

PAPER DETAILS

TITLE: AKDENİZ TIPI EKOSİSTEMLERDE YANGIN SONRASI VEJETASYON DİNAMİĞİ

AUTHORS: Ali KAVGACI,Çağatay TAVSANOGU

PAGES: 149-166

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/195760>

AKDENİZ TİPİ EKOSİSTEMLERDE YANGIN SONRASI VEJETASYON DİNAMİĞİ

Ali KAVGACI^{1*} Çağatay TAVŞANOĞLU²

¹ Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, PK 264, 07002, ANTALYA

² Hacettepe Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, Ekoloji Anabilim Dalı, Beytepe, 06800, ANKARA

*alikhavgaci1977@yahoo.com

ÖZET

Günümüzde gerçekleşen orman yangınlarının büyük bir bölümünün insan kaynaklı nedenlere dayanıyor olmasına karşın, Akdeniz tipi ekosistemler için yangınlar, tarihsel gelişim ve ekolojik bakış açısı ile ele alındığında, ekosistem döngüsünün doğal bir bileşenidir. Yüzbinlerce yıllık gelişim süreci içinde bu ekosistemler, yangınlara karşı uyum yetenekleri geliştirmişler ve varlıklarına devam etmişlerdir. Yangın sonrası vejetasyon dinamiğiyle ilgili olarak çok sayıda model ve hipotez üretilmiştir. Genel olarak kabul edilen modele göre; Akdeniz tipi ekosistemler, yangın sonrası otosüksesyon (doğrudan yapılanma) süreciyle hızlı bir şekilde yeniden yapılanmakta ve bu doğrultuda zaman içinde yeniden şekillenebilmektedir. Bu bağlamda gerçekleştirilmiş olan bu derleme çalışmada, dünyada beş farklı bölgede yayılış gösteren Akdeniz tipi ekosistemlerde yangın sonrası vejetasyonun gelişim süreci, Akdeniz havzası özelinde ele alınmış ve sahip olduğu özellikler itibarıyla değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Otosüksesyon, Ekosistem, Yangın, Akdeniz, Vejetasyon

POST-FIRE VEGETATION DYNAMICS IN MEDITERRANEAN TYPE ECOSYSTEMS

ABSTRACT

From ecological point of view and in the context of historical development process, fires are natural components of Mediterranean type ecosystems, although most of the fires are related to the anthropogenic reasons today. These ecosystems have developed adaptive traits to the fires and have persisted during the development process lasting for hundreds of thousands of years. Several models and hypotheses were developed about the post-fire vegetation dynamics. According to the widely accepted model, Mediterranean type ecosystems is recovered rapidly after fire with the autosuccesion process and are able to be re-formed at the temporal scale. In this sense, post-fire vegetation dynamics of ecosystems in the Mediterranean Basin, one of the regions covered by Mediterranean type ecosystems is the main subject of this review work and their specific characteristics related to fires were assessed.

Keywords: Autosuccesion, Ecosystem, Fire, Mediterranean, Vegetation

1. GİRİŞ

Dünya üzerinde Akdeniz iklim tipinin egemen olduğu bölgelerdeki ekosistemler “Akdeniz tipi ekosistemler” olarak adlandırılmaktadır (Di Castri ve Mooney, 1973; Moreno ve Oechel, 1994). Yaklaşık olarak 30°-40° kuzey ve güney enlemleri arasında yer alan bu bölgeler, ülkemizin de sınırları içinde bulunduğu Akdeniz havzası, Amerika Birleşik Devletleri’nin Kaliforniya eyaleti, Avustralya kıtasının güney ve güneybatı kesimlerinin bir bölümü, Şili’nin orta kesimleri ve Güney Afrika’nın Kap bölgesidir. Yangın Akdeniz tipi ekosistemlerinin şekillenmesi ve floristik yapılarının oluşumunda rol oynayan, tarihsel değere sahip, ekolojik bir faktördür (Di Castri, 1973; Trabaud, 1994). Yangınla birlikte otlatma, iklim ve özellikle iklimin kuraklık etkisi bu ekosistemlerin vejetasyon yapısı ve floristik kompozisyonu üzerinde belirleyici olmuştur. Bu üç faktöre (yangın, otlatma ve iklim) toprağın kendine has koşullarının da eklenmesiyle birlikte, özellikle Akdeniz havzasının değişik bölgelerinde birbirinden farklı bitki toplulukları meydana gelmiştir (Trabaud, 1994). Belirtilen tüm bu ekolojik faktörlere ek olarak, antropojen bir faktör olarak insanın devreye girmesi, bu bölgelerdeki peyzajın ve ekosistemlerin şekillenmesinde önemli olmuştur (Blondel ve Aronson, 1995; Pausas ve Vallejo, 1999; Baeza vd. 2007; Beatriz ve Vallejo, 2008; Pausas vd. 2008). İnsan, tarım alanı açmak ve otlatma için uygun ortam hazırlamak amacıyla yangını bir araç olarak kullanmış ve yangın sıklıklarının artmasına neden olmuştur.

Yangınlara ilişkin ilk kanıtlar karasal bitkilerin yaygınlaşmaya başladığı Silüryen dönemine (440 milyon yıl önce) aittir (Pausas ve Keeley, 2009). Bu dönemlerde insan, antropojen bir faktör olarak ekosistem içinde henüz yer almadığından, orman yangınları doğal ekolojik bir faktör olarak kabul edilir. Yangınlar, bugün dünya üzerindeki birçok ekosistemde halen etkili bir müdahale faktörüdür ve küresel olarak vejetasyon yapılarının şekillenmesinde çok önemli bir yere sahiptir (Bond ve Keeley, 2005).

Akdeniz havzasında yangının insan tarafından kullanımı 790.000 yıl öncesine kadar gitmektedir (Goren-Inbar vd., 2004). Bununla birlikte, daha sonraki dönemlerde açmacılık, otlatma, tarım, turizm vb. şekillerde ortaya çıkan antropojenik etkiler; yangın, iklim ve Akdeniz tipi ekosistemler arasında var olan ilişkilerin boyutlarının değişmesine neden olmuştur. Özellikle geçtiğimiz yüzyılda görülen arazi kullanımdaki değişimler, yerel yangın rejimlerini değiştirmiş, bu ise vejetasyon yapısı ve doğal süksesyonel süreçlerdeki farklılaşmaları beraberinde getirmiştir.

Yangınların ekolojik bir faktör olarak meydana getirdiği etki, ekosistemlerin yangın sonrası iyileşmesi şeklinde devam eden bir yeniden yapılanma sürecine neden olabileceği gibi (Doussi ve Thanos, 1994), ekosistemin çoğunlukla insandan kaynaklanan nedenlerle bozulması (degradasyonu) ve varolan floristik bileşim ve yapısal özelliklerden uzaklaşmasıyla da sonuçlanabilmektedir (Moreira ve Vallejo, 2009).

Akdeniz tipi ekosistemlerde yer alan bitki türleri, sahip oldukları uyum yeteneklerinden dolayı yangından sonra alana yeniden gelebilmektedir. Ekosistemlerin bu özelliğinin, özellikle insanın doğa üzerinde baskısının olmadığı veya az olduğu dönemlerde çoğunlukla rastlanan bir durum olduğu kabul edilebilir.

Ancak ilk yangının peşisıra ikinci bir yangının olması ya da otlatma gibi ikinci bir olumsuz etkenin meydana gelmesi, ekosistemlerin yeniden yapılanmasını engelleyerek bozulmalar meydana getirmektedir. Bu bilgiler ışığında hazırlanan makalede, yangının ekolojik bir faktör olarak Akdeniz tipi ekosistemler üzerindeki etkisi; ekosistemin yeniden yapılanması ve bozulması ile bitkilerin yangına karşı uyum yeteneği kapsamında irdelenmeye çalışılmıştır.

2. YANGIN SONRASI YENİDEN YAPILANMA

Yangın geçirmiş bir sahayla ilgili olarak gözlem yapıldığında, alanın hızlı bir şekilde bitkiler tarafından yeniden kaplandığı ve zaman içinde de oluşan bu bitki örtüsünün gerek floristik gerekse yapısal (tabakalaşma ve kapalılık) özellikler açısından değişiklikler gösterdiği anlaşılmaktadır. Ancak yangın sonrası gerçekleşen bu oluşum ve değişimin kapsamını ve hangi dinamikler çerçevesinde gerçekleştiğini belirlemek için kapsamlı araştırmalara gerek vardır.

Akdeniz havzası ormanları ve çalılıklarının yangınlarla ilişkisine ait çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiş ve bu çalışmalarla yangın sonrası ekosistemlerin yeniden yapılanma süreçleri ayrıntılarıyla ortaya konulmaya çalışılmıştır. Özellikle Akdeniz havzasının Avrupa'da kalan kesimini oluşturan Yunanistan, İtalya, Fransa, İspanya ve Portekiz'de bu konuda yapılmış çok sayıda çalışma mevcuttur (Thanos vd. 1996; Daskalakou ve Thanos, 1996; 2004; Thanos, 1999; Caturla vd. 2000; Gracia vd., 2002; Goubitz vd., 2003; Eugenio vd., 2006; Xavier vd., 2007; Calvo vd., 2008).

