



Food and Agriculture
Organization of the
United Nations



T.C. TARIM VE
ORMAN BAKANLIĞI

Yangın Sonrası Biyoçeşitlilik Odaklı Ekosistem Onarımı Kılavuzu



Yangın Sonrası Biyoçeşitlilik Odaklı Ekosistem Onarımı Kılavuzu

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü ve
Orman Genel Müdürlüğü
ve
Doğa Koruma Merkezi
Tarafından yayımlanmıştır
Ankara, 2024

Proje ekibi:

Şahismail Bayazıt - OGM Ekosistem Hizmetleri Daire Başkanlığı Biyoçeşitlilik Şube Müdürü

Prof. Dr. Can Bilgin - Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Çağatay Tavşanoğlu - Hacettepe Üniversitesi

Prof. Dr. Ali Kavgacı - Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

Dr. Elif Deniz Ülker - Doğa Koruma Merkezi

Dr. Uğur Zeydanlı - Doğa Koruma Merkezi

Yıldıray Lise - Doğa Koruma Merkezi

GEREKLİ ALINTI

Bu doküman FAO Teknik İşbirliği Programınca finanse edilen "Post-Fire Restoration Activities of Forest and Maquis Ecosystems in Muğla Province (TCP/TUR/3902/C2)" adlı projenin bir çıktısı olarak hazırlanmıştır.

Doküman içeriğinden yazarları sorumlu olup hiçbir kısımdan veya ögesinden FAO veya Doğa Koruma Merkezi sorumlu tutulamaz.

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü ve Doğa Koruma Merkezi tarafından yayımlanmıştır.

Bu bilgi ürününde kullanılan görsel öğeler ve materyal sunumu; herhangi bir ülkenin, bölgenin, şehrin veya alanın ve buraların yetkili makamlarının yasal statüleri veya gelişmişlik düzeyleri ve de hudutların veya ara sınırların tahdidi ile ilgili olarak Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü tarafından herhangi bir şekilde bir görüş beyanı taşımaz.

Belirli şirketlerin veya imalatçıların ürünlerinden bahsedilmesi, patent almış olsun veya olmasın, FAO'nun bu firmaları vürünleri benzer niteliklere sahip olan ve bu yayında adı geçmemiş başka firmalara ve ürünlere tercih ettiği, veya bu şirket veya ürünlerin uygun bulunduğu veya tavsiye edildiği anlamı taşımaz.

Bazı hakları saklıdır.

Bu eser, esere uygun biçimde atıf yapıldığı sürece gayri ticari amaçlar için bu lisans koşulları altında kopyalanabilir, yeniden dağıtılabilir ve uyarlanabilir. Bu eserin tüm kullanımlarında FAO'nun belli bir örgütü, ürünü veya hizmeti desteklediği iması yer alamaz. FAO logosu kullanım izni yoktur. Şayet eser uyarlanırsa aynı veya eşdeğeri Creative Commons lisansı altında lisans almalıdır. Bu eserin çevirisi üretilirse gerekli atfın yanı sıra şu uyarıyı taşımalıdır: "Bu çeviri Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından üretilmemiştir. FAO bu çevirinin içeriğinden veya doğruluğundan mesul tutulamaz. Özgün [dildeki] sürüm, yetkili sürüm olacaktır.

Bu lisans altında oluşup dostane biçimde uzlaşılabilen ihtilaflar burada başka türlü belirtilmediği sürece lisans Madde 8 içerisinde belirtildiği üzere arabuluculuk ve tahkim yoluyla çözülecektir. Uygulanabilir arabuluculuk kuralları Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü aracılık kuralları <http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules> olacak ve tüm tahkimler Birleşmiş Milletler Uluslararası Ticaret Yasası Komisyonu (UNCITRAL) Tahkim Kurallarına uygun yürütülecektir. Üçüncü Taraf Materyalleri. Bu eserden tablo, şekil veya görüntü gibi üçüncü bir partiye atfedilmiş bir materyali yeniden kullanmayı dileyen kullanıcılar bu yeniden kullanım için izin gerekip gerekmediğini belirlemek ve telif sahibinden izin almanın gerekip gerekmediğini tespit etmek ile mesuldür. Eserdeki tüm üçüncü taraf sahipliğindeki bileşenlerin ihlali kaynaklı tazminat riski yalnızca kullanıcıya aittir.

Satışlar, haklar ve lisanslama. FAO bilgi ürünleri, FAO web sitesinden (www.fao.org/publications) edinilebilir ve publications-sales@fao.org adresinden satın alınabilir. Ticari kullanım talepleri, www.fao.org/contact-us/licencerequest adresine iletilmelidir. Haklar ve lisanslamaya yönelik sorular, copyright@fao.org adresine iletilmelidir.

İçindekiler Tablosu

Şekiller Dizini	ii
Tablolar Dizini	iii
Terimler sözlüğü	iv
Yönetici özeti	v
1. Giriş.....	1
2. Yangınların Akdeniz ekosistemleri üzerindeki etkileri.....	3
3. Akdeniz ekosistemlerinde yangın sonrası doğal iyileşme dinamikleri	7
4. Akdeniz ekosistemlerinde yangın sonrası ormancılık müdahaleleri ve yönetim yaklaşımları	8
4.1. Orman Genel Müdürlüğü'nün yangın sonrası onarım uygulamaları.....	11
4.2. Türkiye'de iki pilot bölgeden orman yangını sonrası onarım uygulaması örnekleri	15
5. Orman yangını, yangın sonrası müdahaleler ve biyolojik çeşitlilik.....	17
5.1. Farklı canlı gruplarının habitat ihtiyaçları	17
5.2. Farklı hayvan grupları yangından nasıl etkilenir?	24
5.3. Yangın sonrası uygulamaların biyolojik çeşitlilik açısından sonuçları.....	25
6. Yangın sonrası biyolojik çeşitliliğe yönelik uygulama önerileri	28
6.1. Yangın sonrası biyolojik çeşitliliğe yönelik uygulama önerileri: genel öneriler	29
6.2. Yangın sonrası biyolojik çeşitliliğe yönelik uygulama önerileri: tür gruplarına göre öneriler	30
Referanslar	33

