

AKDENİZ HAVZASI ORMANLARINDA YANGIN SONRASI KENDİLİĞİNDEN GENÇLEŞME

Çağatay Tavşanoğlu

Dr., Hacettepe Üniversitesi, ctavsan@hacettepe.edu.tr, Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü Ekoloji Anabilim Dalı
Beytepe 06800 Ankara

ÖZET

Akdeniz Havzası, sık yangınlara maruz kalan ekosistemleri ve yangına uyum sağlamış bitki türleri ile yangının ekosistemin bütünleyici bir bileşeni olarak değerlendirilebildiği bir bölgedir. Akdeniz Havzası ormanlarında yangın sonrası kendiliğinden gençleşmenin çoğu durumda hızlı bir şekilde gerçekleştiği bilinmektedir. Ancak, özellikle son yıllarda bölgede görülen arazi kullanımı değişiklikleri ve etkisini giderek daha çok hissettiren küresel iklim değişiklikleri, Akdeniz Havzası'nda yangın sıklığının artmasına neden olarak binlerce yıllık yerel yangın rejimlerinin değişmesi riskini de beraberinde getirmiştir. Bu durumun belirli bir yangın rejimine uyum sağlamış olan bitki türlerinin gençleşmesini olumsuz olarak etkileyebileceği açıktır. Akdeniz Havzası'na özgü koşullar ve ekolojik etmenler için geliştirilmiş olan vejetasyon dinamiği modelleri kullanılarak, bu değişikliklerin ekosistemler üzerindeki olası etkilerini değerlendirmek ve yangın sonrası gençleşme süreçlerini farklı boyutları ile anlamak mümkün olabilecektir.

Anahtar kelimeler: fonksiyonel gruplar, *Pinus*, vejetasyon dinamiği modelleri, yangın rejimi

Preferred citation: Tavşanoğlu, Ç. (2009) Akdeniz Havzası ormanlarında yangın sonrası kendiliğinden gençleşme [Post-fire autosuccession in Mediterranean Basin forests]. In: Orman Yangınları ile Mücadele Sempozyumu Tebliğleri, 7-10 January, Antalya, Turkey, pp. 310-317. (in Turkish)

GİRİŞ

Doğal müdahale tiplerinden en yaygını olan yangınlar, tahminen karasal vejetasyonun oluştuğu zaman kadar eskidir [Trabaud, 1994] ve ortaya çıktığından beri ekolojik sistemler üzerine etki etmektedir [Wright and Bailey, 1982]. Yangınlar günümüzde de, tropik ormanlardan boreal ormanlara, savanlardan çalılıklara kadar çok farklı ekosistemler üzerinde etkili bir müdahale tipi olmaya devam etmektedir. Yangınların ekosistemdeki rolü üzerine yapılan birçok çalışma, yangınların ekolojik bir etmen olarak ele alınması gerektiğini göstermiştir [Trabaud, 1994; Tavşanoğlu, 2007]. Özellikle, belirgin bir yaz kuraklığı devresine sahip olan Akdeniz tipi ekosistemlerde yangının ekosistem dinamiklerini etkilemedeki rolü iyi bir şekilde bilinmektedir [Christensen, 1994; Pausas and Vallejo, 1999]. Bu ekosistemlerde bulunan bitki türlerinin çoğu yangına karşı uyumsal ya da önyuyumsal özelliklere sahiptir [Keeley, 1995; Tavşanoğlu ve Gürkan, 2004], ve bu sayede yangın sonrasında Akdeniz tipi ekosistemler kendilerini kısa sürede yenileyebilmektedir [Hanes, 1971; Arianoutsou-Faraggitaki, 1984; Thanos et al., 1989; Trabaud, 1994].

Her ne kadar yangın doğal bir etmen olarak ekosistemlerde var olsa da, insanın ateşi kullanmayı öğrenmesi ile birlikte insan kaynaklı yangınlar da ortaya çıkmaya başlamıştır. Avcı-toplayıcı dönemde insanlar yangını hayvan sürülerini bir yere sürükleyerek toplu bir şekilde avlamak amacıyla kullanmışlardır. Evcilleştirme ve tarım toplumuna geçiş dönemlerinden sonra, yangın insanların elinde daha tehlikeli bir alet haline gelmiştir. Bu dönemlerden sonra insanlar otlak ve tarım alanı açma amacıyla yangını kullanmışlardır [Atalay, 1992].

Yukarıda değinildiği şekilde doğrudan yangın sıklığını etkileyebilen insanlığı, aynı zamanda son birkaç on yıl içerisinde Akdeniz Havzası'nda sosyo-ekonomik değişikliklere bağlı olarak gerçekleşen arazi kullanımındaki değişiklikler neticesinde yangın sıklığının artmasına dolaylı olarak da neden olmuştur [Pausas, 1999a]. Son dönemde özellikle Batı Akdeniz'de gerçekleşen bu süreç, binlerce yıllık yangın rejiminde bir değişime yol açmaktadır [Pausas and Vallejo, 1999]. Ayrıca, son yıllarda Akdeniz Havzası'nda sıcaklıkların artması ve yağış miktarındaki azalma şeklinde kendini hissettirmeye başlayan iklimsel değişikliklerin gelecekteki olası etkileri arasında yangın sıklığının artması da vardır [Pausas and Vallejo, 1999]. Dolayısıyla gelecekteki yangın rejimindeki olası daha büyük değişiklikler, belli bir yangın rejimine uyum sağlamış vejetasyon tipleri ve bitki türleri için bir tehdit oluşturabilir.