Avrupa'da yapılan bu çalışmaların çoğu Halep çamı (*Pinus halepensis*) ormanlarında gerçekleştirilmiştir. Halep çamı ile biyolojik ve ekolojik olarak yakın bir tür olan kızılçam (*Pinus brutia*) ise Türkiye'de yangından en fazla etkilenen orman ekosistemini meydana getirmektedir. Kızılçamın yangından sonraki doğal gençleşmesiyle ilgili olarak ülkemizde bazı çalışmalar yapılmış olsa da (Boydak vd., 2006), bu çalışmalar yangın sonrası erken dönemle sınırlı kalmış, ya da yalnızca çeşitli yönetim uygulamalarına yönelik olarak yapılmıştır (Özdemir, 1977; Eron ve Gürbüz, 1988; Eron ve Sarıgül, 1992). Ancak Yunanistan'da bu doğrultuda gerçekleştirilmiş uzun dönemli bazı çalışmalar bulunmaktadır (Spanos vd., 2000; Thanos ve Doussi, 2000; Tsitsoni vd., 2004). Kızılçam ormanlarında bulunan yangın sonrası bitki örtüsü konusunda ülkemizdeki ilk çalışma ise Peşmen ve Oflas (1971) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte, kızılçam ormanlarının yangın sonrası vejetasyon dinamiğine ilişkin olarak daha ayrıntılı çalışmalar ancak son yıllarda gerçekleştirilmeye başlanmıştır (Türkmen, 1994; Tavşanoğlu, 2008; Carni vd., 2009, Kavgacı vd., 2009; Tavşanoğlu ve Gürkan, 2009; Kavgacı vd., 2010a, 2010b).

Akdeniz tipi ekosistemler için yangın sonrası gelişimle ilgili olarak kabul edilen genel düşünce, değişimin bilinen klasik ikincil süksesyon kurallarının dışında devam ettiği yani, bitkilerin zaman içinde yer değiştirmesi şeklinde gerçekleşen değişimden farklı olduğu şeklindedir (Hanes, 1971; Whelan, 1995; Vallejo, 1999; Tavşanoğlu, 2009). Yangın sonrası vejetasyon dinamiğiyle ilgili olarak çok sayıda model ve hipotez üretilmiştir. Genel olarak kabul edilen modele göre; Akdeniz tipi

ekosistemler, yangın sonrası bir otosüksesyon (doğrudan yapılanma) süreciyle yeniden yapılanmakta ve bu doğrultuda zaman içinde şekillenmektedir (Trabaud, 1994). Bu yeniden yapılanma sürecinde, yangından hemen önce alanda var olan, zorunlu tohumla ve sürgünle gençleşen türlerin birçoğu yangından sonraki ilk yıl hızlı bir şekilde alana gelmekte, değişim asıl olarak türlerin alandaki bulunma yoğunluklarında ve ağaç ve çalı katının oluşumuyla yapısal özelliklerinde olmaktadır (Arianoutsou ve Ne'eman, 2000). Yangından sonraki ilk yıllarda birlikte alana yerleşen türler, tür havuzu şeklinde işlev görmektedir (Kavgacı vd., 2010a). Zaman içinde bu havuzdan bazı bitkiler ayrılırken, bazı yeni bitkiler ise ilave olmaktadır. Yangın sonrası bitki topluluklarının süksesyonu, zamanla tür kompozisyonundaki değişimden çok mevcut türlerin alanda bulunma yoğunluklarındaki değişim sonucunda meydana gelmektedir (Hanes, 1971; Trabaud ve Lepart, 1980; Kazanis ve Arianoutsou, 2002; Götzenberger vd., 2003).

Doğu Akdeniz'deki Halep çamı ormanlarıyla ilgili olarak Yunanistan ve İsrail'de yapılan çalışmalarda (Kazanis ve Arianoutsou, 1996; Schiller vd., 1997; Kazanis ve Arianoutsou, 2004a), yangından önce alanda varolan türlerin birçoğunun sahip oldukları yangına uyum yetenekleri sayesinde yangından sonra tekrardan alanda ortaya çıktıkları görülmüştür. Bu çalışmaların sonuçları batı Akdeniz'deki araştırmalarla karşılaştırıldığında ise, Akdeniz havzasının farklı iki bölgesi arasında önemli benzerliklerin olduğu anlaşılmıştır (Arianoutsou ve Ne'eman, 2000; Trabaud, 2000).

Halep çamı ormanlarında yangın sonrası vejetasyon dinamiğine ilişkin yapılan çalışmalarda, ilkbahardaki tür çeşitliliği tahmin edileceği gibi yanmamış alanlardan fazla olarak tespit edilmiştir. İkinci ve üçüncü yıllarda çeşitlilikteki artış devam etmiştir. Daha sonraki yıllarda ise bir azalma söz konusu olmuştur ve belli bir dönem sonra (yaklaşık olarak 20'li yaşlarla birlikte) yanmamış alan koşullarına ulaşılmıştır. Birbirinden farklı bu çalışmaların sonuçları benzerlikler göstermekle birlikte, kullanılan yöntemlerin farklı oluşu bir takım sapmalara da neden olabilmektedir (Arianoutsou ve Ne'eman, 2000).

Arianoutsou ve Ne'eman (2000), Halep çamı ormanlarındaki yangın sonrası değişimin birbirini izleyen altı dönem içerisinde gerçekleştiğini belirtmektedirler. İlk aşama yangından sonraki ilk yılı içermektedir. Sürgünden gençleşme ya da tohumdan çimlenme sayesinde, yangından hemen önce alanda var olan türlerin birçoğu yeniden alana gelebilmektedir. Tür sayısı yangından önceki duruma göre oldukça fazladır. Alana yeni gelen türlerin birçoğu tek yıllık otsu bitkilerdir ve bunlar toprak tohum bankasında var olan ve yangın sonrası koşullarında çimlenen türlerdir. Yangın öncesi toprak tohum bankasında bekleyen ve yangından sonra ilk yıl çimlenerek alana gelen bu türler yangın takipçisi (*fire followers*) olarak isimlendirilmektedir ve bu bitkilerin birçoğu Baklagiller (Fabaceae) familyasına ait bitkilerdendir (Arianoutsou ve Thanos, 1996). Yangın takipçisi olan ve yangın sonrası vejetasyon dinamiği açısından önemli olan bir başka tür grubu da ladenlerdir (*Cistus* spp.) (Tavşanoğlu ve Gürkan, 2005).

İkinci aşama 2. ile 4. yıllar arasında kalan dönemdir. Bu dönemin belirgin özelliği, tür sayısının yayılmacı karaktere sahip tek yıllık otsu bitkilerin alana gelmesiyle artmasıdır. Bu fırsatçı (*opportunistic*) bitkiler bir önceki aşamadaki gibi

toprak tohum bankasından değil, rüzgâr ya da hayvanlar aracılığı ile dışarıdan gelen tohumlardan oluşurlar. Çoğunlukla Buğdaygiller (Poaceae) veya Papatyagiller (Asteraceae) familyalarına ait olan bu bitkiler, açık alan koşullarından yararlanarak kolaylıkla çimlenen ve işgalci karaktere sahip bitkilerden oluşmaktadır.

Üçüncü aşama ise 5. ile 7. yıllar arasındaki dönemdir. Laden bu dönemde sık bir kapalılık meydana getirerek, yoğun yayılış gösteren istilacı tek yıllık bitkilerin daha fazla çimlenmesine izin vermez ve bitki topluluğunda egemen duruma geçer.

Daha sonraki aşamada, ladenin egemenliğinin azalmasıyla kapalılıkta boşluklar oluşmaktadır. Oluşan boşluklar ise ışığın toprak yüzeyine nüfuz etmesine olanak vermektedir. Böylece bazı tek yıllık otsu bitkiler yeniden çimlenme fırsatı bulurlar. Bu süreç 4. dönemde çeşitlilikte var olan artışın nedeni olarak kabul edilebilir. Bu dönem 8. ile 15. yaş arasında kalan zamanı kapsamaktadır.

Beşinci aşama 15. yıldan sonra genç meşçerenin oluşumuna kadar olan zaman dilimini kapsamaktadır. Bu aşamada ağaçlar boy büyümesi yaparak kapalılık oluşturmakta ve uzun boylu çalıların bolluklarında artış olmaktadır. Vejetasyonun ara ve alt tabakada kalan üyeleri ışık için kuvvetli bir rekabete girmektedir. Bodur çalılar ve süksesyonun erken döneminde egemen olan diğer bitkiler ortamdan uzaklaşmakta ya da bolluklarında düşüşler yaşanmaktadır. Bu dönem olgun bir meşçerenin oluşumuna kadar devam etmektedir.

Olgun meşçerenin oluşumuyla son aşama olan 6. aşamaya geçilmektedir. Bu dönemde çeşitlilik doğrudan meşçere kapalılığıyla ilişkilidir, fakat genel olarak 5. dönemdeki çeşitlilikten fazladır. Ayrıca Asteraceae familyasının en zengin familya olarak belirginleştiği tek dönemdir. İlk üç dönem Fabaceae familyasının egemenliğindeyken, 4. aşamada Poaceae familyası 5. dönemde ise Zambakgiller (Liliaceae) familyası egemendir. 5. dönem hariç bütün aşamalarda tek yıllık otsu bitkilerin oranı en yüksek seviyede iken, 5. aşamada çok yıllık odunsuların oranı en yüksektir. Bu ise bu dönemde tür çeşitliliğinin en düşük seviyeye inmesiyle ilişkilendirilebilir.