Şekiller Dizini

Şekil 1.1. Akdeniz bölgesi ülkelerinde 2000 yılından itibaren yangınlardan etkilenen tahmini alan büyüklüğü (ha) istatistiği.	1
Şekil 2.1. 2021'de Akdeniz Havzası ülkelerinde Akdeniz iklim rejimi dahilindeki orman alanı.	4
Şekil 4.1.3. Ülkemizde en çok yangına maruz kalan bölge müdürlükleri kapsamında tercih edilen yangın sonrası silvikültürel uygulamalar ve oranları.	14
Şekil 4.2.1. 2021 yılında Muğla ilinde meydana gelen orman yangınlarında yanan alanlar.	15
Şekil 4.2.2. Muğla ili 2021 yılı yangınlarında bitki örtüsü sınıflarına göre toplam yanan alan miktarları.	16
Şekil 4.2.3. 2021'de Marmaris ve Köyceğiz pilot bölgelerinde hektar başına yanan alanlar.	16
Şekil 5.1.1. Tarım amaçlı açmalar nedeniyle giderek parçalı bir yapı kazanan sığla ormanları (Foto: DKM Arşivi – Uğur Zeydanlı)	18
Şekil 5.1.2. Bir ormandaki vejetasyon katları. (Kaynak: https://commons.wikimedia.org/)	19
Şekil 5.1.3. Kuzey Amerika'nın ladin ormanlarına özgü 5 ötleğen türünün ağacı beslenme için kullanmaları (MacArthur, 1958)	21
Şekil 5.1.4. Çapraz gagaların (<i>Loxia curvirostra</i>) temel besini kozalaklı türlerin tohumlarıdır (Foto: Ryan Schain)	22
Şekil 5.1.6. Ağaçta bir Sarı Yılan (<i>Elaphe sauromates</i>) (Foto: Viktor Sevidov)	22
Şekil 5.1.7. Göcek Semenderi (<i>Lyciasalamandra fazilae</i>) yazı yeraltında kaya çatlaklarında geçirir (Göçmen ve ark 2018)	23
Şekil 5.2.1. Yangın sırasında ve sonrasında beklenen ölümler ve popülasyon toparlanma kolaylığı ...	24

Tablolar Dizini

Tablo 4.1.1. Türkiye’de yangın sonrası ekosistemin yenilenmesi için yapılan ormancılık uygulamaları ve onarımdaki karşılığı (tanımlar 298 sayılı Silvikültürel Uygulamaların Teknik Esasları tebliğine dayanmaktadır).	12
Tablo 5.1.1. Orman niteliklerinin farklı canlı grupları üzerinde olası etkileri. + olumlu, - olumsuz, 0 etkisiz.....	20
Tablo 5.3.1. Yangın sonrasında uygulanan bazı tekniklerin canlı grupları üzerine etkileri. (+), 0 ve (-), sırasıyla, olumlu, nötral ve olumsuz etkiye işaret etmektedir	28

Terimler sözlüğü

Abiyotik bileşenler: Ekosistemin canlı olmayan bileşenleri (ör: azot elementi, ışık, toprak tekstürü)

Akdeniz tipi ekosistemler: Dünya üzerinde beş kıtada yer alan, Akdeniz ikliminin görüldüğü ve benzer bitki örtüsü fizyonomisine sahip ekosistemler. Akdeniz tipi ekosistemler, dünya üzerinde Kaliforniya'da, Akdeniz Havzası'nda, Şili'de, Güney Afrika'da ve güney ve batı Avustralya'da yer almaktadır.

Aktif onarım: Ekosistem onarımı sırasında aktif faaliyetler yürütülmesi (ör: yangından sonra tohumlama, fidan dikme, makineli işlemler)

Ardıl değişim (süksesyon): Herhangi bir ekolojik müdahale sonrasında bir alanda bitki örtüsünün ve buna bağlı olarak diğer canlı gruplarının kompozisyon ve yapısında görülecek değişimlerdir.

Biyolojik çeşitlilik: Yaşayan organizmaların, o organizmaların yaşadıkları ekolojik ortamların (karasal, sucul, denizel) ve o ortamlar ile organizmaların desteklediği ekolojik süreçlerin çeşitliliğidir. Tür içi, türler ve ekosistemler arası çeşitliliği de kapsar.

Biyotik bileşenler: Ekosistemin canlı bileşenleri (ör: otçullar, çürükçüller, avcılar)

Dirençlilik: Yangın, kuraklık, otlama vb. bir müdahaleden sonra türlerin, komünitelerin ya da ekosistemlerin kendilerini yenileme (toparlanma) kapasitesi.

Ekosistem onarımı (restorasyon): Herhangi bir sebepten tahrip olmuş bir alanın, tür kompozisyonu, yapısal özellikleri, ekosistem dinamikleri ve ekosistem hizmetleri açısından potansiyeline ulaştırılması amacıyla yapılan çalışmaların tümü.

Mega yangınlar: Geleneksel ya da tarihi yangın rejimlerinden şiddet, hasar ve büyüklük açısından sapma içeren, insan sosyo-ekonomisine zarar veren ve ekosistemlerin onarımını yavaşlatma potansiyeline sahip büyük yangınlar.

Örtü yangını: Ormanın ot ve çalı katındaki diri ve ölü örtüyü yakarak ilerleyen, ancak ormanın tepe kısmındaki ağaçlara zarar vermeyen düşük şiddetli yangın.

Pasif onarım: Ekosistem onarımı sırasında aktif faaliyetler yürütülmeden gerçekleştirilen onarım (ör: yangından sonra dal serme, kendi haline bırakma)

Tepe yangını: Ormanın tepe kısmındaki ağaçları yakarak ilerleyen orta ya da yüksek şiddetteki yangın.

Yangına eğilimli ortamlar: Dünya üzerinde yeterince yanıcı madde yükü biriktirecek kadar sıcaklık ve yağışa sahip ve yıl içerisinde kurak dönemi olan, dolayısıyla yangınların görüldüğü ekosistemler.

Yangın sıklığı: Yangının, bir alanda zaman içerisinde ne kadar sıklıkla gerçekleştiğinin bir ölçütü.

Yangın şiddeti: Yangının, bir alanda ne kadar şiddetle gerçekleştiğinin bir ölçütü.

Yönetici özeti

Dünyamız iki büyük krizle karşı karşıyadır: İklim krizi ve biyolojik çeşitlilik krizi. İklim krizinin olumsuz etkilerini gittikçe daha yoğun bir şekilde hissediyoruz: Kuraklık, sel felaketleri, sıcak hava dalgaları sonucu ortaya çıkan enerji krizi, sağlık sorunları ve orman yangınları. Bütün bu olumsuz etkenlerle mücadelede de biyolojik çeşitlilik çok önemli bir yer tutmaktadır. Biyolojik çeşitlilik ve ekosistemlerin sağladığı ekosistem hizmetleri ile doğa temelli çözümler birçok sorunun üstesinden gelebilmek için kritik bir rol üstlenmektedir. Bu hizmetler ve çözümler açısından da orman ekosistemleri çok önemli bir role sahiptir. Ancak orman ekosistemleri de farklı dinamikler çerçevesinde iklim değişikliğinden olumsuz şekilde etkilenmektedir. Bu etkiyi azaltmak ve orman ekosistemlerinin direngenliğini arttırmak çok önemlidir. Bunun nedenle orman biyolojik çeşitliliğini korumak ve güçlendirmek orman yönetiminin temel hedeflerinden biri olmalıdır. Bu kılavuz da bu doğrultuda, orman yangınlarından sonra orman biyolojik çeşitliliğini de gözeterek bir ormancılık yapmak ve bu sayede iklim değişikliğine daha direngen ormanlar oluşturmak için DKM, FAO ve OGM işbirliği ile hazırlamıştır.