Bu sebeplerden ötürü, Akdeniz ülkelerinde yangın sonrası orman gençleşmesi geçmişten beri önemle üzerinde durulan bir konu olmuştur. Ancak, ormancılık uygulamalarına yön gösterecek olan bilimsel çalışmaların Akdeniz Havzası'nda yer alan ülkelerde, kuzey Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri'ne göre daha geç ivme kazanması, bölgenin bu konuda çok geriye giden bir araştırma birikimine sahip olmasına yol açmıştır. Yine de, konunun öneminin de giderek daha fazla fark edilmesi ile ortaya çıktığını söyleyebileceğimiz, Akdeniz Havzası'ndaki yangın konusundaki bilimsel çalışmaların sayısında ve kapsamındaki artış eğilimi, özellikle son 30 yılda yangının birçok açıdan ele alınabilmesini sağlamıştır.

Bu makalede, Akdeniz Havzası'ndaki yapılmış olan, ormanların ve ormanda yer alan canlı gruplarının yangın sonrası gençleşme mekanizmalarını ortaya koyan fonksiyonel çalışmalara ve yangın sonrası kendiliğinden gençleşme süreçlerini açıklamak üzere oluşturulmuş olan güncel modellere değinilmiştir. Bu sayede, Akdeniz Havzası'ndaki yangın sonrası kendiliğinden gençleşme süreçleri hakkında genel bir çerçeve ortaya koyulmuştur.

AKDENİZ HAVZASI VE YANGIN

Dünya üzerinde 30. ve 40. kuzey ve güney enlemleri arasında yer alan Akdeniz ikliminin hâkim olduğu bölgelerin tipik ekosistemleri, Akdeniz tipi ekosistemler olarak tanımlanmıştır. Dünyada Akdeniz tipi ekosistemler, Kaliforniya ve Şili'nin Büyük Okyanusa bakan kıyılarında, Güney Afrika'nın Kap bölgesinde, Avustralya'nın batı ve güney kesimlerinde ve ülkemizin de içerisinde yer aldığı Akdeniz Havzası'nda yer alır [Türkan vd., 1985].

Akdeniz ikliminin vejetasyon açısından en önemli özelliği, daima mevcut olan bir kurak devrenin bulunması ve bu devrede yüksek sıcaklıkla birlikte görülen çok az miktardaki yaz yağışıdır [Akman, 1999]. Bu iklimdeki yaz kuraklığının süresi ve şiddeti ekolojik açıdan çok önemlidir ve bitkiler üzerinde son derece etkilidir [Akman, 1993]. Bu bölgeler, yazın kurak olmalarına karşın, kışın yağışlıdır. Bu yağış rejimi, rüzgâr kuşaklarının yıllık kayma hareketi sonucu bölgenin yazın subtropikal yüksek basınç alanlarının, kışın ise batı rüzgârları-siklonlar kuşağının etkisinde kalmasının sonucudur [Erinç, 1996; Erol, 1999]. Akdeniz yağış rejiminin bir özelliği de, aylık ve yıllık yağış miktarlarında bir yıldan diğerine düzensizlikler görülmesidir [Akman, 1999; Pausas, 1999].

Diğer Akdeniz tipi ekosistemlerde olduğu gibi potansiyel yakıt birikim hızının, bozunma hızından daha fazla olması [Kalabokidis, 1999], yangının Akdeniz Havzasında önemli bir etmen olarak karşımıza çıkmasını sağlamaktadır. Buna ek olarak, yaz kuraklığının [Christensen, 1994], insan yerleşiminin [Pausas and Vallejo, 1999] ve kurutucu rüzgârların [Neyişçi, 1988] etkileri de yangını bu bölgede bir müdahale etmeni haline getirmiştir.

Akdeniz Havzası'nda, 1.64 milyon yıl önce Akdeniz iklimi bu bölgede ortaya çıktığından beri, birçok insan türüne (sırasıyla *Homo erectus*, *Homo sapiens neanderthalis* ve *Homo sapiens sapiens*)

ev sahipliği yapmıştır. Daha önce avcı-toplayıcı bir yapı gösteren insan toplulukları, yaklaşık 12.000 yıl önce değişik alet teknolojilerinin gelişmeye başlamasıyla yerleşik bir tarım toplumuna geçmeye başlamışlardır [Bebby and Brennan, 1997]. Anadolu ve Ortadoğu'daki birçok toplumda ise 7.000 yıl önce tarım iyice ilerlemiş ve evcilleştirilen hayvan türlerinin sayısı da oldukça artmıştır [Kışlalıoğlu ve Berkes, 1994]. İnsanlar, o dönemlerden beri evcilleştirdikleri hayvanlara otlayacak alanlar ve yeni tarım alanları açmak amacıyla yangını kullanmışlardır [Atalay, 1992].

Günümüzde, Akdeniz Havzası'nda bulunan ekosistemler üzerine insan etkisi, eskisinden daha yoğun olarak devam etmektedir. İnsanoğlu artık, turizm alanı açma amaçlı ya da terör kaynaklı yangınlar da çıkarmaktadır. Ayrıca büyük ölçüde insanın endüstriyel faaliyetlerinin neden olduğu küresel iklim değişikliği de yangın sıklığını artıran etmenlerden biridir [Pausas and Vallejo, 1999]. Akdeniz Havzası'nda meydana gelen yangınların çok küçük bir yüzdesi doğal yangınlar olup çoğunluğu insanın kasıt ya da ihmalden kaynaklanmaktadır [Peşmen ve Oflas, 1971; Türkan vd., 1985; Whelan, 1995; Pausas and Vallejo, 1999].