Ülkemizdeki kızılçam ormanlarının yangın sonrası vejetasyon dinamiği incelendiğinde ise, Halep çamı ormanlarına benzer bir yapının olduğu görülmektedir (Tavşanoğlu vd., 2002; Tavşanoğlu, 2008; Carni vd., 2009; Kavgacı vd., 2009; Tavşanoğlu ve Gürkan, 2009; Kavgacı vd., 2010a b). Yapılan çalışmalarda, yangın sonrası ilk yıllar tür çeşitliliğinin yüksek olduğu tespit edilmiş ve tür çeşitliliğinin zamanla bazı küçük değişimler olmakla birlikte bir azalma gösterdiği belirlenmiştir. Çeşitlilikteki bu azalma yaklaşık olarak 40'lı yaşlara kadar devam edip en düşük seviyeye ulaşmıştır. Bu dönem yukarıda yapılan sınıflamaya göre 5. aşamaya karşılık gelmektedir. Daha sonra ise meşçere yapısındaki farklılıklara bağlı olarak tür içi ve türler arası rekabette meydana gelen değişimlerle birlikte çeşitlilikte fazla olmamakla birlikte bir artış gözlenmiştir.

Öte yandan yangın sonrası ilk yıl, yangından önce varolan birçok türün alanda bulunduğu tespit edilmiştir. Bu türlerin çoğu zamansal süreçte varlıklarına devam etmiş ve egemen duruma geçmişlerdir. Ormandaki yapısal değişim ise 4. yılda çalı tabakası ve yaklaşık 20. yılda bir ağaç tabakasının oluşması doğrultusunda

gerçekleşmiştir (Kavgacı vd., 2009). Bu değişimden hareketle, ülkemizdeki kızılçam ormanlarının yangın sonrası gelişiminin genel olarak 3 aşamada gerçekleştiği belirtilmiştir. Yangın sonrası ilk 3 yıl tür çeşitliliğinin en yüksek olduğu, yapısal olarak ot topluluğu görünümüne sahip ve yetiştirme ortamının yeniden yapılandığı dönem birinci aşamayı oluşturmaktadır. Çalı topluluklarından meydana gelen ve 4. yıldan yaklaşık olarak 20'li yaşlara kadar olan ikinci aşama ise yangından önceki yapıya geçiş aşaması olarak isimlendirilmiştir. Meşçere kuruluşunun olduğu 20'li yaşlardan tekrar bir yangınının gerçekleşmesine kadar geçen dönem ise topluluğun floristik ve yapısal açıdan hemen hemen yangın öncesi duruma ulaştığı dönem olarak tanımlanmıştır. Bu dönemsel tanımlama Halep çamı için yapılmış olan sınıflandırmayla karşılaştırıldığında, ayrıntıya inilmemiş bir sınıflandırma olarak görülmektedir. Bu nedenle ülkemizdeki kızılçam ormanları için de çeşitlilik ve yapısal değişimler dikkate alınarak daha ayrıntılı bir değerlendirme yapmak mümkündür.

Yukarıda anlatılanların dışında, yapılan bazı çalışmalar Akdeniz havzasındaki ormanların ve çalılıkların yangın sonrası farklı karakterler gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu çalışmalara göre, yangın sonrası vejetasyon dinamiği her zaman bir otosüksesyon şeklinde gerçekleşemeyebilmekte ve yangınların tekrarı, yoğunluğu ve şiddetine bağlı olarak farklılıklar gösterebilmektedir (Pausas vd., 2003; Kazanis ve Arianoutsou, 2004b). Aynı zamanda yangından önceki vejetasyon tipi de süksesyonel değişim üzerinde belirleyici bir karaktere sahip olmaktadır (De Luis vd., 2006; Arnan vd., 2007). Bu durum özellikle yangın sonrası zorunlu olarak tohumdan gençleşen türlerin (*obligate seeders*) egemen olduğu toplumlarda daha belirgin bir durumdur (Pausas vd., 2004a). Egemen ağaçlar ve onların gençleşme özellikleri yangın sonrası floristik kompozisyon üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olmaktadır. Eğer bu türler yangın sonrası yeniden ve hızlı bir şekilde alana gelirlerse, başta toprak özellikleri olmak üzere ekolojik koşullar yangın öncesi duruma ulaşabilmekte, aksi takdirde ekolojik koşullarda değişim meydana gelmekte ve buna bağlı olarak da floristik kompozisyon değişebilmektedir (Arnan vd., 2007). Floristik bileşim içinde yüksek miktarda yangın sonrası hızlı bir şekilde sürgünden gençleşebilen türlere (*resprouter*) ya da etkili bir şekilde tohumdan gençleşebilen türlere sahip olan ormanlar, yangınlarına karşı en yüksek direnci (*resilience*) gösterirler (Rodrigo vd., 2004).

Bu açıdan ele alındığında, Akdeniz tipi ekosistemler, yapısında barındırdığı gerek sürgünden gerekse tohumdan gençleşen türler nedeniyle, yangına karşı dirençli (*resilient*) ekosistemlerdir (Keeley, 1986; Lavorel, 1999). Ancak bu ekosistemler çok kolay yandıkları için aynı zamanda yangına hassas ekosistemlerdir. Bir taraftan yangına hassas olup, diğer taraftan dirençli olmak bir paradoks olarak algılanabilir. Burada önemli olan; yangına dirençli ve dayanıklı olma (*resistant*) kavramlarından algılanması gerekenlerdir. Eğer dayanıklılık yanmamak ya da zor yanmak olarak kabul edilirse, bu ekosistemleri yangına dayanıklı olarak tanımlamak mümkün görünmemektedir. Eğer direnç ifadesi yangından sonra alanın kolaylıkla yeniden yangından önceki bitkilerle kaplanması olarak kabul edilirse, Akdeniz tipi ekosistemlere kolaylıkla yangına dirençli

ekosistemler denilebilmektedir. Özellikle sürgünden gençleşen türlerin toprak altı kısımlarının yanmadığı düşünüldüğünde, bu ekosistemlerin neden yangına dirençli ekosistemler olarak tanımlanabildiği daha iyi anlaşılacaktır. Bütün bu tartışmanın ötesinde kesin olan şey, doğal koşullar altında Akdeniz tipi ekosistemlerde yer alan vejetasyonun çoğu durumda yangından sonra alana yeniden geldiğidir. Bu süreç ise, yangınla bu ekosistemler arasındaki doğal uyumun bir sonucudur. Dolayısıyla, Akdeniz tipi ekosistemlerin yangına dirençli ya da yangına dayanıksız olarak tanımlanmasının yanı sıra, “yangına uyumlu ekosistemler” olarak da tanımlanabilir. Neyişçi (1987b) Akdeniz bölgesinde yetişen bitkilerin yangınlık özellikleri üzerinde yaptığı çalışmada, her ne kadar türden türe yangınlık özelliği değişiklik gösterse de, Akdeniz çalı ve ağaççık türlerinin genel olarak kolay yandıklarını belirtmiştir. Yineleyen yangınlara cevap olarak uyumsal özellikler geliştirmiş olan bitki tür ya da topluluklarının aynı zamanda kolayca yanabildiklerinden yola çıkarak, bu yangınlık özelliğinin de bir uyumsal özellik olabileceği ileri sürülmüştür (Mutch, 1970). Bununla birlikte, Mutch hipotezi olarak bilinen bu fikir hâlen tartışmalıdır. Bitkilerde bulunan ve tutuşmayı sağlayan maddelerin seçim açısından nötr olduğu (Troumbis and Trabaud, 1989) ya da kolay tutuşabilirliğin yangınla ilgili olmayan (örnek: otlatma) bir etmene karşı da ortaya çıkmış olabileceği belirtilmiştir (Christensen, 1985). Diğer taraftan, çam ibrelerinin görece zor bozunmasına Mutch hipotezini destekler bir olgu olarak değinilmiştir (Neyişçi, 1993). Bu hipotezin kabul edilebilmesi için, tutuşabilirliğin genetik olarak belirlenen bir karakter olması, tutuşabilir olmamanın bitki türlerine bir avantaj sağlamaması ve bu karakterin seçiliminin mekanizmasının gösterilmesi gerektiği belirtilmiştir (Troumbis and Trabaud, 1989). Ancak, bu hipotezi red ya da kabul edebilecek yeterlilikte çalışmalar halen mevcut değildir.

3. BİTKİLERİN YANGINA KARŞI UYUM YETENEKLERİ

Akdeniz havzasının bitkileri vejetatif ve generatif özellikleri nedeniyle yangına uyumlu bir yapıya sahiptirler (Kazanis ve Arianoutsou, 2004a; Tavşanoğlu ve Gürkan, 2004; Paula vd., 2009). Bitkilerin yangına bu denli uyumlu olmaları, çok uzun yıllar boyunca gerçekleşen bir evrimin sonucudur (Trabaud, 1994; Pausas vd., 2004a).

Bitkiler yangına hassas bölgelerde mevcudiyetlerini sürdürebilmek için farklı yeteneklere sahiptirler. Pausas vd. (2004a)’e göre bitkilerin yangın sonrası en temel uyum yetenekleri sürgünden ve tohumdan gençleşebilme özelliklerine sahip olmalarıdır. Yangın sonrası sürgünden gençleşebilen türler büyük bir oranda tekrardan alana gelebilmektedirler. Gerek kızılçam ormanları, gerekse maki çalılıkları incelendiğinde, floristik bileşim içinde önemli yeri olan odunsu türlerin birçoğunun yangınlardan sonra sürgünden gençleşerek alana yeniden yerleştiği görülmektedir. Örneğin, kermes meşesi (*Quercus coccifera* L.), mazı meşesi (*Quercus infectoria* Olivier), mersin (*Myrtus communis* L.), menengiç (*Pistacia terebinthus* L.) ve keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) gibi türler yangından sonra sürgünden gençleşerek yeniden alana gelebilmektedir. Zorunlu olarak sürgünle gençleşen türlerin bazıları ilk yağmurları beklemeden yangından sonra kısa süre

içerisinde sürgün verirken, bazıları ancak ilk yağmurlardan sonra sürgün vermeye başlarlar.