Türkiye'nin Akdeniz bölgesi, özellikle kurak yaz dönemleri ve yoğun insan faaliyetleri nedeniyle sık sık orman yangınları yaşamaktadır. 2021 yılı, önemli ekonomik, toplumsal ve ekolojik etkilere yol açan yıkıcı mega yangınlara tanık olmuştur. Orman yangınları, ekosistemlerde önemli ölçüde tahribata yol açabildiği gibi, ekosistemlerin şekillenmesinde ve biyolojik çeşitliliğin desteklenmesinde de önemli bir rol oynayabilmektedir.

Orman yangınlarının Akdeniz ekosistemleri üzerinde çeşitli etkileri bulunmaktadır; bunlardan bazıları, vejetasyon kaybı, toprak kaybı ve erozyon, hayvan ölümleri, peyzaj bütünlüğünün bozulması ve doğal kaynaklara erişim ile ilgili değişikliklerdir. Birçok ekosistemin doğal bir parçası olan orman yangınları önemli hasarlara yol açabilirken, bir yandan da mozaik peyzajlar oluşturarak habitat çeşitliliğini arttırabilir ve belirli türlerin yaşam döngülerini kolaylaştırarak biyolojik çeşitliliğin artmasını sağlayabilirler. Ancak mega yangınlar, ekosistemleri direngenlik sınırlarının ötesinde etkileyerek biyolojik çeşitlilik kaybına ve ekolojik süreçlerde bozulmalara neden olabilir.

Akdeniz ekosistemlerinin bir yangının ardından toparlanması; yangının şiddeti, sıklığı, yangın öncesi koşullar ve iklim gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterir. Bu ekosistemler genellikle doğal olarak yenilenme kabiliyetine sahip olsalar da yangın sonrasında barındırdıkları biyolojik çeşitlilikte görülen kayıplar sonrasında etkili bir onarım için insan müdahalesi gerektirebilirler. Akdeniz ülkelerinde yangın sonrası yönetim stratejileri ekolojik dinamiklere, yerel düzenlemelere ve ekonomik faktörlere bağlı olarak değişmektedir. İspanya, Yunanistan ve Türkiye'den örnekler, yangın sonrası yönetim konusunda hem ekonomik faktörlerin hem de ekolojik bilginin dengeli olacak şekilde dikkate alındığını göstermektedir. Toprak kaybı ve erozyonla mücadele, doğal gençleşme ve gençleştirme ile ekim ve dikim yöntemleri orman ekosistemlerinin iyileşmesine yardımcı olmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Tekniğine uygun bir şekilde ve yangın- biyolojik çeşitlilik etkileşimini dikkate almadan gerçekleştirilen müdahalelerin biyolojik çeşitlilik üzerinde olumsuz etkileri olabilirken, pasif onarım teknikleri genellikle biyolojik çeşitliliği ve ekosistemin iyileşmesini teşvik etmek için en iyi sonuçları vermektedir.

Yangın sonrası yapılan çalışmaları değerlendirme kapsamında, Muğla ilinde Marmaris ve Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüklerinde 2021 yılında yanan alanlar pilot sahalar olarak seçilmiştir. Her iki sahada da doğal gençleşme ile ekim destekli doğal gençleştirme gibi silvikültürel onarım tekniklerinin, özellikle yanmış Kızılçam ormanlarında ekosistem yenilenmesi için en etkili yöntemler olduğu görülmüştür. Makineli arazi hazırlığı ve dikim şeklinde uygulanan aktif onarım yöntemlerinin ekonomik olarak pahalı ve pilot sahaların engebeli topografik yapısı nedeniyle uygulanmasının zor bir teknik olduğu anlaşılmıştır.

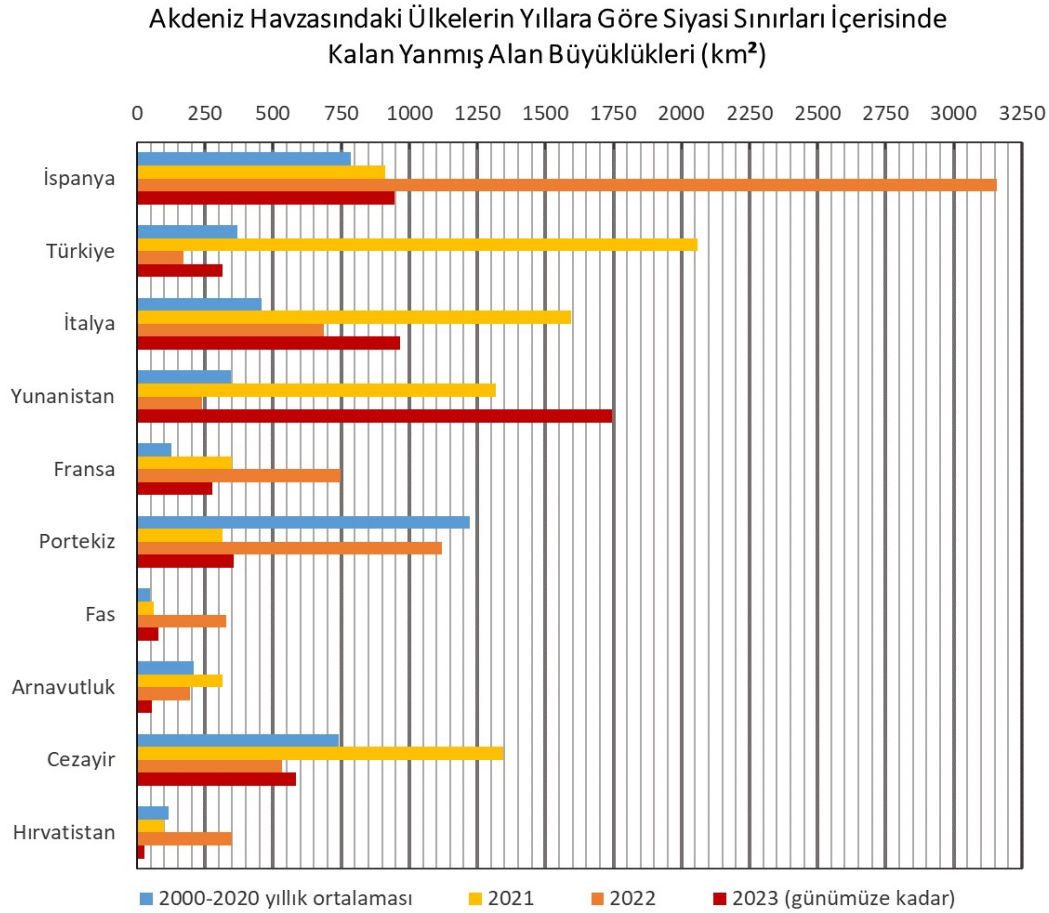
Genel olarak, Akdeniz ekosistemlerinde yangın sonrası yönetim kararları bölgenin ekolojik temelini dikkate almalı, başarılı ekosistem iyileşmesini sağlamak ve biyolojik çeşitliliği korumak için pasif onarım tekniklerini öne çıkarmalıdır. Yöre halkı da kapsayan ve iş birliği içinde yürütülen çabalar ve ekolojik dinamiklerin iyice anlaşılması, yangın açısından riskli bölgelerin etkili bir şekilde korunması ve yönetilmesi için büyük önem taşımaktadır. Yangın sonrası tüm süreçlerin bütüncül bir şekilde ele alınması önemlidir. Bu, yangın sonrası hazırlanacak bir ekosistem onarım planı (yangın sonrası restorasyon planı) ile gerçekleştirilebilir. Böyle bir plan konusunda uzmanlardan oluşan bir ekip tarafından hazırlanmalı ve tüm uygulama süreçleri bu ekibin kontrolünde gerçekleştirilmelidir.