AKDENİZ HAVZASI'NDA BİTKİLERİN YANGINA CEVABI

Akdeniz florasında farklı demografik özelliklere sahip olan ve yineleyen yangınlara farklı şekillerde cevap veren dört ana fonksiyonel grup belirlenmiştir [Pausas, 1999a]: Zorunlu olarak sürgünle gençleşenler, zorunlu olarak tohumla gençleşenler, tercihan (fakültatif olarak) sürgünle gençleşenler ve yangına hassas türler. Bu dört fonksiyonel grubun farklı müdahale tiplerine duyarlılıkları ve cevapları farklıdır.

Zorunlu olarak sürgünden gençleşme özelliğine sahip olan türler, yangından sonra bir kısım biyokütlesi (çoğunlukla yeraltı biyokütlesi) her zaman canlı kalan ve hızlı bir şekilde kendiliğinden gençleşen türlerdir. Bu bitkilerin tohumdan oluşan fideleri, yangın sonrasında alana başarılı bir şekilde alana yerleşemezler ve popülasyonlarının artması ve tohumdan oluşmuş fidelerinin alana yerleşmeleri ancak uzun bir süre boyunca yangın geçirmeyen yerlerde, uygun nem ve sıcaklık koşullarında gerçekleşir [Keeley, 1995; Valbuena and Tarrega, 1998]. Bu bitkilerin yangın sonrası erken dönemde alana yerleşememeleri, tohumlarının yüksek sıcaklığa dayanıklı olmaması nedeniyle toprakta ancak geçici bir tohum bankası oluşturabilmelerinden kaynaklanır [Keeley, 1995].

Zorunlu olarak tohumla gençleşen türler, tüm biyokütlesi bir yangın sırasında tamamen ortadan kalkan ve canlılığını yitiren, ancak tohumlarının sahip olduğu bazı uyumsal özellikler sayesinde yangından sonra çimlenme oranlarının artmasıyla, popülasyonları artma eğiliminde olan türlerdir. Ancak, sürgün verme yeteneği olmayan bu türlerin kendiliğinden gençleşmesi yangın yineleme aralığına ve bitkinin olgunluğa erişme yaşına bağlıdır. Zorunlu olarak tohumla gençleşen türlerin en önemli özelliği, toprakta ya da bitkinin tepe kısmında uzun yıllar dormant halde (uyku halinde) kalan tohumlara sahip olmalarıdır. Bu tohumların oluşturdukları dormant tohum yığınları, buldukları yere göre "toprak tohum bankası" ya da "tepe tohum bankası" olarak adlandırılır. Bu dormant tohumlar, çeşitli mekanizmalarla, ancak yangın gibi bir müdahale olduğunda çimlenme yeteneği kazanırlar [Thanos and Georghiou, 1988; Thanos and Doussi, 2000]. Akdeniz Havzası'nda zorunlu olarak tohumla gençleşen türlerin tohumları yangın sıcaklığına dayanıklıdır ve çoğunlukla bu sıcaklık yoluyla çimlenmeleri uyarılır [Trabaud and Oustric, 1989; Pugnaire and Lozano, 1997]. Yangınla uyarılan çimlenme özelliğine sahip bu türlerin popülasyonları, yangından hemen sonra bir zirve evresi gösterir; daha sonra ise zaman geçtikçe azalır [Tavşanoğlu and Gürkan, 2005]. Özetle yangın, bazı fiziksel ya da kimyasal mekanizmalarla çimlenmeyi uyarıcı bir etki yaparak, bu bitkilerin alana yerleşme sürecini uyararak ya da kolaylaştırmaktadır.

Yukarıda değinilen yangın sonrası iki gençleşme biçimi (tohum ve sürgün), iki ekstrem ucu temsil eder ve ikisinin arasında 'tercihan sürgünle gençleşenler' bulunur. Tercihan sürgünle gençleşen türler, yangını canlı olarak atlatıp yangından sonra belli bir oranda yeni sürgünler

verebilme, aynı zamanda da fidelerini yangın alanına tohumlarıyla yerleştirebilme yeteneğine sahip olan bitkilerdir. Aslında bu gençleşme biçimleri arasında bir gençleşme spektrumu vardır ve bir tür bu spektrumun herhangi bir noktasında olabilir.

Yangına karşı hassas türler ise, yangından sonra sürgün verme yeteneği olmayan ve tohumlarının alana yerleşimi yangınla uyarılmayan türlerdir. Bu grubu, çoğunlukla, yangın sonrası rekabetten yoksun alanlara dışarıdan giren fırsatçı türlerle yangın alanlarına dışarıdan gelen rekabet bakımından üstün türler oluşturmaktadır. Ancak, bu türlerin yangına karşı geliştirdikleri bir uyum olmadığından, eğer yeniden alan dışından bir tohum girişi olmazsa, bir sonraki yangından sonra yerel ölçekte yok olma riskleri vardır.

YANGIN SONRASI VEJETASYON DİNAMİĞİ MODELLERİ

Son yıllarda Akdeniz Havzası'nda yangın sonrası vejetasyon dinamiklerinin daha iyi anlaşılması ve yangın rejimindeki olası değişimlerin sonuçlarını daha iyi bir şekilde tahmin edebilmek amacıyla fonksiyonel gruplara ve türlerin yaşam öyküsü özelliklerine dayanan vejetasyon dinamiği modelleri oluşturulmuştur [Pausas, 1999b; Lloret et al., 2003; Pausas and Ramos, 2006]. Gerek ılıman ve boreal orman ekosistemlerine yaygın olarak uygulanabilen boşluk modellerinin [Pausas, 1999a] gerekse iklimi ve bazı yaşam öyküsü özelliklerini temel alan genel modellerin [Smith et al., 2001] Akdeniz koşullarında uygun olmaması nedeniyle, farklı büyüme şekillerinin ve bitkilerin yangına cevaplarını dikkate alan bu modeller, Akdeniz Havzası'ndaki vejetasyon dinamiklerini açıklamada daha kullanışlıdır. Bu modeller fonksiyonel gruplara ait yangına cevapları ve yaşam öyküsü özellikleri iyi bilinen birkaç türün özelliklerine dayanmaktadır.