Buna karşın, Akdeniz tipi ekosistemlerde sürgünden gençleşme özelliğine sahip olmayan bitkilerin tohumdan gençleşerek alana yerleştikleri görülmektedir. Oysaki yangından sonraki ilk yıl tohumdan gençleşen türlerin alanda bulunması, bitkilerin toprak üstü organları yandığı düşünüldüğünde pek mümkün gibi görünmemektedir. Ancak, toprak ve tepe tohum bankası yangınlardan zarar görmemekte ve hatta yangın buralarda bulunan tohumlar üzerinde teşvik edici bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Bunun önemli bir göstergesi ise, yangından sonraki ilk yıl floristik bileşimde yüksek miktarlarda yer alan Fabaceae'ye ait bitkilerin topraktaki tohum bankasından çimlenen bitkilerden oluşmasıdır. Benzer şekilde yangın, laden tohumlarının çimlenme engellerini ortadan kaldırarak çimlenmelerini teşvik etmektedir. Zorunlu tohumla çimlenen türler olan ve sürgün verme yeteneğine sahip olmayan kızılçam ve Halep çamının devamlılığı ise tepe tohum bankasında bulunan geç açılan (*serotinous*) kozalaklara bağlıdır.

Yukarıda değinilen iki yangın sonrası gençleşme stratejisi temel alınarak, bitkiler yangın sonrası tohumdan gençleşerek alana gelenler, sürgünden gençleşenler ve her iki şekilde gençleşerek varlıklarına devam edenler şeklinde de gruplandırılabilirler. Pausas (1999a) ise, bitkilerin yangından sonra yeniden var olurken izledikleri yolu dört grupta sınıflandırmaktadır:

- Zorunlu olarak sürgünden gençleşme
- Fakültatif olarak sürgünden gençleşme (sürgünden gençleşme + yangının teşvikiyle tohumdan gençleşme)
- Zorunlu olarak yangının teşvikiyle tohumdan gençleşme
- Yangın tarafından teşvik edilmeksizin tohumdan gençleşme

Bu bitki grupları yineleyen yangınlara karşı demografik açıdan farklı şekillerde cevap vermektedir. Zorunlu olarak sürgünden gençleşen türlerin (ör: *Quercus* spp., *Arbutus* spp., *Phillyrea latifolia*) kapalılığa katılımlarında yangın sonrası zamanla yavaş ama düzenli bir artış olurken, zorunlu olarak tohumla gençleşen (ör: *Cistus* spp.) ve fakültatif olarak sürgünden gençleşen türlerin (ör: *Calicotome villosa*, *Erica* spp.) örtüşleri yangından sonra ilk yıllarda bir artış gösterirken, zamanla azalma eğilimi göstermektedir (Tavşanoğlu, 2008). Yangın tarafından teşvik edilmeksizin tohumdan gençleşen türler, Akdeniz vejetasyonu içerisinde nispeten fırsatçı karaktere sahip olanlardır. Akdeniz Havzası'nda yangın sonrası dinamikleri açıklamada, yukarıda belirtilen dört fonksiyonel grubun, en azından odunsu türler için, yeterli olduğu belirtilmiştir (Kazanis ve Arianoutsou, 2004a; Tavşanoğlu, 2008).

Bu dinamikleri açıklamada yangına adaptasyonun yanında en önemli bir diğer etken ömür uzunluğu ve üreme olgunluğuna erişim yaşı gibi demografik süreçlerdir. Bununla birlikte, yukarıda değinilen fonksiyonel gruplar arasında özellikle zorunlu olarak tohumdan gençleşerek alana yerleşen bitkiler, yangın tekrerrünün artması durumunda toprak ya da tepe tohum bankasının yetersiz olmasıyla yeniden alana gelemeyebilmektedir (Pausas vd., 2008). Bu ise

otosüksiyon sürecinin bilinen doğrultuda gerçekleşmemesi ve ekosistemde bir bozulmanın olması demektir.

4. BAZI TÜR YA DA TÜR GRUPLARININ YENİDEN YAPILANMADAKİ YERİ

Yapılan araştırmalar bazı tür ya da tür gruplarının yangın sonrası davranışlarının, yangın sonrası vejetasyonun gelişimi açısından önemli olduğunu ortaya koymaktadır (Arianoutsou 1993; Doussi ve Thanos, 1994; Daskalakou ve Thanos, 1996; Caturla vd., 2000; Tavşanoğlu ve Gürkan, 2005) Bu bağlamda, Fabaceae'ye ait bitkiler, laden, kızılçam ve benzer ekolojik ve biyolojik özelliklere sahip olan Halep çamı (Quézel, 2000) yangın sonrası davranışları açısından önemlidir (Arianoutsou ve Ne'eman, 2000).

4.1. Fabaceae üyeleri

Yangın sonrası ilk yıla ait floristik kompozisyon içinde Fabaceae üyeleri en yüksek oranda yer almaktadır. Özellikle doğu Akdeniz havzasında yapılan çalışmalarda (Arianoutsou ve Thanos, 1996; Papavassiliou ve Arianoutsou, 1993 ve 1997; Kazanis ve Arianoutsou, 1996; Arianoutsou, 1998) bu durum çok belirgin olarak ortaya çıkmaktadır. Ülkemizdeki kızılçam ormanlarında çıkan yangınlar sonrasında da Fabaceae'nin en yüksek oranda temsil edilen familya olduğu tespit edilmiştir (Carni vd., 2009; Kavgacı vd., 2010a b). Maki vejetasyonunda çalışan Türkmen ve Düzenli (2005) de, yangın sonrası ilk üç yıl Fabaceae'nin en yoğun olan familya olduğunu belirtmektedirler. Familyanın yangın sonrası bu şekilde yoğun bir popülasyonla ortaya çıkışı, topraktaki tohum bankasında bulunan kalın kabuklu tohumların sıcaklığın etkisiyle birlikte yoğun bir şekilde çimlenmelerinden kaynaklanmaktadır (Doussi ve Thanos, 1994).

Fabaceae'ye ait bitkiler gerek Halep çamı gerekse kızılçam ormanlarının devamlılığı açısından önemlidir. Bu önem iki nedenden kaynaklanmaktadır (Arianoutsou ve Ne'eman, 2000). Bunlardan ilki, Fabaceae bitkilerin yangın sonrası ilk yıllarda vejetasyon örtüsü ve biyokütlesinde önemli bir yere sahip olmasıdır. Bu şekilde yangın sonrası açık alan koşullarına ulaşan toprağı hızlı ve sıkı bir şekilde örterek erozyondan korurlar. Fabaceae üyesi bitkilerin yerine getirdiği ikinci önemli işlev ise ekosistemin azot yenilenmesine katkıda bulunmalarıdır. Azotun temel besinler içinde en hassas besin olduğu bilinmektedir. Fabaceae üyesi bitkilerin azot yenilenmesine katkıları, yangından hemen sonra yangın sahasını kaplayarak sahip oldukları biyolojik özellikleri nedeniyle toprakta azotu bağlı tutmak ve zaman içinde ortamdan ayrılan bitkilerin, hızlı bir şekilde toprağı karışarak azot içeriğini arttırmaları şeklinde gerçekleşmektedir (Arianoutsou, 1993).

4.2. Laden türleri

Ladenlerin yangın sonrası davranışları, vejetasyon dinamiği açısından karakteristik bir niteliğe sahiptir. Birçok çalışma sıcaklık şoku ya da yangınların test edilen laden türlerinde çimlenme oranını belirgin olarak artırdığını ortaya

koymuştur (Trabaud ve Oustric, 1989; Thanos vd., 1992; Chamorro-Moreno ve Rosúa-Campos, 2004).

Laden tohumları Akdeniz tipi ekosistemlerin sahip olduğu toprak tohum bankasının önemli bir parçasıdır (Izhaki ve Ne'eman, 2000). Yangın sonrası ladenin yoğun bir şekilde çimlenmesi ve fideciklerinin oluşması bütün Akdeniz havzasında gözlemlenmiş ve tespit edilmiş bir durumdur (Thanos vd., 1989, Eshel vd., 2000, Tavşanoğlu ve Gürkan, 2005). Yangın sonrası ilk yıl bol miktarda laden çimlenmesi gözlenmekte, ikinci yılda da daha az sayıda da olsa fidecikler oluşabilmektedir.

Ladenin yoğun bir şekilde populasyon oluşturmamasının tamamı ile yangına bağlı bir durum olduğu söylenebilir. Sert bir kabuğa sahip olan laden tohumları, yangın sırasında toprağın üst kısımlarında yükselen sıcaklıkların etkisiyle kırılmaktadır. Böylece, su geçirmez olan ve tohumların uyku halinde kalmasını sağlayan tohum kabuğunun neden olduğu çimlenme engeli yangın sıcaklıkları tarafından ortadan kaldırılmaktadır (Trabaud ve Oustric, 1989; Pugnaire ve Lozano, 1997). Böylece, yangını izleyen ilk yağışlı mevsimde yoğun çimlenme gerçekleşmektedir.