Bu kılavuz, 'Muğla İlinde Yangın Sonrası Orman ve Maki Ekosistemlerinin Restorasyonu (TCP/TUR/3902/C2) Projesi' kapsamında OGM Ekosistem Hizmetleri Daire Başkanlığı, Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'nden ilgili şube müdürleri, Köyceğiz ve Marmaris İşletme Müdürlükleri ile DKM uzmanlarının katılımıyla gerçekleştirilen çalıştayda taslak hali tartışılmış, alınan kararlar ve görüşler neticesinde son haline getirilmiştir. Bu kılavuz ülkemizde yangın sonrası onarımın biyolojik çeşitlilik temelli olarak yapılmasına ilişkin ilk kapsamlı çalışma durumundadır. İlerleyen çalışmalarda yeni bilgilerin ortaya çıkması ile birlikte kılavuzun zenginleştirilmesi mümkün olabilecektir.

1. Giriş

Türkiye'nin Akdeniz Bölgesi, uzun ve kurak yaz dönemleri ile hem doğal hem de insan kökenli tutuşturucu kaynakların bolluğu nedeniyle sık sık orman yangınlarına maruz kalmaktadır. Bu yangınlar ağırlıklı olarak (> %80) insan faaliyetleri sonucu; çoğunlukla atılan sigaralar, elektrik hatları ve tarımsal amaçlı yakılan ateşler, kasit ve ihmalden kaynaklanırken, diğerleri yıldırım düşmesi sonucu meydana gelmektedir. Akdeniz Bölgesindeki orman yangınları hem ormanları hem de makilikleri etkilemektedir. Türkiye'deki kızılçam (*Pinus brutia*) ormanları sıklıkla büyük yangınlara maruz kalırken, maki ve frigana gibi çalılık bitki örtüsünde daha lokal yangınlar yaşanmaktadır.

Son yıllarda, Akdeniz Bölgesi'nde –yaygın olarak mega yangınlar (bkz. engin yangın- Kavgacı vd., 2023) olarak adlandırılan– aşırı orman yangınları artan sıklıklarda meydana gelmektedir (Şekil 1.1). Bu artış; iklim değişikliği, uzun süredir devam eden ormancılık politikaları ve son yıllarda meydana gelen sosyo-ekonomik değişiklikler de dahil olmak üzere çeşitli faktörlere atfedilebilir (Viedma vd., 2017; Atmış vd., 2023; Türkeş ve Tolunay, 2023). 2021 yılında 150.000 hektardan fazla orman ve çalılık alan yangınlardan etkilenmiş ve 1945 yılından sonra Türkiye Cumhuriyeti tarihindeki en yıkıcı yangın sezonu olarak kayıtlara geçmiştir (Şekil 1.1). Birçok köy ve yerleşim yerinin de yangınlardan, etkilendiği 2021 yılı ekonomik hasar açısından da en yüksek maliyetlere yol açan yangın sezonlarından biri olmuştur.



Veri Kaynakları: EU Copernicus Emergency Management Service web sitesindeki 9 Ekim 2023 itibariyle yanmış alan ülke istatistikleri, https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis_current_situation/

Şekil 1.1. Akdeniz bölgesi ülkelerinde 2000 yılından itibaren yangınlardan etkilenen tahmini alan büyüklüğü (ha) istatistiği.

Akdeniz Havzası ekosistemleri binlerce yıldır insan etkisinde şekillenmiştir ve doğal peyzaj ile insan kaynaklı kırsal peyzaj bu bölgelerde çoğu zaman bir arada bulunmaktadır. Geçtiğimiz on yıllarda birçok Akdeniz ülkesinde gerçekleşen ve bazılarında da halihazırda gerçekleşmekte olan köyden kente göç gibi sosyo-ekonomik değişimler sebebi ile ortaya çıkan doğal ardıl değişim (süksesyon) ve buna eşlik eden ağaçlandırma faaliyetleri, binlerce yıldır insan tarafından şekillendirilmiş görece açık yapıya sahip Akdeniz habitatlarını daha kapalı habitatlar haline getirmiştir (Chergui vd., 2018). Bu nedenle, bu peyzajlarda habitat homojenleşmesi ve orman alanları artmıştır. Bu durum, geçmişte insan tarafından şekillendirilmiş peyzajlarda yatay düzlemdeki habitat kesintilerini ortadan kaldırarak daha tekdüze ve kesintisiz orman alanlarının oluşumuna yol açmıştır. Daha önceleri, daha sınırlı alanlarda yayılabilen orman yangınları, böylece daha geniş alanlara yayılarak mega-yangın statüsüne erişecek şekilde büyüme olanağı bulmuştur. Peyzaj yapısında görülen bu değişimlere ek olarak, iklim değişikliği kaynaklı sıcaklık artışı ve kurak dönemin uzaması ve şiddetlenmesi gibi etkenler de Akdeniz Havzasında orman yangınlarının büyümesine yol açmıştır. Dolayısıyla, geçtiğimiz on yıllarda ekonomik olarak görece gelişmiş Akdeniz ülkelerinde, yanıcı maddenin sınırlamakta olduğu yangın rejimlerinden, iklimsel koşulların denetimi altındaki yangın rejimlerine geçiş gerçekleşmiştir (Pausas ve Fernández-Muñoz, 2012). Bu durum, farklı Akdeniz ülkelerinde farklı zaman dilimlerinde gerçekleşmiştir/gerçekleşmektedir (Chergui vd., 2018). Ayrıca, Akdeniz ülkelerinde yaklaşık yüz yıldır uygulanmakta olan yangın söndürme faaliyetleri de, uzun vadede yanıcı madde birikimine yol açarak, daha büyük yangınların oluşumu için gerekli zemini yaratmıştır (Moreira vd., 2020). Ağaçlandırma faaliyetleri ile daha çok ve tekdüze orman alanı yaratan arazi kullanım değişiklikleri ve yangın söndürme odaklı yangın yönetim politikaları ile bunlara eşlik eden iklim değişimi, günümüzde Akdeniz Havzasında gerçekleşmekte olan mega yangınların temel sebebi durumundadır (Tavşanoğlu, 2021a).