Bu modeller yangın rejimindeki değişimlerin mevcut vejetasyon yapısını nasıl değiştirebileceğine ilişkin çıkarımlar ortaya koymasının yanı sıra [Lloret et al., 2003; Pausas and Lloret, 2007], farklı müdahale tiplerine bağlı olarak ortaya çıkabilecek bitki işgal davranışını [Pausas et al., 2006] ve peyzaj özelliklerinin yangına bağlı vejetasyon dinamiklerine etkisini [Pausas, 2003; Pausas, 2006] de inceleme olanağı sunmaktadır.

Ancak, yangına bağlı fonksiyonel gruplar içerisinde dahi farklı türlerin yangın sonrası vejetasyon dinamiği bakımından farklılık göstermesi olasıdır. Örneğin, zorunlu tohum stratejisine sahip türler arasında, türlerin populasyon dinamiklerini etkileyebilecek tohum kalıcılığı özelliği bakımından oldukça zengin bir varyasyon vardır [Clemente et al., 2007]. Ayrıca, türler ve populasyonların uyumsal özellikleri ile ekosistemdeki gençleşme süreçleri yerel olarak değişkenlik gösterebileceğinden bu modellerin Akdeniz Havzası'nın tümü için geçerli olup olmadığı konusu tartışmalıdır [Buhk et al., 2005; Buhk and Hensen, 2006]. Ayrıca, türlerin gençleşme mekanizması özelliklerinin az biliniyor olması ve türlerin örtüş değişimi üzerine büyük bilimsel boşlukların olması da [Buhk et al., 2007] bu modellerin genele uygulanabilirliğinin sorgulanmasına neden olmaktadır. Ancak, Akdeniz bitkilerinin gençleşme biçimlerinin belirlenmesi konusuna yoğunlaşmakta olan bilimsel çalışmalar, bu konuda umut vermektedir (Paula et al., 2009).

Bu modeller, koruma biyolojisi ve alan yönetimi çalışmalarına yön verme potansiyeline sahip olmalarından dolayı, vejetasyon dinamiklerini ne kadar doğru tahmin ederlerse o kadar başarılı bir koruma ya da yönetim gerçekleştirilecektir. Bu modellere fonksiyonel grupları temsil eden sadece birkaç türün yanında aynı grup içerisinde yer alan daha çok sayıda türün dâhil edilmesi, bu türlerin yaşam öyküsü özelliklerinin ve yangın sonrası örtüş değişim dinamiklerinin biliniyor olması ve modellerin farklı coğrafyalarda sınanması, Akdeniz Havzası'ndaki vejetasyon dinamiklerini anlamada daha çok yol kat edilmesini sağlayabilecektir.

ORMANLARDA YANGIN SONRASI DOĞAL GENÇLEŞME ARAŞTIRMALARI

Akdeniz Havzası'nda sıklıkla yangına maruz kalan kıyısal ve düşük rakımlı alanlarda yayılış gösteren *Pinus brutia* (kızılçam) ve *P. halepensis* (Halep çamı) gibi çam ormanları, bu özelliklerinden dolayı yangın sonrası doğal gençleşme çalışmalarına giderek artan bir oranda konu olmuşlardır [Thanos and Doussi, 2000; Trabaud, 2000; Boydak vd., 2004; Kazanis and Arianoutsou, 2004].

Maki ve frigana/garig vejetasyonunu oluşturan türlerin bu ormanlarda çam ağaçları ile sıklıkla birlikte bulunması, hızlı kendiliğinden gençleşme yetenekleri sayesinde bu türlerin de yangından sonra ortamda yoğun olarak var olmasını sağlamaktadır. Bu durumun, çam gençliğinin yangın sonrası alana tekrar yerleşerek büyümesini engelleyebilecek bir rekabet ve engelleme etkisi yarattığı düşünülebilir. Ancak, Akdeniz Havzası'nda yangın sonrası kendiliğinden gençleşme konusunda yapılan çalışmalar, çoğu durumda maki ve frigana/garig türleri ile birlikte *Pinus* (çam) rekabetinin söz konusu olduğunu [Vilà and Sardans, 1999], ancak ekosistemin kendi dinamikleri içerisinde gençleşmenin gerçekleşebildiğini göstermiştir [Thanos et al., 1989; Spanos et al., 2000].

Bu kendiliğinden gençleşme süreci, tropik ve boreal ekosistemlerde gerçekleşen yangınlardan sonra görülen sekonder süksesyona (ikincil sıralı değişim) benzememekte ve uzun bir geçmişten beri ayrı bir isimle "otosüksesyon" olarak adlandırılmaktadır (Hanes, 1971). Sekonder süksesyonlarda alanın kendiliğinden gençleşmesi, alanın dışarisından gelecek tohumlara bağlı iken; otosüksesyonda kendiliğinden gençleşme, bitkilerin alanda mevcut olan yangına uyum sağlamış tohumlarına ve yangını canlı atlatan toprak altı organlarına bağımlıdır. Otosüksesyon sürecinde yangın öncesi bitki topluluklarında bulunan çoğu tür, yangın sonrası ilk yıllarda ortaya çıkmakta ve ekosistem başlangıçtaki vejetasyon yapısına ve tür bileşimine kısa sürede geri dönmektedir (Vallejo, 1999).