Yangından yaklaşık olarak 15 yıl sonra ise populasyon yoğunluğunda azalma olmakta (Roy ve Sonié, 1992; Arianoutsou ve Ne'eman, 2000) ve ilerleyen zamanda meşçere kapalılığının oluşmasıyla birlikte ladenin çalı katındaki miktarında önemli bir azalma olmaktadır. Ancak, toprak tohum bankası içinde yer alan çok sayıdaki laden tohumu bu çalının devamlılığının geleceğe yönelik garantisi olmaktadır. Bununla birlikte, *Cistus salviifolius* (adaçayı yapraklı laden) türünde üretilen tohum miktarında yangın sonrası zamanla bir azalma olduğu da bildirilmiştir (Tavşanoğlu, 2010). Ayrıca, yangın sonrası ortaya çıkan Akdeniz bitkilerinin tohumlarının toprak tohum bankasındaki yaşam sürelerine gereğinden fazla değer biçilmiş olabileceği de belirtilmiştir (Buhk ve Hensen, 2008). Dolayısıyla, uzun dönem yangının yokluğu, bu türlerin yerel olarak ortamdan kaybolmaları ile sonuçlanabilir (Trabaud ve Renard, 1999).

Türkiye'de maki vejetasyonunda yapılmış olan bir çalışmanın sonuçları da, ladenin yukarıda anlatılanlar çerçevesinde bir davranışa sahip olduğunu göstermektedir (Türkmen ve Düzenli, 2005). Tavşanoğlu ve Gürkan (2005)'ın yapmış oldukları çalışmaya göre ise yangın sonrası laden fidanı sıklığının ilk yıldan itibaren zamanla azaldığı, kapalılığının ise ilk iki yıl yükseldikten sonra azaldığı belirlenmiştir. Kavgacı vd. (2010a, 2010b)'nin yaptığı çalışma sonuçlarına göre ise laden oranının en yüksek olduğu dönemin yangın sonrası 3. ve 4. yıllara rastladığı tespit edilmiştir. Kızılçam ormanlarında ladenin kapalılığının 20'li yaşlara kadar devamlı bir şekilde yükselmesine karşın, fidan sıklığı hızlı bir şekilde düşmektedir (Tavşanoğlu ve Gürkan, 2005).

4.3. Kızılçam ve Halep Çamı

Kızılçam ve Halep çamının yangın sonrası devamlılığı aynı Fabaceae bitkileri ve laden gibi tohum bankasına bağlıdır. Bununla birlikte, kızılçam ve Halep çamında tohum bankası toprakta değil ağaçların tepe kısmında bulunmaktadır (tepe tohum bankası). Nitekim Boydak vd. (2006), Türkiye'de gerçekleştirilen yangın sonrasında tohum ekimini temel alan bazı çalışmaların (Keskin vd., 1996, 2001)

sonuçlarından hareketle, genel olarak kızılçam ormanlarında var olan gençleşmelerin tepe tohum bankasındaki tohumlardan gerçekleştiğini belirtmektedir.

Kızılçam ve Halep çamı tohumları, kozalak pullarının kapalı (geç açılan kozalak adaptasyonu) ve kalın olması ve bunun yanında tohum kabuğunun kalın olması nedeniyle yangının olumsuz etkilerinden korunmakta ve canlılıklarına devam etmektedirler (Neyişçi ve Cengiz, 1985; Boydak, 1993; Neyişçi, 1993; Spanos vd., 2000). Hatta mevcut bir yangınla birlikte kozalak pulları açılmakta ve tohumlar yangının etkisiyle uygun çimlenme ortamının oluştuğu toprağa ulaşabilmektedir (Neyişçi, 1993; Daskakalou ve Thanos, 1996; Spanos vd., 2000; Boydak vd., 2006). Özellikle yangından sonraki dönemde, ilk yağmurlardan sonra kitleler halinde çimlenmeler gözlenmektedir (Thanos vd. 1989; Spanos vd., 2000; Las Heras vd., 2002).

Türlerin devamlılığının tepe tohum bankasına bağlı olması, yangının değişik mevsimlerde gerçekleşmesi durumunda güçlük yaratacak bir durum olarak ortaya çıkabilmektedir. Ancak her iki çam türü de tohum dökümünü tüm bir yıla ve özellikle yangınların en bol olduğu yaz ve sonbahara yayarak (Neyişçi, 1986, 1987a, 1988; Thanos vd., 1989; Thanos ve Marcou, 1991; Boydak, 1993 ve 2004; Thanos, 2000; Thanos ve Doussi, 2000; Daskakalou ve Thanos, 2004) bu güçlüğü karşı bir uyum geliştirmişlerdir. Türkiye’de çok geniş alanlarda ve bütünlük içinde, aynı yaşlı saf kızılçam ormanlarının bulunuşunu, bu ormanların yangınlar sonucu oluşmuş olmalarının kanıtı olarak değerlendirmektedir (Özdemir, 1977; Neyişçi, 1987a; Boydak vd., 2006). Halep çamı ormanlarındaki toprak tohum bankasında bu türe ait tohumların bulunmaması da Halep çamının toprak tohum bankasına sahip olmadığının bir göstergesidir (Izhaki ve Ne’eman, 2000). Bununla birlikte, kızılçamın sınırlı bir ölçüde de olsa bir toprak tohum bankasına sahip olduğu belirtilmiştir (Özdemir, 1977; Neyişçi, 1993; Boydak vd., 2006).

Kızılçamın yangın sonrası doğal gençleşme durumuyla ilgili çalışmalar (Thanos ve Marcou, 1991; Thanos vd. 1989; Thanos ve Doussi, 2000; Spanos vd. 2000) incelendiğinde, doğal koşullar altında yangın sonrası ilk yıl bol bir çimlenmenin olduğu görülmektedir. Spanos vd. (2000), yaptıkları çalışmada yangın sonrası ilk yıl mayıs ayında metrekarede 2 – 6 fidecik saymışlardır. Daha sonra özellikle ilk yaz kuraklığıyla birlikte fidecik sayısında düşme olmuştur. Beşinci yılla birlikte sayı hemen hemen sabit kalmış metrekaredeki fidan 0,6 - 2 adet olarak sayılmıştır. Kuzey bakı ve iyi bonitetlerde yüksek fidan sıklığı tespit edilmiş olup, güney bakı ve düşük bonitetlerde fidan sıklığı düşüktür. Kuzey ve iyi bonitetler aynı zamanda büyümenin en iyi olduğu yetiştirme ortamlarıdır. İlk 5 yıl boyunca yıllık boy büyümesi doğrusal bir ilişki göstermiştir. Dokuzuncu yıldan sonra kızılçam bireylerinin önemli bir bölümünün (% 5 - 15) çimlenebilme niteliğine sahip kozalaklar oluşturduğu tespit edilmiştir. Keskin vd. (2001), yangın geçiren genç meşçerelerde (18 yaş) yaşlı meşçerelere (61 yaş) göre daha az miktarda kızılçam fidesi ortaya çıktığını saptamıştır. Bu durumun, genç kızılçam meşçerelerinde yaşlı meşçerelere göre tepe tohum bankasında nispeten daha az tohum bulunması nedeni ile ortaya çıktığı yorumu getirilmiştir (Boydak vd., 2006).

Birim alandaki fidan sayısında yangın sonrası zamanla birlikte gerçekleşen düşüşlere karşın, geride kalan fidanların yeniden bir kızılçam ya da Halep çamı ormanı kurmak için çoğu zaman yeterli olduğu belirtilmiştir. Kızılçam için başarılı bir gençleştirme ölçütü olarak metrekarede 1-3 fideciğin yeterli olduğu belirtilmiştir (Odabaşı, 1983; Boydak, 1993). Özellikle kozalaklı dalları serme tekniği uygulandığında, kızılçam ve Halep çamı ormanlarının doğal yollar ile gençleştirilme başarısı da artmaktadır (Eron ve Sarıgül, 1992; Pausas vd., 2004b). Yangından sonra kızılçam fidelerinin yapay gençleştirme ile alana getirilmesinin, kızılçamın diğer türlerle rekabetinde kısa vadede bir avantaj sağladığı, uzun dönemde ise dezavantajlı hale gelebileceği belirtilmiştir (Ürker, 2009). Schiller vd. (1997) yerel koşullara bağlı olarak yangın sonrası oluşan Halep çamı meşçeresinin, kapalılık ve yapısal özellikler itibarıyla 30-40 yaşlarında olgun bir meşçereye benzer özellikler gösterdiğini belirtmiştir. Yangınların kızılçamın fidan tutma başarısına olumlu yönde bir etki yaptığı ve yangın sonrasında ortaya çıkan kızılçam fidelerinin yanmayan alanlardakine göre daha iyi bir gelişim göstermekte olduğu da gösterilmiştir (Eron ve Gürbüz, 1988; Neyişçi, 1987a, 1989).

Halep çamı ve kızılçamın yangın sonrası gençleşmesiyle ilgili olarak yapılan çalışmalarda, farklı değişkenlerin (bakı, eğim, yükselti vb.) etkileri de ortaya konulmuş ve bu değişkenlere bağlı olarak gençliklerin farklı gelişimler gösterdiği tespit edilmiştir (Pausas vd., 2004b). Bu çalışmalarda yangın sonrasında kızılçam ve Halep çamının kolaylıkla çimlendiği belirtilmiş olmakla birlikte, yangın tekerrürünün artmasının gerek tohum bankası, gerekse ekolojik koşullar (toprak vb.) üzerinde yaratacağı olumsuz etkilerin, çam gençliklerinin oluşumunu ve devamlılığını olumsuz etkileyeceği de vurgulanmıştır (Pausas vd., 2003).