2021'deki mega yangınların önemli ekonomik, toplumsal ve ekolojik sonuçları; kamuoyu, yöneticiler, medya kuruluşları ve bilim camiası arasında yaygın bir endişeye yol açmıştır. Yangınların etkileri kapsamında yaşanan bu endişeler doğaldır. Ancak yangın sonrası yapılacak çalışmaları rasyonel bir zemine oturtabilmek için orman yangınlarını iki farklı açıdan değerlendirmek gerekmektedir (Pausas vd., 2008). Bunlardan ilki, her ne kadar yangınların ilk faturası yıkıcı olup flora ve faunada belirgin bir kayba yol açsa da, bunun aynı zamanda ekolojik bir yenilenmenin de başlangıcı olabileceğidir. İkincisi ise, ortaya çıkan görsel yıkıma rağmen, orman yangınlarının her zaman felaket olarak değerlendirilmemesi gerektiği hususudur. Yangınlar, Türkiye'nin Akdeniz bölgesi de dahil olmak üzere pek çok ekosistemde yaşamın doğal bir parçasıdır. Bu nedenle, konuya yaklaşım, neden olunan anlık hasar ile yangının zaman içinde bu ekosistemleri şekillendirmedeki ayrılmaz rolünü dengeleyecek şekilde olmalıdır.

Yangın birçok açıdan Akdeniz ekosistemlerinin kilit bir bileşenidir ve bu ekosistemler yüzbinlerce yıldır yangınla evrimleşmiştir (Keeley vd., 2012). Yangınlar mozaik bir peyzaj oluşturarak ve tek tip bitki örtüsünü değiştirerek yarattığı habitat çeşitliliği ile biyolojik çeşitliliği arttırabilir. Bazı türler, yaşam döngülerinde yangından faydalanarak yangına eğilimli ortamlarda hayatta kalmaya iyi bir şekilde uyum sağlamışlardır; örneğin, bazı bitki türlerinin tohum çimlenmesini tetiklemek için yangın sırasında ortaya çıkan sıcaklıklara ve dumana ihtiyaç duyarları gibi (Paula vd., 2009; Moreira vd., 2010; Tavşanoğlu vd., 2017).

Yangın- ekosistem arasında belirtilen bu etkileşimlere karşın; mega yangınlar, özellikle iklim değişikliği ve insan müdahaleleri gibi diğer faktörlerle birleştiğinde, ekosistemleri kendini toparlama kapasitesinin ötesinde bir yıkımla karşı karşıya bırakabilir (Linley vd., 2022). Bu şiddetli yangınlar türleri tehdit edebilir, ekolojik süreçleri bozabilir ve önemli biyolojik çeşitlilik kaybına neden olabilir (Geary vd., 2022). Bir yangından sonra peyzajda kalan yanmış ve yanmamış alanların türlerin iyileşmesi ve yeniden

kolonileşmesi üzerinde derin etkileri olabilir. Yangının bu ikili doğasını anlamak, dengeli bakış açıları ve etkili yangın sonrası yönetim stratejileri geliştirmek için çok önemlidir.

Akdeniz ekosistemleri evrimsel geçmişleri nedeniyle genellikle yangına karşı güçlü bir direngenliğe sahiptir (Lavorel, 1999). Yangın sonrası alanlar, yerli türlerin yenilenme sürecine başlamasıyla hızla iyileşebilir. Kısa vadede bu durum, yangın sonrası koşullardan yararlanarak çimlenen bitki türlerinin hızla ortaya çıkması ve çeşitli maki türlerinin yangından etkilenmeyen toprak altı organlarıyla sürgün vererek yeniden ortaya çıkması şeklinde kendini gösterebilir (Keeley vd., 2012; Kavgacı vd., 2016; Ergan, 2017). Uzun vadede yangın, ekosistemin eski haline dönmesine (Kavgacı vd., 2010; Tavşanoğlu ve Gürkan, 2014) ya da bazı durumlarda yeni bir ekolojik duruma (ya da bitki örtüsüne) geçmesine yol açacak ardıl süreçler (süksesyon) için zemin hazırlayabilir (Pausas, 2015). Bu birbiri ardına gelen bitki örtüsü değişimleri, farklı hayvan türlerinin de ardıl değişimine eşlik edecek şekilde iyileşmekte olan orman ekosistemini kullanması durumunu doğurabilmektedir (Kaynaş vd., 2002, bkz. 7.2). Dolayısıyla, yangın sonrasında gerçekleşen bitki örtüsü yenilenmesi, hayvan komünitelerinin de yenilenmesi için temel bir altyapı hazırlamaktadır (Arnan vd., 2006). Özellikle, orman habitatına bağlı yaşayan türlerin (örneğin bazı kuş ve büyük memeli türleri), ormanın yanması sonrası alandan çekilmesi bir habitat kaybı olarak görünse de bu türlerin civarda sığındıkları yanmamış alanlardan ormanın zaman içerisinde yenilenmesine bağlı olarak yanmış alana yeniden girmeleri söz konusu olmaktadır (van Mantgem vd., 2015; Soyumert vd., 2020). Bu noktada yangın öncesi sahaya egemen olan bitki türünün yangın sonrası hızlı bir şekilde sahaya gelmesi ve yenilenmesinin önemine dikkat çekmek gerekir. Ancak bu şekilde ekosistem zaman içinde yangın öncesi yapısına kavuşabilmektedir. Aksi takdirde vejetasyon yapısında bir değişim meydana gelmektedir. Örneğin kızılçam ormanlarının makiye dönüşmesi gibi.

Yangın sonrası yenilenme süreci; yangının şiddeti ve sıklığı, ekosistemin yangın öncesi durumu ve süregelen iklim koşulları da dahil olmak üzere çeşitli faktörlere bağlıdır (De Las Heras vd., 2012; Vallejo vd., 2012; Kavgacı vd., 2016). Bazı ekosistemler, özellikle şiddetli veya sık yangınlardan sonra, yenilenmelerine yardımcı olmak için insan müdahalesine ihtiyaç duyabilir. Bu müdahaleler arasında doğal bitki türleriyle ekim ve dikim uygulamaları, istilacı türlerin kontrol altına alınması, nadir ve tehdit altındaki türlerin alanda tekrar çoğalmasının sağlanması yer alabilir. Bununla birlikte, yangına eğilimli alanlara yangın sonrasında bir insan müdahalesinde bulunmadan önce, söz konusu ekosistemlerin yangın sonrası doğal yollarla yenilenme kapasitenin mutlaka göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

