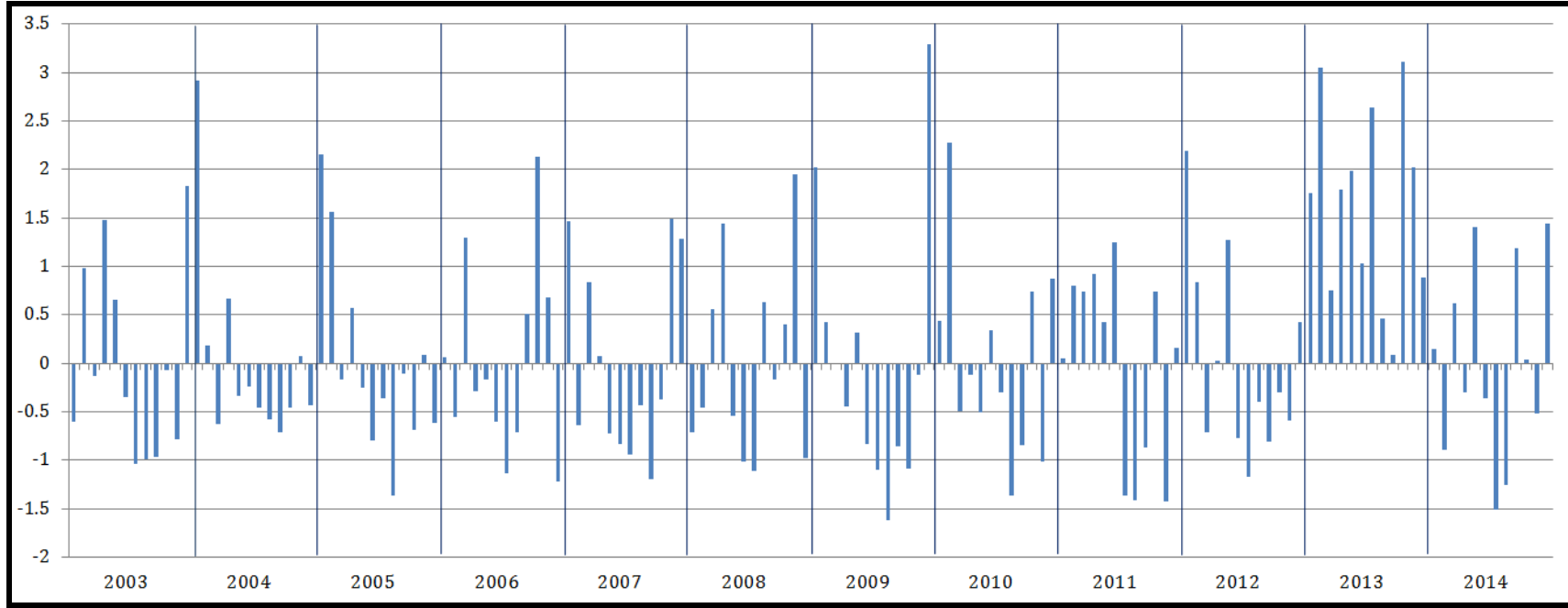
SYİ değerlerine ilişkin sınıflandırmaya göre 2003-2014 döneminde 6 yılın normal, 5 yılın orta derecede yağışlı olduğu ve 2008 yılının aşırı kurak olarak seyrettiği anlaşılmaktadır (Şekil 6). Aynı yıllara ait 12 aylık SYİ değerleri Şekil 7'de verilmiştir. Bu değerlerin yine SYİ değerlerine ilişkin sınıflandırmaya göre aylık olarak normal ve kurak şeklinde ayrılmış analizi Çizelge 7'de görülmektedir. Bu dönemde 144 aylık verilere göre 125 ayın normal ve üzeri yağışlı olduğu, 17 ayın orta derecede kurak ve 2 ayın da aşırı kurak olarak seyrettiği anlaşılmaktadır.



Şekil 6. Isparta meteoroloji istasyonuna ait yıllık SYI değerleri.

Çizelge 7. Isparta meteoroloji istasyonu SYI12 için kuraklık kategorilerine ait ayların sayısı (2003-2014)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Toplam	
Normal	Çok Aşırı	0	1	1	1	0	0	2	1	0	1	5	0	
	Yağışlı													
	Çok	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0	
	Yağışlı													125
	Orta Derece	1	0	0	1	3	1	0	0	1	1	1	3	
Normal	8	11	9	8	8	8	7	9	8	9	4	7		
Kurak	Orta Derece	2	0	1	2	1	2	2	2	3	1	0	1	17
	Kurak	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2
	Çok Aşırı	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kurak													
Yıllara Göre Kurak Aylar	2	0	1	2	1	2	3	2	3	1	0	2	19	



Şekil 7. İsparta meteoroloji istasyonuna ait 12 aylık SYI zaman serileri.