Yangın tekerrürünün artması yani yangının özellikle tepe tohum bankasında yeteri miktarda tohumun oluşmasının gerçekleşeceği zaman aralığından daha önce gerçekleşmesi, yangından sonra varlığını tepe tohum bankası sayesinde devam ettiren kızılçam ve Halep çamı için hayati önem taşımaktadır (Neyişçi, 1993; Daskalakou ve Thanos, 1996). Çünkü yangın tekerrürünün sık oluşu nedeniyle, meşçere henüz yeterince tohum tutacak gelişim çağına ulaşamamış olacaktır. Dolayısıyla, alanda mevcut kozalaklardaki tohumlardan meydana gelen çimlenmeler düşük olacak, tür içi ve türler arası rekabetten dolayı bunların büyük bir bölümü de zamanla ortamdan uzaklaşabilecektir. Aynı nedenle, yeni kurulmakta olan meşçereadaki ekolojik koşullar, olgun meşçerelerdeki koşullardan uzak bir yapıda olacağından, çimlenme, büyüme ve beslenme açısından uygun özelliklere sahip olamayacaktır. Böyle bir süreç ise kızılçam ve Halep çamının vejetasyonun içindeki egemenliğini zamanla kaybetmesiyle sonuçlanırken, vejetasyon, yangından sonra sürgünden gençleşen çalıların ya da tohumdan gençleşen ladenin egemenliğinde varlığına devam edecektir. Bu durum Türkiye ölçeğinde ele alındığında ise, kızılçam ormanlarının maki sahalarına dönüşmesi şeklinde özetlenebilir. Hatta aynı alan üzerinde yangınların sıklıkla devam etmesi durumunda, makiliklerin daha kısa boylu çalılıklar olan friganaya dönüşeceği anlamına gelebilecektir. Bu nedenle, daha önce de belirtildiği üzere Akdeniz tipi ekosistemlerde bir otosüksesyon (doğrudan yapılanma) süreci olarak işleyen yangın sonrası vejetasyon dinamiği, yangın tekerrürü, yangın şiddeti ve yangın

öncesi vejetasyon tipine bağlı olarak farklı şekillerde gelişim gösterebilmektedir (Pausas, 1999a; Pausas vd., 2008). Akdeniz havzası için geliştirilmiş olan simülasyon modellerine göre, yangın sıklığının artması ile çamların yerel olarak ortadan kalkacağı ve bu durumun devam etmesi sonucunda yangına maruz kalan alanların çoğunun kısa boylu laden çalılıklarına ya da otsu bitkilerden oluşan bir vejetasyona dönüşebileceği belirtilmektedir (Pausas, 1999b; Lloret vd., 2003; Pausas, 2006). Nitekim arazi çalışmalarına dayalı olarak elde edilen ilk veriler bu modellerin öngörülerini doğrulamaktadır (Lloret vd., 2003).

5. SONUÇ

Akdeniz tipi ekosistemlerde yangın, ekosistem döngüsünün doğal bir bileşenidir. Yüzbinlerce yıldır devam eden bir gelişimin sonucunda bu ekosistemler yangına karşı uyum yeteneği geliştirmişlerdir. Bu uyum sayesinde, ekosistem herhangi bir yangından sonra hızlı bir şekilde kendini yenileyebilmekte ve yangından önceki duruma ulaşmaktadır. Bununla birlikte, yenilenme başarısı yangın tekerrürü, yangın şiddeti ve yangın öncesi vejetasyon tipine bağlı olarak da değişkenlik göstermektedir.

Bu ekosistemlerde yer alan bitkilerin kolay ve hızlı bir şekilde yanmaları, ekosistemlerin yangına hassas olduklarını göstermektedir. Akdeniz tipi ekosistemlerin bir yandan yangına hassas olup diğer taraftan yangın sonrası yeniden yapılandıklarını söylemek bir paradoks olarak algılanabilir. Ancak bu durum yukarıda ayrıntılarıyla anlatıldığı üzere, Akdeniz tipi ekosistemlerin yangınla olan doğal uyumunun bir sonucudur.

Bu uyum, Akdeniz tipi ekosistemlerin yönetimi için en önemli yol gösterici özelliktir. Yangın sonrası vejetasyon dinamiğini doğru bir şekilde anlamak ve algılamak özellikle kızılçam ormanlarındaki yangın sonrası silvikültürel çalışmalar açısından önemlidir. Kızılçam ormanlarının doğal koşullar altında, yangın sonrası kendiliğinden yeniden yapılandığı bilinmektedir. Ancak, insanın antropojen bir faktör olarak ekosistem içinde yer alması, yeniden yapılanmanın değişik şekillerde gerçekleşmesine neden olabilmektedir. Bu nedenle, yangın sonrası silvikültürel müdahalelerin doğru şekilde gerçekleştirilebilmesi için ortaya çıkan tablonun en doğru şekilde çerçevelendirilmesi gerekmektedir. Bu ise ancak, yangın öncesi vejetasyon tipi, yangın tekerrürü, yangın şiddeti, yangının tipi, topografik özellikler vb. bilgilerden yola çıkarak oluşturulacak modellerle mümkün olabilecektir. Bu şekilde potansiyel bir yangından önce, yangın sonrası yapılacak silvikültürel müdahaleler büyük ölçüde belirlenebilecektir.

KAYNAKLAR

- Arianoutsou, M., 1993. Leaf litter decomposition and nutrient release in a maquis (evergreen sclerophyllus) ecosystem of North-Eastern Greece. *Pedobiologia*, 37:65-71.
- Arianoutsou, M., 1998. Aspects of Demography in Post-Fire Mediterranean Plant Communities of Greece. In: Rundel, P.W., Montenegro, G., Jaksic, F.M. (Eds.), *Landscape Degradation and Biodiversity in Mediterranean-Type Ecosystems*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 1-12.
- Arianoutsou, M., Thanos, C., A., 1996. Legumes in the fire prone Mediterranean regions: an example from Greece. *Int. J. Wildland Fire*, 6(2):77-82.

- Arianoutsou, M., Ne'eman, G., 2000. Post-Fire regeneration of natural *Pinus halepensis* forests in the east Mediterranean Basin. In: Ne'eman, G., Trabaud, L. (eds.), Ecology, Biogeography and Management of *Pinus halepensis* and *P. brutia* Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin, Bacjhuys Publishers, pp. 269-289.
- Arnan, X., Rodrigo, A., Retana, J., 2007. Post-fire regeneration of Mediterranean plant communities at a regional scale is dependent on vegetation type and dryness. *J. Veg. Sci.*, 18:111-122.
- Baeza, M.J., Valdecantos, A., Alloza, J.A., Vallejo, V.R., 2007. Human disturbance and environment factors as drivers of long-term post-fire regeneration patterns in Mediterranean forests. *J. Veg. Sci.*, 18:243-252.
- Beatriz, D., Vallejo, V.R., 2008. Land use and fire history effects on post-fire vegetation dynamics in eastern Spain. *J. Veg. Sci.*, 19:97-108.
- Blondel, J., Aronson, J., 1995. Biodiversity and Ecosystem function in the Mediterranean Basin, Human and non-human determinants. In: Davis, G.W., Richardson, D.M. (eds.), Ecological Studies, 109:43-105.
- Bond, W.J., Keeley, J.E., 2005. Fire as a global herbivore: the ecology and evolution of flammable ecosystems. *Trends in Ecol. Evol.*, 20:387-394.
- Boydak, M., 1993. Kızılçamın silvikültürel özellikleri, uygulanabilecek gençleştirme yöntemleri ve uygulama esasları. Uluslararası Kızılçam Sempozyumu, 18-23 Ekim 1993-Marmaris, Orman Bakanlığı Yayını, s. 146-158.
- Boydak, M., 2004. Silvicultural characteristics and natural regeneration of *Pinus brutia* Ten. A review. *Plant Ecol.*, 171:153-163.
- Boydak, M., Dirik, H., Çalıkoğlu, M., 2006. Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) Biyolojisi ve Silvikültürü, OGEM-VAK yayını, 364 p.
- Buhk, C., Hensen, I., 2008. Seed longevity of eight species common during early postfire regeneration in south-eastern Spain: A 3-year burial experiment. *Plant Species Biol.* 23:18-24.
- Calvo, L., Santalla, S., Valbuena, L., Marcos, E., Tárrega, R., Luis-Calabuig, E., 2008. Post-fire natural regeneration of a *Pinus pinaster* forest in NW Spain. *Plant Ecol.*, 197: 81-90.
- Carni, A., Kavgacı, A., Silc, U., Başaran, S., Başaran, M. A., Kosir, P., Marinsek, A., Zelnik, I. 2009. Long-term post-fire succession of *Pinus brutia* forest in the eastern Mediterranean. 52th IAVS International Symposium Abstracts, p.26, Chania, Crete.
- Caturla, R.N., Raventos, J., Guardia, R., Vallejo, V.R., 2000. Early post-fire regeneration dynamics of *Brachypodium retusum* Pers. (Beauv.) in old fields of the Valencia region (Eastern Spain). *Acta Oecol.*, 21(1):1-12.
- Chamorro-Moreno, S., Rosúa-Campos, J.L., 2004. The relationships between lengthening capacity of seedlings and the post-fire germinative behaviour of six *Cistus* species. *Rev. Écol. (Terre Vie)*, 59: 409-424.
- Christensen, N.L., 1985. Shrubland Fire Regimes and Their Evolutionary Consequences. In: Pickett, S.T.A., P.S. White (eds). The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics, Academic Press, London. pp. 85-100.
- Daskalakou, E.N., Thanos, C.A., 1996. Aleppo pine (*Pinus halepensis*) postfire regeneration: The role of canopy and soil seed banks. *Int. J. Wildland Fire*, 6(2):59-66.
- Daskalakou, E.N., Thanos, C.A., 2004. Postfire regeneration of Aleppo pine – the temporal pattern of seedling recruitment. *Plant Ecol.*, 171:81-89.
- De Luis, M., Raventós, J., Gonzáles-Hidalgo, J.C., 2006. Post-fire vegetation succession in Mediterranean gorse shrublands. *Acta Oecol.*, 30:54-61.
- Di Castri, F., 1973. Climatographical comparisons between Chile and the western coast of America. In: Di Castri, F. Money, H.A. (eds.) Mediterranean Type Ecosystems, Origin and Structures, Ecological Studies, Springer Verlag, Vol. 7, pp. 21-36.
- Di Castri, F., Mooney, H.A., 1973 (eds.). Mediterranean type ecosystems, origin and structure. Springer-Verlag, 403p.
- Doussi, M.A., Thanos, C.A., 1994. Postfire regeneration of hardseeded plants: Ecophysiology of seed germination. Proceedings of the 2nd International Conference of Forest Fire Research, Coimbra, Vol II, D 25, pp. 1035-1044.
- Eron, Z., Gürbüz, E., 1988. Marmaris 1979 yılı orman yangını ile toprak özelliklerinin değişimi ve kızılçam gençliğinin gelişimi arasındaki ilişkiler. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 195, Ankara.