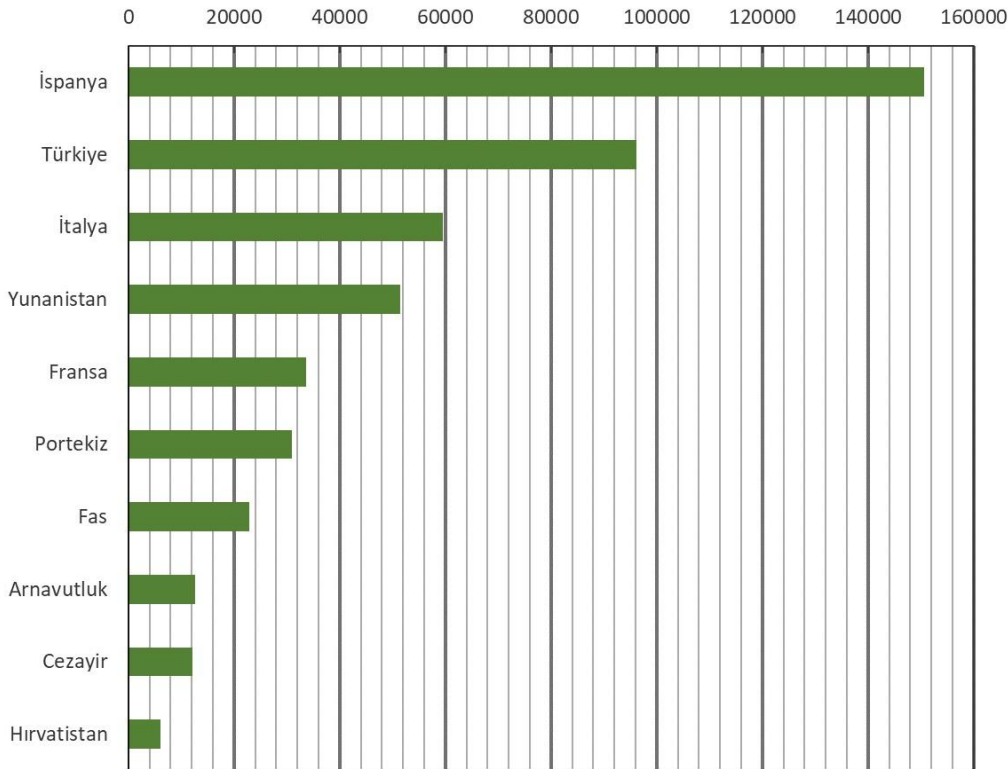
Özetle, orman yangınları ekosistemlerin doğal süreçlerinde kritik bir rol oynayabilir. Yangının bir ekosistem içindeki etkileşimi karmaşık ve çok yönlüdür. Bu nedenle, yangın sonrası müdahaleler ve yönetim kararları bu gerçek kabul edilerek planlanmalıdır.

2. Yangınların Akdeniz ekosistemleri üzerindeki etkileri

Orman yangınları, Akdeniz Havzasında yer alan çok sayıda ülkede önemli alanlar kaplayan Akdeniz tipi bitki örtüsünün önemli bir bileşenidir. Bu alanlar, Akdeniz iklim rejimleri altında yer alan milyonlarca hektar orman alanını da etkilemektedir (Şekil 2.1). Yangın, Akdeniz ekosistemlerinde çeşitli seviyelerde etkilere yol açmakta ve bu sistemlerin biyotik ve abiyotik bileşenlerini etkilemektedir. Bu etkiler anlık ya da uzun vadeli, doğrudan ya da dolaylı olabilir. Yangının en ani ve görünür etkisi, otsu bitkilerden çalılara ve ağaçlara kadar değişen bitki örtüsünün tahribatını içermesidir. Bu tahribatın derecesi, yangının şiddeti ve bitki örtüsünün yapısına bağlı olarak Akdeniz Havzası ekosistemlerinde değişkenlik göstermektedir (Keeley vd., 2012). Örneğin, yüksek şiddette bir tepe yangınına maruz kalan orman alanlarında toprak üstündeki hemen hemen tüm biyokütle etkilenmektedir. Buna karşın, düşük şiddetli örtü yangınlarına maruz kalan ormanlarda üst tabakada yer alan ağaçların tepeleri zarar görmez veya

kısmen zarar görürken, çalı ve ot katı tamamiyle yanabilmektedir. Yangın, Akdeniz ormanlarında bu gibi doğrudan etkilere sahip olmasının yanısıra, habitat yapısını değiştirme gibi dolaylı etkilere de sahiptir. Yanan orman alanları, uzun yıllar süren bir yenilenme sürecine girdiği için (yani, ardıl değişim), yangından sonra geçen zamanla birlikte farklı bitki türleri orman alanında hâkim duruma geçerek ormanın yangından sonraki zaman içerisinde farklı bitki örtüsü yapılarında bulunmasını sağlar. Bu zamansal değişim, farklı bitki ve hayvan türleri için farklı habitat yapıları anlamına da gelmektedir. Bununla birlikte, Akdeniz bitki örtüsüne sahip alanların yangından sonra eski formuna dönmesi, yangına maruz kalan bitki örtüsünün hâkim bitki bileşenine, yangının tipi ve şiddetine, ayrıca alanda doğal yenilenmeyi etkileyebilecek diğer bazı faktörlere (bakı, yağış miktarı, insan müdahalesi vb.) bağlıdır (Kavgacı vd., 2016). Örneğin, tepe yangınına maruz kalan bir kızılçam ormanının eski haline gelmesi en az 40 yıl alırken, makilik bir alan 10 yıla kalmadan yangından önceki bitki örtüsü yapısına ulaşmaktadır. Farklı Akdeniz bitki örtülerinin yangına verdiği yenilenme cevabındaki bu değişkenlik, bu ekosistemlerin yangın sonrası yönetiminde tekdüze bir yaklaşım yerine her bir duruma özgü planların ve farklı yaklaşımların bir arada olduğu bir yönetimin olmasının önemini de göstermektedir.

Akdeniz Havzasındaki Ülkelerin Akdeniz Rejimindeki Orman Alanı (km²)



Veri Kaynakları: Copernicus CORINE arazi örtüsü (2018), ESA GlobCover (2009) arazi örtüsü ve ekolojik bölgeler haritası.

Şekil 2.1. 2021'de Akdeniz Havzası ülkelerinde Akdeniz iklim rejimi dahilindeki orman alanı.

Kızılçam (*Pinus brutia*) gibi geç açılan kozalak (serotini) özelliğine sahip olan türlerin egemen olduğu ekosistemlerde yangın tetiklemesiyle açılan kozalaklardan saçılan tohumların kitle halinde çimlenmeleri sonucunda gençlikler meydana gelir ve zamanla ekosisteme egemen olurlar (Thanos, 2000; Kazancı, 2021). Benzer şekilde, Akdeniz havzasındaki sert yapraklı ormanlar ve makilikleri meydana getiren türlerin birçoğu, yangından sonra hızla yenilenmelerini sağlayan sürgün verme

yeteneklerine sahiptir (Tavşanoğlu ve Gürkan, 2014). Bununla birlikte, yangına uyum yeteneğine sahip olmayan türler geniş çaplı kayıplara uğrayabilir. Bölgede yangının bitki türleri üzerindeki doğal seçim baskısı milyonlarca yıldır devam ettiğinden, Akdeniz tipi ekosistemlerde yangın sonrası yenilenme özellikleri olmayan bitki türlerine rastlamak nispeten daha zordur.