Akdeniz Havzası'nda yürütülen yangın sonrası doğal gençleşme çalışmalarının çoğu otosüksesyon sürecinin geçerli olduğunu göstermiştir [Arianoutsou-Faraggitaki, 1984; Moravec, 1990; Schiller et al., 1997; Trabaud, 2000; Pérula et al., 2003; Buhk et al., 2005; Türkmen and Düzenli, 2005; Tavşanoğlu, 2008; Tavşanoğlu and Gürkan, 2008]. Bu nedenle, otosüksesyonun gerçekleşmediğine dair bazı durum tespitleri var olsa da [De Luis et al., 2006], bu modelin Akdeniz Havzası'ndaki yangın sonrası süreçleri açıklamada şimdilik en uygun süksesyon modeli olduğu açıktır.

Benzer bir kendiliğinden hızlı gençleşme süreci, Akdeniz Havzası'nda yangın sonrası toprak özelliklerinin değişimi incelendiğinde de karşımıza çıkmaktadır. Yangın sonrası ilk yıllarda, topraküstü bitki biyokütlesi kül haline dönüşerek toprağın yapısına katıldığından, toprağın kimyasal özelliklerinde bir değişim gerçekleşmesi beklenen bir durumdur. Topraktaki organik madde yüzdesinin, çözünebilir katyon miktarının ve kondüktivitenin erken yangın sonrası dönemde, yanmamış ya da daha yaşlı alanlara göre daha yüksek değerler aldıkları bilinmektedir [Trabaud, 1983; Eron ve Gürbüzler, 1988]. Ayrıca daha önce yapılan birçok çalışma bu yüksek değerlerin Akdeniz Havzası'ndaki ekosistemlerde çok kısa süre içerisinde eski değerlerine döndüğünü göstermiştir [Trabaud, 1983; Eron ve Gürbüzler, 1988; Neyişçi, 1989; Tavşanoğlu and Gürkan, 2002]. Çözünebilir katyonların üst toprak tabakalarından yıkanması ve yangın sonrası artan mikroorganizma faaliyetinin organik madde bozunumunu artırması, bu kendiliğinden hızlı gençleşmenin ana sebepleri olarak gösterilmiştir [Çepel, 1975; Ne'eman et al., 1993].

Nispeten düşük rakımda yer alan Akdeniz ortamlarındaki (ör: *Pinus brutia* ve *P. halepensis* ormanları) bitki türlerinin yangına karşı geliştirmiş olduğu birçok adaptasyondan dolayı, bu bitki topluluklarının yangın sonrası kendiliğinden gençleşmesi, sıklıkla hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir [Arianoutsou-Faraggitaki, 1984; Spanos et al., 2000]. Bununla birlikte, Akdeniz dağ ekosistemlerinde yangının rolü temelde farklılıklar gösterir. Bu ekosistemlerde hâkim olarak

yer alan *Pinus nigra* (karaçam) ve *Cedrus libani* (Toros sediri) gibi ağaç türleri, daha alçak rakımlarda yayılış gösteren çam türlerinin sahip olduğu, bireyler üzerindeki kozalakların uzun yıllar kapalı olarak saklanması ve yangın sonrası bunların açılmasının uyarılması [Eler, 1992; Daskalou and Thanos, 1996] gibi bir adaptasyona sahip değillerdir. Bunun sonucunda, bu dağ türlerinin yangın sonrasındaki kendiliğinden gençleşmesi, tamamen yanmış sahanın dışarısında yer alan ağaçlardan gelecek tohumlara bağlıdır [Retana et al., 2002]. Bu bağımlılıktan dolayı, yüksek rakım Akdeniz ormanlarında yangın sonrası kendiliğinden gençleşme, alçak rakımlı Akdeniz ormanlarına göre daha uzun bir sürede gerçekleşmektedir.

P. nigra ormanlarının düşük şiddetteki yangınlara iyi bir şekilde uyum sağladığı [Castellnou et al., 2002] fakat sık sık tepe yangınlarının gerçekleştiği çevre koşulları altında evrimleşmediği bilinmektedir [Tapias et al., 2004]. Bundan dolayı tepe yangınlarından sonra *P. nigra* yanık sahaya iyi bir şekilde yerleşmemektedir [Trabaud and Campant, 1991; Ocak et al., 2007]. Dahası, daha önce *P. nigra*'nın hâkim olduğu bir alanda, yangından sonra bu türün tamamen ortadan kaybolduğu da bildirilmiştir [Retana et al., 2002]. Ayrıca *P. nigra*'nın kendiliğinden gençleşmesinin, özellikle yangın sonrası yoğun keçi otlatmasına maruz kalmış alanlarda başarısız olduğu bildirilmiştir [Tavşanoğlu, 2008]. Yapılan denetimli yakma destekli araştırmalarda, yangının *C. libani* doğal gençleşmesinde etkin bir silvikültürel araç olarak kullanılabilceğini ve tohumlama yoluyla yangın sonrasında çok yüksek fide sayılarına erişilebildiği ortaya çıkmıştır [Boydak et al., 1998; Boydak, 2003]. Ancak, yangından sonra tohumlama vb. herhangi bir silvikültürel çalışmanın gerçekleştirilmediği, özellikle otlatma yapılan alanlarda, *C. libani* fidelerinin de alana yerleşiminde sıkıntılar ortaya çıkabileceği belirlenmiştir [Tavşanoğlu, 2008].