AKDENİZ TİPİ EKOSİSTEMLERDE YANGIN SONRASI VEJETASYON DİNAMİĞİ

- Eron, Z., Sarıgül, M., 1992. Ege Bölgesinde verimli Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) yanık orman alanlarının kozalaklı dal serme yöntemi ile doğal olarak gençleştirilmesi olanakları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Rapor, cilt:38, no:48, s. 7-37.
- Eshel, A., Hennig-Sever, N., Ne'eman, G., 2000. Spatial variation of seedling distribution in early Mediterranean pine woodland at the beginning of post-fire succession. *Plant Ecol.*, 148:175-182.
- Eugenio, M., Verkaik, I., Lloret, F., Espelta, J.M., 2006. Recruitment and growth decline in *Pinus halepensis* populations after recurrent wildfires in Catalonia (NE Iberian Peninsula). *Forest Ecol. Manage.*, 231:47-54.
- Goren-Inbar, N., Alpers, N., Kislev, M.E., Simchoni, O., Melamed, Y., Ben-Nun, A., Werker, E., 2004. Evidence of Hominin control of fire at Gesher Benot Ya'aqov, Israel. *Science* 304:725-727.
- Goubitz, S., Werger, M.J.A., Ne'eman, G., 2003. Germination responses to fire-related factors of seeds from non-serotinous and serotinous cones. *Plant Ecol.*, 169:195-204.
- Götzenberger, L., Ohl, C., Hensen, I., Gómez, P.S. 2003. Postfire regeneration of a thermomediterranean shrubland area in south-eastern Spain. *Annale de Biologia*, 25:21-28.
- Gracia, M., Retana, J., Roig, P., 2002. Mid-term successional patterns after fire of mixed pine-oak forests in NE Spain. *Acta Oecol.*, 23:405-411.
- Hanes, T.L. 1971. Succession after fire in the chaparral of Southern California. *Ecol. Monogr.*, 41:27-52.
- Izhaki, I., Ne'eman, G., 2000. Soil seed banks in Mediterranean pine forests. In: Ne'eman, G. Trabaud, L. (eds.), *Ecology Biogeography and Management of Pinus halepensis and P. brutia forest ecosystems in the Mediterranean Basin*. Backhuys publishers, pp. 167-181.
- Kavgacı, A., Silc, U., Carni, A., Başaran, S., Başaran, M.A., Kosir, P., Marinsek, A., Zelnik I., 2009. Serik ve Manavgat Bölgelerindeki Kızılçam Ormanlarında Yangın Sonrasında Vejetasyon Yapısında Meydana Gelen Değişim. 1. Orman Yangınlarıyla Mücadele Sempozyumu Tebliğleri, 7-10 Ocak 2009, Antalya, Orman Genel Müdürlüğü Yayını, s. 295-302.
- Kavgacı, A., Başaran, S., Başaran, M.A., 2010a. Kızılçam ormanlarında yangın sonrası vejetasyonun zamansal ve yapısal değişimi. TUBITAK – TOVAG - Slovenya 106O487 no.lu proje sonuç raporu, 78 s.
- Kavgacı, A., Carni, A., Başaran, S., Başaran, M.A., Kosir, P., Marinsek, A., Silc, U., 2010b. Long-term post-fire succession of *Pinus brutia* forest in the east Mediterranean. *International Journal of Wildland Fire* (basım aşamasında)
- Kazanis, D., Arianoutsou, M., 1996. Vegetation composition in a post-fire successional gradient of *Pinus halepensis* forests in Attica, Greece. *Int. J. Wildland Fire*, 171:101-121.
- Kazanis, D., Arianoutsou, M., 2002. Long term post-fire dynamics of *Pinus halepensis* forest of Central Greece: plant community pattern. In: Viegas (ed.), *Forests Fire Research and Wildland Fire Safety*, Millpress: Rotterdam, pp. 1-12.
- Kazanis, D., Arianoutsou, M., 2004a. Long-term post-fire vegetation dynamics in *Pinus halepensis* forests of Central Greece: A functional approach. *Plant Ecol.*, 171:101-121.
- Kazanis, D., Arianoutsou, M., 2004b. Factors determining low Mediterranean ecosystems resilience to fire: the case of *Pinus halepensis* forests. In: Arianoutsou, M., Papanastasis, X.X. (eds.), *Proceedings of 10th MEDECOS Conference*, April 25 – May 1, 2004, Rhodes, Greece.
- Keeley, J.E., 1986. Resilience of Mediterranean shrub communities to fire. In: Dell, B., Hopkins, A.J.M., Lamont, B.B. (eds.), *Resilience in Mediterranean-Type Ecosystems*, Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, the Netherlands, pp. 95-112.
- Keskin, S., Şahin, M., Abbasoğlu, E. 1996. Kızılçam tohumlarının doğal koşullarda bekleme süresi. *Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü yayını*, 2:43-52.
- Keskin, S., Sabuncu, R., Şahin, M., 2001. Düzlerçamı'nda 1997 yılında yanan kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ormanlarında farklı ekim yöntemleri ile gençliğin elde edilmesi. *Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Teknik Bülteni*, no.9, 40s.
- Las Heras, J. D., Martinez-Sanches, J.,J., Gonzalez-Ochoa, A., I., Ferrandis, P., Herranz, J.M., 2002. Establishment of *Pinus halepensis* Mill. sapling following fire: effects of competition with shrub species. *Acta Oecol.*, 23:91-97.
- Lavorel, S., 1999. Ecological diversity and resilience of Mediterranean vegetation to disturbance. *Diversity and Distributions*, 5: 3-13.
- Lloret, F., Pausas, J.G., Vilá, M., 2003. Responses of Mediterranean plant species to different fire frequencies in Garraf Natural Park (Catalonia, Spain): field observations and modelling

- predictions. *Plant Ecol.* 167:223-235.
- Moreira, F., Vallejo, R., 2009. What to do after fire? Post-fire restoration. In Birot, Y., (ed.), *Living with Wild fires: What science can tell us, A contribution to the science – Policy dialogue*, EFI Discussion Paper, 15:53-58.
- Moreno, J.M., Oechel, W.C., 1994 (eds.). *The role of fire in the Mediterranean-Type Ecosystems*. Springer-Verlag, 203 p.
- Mutch, R.W., 1970. Wildland fires and ecosystems - a hypothesis. *Ecology* 51:1046-1051.
- Neyişçi, T., 1986. Antalya Doyran yöresi kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ormanlarından yangınların tarihsel etkileri. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Rapor*, 29:67-91.
- Neyişçi, T., 1987a. Kızılçamın ekolojisi. In: Öktem, E. (ed.), *Kızılçam, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, El Kitabı Serisi*, 2:23-56.
- Neyişçi, T., 1987b. Orman yangınlarının önlenmesinde kullanılabilecek yavaş yanan bitki türleri üzerinde bir çalışma. *TÜBİTAK Doğa Dergisi*, s. 595-604.
- Neyişçi, T., 1988. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) tohumlarının çimlenme ekolojisi üzerine bir çalışma. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 34(68):79-89.
- Neyişçi, T., 1989. Kızılçam ekosistemlerinde denetimli yakmanın toprak kimyasal özellikleri ve fidan gelişimi üzerine etkileri. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten*, No: 205, 55 s.
- Neyişçi, T., 1993. Ecological adaptive traits of *Pinus brutia* Ten. to fires. *Uluslararası Kızılçam Sempozyumu*, 18-23 Ekim 1993, Marmaris, Orman Bakanlığı Yayını, s. 79-84.
- Neyişçi, T., Cengiz, Y., 1985. Sıcaklık ve külün kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) tohumlarının çimlenme yeteneği ve fidan büyümesi üzerine etkileri. *Doğa Bilim Dergisi D2*, 1: 121-131.
- Odabaşı, T., 1983. Kızılçam doğal gençleştirme tekniğindeki gelişmeler. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi B*, 33:95-111.
- Özdemir, T., 1977. Antalya bölgesinde kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ormanlarının tabii gençleştirme olanakları üzerinde araştırmalar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri:A*, 27(2): 239-293.
- Papavassiliou, S., Arianoutsou, M., 1993. Regeneration of leguminous herbaceous vegetation following fire in a *Pinus halepensis* forest of Attica Greece. In: Trabaud, L., Prodon, R. (eds.), *Fire in Mediterranean Ecosystems. Ecosystem research report 5*, pp. 119-126.
- Papavassiliou, S., Arianoutsou, M., 1997. Natural post-fire regeneration of Leguminosae in a *Pinus halepensis* forest of Attica, Greece: early results. In: Balabanis, P., Eftichidis, G., Fantechi, R. (eds.), *Forest Fires Risk and Management, Proceedings of the European School of Climatology and Natural Hazards, Halkidiki, Greece*, pp 412-418.
- Paula, S., Arianoutsou, M., Kazanis, D., Tavsanoglu, 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*, 90:1420.
- Pausas, J.G., 1999a. Mediterranean vegetation dynamics: modelling problems and functional types. *Plant Ecol.*, 140:27-39.
- Pausas, J.G., 1999b. Response of plant functional types to changes in the fire regime in Mediterranean ecosystems: A simulation approach. *J. Veg. Sci.*, 10:717-722.
- Pausas, J.G., 2006. Simulating Mediterranean landscape pattern and vegetation dynamics under different fire regimes. *Plant Ecol.*, 187:249-259.
- Pausas, J.G., Keeley, J.E., 2009. A burning story: the role of fire in the history of life. *Bioscience*, 59:593-601.
- Pausas, J. G., Vallejo, V. 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 Verlag, pp. 3-16.
- Pausas, J. G., Ouadah, N., Ferran, A., Gimeno, T., Vallejo, R., 2003. Fire severity and seedling establishment in *Pinus halepensis* woodlands, eastern Iberian Peninsula. *Plant Ecology*, 169:205-213.
- Pausas, J., Bradstock, A.R., Keith, A.D., Keeley, E.J., 2004a. GCTE (Global change of terrestrial ecosystems) fire network, Plant functional traits in relation to fire in crown-fire ecosystems. *Ecology*, 85:1085-1100.
- Pausas, J.G., Riberio, E., Vallejo, R., 2004b. Post-fire regeneration variability of *Pinus halepensis* in the eastern Iberian Peninsula. *For. Ecol. Manage.* 203:251-259.