Atabey ağaçlandırma sahası artım-kuraklık ilişkisi

Alınan iki adet örnek alanda ağaçların yıllık çap artımları ve yıllık yağış miktarları ile kuraklık durumu karşılaştırıldığında, 2007 ve önceki bir kaç yıl içinde anormal bir durum olmadığı görülmektedir. Böcek zararının meydana geldiği 2007 yılında yıllık yağış, uzun dönem ortalaması seviyesinde olmuştur. Ancak 2008 yılı kurak bir yıl olmuştur. Bir önceki yıl böcek zararına maruz kalan ağaçların yapraklarını kaybetmiş olmalarına bağlı artım yapamamalarının yanı sıra, kuraklığın da etkisi ile artım daha da gerilemiştir. 2009 ve 2010 yıllarında meydana gelen ortalama üzerindeki yağışlar ile böcek zararının etkisinden büyük ölçüde kurtulan ağaçların artımlarında hızlı bir yükseliş meydana gelmiştir. Ancak 2011 yılının 2008 yılına göre daha hafif olmakla birlikte yine de kurak seyretmesi artımın en azından 2010 yılına göre aynı kalmasına sebep olmuştur.

Bugüne kadar ÇKB zararı-artım ilişkisi ile ilgili yapılan çalışmalarda; Kahramanmaraş kızılçam ormanlarında 1995-1998 yıllarında ÇKB nedeniyle %38,2 artım azalması gözlenmiştir. Bakım çalışmaları yapılan alanlarda ise artım kaybının %22,3 seviyesine düştüğü belirlenmiştir (Kanat et al., 2002). Kahramanmaraş'ta yürütülen başka bir çalışmada ÇKB zararı gözlenmeyen 2001-2003 yıllarında meydana gelen artım miktarının, ÇKB popülasyonunun yüksek olduğu 1998-2000 yıllarındaki artıma göre %28,5 daha fazla olduğu kaydedilmiştir (Kanat & Sivrikaya, 2005). Yine Kahramanmaraş kızılçam ormanlarında 1995-1998 yılları arasında ÇKB'nin neden olduğu yaprak kaybının, zarar olmayan ağaçlara göre yıllık çap artımında ortalama %21'lik bir kayba neden olduğu belirlenmiştir (Kanat et al., 2005). Bartın karaçam ormanlarında böcek zararına maruz kalmış ağaçlar ve kontrol ağaçları seçilerek yürütülen çalışmada ÇKB'nin artım ve büyüme üzerine belirgin şekilde negatif etki yaptığı tespit edilmiştir (Dal, 2007). Kahramanmaraş kızılçam ormanlarında 2003-2006 yılları arasında yürütülen başka bir çalışmada, böcek zararına maruz kalmayan ağaçlarda ortalama %21,2 oranında çap, %16,8 oranında boy artımı gerçekleştiği tespit edilmiştir. ÇKB keselerinin asıldığı ağaçlarda ise ancak ortalama %9,3 çap artımı ile %8,2 oranında boy artımı kaydedilmiştir (Köse, 2007). Antalya'da 2000-2004 yılları arasında ÇKB zararına maruz kalan kızılçamlar ile kontrol grubu ağaçları karşılaştırıldığında çap artımında ortalama %45, hacim artımında ortalama %35'lik bir kayıp tespit edilmiştir (Erkan, 2011).

Sonuç olarak; ÇKB zarar yaptığı kızılçam ve karaçam ormanlarımızda belirgin olarak ağaç ölümlerine sebep olmamakla birlikte epidemi yaptığı alanlarda en az 2-3 yıl boyunca çap, boy ve hacim artımını önemli oranlarda azaltmaktadır. Orman zararlılarının, meşcere hacim ve hasılat parametrelerinde neden olduğu artım kayıpları ormandan faydalanmanın miktar ve süresini belirleme açısından önemlidir. Hasılat açısından bakıldığında orman alanlarındaki hacim artımı, söz konusu ormandan faydalanmayı sağlayan ve sürekli kılan eta hesabının en önemli unsurudur. Bu nedenle gerek ormanların sağlığının devamlılığı gerekse ormanın sunduğu mal ve hizmetlerin kalitesi ve sürekliliği açısından zararlıların yönetimi için gerekli çalışmaların kesintisiz devam ettirilmesi gereklidir.

Teşekkür

Bu çalışma yüksek lisans tezinin özeti olup, 4114-YL1-14 no'lu proje ile çalışmayı destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na, arazi verilerinin analizinde görüşlerine başvurduğumuz Sayın Prof. Dr. Ünal ASAN (İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi emekli öğretim üyesi), Sayın Prof. Dr. Ramazan ÖZÇELİK ve Sayın Doç. Dr. Mehmet KORKMAZ (Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi)'a teşekkür ederiz.