SONUÇ

Akdeniz Havzası'nda yer alan bitki türlerinin yangına karşı geliştirmiş oldukları uyumsal özellikler, yangının bu bölgede yer alan çoğu ekosistem için ekolojik bir bileşen olduğunu göstermektedir. Bu uyumsal özelliklerin bir sonucu olarak, gerçekleşen yangın sonrası kendiliğinden hızlı gençleşme süreci (ya da otosüksesyon), Akdeniz Havzası'nda sıkça yangına maruz kalan ekosistemlerin önemli bir özelliğidir.

Bugün ve yakın gelecekte Akdeniz ormanlarının yangın sonrası kendiliğinden gençleşmesi önündeki en büyük sorun, yangın sıklığının giderek artmasına bağlı olarak binlerce yıllık yangın rejimlerinde gerçekleşmekte olan değişimlerdir. Yangın sıklığını artıran en önemli etmenler olarak Akdeniz Havzası'nda arazi kullanımındaki değişiklikler ve küresel iklim değişiklikleri ön plana çıkmaktadır. Akdeniz Havzası'na özgü koşullar ve ekolojik etmenler için geliştirilmiş olan vejetasyon dinamiği modelleri, bu değişikliklerin ekosistemler üzerindeki olası etkilerini değerlendirmede ve yangın sonrası kendiliğinden gençleşme süreçlerini anlamada umut verici araçlar olarak görünmektedir.

KAYNAKLAR

- Akman, Y. 1993. *Biyocoğrafya*. Palme Yayınları, Ankara.
- Akman, Y. 1999. *İklim ve Biyoiklim: Biyoiklim metodları ve Türkiye iklimleri*. Kariyer Matbaacılık, Ankara.
- Arianoutsou-Faraggitaki, M. 1984. "Post-fire successional recovery of a phrygantic (East Mediterranean) ecosystem". *Acta Oecologica/Oecol. Plantarum*. 5(4): 387-394.
- Atalay, İ., 1992. *The paleogeography of the Near East (from late Pleistocene to early Holocene) and human impact*. Ege University Press, Bornova, İzmir.
- Beeby, A., Brennan, A.-M. 1997. *First Ecology*. Chapman & Hall, London, UK.
- Boydak, M. 2003. "Regeneration of Lebanon cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) on karstic lands in Turkey". *Forest Ecology and Management* 178: 231-243.