- Pausas, J., G., Llovet, J., Rodrigo, A., Vallejo, R., 2008. Are wildfires a disaster in the Mediterranean basin? - A review. *Int. J. Wildland Fire*, 17:713-723.
- Peşmen, H., Oflas, S., 1971. Ege Bölgesi tabii orman yangın alanlarında beliren ilk vejetasyon üzerinde fenolojik araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi, İlmi Raporlar no. 112, 32 s.
- Pugnaire, F.I., Lozano, J., 1997. Effects of soil disturbance, fire and litter accumulation on the establishment of *Cistus clusii* seedlings. *Plant Ecol.* 131:207-213.
- Rodrigo, A., Retana, J., Pico, F.X. 2004. Direct regeneration is not the only response of Mediterranean forests to large fires. *Ecology* 85:716-729.
- Roy, J., Sonié, L. 1992. Germination and population dynamics of *Cistus* species in relation to fire. *J. Applied Ecol.*, 29:647-655.
- Quézel, P., 2000. Taxonomy and biogeography of Mediterranean Pines (*Pinus halepensis* and *P. brutia*). In: Ne'eman, G., Trabaud, L. (eds.), *Ecology Biogeography and Management of Pinus halepensis and P. brutia forest ecosystems in the Mediterranean Basin*, Backhuys publishers, pp. 1-12.
- Schiller, G., Ne'eman, G., Korol, L., 1997. Post-fire vegetation dynamic in a native *Pinus halepensis* Mill. Forest on Mt. Carmel, Israel. *Israel J. Plant Sci.*, 45:297-308.
- Spanos, I.A., Dakalakao, E.N., Thanos, C.A., 2000. Postfire natural regeneration of *Pinus brutia* forests in Thasos island, Greece. *Acta Oecol.*, 21 (1):13-20.
- Tavşanoğlu, Ç., 2008. Marmaris Çevresi *Pinus brutia* (Kızılçam) Ormanlarında Yangın Sonrası Vejetasyon Dinamikleri. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 106 s.
- Tavşanoğlu, Ç., 2009. Akdeniz Havzası ormanlarında yangın sonrası kendiliğinden gençleşme. I. Orman Yangınları ile Mücadele Sempozyumu Tebliğleri, 7-10 Ocak 2009, Antalya, Orman Genel Müdürlüğü Yayını, s. 310-317.
- Tavşanoğlu, Ç., 2010. Seed production and fruit parasitism in *Cistus salviifolius* L. (Cistaceae) along a post-fire successional gradient. *J. An. Vet. Adv.* 9(7): 1120-1127.
- Tavşanoğlu, Ç., Gürkan, B., 2004. Akdeniz havzasında bitkilerin kuraklık ve yangına uyumları. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 11(1):119-132.
- Tavşanoğlu, Ç., Gürkan, B., 2005. Post-fire dynamics of *Cistus* spp. in a *Pinus brutia* forest. *Turkish J. Bot.*, 29:337-343.
- Tavşanoğlu, Ç., Gürkan, B., 2009. Post-fire regeneration of a *Pinus brutia* (Pinaceae) forest in Marmaris National Park, Turkey. *Int. J. Bot.*, 5:107-111.
- Tavşanoğlu, Ç., Kaynaş, B.Y., Gürkan, B., 2002. Plant species diversity in a post-fire successional gradient in Marmaris National Park, Turkey. In: Viegas, X.V. (ed.) *Proceedings of the IV. International Conference on Forest Fire Research – 2002 Wildland Fire Safety Summit*, 18-23 November, Luso, Coimbra, Portugal.
- Thanos, C., A., 1999. Fire effects on forest vegetation, the case of Mediterranean pine forests in Greece. In: Eftichidis, G., Balabanis, P., Ghazi, A. (eds.), *Wildfire Management, Proceeding of the Advanced Study Course*, Athens, pp. 323-334.
- Thanos, C.A., 2000. Ecophysiology of seed germination in *Pinus halepensis* and *P. brutia*. In: Ne'eman, G., Trabaud, L. (eds.), *Ecology Biogeography and Management of Pinus halepensis and P. brutia forest ecosystems in the Mediterranean Basin*. Backhuys publishers, pp. 37-50.
- 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*. Backhuys publishers, 291- 302 pp.
- Thanos, C.A. Marcou, S., 1991. Post-fire regeneration in *Pinus brutia* forest ecosystems of Samos Island (Greece): 6 years after. *Acta Oecol.*, 12(5):633-642.
- Thanos, C., A., Marcou, S., Christodoulakis, D., Yannitsaros, A., 1989. Early post-fire regeneration in *Pinus brutia* forest ecosystems of Samos island (Greece). *Acta Oecol.*, 10(1):79-94.
- Thanos, C., A., Daskalakou, E., N., Sotiria, N., 1996. Early post-fire regeneration of a *Pinus halepensis* forest on Mount Parnis, Greece. *J. Veg. Sci.*, 7:273-280.
- Thanos, C., A., Georghiou, K., Kadis, C., Pantazi, C., 1992. Cistaceae: a plant family with hard seeds. *Israel J. Bot.*, 41:251-263.
- Trabaud, L., 1994. Post fire plant community dynamics in the Mediterranean Basin. In: Moreno, J.M., Oechel, W.C., (eds.), *The role of fire in the Mediterranean-Type Ecosystems*, Springer Verlag, 1-15.

- Trabaud, L., 2000. Post-fire regeneration of *Pinus halepensis* forests in the west Mediranean Basin, In: Ne'eman, G. Trabaud, L. (eds.), Ecology Biogeogaphy and Management of *Pinus halepensis* and *P. brutia* forest ecosystems in the Mediterranean Basin. Backhuys publishers, 257-268 pp.
- Trabaud, L., Lepart, J. 1980. Diversity and stability in garrigue ecosystems after fire. Plant Ecology, 43:49-57.
- Trabaud, L., Oustric, J., 1989. Heat requirements for seed germination of three *Cistus* species in the garrigue of southern France. Flora, 183:321-325.
- Trabaud, L., Renard, P., 1999. Do light and litter influence the recruitment of *Cistus* spp. stands? Israel J. Plant Sci. 47:1-9.
- Troumbis, A.Y., Trabaud, L., 1989. Some questions about flammability in fire ecology. Acta Oecol./Oecol. Plant. 10(2): 167-175.
- Tsitsoni, T., Ganatsas, P., Zagaz, T., Tsakalimi, M., 2004. Dynamics of postfire regeneration of *Pinus brutia* Ten. in an artificial forest ecosystem of northern Greece, Plant Ecol., 171:165-174.
- Türkmen, N., 1994. Doğu Akdeniz Bölgesindeki Kızılcım (*P. brutia* Ten.) Orman Ekosistemlerinde Yangın Sonrası Vejetasyon Dinamiği. Doktora Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 234 s.
- Türkmen, N., Düzenli, A., 2005. Changes in floristic composition of *Quercus coccifera* macchia after fire in the Cukurova region (Turkey). Ann. Bot. Fennici, 42:453-460.
- Ürker, O., 2009. Marmaris bölgesinde orman yangınları sonrası gerçekleştirilen gençleştirme tekniklerinin bitki komünitesi üzerindeki etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, 61 s.
- 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.
- Whelan, R.J., 1995. The Ecology of Fire. Cambridge University Press, UK.
- Xavier, A., Anselm, R., Javier, R., 2007. Post-fire regeneration of Mediterranean plant communities at a regional scale is dependent on vegetation type dryness, J. Veg. Sci., 18: 111-122.