Yararlanılan Kaynaklar

- Arnaldo, P.S., S. Chacim & D. Lopes, 2010. Effects of defoliation by the pine processionary moth (*Thaumetopoea pityocampa*) on biomass growth of young stands of *Pinus pinaster* in Northern Portugal. *Forest- Biogeosciences and Forestry*, 3(6): 159-162.
- Babur, H., 2002. "Thaumetopoea pityocampa (Schiff.)'nin çam gençliğinde zarar miktarı, 37-43". Ülkemiz Ormanlarında Çam Keseböceği Sorunu ve Çözüm Önerileri Sempozyumu (24-25 Nisan, Kahramanmaraş) Bildirileri, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, 226 s.
- Battisti, A., 1988. Host-plant relationships and population dynamics of the pine processionary caterpillar *Thaumetopoea pityocampa* (Denis & Schiffmuller). *Journal of Applied Entomology*, 105(1-5): 393-402.

- Chatziphilippidis, G. & N. Avtzis, 1994. Growth suppression caused on *Pinus brutia* Ten. by the defoliating insect *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. Proceedings: IUFRO Meeting on Mountain Silviculture, Spain, p. 333–341
- Dal, İ., 2007. Çam Keseböceği'nin (*Thaumetopoea pityocampa* Den. & Schiff.) Ulus Orman İşletme Müdürlüğü Karaçam Meşcerelerinde Artım ve Büyüme Üzerine Etkisi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bartın, 48s.
- Devkota, B., Schmidt, G. H. 1990. Larval development of *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) (Lep: Thaumetopoeidae) from Greece as influenced by different host plants under laboratory conditions. Journal of Applied Entomology, 109 (1-5): 321-330.
- Durkaya, A., B. Durkaya & İ. Dal, 2009. The effects of the pine processionary moth on the increment of crimean pine trees in Bartın, Turkey. African Journal of Biotechnology, (8): 2356–2361.
- Erkan, N., 2011. Impact of pine processionary moth (*Thaumetopoea wilkinsoni* Tams.) on growth of Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.). African Journal of Agricultural Research, (6): 4983–4988.
- Hódar, J. A., J. Castro & R. Zamora, 2003. Pine processionary caterpillar (*Thaumetopoea pityocampa*) as a new threat for relict mediterranean scots pine forests under climatic warming. Biological Conservation, 110 (1): 123-129.
- Kanat, M., F. Sivrikaya & M. Serez, 2002. Kahramanmaraş yöresindeki kızılçalarda (*Pinus brutia* Ten.) çam keseböceği (*Thaumetopoea pityocampa* (Schiff.)) zararı ve bakım çalışmalarının çap artımına etkisi üzerine bir araştırma, 44-51". Ülkemiz Ormanlarında Çam Keseböceği Sorunu ve Çözüm Önerileri Sempozyumu (24-25 Nisan, Kahramanmaraş) Bildirileri, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, 226s.
- Kanat, M., H. Alma & F. Sivrikaya, 2005. Effect of defoliation by (*Thaumetopoea pityocampa* Den. & Schiff.) (Lepidoptera: Thaumetopoeidae) on annual diameter increment of (*Pinus brutia* Ten.) in Turkey. Annals of Forest Science, 62(1): 91-94.
- Kanat, M. & F., Sivrikaya, 2005. Çam kese böceğinin kızılçam ağaçlarında çap artımı üzerine etkileri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 8(2): 74-78.
- Kalıpsız, A., 1982. Orman Hasılat Bilgisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın no: 3052/328, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul.
- Köse, H., 2007. Çam Kese Böceği (*T. pityocampa* Den & Sciff.)'nin Farklı Bonitet ve Yaşlardaki Kızılçalarda (*P. brutia* Ten.) Çap ve Boy Artımına Etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 27s.
- McKee, T.B., N.J. Doesken & J. Kleist, 1993. "Drought monitoring with multiple time scales, 233-236". In Proceedings of the 9th Conference of Applied Climatology (15-20 January, Dallas Texas), American Meteorological Society, Boston, Massachusetts, 393p.
- Sekendiz, O. A. & S. V. Varlı, 2002. "Türkiye'de Çam Keseböceği Mücadelesi Üzerine Deneyim ve Düşünceler, 19-27". Ülkemiz Ormanlarında Çam Keseböceği Sorunu ve Çözüm Önerileri Sempozyumu (24-25 Nisan, Kahramanmaraş) Bildirileri, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, 226s.
- Yaltrık, F., 1988. Dendroloji Ders Kitabı I, Gymnospermae (Açık Tohumlular). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın no: 3443/386, Taş Matbaası, İstanbul.