- Boydak, M., Işık, F., Doğan, B. 1998. "The effect of prescribed fire on the natural regeneration success of Lebanon cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) at Antalya-Kaş locality". Turkish Journal of Agriculture and Forestry 22: 399-404.
- Boydak, M., Dirik, H., Çalikoğlu, M. 2006. Kızılcıamın (*Pinus brutia* Ten.) biyolojisi ve silvikültürü. OGEM-VAK, Ankara, 364 sf.
- Buhk, C., Hensen, I. 2006. "Fire seeders' during early post-fire succession and their quantitative importance in south-eastern Spain". Journal of Arid Environments 66: 193-209.
- Buhk, C., Meyn, A., Jentsch, A. 2007. "The challenge of plant regeneration after fire in the Mediterranean Basin: scientific gaps in our knowledge on plant strategies and evolution of traits". Plant Ecology 192: 1-19.
- Buhk, C., Sánchez-Gómez, P., Hensen, I. 2005. "Plant regeneration mechanisms during early post-fire succession in south-eastern Spain". Feddes Repertorium 116: 392-404.
- Castellnou, M., Martinez, E., Pellisa, O., Reverte, J. 2002. "Landscape fire ecology of *Pinus nigra*". In: Forest Fire Research & Wildland Fire Safety (Proceedings of the IV International Conference on Forest Fire Research, 2002 Wildland Fire Safety Summit, Luso, Coimbra, Portugal, 18-23 November 2002), Viegas, D.X. (Ed.). Millpress, Rotterdam, Netherlands.
- Christensen, N.L. 1994. "The effects of fire on physical and chemical properties of soils in mediterranean-climate shrublands". In: Moreno, J.M., Oechel, W.C. (eds) The Role of Fire in Mediterranean-Type Ecosystems. Springer-Verlag, New York. pp. 79-95.
- Clemente, A.S., Rego, F.C., Correia, O.A. 2007. "Seed bank dynamics of two obligate seeders, *Cistus monspeliensis* and *Rosamarinus officinalis*, in relation to time since fire". Plant Ecology 190: 175-188.
- Çepel, N. 1975. "Orman yangınlarının mikroklima ve toprak özellikleri üzerine yaptığı etkiler". İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: B, 15: 71-93.
- Daskalakou, E.N., Thanos, C.A. 1996. "Aleppo pine (*Pinus halepensis*) postfire regeneration: the role of canopy and soil seed banks". International Journal of Wildland Fire 6: 59-66.
- De Luis, M., Raventós, J., González-Hidalgo, J.C. 2006. "Post-fire vegetation succession in Mediterranean gorse shrublands". Acta Oecologica 30: 54-61.
- Eler, Ü. 1992. "Kızılcıamda (*Pinus brutia* Ten.) olgunlaşan kozalaklarda dökülmeyip sonraki yıllara kalan tohum durumu". Ormançılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Rapor 38 (55): 147-168.
- Erinç, S. 1996. Klimatoloji ve Metodları. Alfa Basım Yayım Dağıtım, İstanbul.
- Erol, O. 1999. Genel Klimatoloji. Çantay Kitabevi, İstanbul.
- Eron, Z., Gürbüzler, E. 1988. "Marmaris 1979 yılı orman yangını ile toprak özelliklerinin değişimi ve Kızılcıam gençliğinin gelişimi arasındaki ilişkiler". Ormançılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 195, Ankara.
- Hanes, T.L. 1971. "Succession after fire in the chaparral of southern California". Ecological Monographs 41: 27-52.
- Kalabokidis, K.D. 1999. "Wildland fire management: art or science?" In: Eftichidis, G., Balabanis, P., Ghazi, A. (eds) Wildfire Management (Proceedings of the Advanced Study Course held in Marathon, Greece, 6-14 October 1997). Algosystems SA & European Commission DGXII, Athens, Greece, pp. 3-8.
- Kazanis, D., Arianoutsou, M. 2004. "Long-term post-fire vegetation dynamics in *Pinus halepensis* forests of Central Greece: a functional group approach". Plant Ecology 171: 101-121.
- Kışlalıoğlu, M., Berkes, F. 1994. Ekoloji ve Çevre Bilimleri. Remzi Kitabevi, İstanbul.
- Keeley, J.E. 1995. "Seed-germination patterns in fire-prone Mediterranean-climate regions". In: Arroyo, M.T.K., Zedler, P.H., Fox, M.D. (eds) Ecology and Biogeography of Mediterranean Ecosystems in Chile, California and Australia. Springer-Verlag, New York.
- Lloret, F., Pausas, J.G., Vilà, M. 2003. "Response of Mediterranean plant species to different fire regimes in Garraf Natural Park (Catalonia, Spain): field observations and modelling predictions". Plant Ecology 167: 223-235.
- Moravec, J. 1990. "Regeneration of N.W. African *Pinus halepensis* forests following fire". Vegetatio 87: 29-36.
- Ne'eman, G., Meir, I., Ne'eman, R. 1993. "The effect of ash on the germination and early growth of shoots and roots of *Pinus*, *Cistus* and annuals". Seed Science and Technology 21: 339-349.
- Neyişçi, T. 1988. "Orman yangınlarına ekolojik yaklaşım". Orman Mühendisliği Dergisi, 1: 26-29.
- Neyişçi, T. 1989. "Kızılcıam orman ekosistemlerinde denetimli yakmanın toprak kimyasal özellikleri ve fidan gelişimi üzerine etkileri". Ormançılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 205, Ankara, 56 sf.
- Ocak, A., Kurt, L., Oz, M., Tug, N. 2007. "Floristical and ecological studies on burned blackpine (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb) Holmboe) forest area at central Anatolia". Asian Journal of Plant Sciences 6: 892-905.
- Paula S., Arianoutsou M., Kazanis D., Tavsanoğlu Ç., Lloret F., Buhk C., Ojeda F., Luna B., Moreno J.M., Rodrigo A., Espelta J.M., Palacio S., Fernández-Santos B., Fernandes P.M., Pausas J.G. 2009. "Fire-related traits for plant species of the Mediterranean Basin". Ecology (basımda).
- Pausas, J.G. 1999a. "Mediterranean vegetation dynamics: modelling problems and functional types". Plant Ecology 140: 27-39.
- Pausas, J.G. 1999b. "The response of plant functional types to changes in the fire regime in Mediterranean ecosystems. A simulation approach". Journal of vegetation Science 10: 717-722.
- Pausas, J.G. 2003. "The effect of landscape pattern on Mediterranean vegetation dynamics: A modeling approach using functional types". Journal of Vegetation Science 14: 365-374.
- Pausas J.G. 2006. "Simulating Mediterranean landscape pattern and vegetation dynamics under different fire regimes". Plant Ecology 187:249 - 259.