Yangın, özellikle hareket kabiliyeti daha az olan ve olmayan türler veya yangının hızı ve şiddeti nedeniyle kaçamayan hayvanlar için ani ölümlere neden olabilir. Öte yandan kuşların ve hareketli memelilerin buldukları yeni yaşam alanları halihazırda taşıma kapasitesinde olabileceği için, yer değiştirmeleri önemli bir sorun oluşturabilir. Bazı kemirgenlerin ve sürüngenlerin ise alevler geçene kadar yer altına sığındıkları için hayatta kalabildikleri bilinmektedir (Pausas ve Parr, 2018, Ensbey vd. 2023).

Yangınlar, Akdeniz ekosistemlerindeki toprakların kimyasal özellikleri üzerinde de etkili olmaktadır. Her ne kadar, en şiddetli tepe yangınlarının bile yoğun sıcaklık etkisi toprağın sadece birkaç cm altına kadar etki etse de üst toprak kısmının (0-5 cm) kimyasal yapısında yangınlar ciddi değişimler yaratabilmektedir. Bu durum, yangının toprak üstü biyokütlerde birikmiş olan organik maddenin bir kısmının yanma sırasında buharlaşmasına yol açarken, biyokütlenin büyük ölçüde inorganik madde olarak toprağa karışmasına da neden olmaktadır. Son yıllarda Akdeniz Havzasında yangın sıklığının artması, yangına duyarlı çam ormanlarında toprak kaybına ve bazı gençleşme sorunlarına yol açmıştır (Eugenio vd., 2006; Pausas vd., 2008). Bu nedenle, kızılçam gibi Akdeniz çam türlerinin yangın sonrası yenilenmesi, toprağın kimyasal koşullarına bağlı olabilir. Ayrıca, yangın sonrası toprağın kimyasal ve fiziksel özelliklerindeki değişiklikler, yangın sonrasında sürgün veren türlerin bile toparlanmasını etkileyebilmektedir (Ferran vd., 2005). Bu nedenle, yangın sonrası yönetim kararları alınmadan yanmış sahaların toprak özelliklerini incelemek önemlidir (Thomas vd., 2000; Providoli vd., 2002). Kızılçam ormanlarında toprağın kimyasal özelliklerinin iyileşmesinin genellikle yangın sonrası ilk üç yıl içinde gerçekleştiği bilinmektedir (Eron ve Gürbüzler, 1988; Neyişçi, 1989; Tavşanoğlu ve Gürkan, 2002; Tavşanoğlu ve Gürkan, 2010). Bu ormanlarda, yangından hemen sonra artan toprak organik madde içeriği, pH değeri ve değiştirilebilir katyon konsantrasyonu, yangından üç yıl sonra yangın öncesi seviyelerine dönmektedir (Eron ve Gürbüzler, 1988; Neyişçi, 1989). Benzer sonuçlara Kanarya Adası çamı (*Pinus canariensis*) ormanında (yangından beş yıl sonra, Durán vd., 2008) ve bir Kermes Meşesi (*Quercus coccifera*) çalılığı üzerinde yapılan çalışmalarla (yangından bir yıl sonra, Trabaud vd., 1983) da ulaşılmıştır. Yangın sonrasında toprak özelliklerinde gerçekleşen değişimler; daha çok yanmış alanların arazi kullanım geçmişine (Pardini vd., 2004), yangınların şiddeti ve sıklığı ile yangın sonrası iklim koşullarına (Certini vd., 2005) bağlıdır. Dolayısıyla, yangın sırasında ortaya çıkan toprak sıcaklıkları, ormanların toprak özelliklerini ve bu özelliklerin mekânsal örüntüsünü farklı şekillerde etkilemektedir (Gimeno-García vd., 2004; Terefe vd., 2008). Bu nedenle, yangın şiddetinin alansal olarak farklılık göstermesi, yangın sonrası koşulların alansal heterojenliği üzerinde etkilidir (Pausas vd., 2003).

Yangının doğrudan ölümcül etkisinin yanı sıra, Akdeniz ekosistemlerinde dolaylı etkileri de vardır. Yangın, bu ekosistemlerin yapısını hızla değiştirerek peyzajı yanmış ve yanmamış alanlardan oluşan bir mozaığe dönüştürür. Bu mozaik yapı bazı türler için yeni habitatlar yaratabilir, ancak diğerleri için habitat kaybına da neden olabilir. Örneğin, Akdeniz bölgesindeki Orman Toygarı (*Lullula arborea*) ve Çobanaldatan (*Caprimulgus europaeus*) gibi bazı kuş türlerinin yangın sonrası ortaya çıkan heterojen bitki örtüsü yapısında başarılı olduğu bilinmektedir (Pons and Bas, 2005). Yangından hemen sonraki ortamda, bitki ve hayvan türleri için var olan kaynakların (ışık, besinsel element, av vb.) mevcudiyeti de değişir. Vejetasyonun alt tabakalarına ışık geçişini kısıtlayan ağaç ve çalı katının kaybı, ışık isteği yüksek bitki türlerine fayda sağlayabilir. Bitki örtüsünün yanması sonucunda mevcut biyokütlerdeki birçok besin de toprağa geri salınır ve bu da genellikle kısa süreli olacak şekilde yeni çimlenen gençlik ve sürgünlere ek besin kaynağı sağlar. Bu durum bazı bitki türlerine fayda sağlayabilir, ancak besin elementlerin

(örneğin katyonların) daha sonra topraktan yıkanma sebebi ile azalması bu türler için uzun vadeli iyileşmeyi geciktirebilir. Yangın sonrası ortamdaki değişim, hayvan davranışlarını ve topluluk dinamiklerini de etkileyebilir. Yangın nedeniyle yönünü kaybetmiş ya da açıkta kalmış avlardan faydalanan yırtıcılardan dolayı av niteliğindeki türlerin avlanma oranlarında değişimler görülebilir (Pausas and Parr, 2018). Benzer şekilde, yangın sonrası besin kaynağı olarak kullanılan bitkilerdeki değişimler otçul hayvanların beslenme örüntülerinde değişikliklere yol açabilir (Pausas and Parr, 2018).