- Pausas J.G., Lloret, F. 2007. "Spatial and temporal patterns of plant functional types under simulated fire regimes". *International Journal of Wildland Fire* 16: 484-492.
- Pausas, J.G., Ramos, J.I. 2006. "Landscape analysis and simulation shell (LASS)". *Environmental Modelling and Software* 21: 629-639.
- Pausas, J.G., Vallejo, R. 1999. "The role of fire in European Mediterranean ecosystems". In: Chuvieco, E. (ed.) Remote sensing of large wildfires in the European Mediterranean Basin, Springer, Berlin, pp. 3-16.
- Pausas, J.G., Lloret, F., Vilà, M. 2006. "Simulating the effects of different disturbance regimes on *Cortaderia selleana* invasion". *Biological Conservation* 128: 128-135.
- Pérula, V.G., Cerrillo, R.M.N., Rebollo, P.F., Murillo, G.V. 2003. "Postfire regeneration in *Pinus pinea* L. and *Pinus pinaster* Aiton in Andalucía (Spain)". *Environmental Management* 31: 86-99.
- Peşmen, H., Oflas, S. 1971. "Ege bölgesi orman yangın alanlarında beliren ilk vejetasyon üzerinde fenolojik araştırmalar". E.Ü. Fen Fak. İlmi Raporlar, no: 112, 29 sf.
- Pugnaire, F.I., Lozano, J. 1997. "Effects of soil disturbance, fire and litter accumulation on the establishment of *Cistus clusii* seedlings". *Plant Ecology* 131: 207-213.
- Retana, J., Espelta, J.M., Habrouk, A., Ordoñez, J.L., de Solà-Morales, F. 2002. "Regeneration patterns of three Mediterranean pines and forest changes after a large wildfire in northeastern Spain". *Ecoscience* 9(1): 89-97.
- Schiller, G., Ne'eman, G., Korol, L. 1997. Post-fire vegetation dynamics in a native *Pinus halepensis* Mill. forest on Mt. Carmel, Israel. *Israel Journal of Plant Sciences* 45:297-308.
- Smith, B., Prentice, C., Sykes, M.T. 2001. "Representation of vegetation dynamics in the modelling of terrestrial ecosystems: comparing two contrasting approaches within European climate space". *Global Ecology and Biogeography* 10: 621-637.
- Spanos, I.A., Daskalidou, E.N., Thanos, C.A. 2000. "Postfire, natural regeneration of *Pinus brutia* forests in Thasos Island, Greece". *Acta Oecologica* 21: 13-20.
- Tapias, R., Climent, J., Gil, L., Pardos, J.A. 2004. "Life histories of Mediterranean pines". *Plant Ecology* 171: 53-68.
- Tavşanoğlu, Ç. 2007. "Ekolojik bir etmen olarak yangın: Marmaris örneği". In: VII. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi Özet Kitabı, 10-13 Eylül, Malatya.
- Tavşanoğlu, Ç. 2008. "The effect of aspect on post-fire recovery of a mixed Lebanon Cedar-Anatolian Black Pine forest: after the first 5 years". *Asian Journal of Plant Sciences* (basımda)
- Tavşanoğlu, Ç. 2008. Marmaris çevresi *Pinus brutia* (Kızılçam) ormanlarında yangın sonrası vejetasyon dinamikleri. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 106 sf., Ankara.
- Tavşanoğlu, Ç., Gürkan, B. 2002. "Postfire changes in soil properties of *Pinus brutia* Ten. forests in Marmaris National Park, Turkey". *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry* 31: 95-105.
- Tavşanoğlu, Ç., Gürkan, B. 2004. "Akdeniz Havzasında bitkilerin kuraklık ve yangına uyumları". *Ot Sistematik Botanik Dergisi* 11: 119-132.
- Tavşanoğlu, Ç., Gürkan, B. 2005. "Post-fire dynamics of *Cistus* spp. in a *Pinus brutia* forest". *Turkish Journal of Botany* 29: 337-343.
- Tavşanoğlu, Ç., Gürkan, B. 2008. "Post-fire regeneration of a *Pinus brutia* (Pinaceae) forest in Marmaris National Park, Turkey". *International Journal of Botany* (basımda)
- Thanos, C.A., Georghiou, K. 1988. "Ecophysiology of fire-stimulated seed germination in *Cistus incanus* ssp. *creticus* (L.) Heywood and *C. salvifolius* L." *Plant, Cell and Environment* 11: 841-849.
- Thanos, C.A., Doussi, M.A. 2000. "Post-fire regeneration of *Pinus brutia* forests". In: Ne'eman, G., Trabaud, L. (eds) Ecology, Biogeography and Management of *Pinus halepensis* and *P. brutia* Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin, pp. 291-301. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- Thanos, C.A., Marcou, S., Christodoulakis, D., Yannitsaros, A. 1989. "Early post-fire regeneration in *Pinus brutia* forest ecosystems of Samos Island (Greece)". *Acta Oecologica/Oecol. Plantarum* 10(1): 79-94.
- Trabaud, L. 1983. "The effects of different fire regimes on soil nutrient levels in *Quercus coccifera* garrigue". In: Kruger, F.J., Mitchell, D.T., Jarvis, J.U.M. (eds) Mediterranean-type ecosystems: role of nutrients. pp., 233-243, Springer, New York, USA.
- Trabaud, L. 1994. "Postfire plant community dynamics in the Mediterranean Basin". In: Moreno, J.M., Oechel, W.C. (eds.) The Role of Fire in Mediterranean-Type Ecosystems. Springer-Verlag, New York, pp. 1-15.
- Trabaud, L. 2000. "Post-fire regeneration of *Pinus halepensis* forests in the West Mediterranean". In: Ne'eman, G., Trabaud, L. (eds.) Ecology, Biogeography and Management of *Pinus halepensis* and *Pinus brutia* Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin. pp. 257-268, Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- Trabaud, L., Campant, C. 1991. "Problem of naturally colonizing the Salzmänn Pine *Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii* (Dunal) Franco after a fire". *Biological Conservation* 58(3): 329-343.
- Trabaud, L., Oustric, J. 1989. "Heat requirements for seed germination of three *Cistus* species in the garrigue of southern France". *Flora* 183: 321-325.
- Türkan, İ., Tokur, S., Öztürk, M. 1995. "Akdeniz ekosistemleri", *Doğa Bilim Dergisi*, A2, 9: 3.
- Türkmen, N., Düzenli, A. 2005. "Changes in floristic composition of *Quercus coccifera* macchia after fire in the Çukurova region (Turkey)". *Ann. Bot. Fennici* 42: 453-460.
- Valbuena, L., Tarrega, R. 1998. "The influence of heat and mechanical scarification on the germination capacity of *Quercus pyrenaica* seeds". *New Forests* 16: 177-183.

- Vallejo, V.R. 1999. "Post-fire restoration in Mediterranean ecosystems". In: Eftichidis, G., Balabanis, P., Ghazi, A. (eds) Wildfire Management (Proceedings of the Advanced Study Course held in Marathon, Greece, 6-14 October 1997). Algosystems SA & European Commission DGXII, Athens, pp. 199-208.
- Vilá, M., Sardans, J. 1999. "Plant competition in Mediterranean-type vegetation". *Journal of Vegetation Science* 10: 281-294.
- Whelan, R.J.. 1995. The Ecology of Fire. Cambridge University Press, UK.
- Wright, H.A., Bailey, A.W. 1982. Fire Ecology: United States and Southern Canada. Wiley-Interscience, New York, USA.