Yerkürede biyolojik çeşitliliğin günümüzdeki seviyesine gelmesine önemli katkı sağlamış olan yangınların (Pausas ve Riberio, 2017; He vd., 2019), dünyada biyolojik çeşitlilik üzerine etkileri, yangının etkilediği biyom ve ekosistem tipine göre değişkenlik göstermektedir (Pausas ve Riberio, 2017). Yangınların milyonlarca yıldır etkin olduğu ve ortamda bulunan bitkilerin yangın sonrası hayatta kalmaya ya da hızlıca yenilenebilmelerine olanak sağlayan uyarlanmalara sahip olduğu ekosistemlerde, yangınlar genel olarak biyolojik çeşitliliği artırıcı etki yapmaktadır. Bu gibi ekosistemlere, Güney Amerika savanaları ile Kaliforniya, Akdeniz Havzası ve Avustralya'daki Akdeniz tipi ekosistemler örnek olarak verilebilir (Paula vd., 2009; Keeley vd., 2012; Pilon vd., 2022). Yangınlar, rekabete dayalı olarak türlerin birbirlerini ortamdaki uzaklaştırmalarını geciktirmesi, peyzaj çeşitliliği yaratması, yeni nişler ortaya çıkarması ve bu sayede çok farklı türler için yeni fırsatlar sağlaması yoluyla bu gibi ekosistemlerde biyolojik çeşitliliği olumlu yönde etkilemektedir (Pausas ve Riberio, 2017). Milyonlarca yıl süren evrimsel süreçlerin de etkisiyle bitki ve hayvanların sahip olduğu uyarlanmalar, yangına eğilimli ekosistemlerde bulunan orman, çalılık ve çayırların yangından sonra, yangın öncesine göre daha fazla tür çeşitliliğine sahip olmasının temel nedenidir (Kazanis ve Arianoutsou, 2004; Kavgacı vd., 2010; Ergan, 2017; Pilon vd., 2022).

Yangınların biyolojik çeşitlilik üzerine olumsuz etkileri, dünyada özellikle yangının uzun dönemler boyunca ekolojik bir faktör olmadığı ekosistemlerde görülmektedir. Yangının biyolojik çeşitlilik üzerine en yıkıcı etkileri, on milyonlarca yıldır yangının önemli bir ekosistem bileşeni olmadığı tropik yağmur ormanlarında gerçekleşmektedir. Bu ormanlar doğal olarak nemli bir yapıya sahip olduklarından, ormanda yıldırım ya da insan kaynaklı bir tutuşma gerçekleşse bile bir yangın çıkmamaktadır. Ancak, son yıllarda Amazonlarda (Brezilya) ya da Borneo ormanlarında (Endonezya) şahit olduğumuz gibi, çok miktarda tropik yağmur ormanı insanlar tarafından tarım alanına çevirmek amacıyla kesilmekte, yakılmakta ve ormansızlaşmaya maruz bırakılmaktadır (Fearnside, 2005). Benzer bir durum, Akdeniz iklimine sahip bir bölge olmasına karşın on binlerce yıldır yangının doğal bir faktör olarak yer almadığı Şili'deki Akdeniz ekosistemleri için de geçerlidir. Son yüzyılda bu bölgelerde ekonomik gerekçelerle geniş alanlarda çam plantasyonları kurulmuştur. Bu ormanlar günümüzde büyük yangınlara maruz kalmaktadır ve yangın sonrası yenilenme kapasiteleri de düşük olduğu için yangınlardan zarar görmektedirler (Gomez-Gonzalez vd., 2017). Doğal olarak yangının var olmadığı bu bölgelerde yanan ormanların kendini hızlı bir şekilde yenileme şansı düşüktür. Böyle durumlarda, yangın ciddi bir biyolojik çeşitlilik kaybına yol açmaktadır. Benzer bir sorun Türkiye'nin doğu Karadeniz bölgesinde yer alan ılıman yağmur ormanları için de söz konusudur. Kafkas biyolojik çeşitlilik sıcak bölgesinin bir parçası olan bu ormanlar da, uzun dönemler boyunca yangına maruz kalmamış olduğu için, yangına uyarlanmış bir floraya sahip değildir. Bu nedenle, iklim değişikliği sebebi ile yangınların artma olasılığı, yangından sonra bu ormanların hızlı bir şekilde yenilenme kapasitesine sahip olmadığından dolayı endişe vericidir. Bu ormanların yangın sonrası yenilenmesi, büyük ölçüde yangından sonra yanmamış komşu alanlardan gelecek olan tohum saçılımına bağlıdır ve tam bir yenilenmenin yüzlerce yıl alması muhtemeldir.

3. Akdeniz ekosistemlerinde yangın sonrası doğal iyileşme dinamikleri

Akdeniz havzası ekosistemleri yangın-biyolojik çeşitlilik ilişkisi açısından dünyadaki diğer Akdeniz ekosistemlerine benzer örüntüler sergilemekte ve farklı yaşam formlarına sahip bitkilerin yangın sonrası farklı hayatta kalma ve yenilenme stratejilerini içerisinde barındırmaktadır (Kazanis ve Arianoutsou, 2004; Paula vd., 2009; Keeley vd., 2012; Tavşanoğlu ve Gürkan, 2014). Bu sayede, bitki çeşitliliği açısından yangınlar, özel bazı durumlar haricinde, büyük bir kayba yol açmamaktadır. Aksine, yapılan birçok araştırma, yangın sonrası bitki tür sayısında ve bolluğunda gerçekleşen artışlara dikkat çekmiştir (Kazanis ve Arianoutsou, 2004; Kavgacı vd., 2010, 2017; Ergan, 2017). Yangın sonrası ağaç katının ortadan kalkması ve artan bitki çeşitliliği, başta polinatör böcekler olmak üzere omurgasız çeşitliliğini de artırıcı bir etki yapmaktadır (Prada vd., 1995; Kaynaş ve Gürkan, 2008; Carbone vd., 2009). Yanmamış ormanlarda bulunmayan çok sayıda böcek türü, yeni yanmış ve yenilenmekte olan orman habitatlarını beslenmek ve üremek için tercih etmektedir (Prada vd., 1995; Kaynaş ve Gürkan, 2007; Pausas ve Parr, 2018). Bu habitat değişimleri, kuşlar ve memeliler gibi omurgalı hayvan toplulukları üzerinde de etkiye sahip olmaktadır (Pausas ve Parr, 2018; Soyumert vd., 2020; Stillman vd., 2023).

Akdeniz Havzası'nda farklı bitki grupları yangın sonrası hayatta kalma ve/veya yenilenebilmeleri için farklı stratejilere sahiptirler (Paula vd., 2009; Kazanis ve Arianoutsou, 2004; Tavşanoğlu ve Gürkan, 2014; Tavşanoğlu ve Pausas, 2018). Örneğin birçok tek yıllık bitkinin tohumları yangın öncesinde yıllarca toprakta bekler (toprak tohum bankası) ve yangın sırasında ortaya çıkan ısı ve duman ile çimlenme engelleri giderilerek yangından sonra kitle halinde çimlenirler (Moreira ve., 2010; Tormo vd., 2014; Ergan, 2017; Tavşanoğlu vd., 2017; Kazancı ve Tavşanoğlu, 2019). Bu bitkiler, birkaç yıl sonra yeniden topraktaki tohum bankasını oluşturur ve bir sonraki yangına kadar toprakta uyku halinde kalırlar (Tavşanoğlu vd., 2017). Tohumlarını yanmayan alanlardan yangın alanına ulaştırabilen bazı ışık isteği yüksek tek yıllık bitkilerin tohumları yangın sonrasında ağaç ve çalı katının ortadan kalkması sayesinde alanda çimlenebilir ve yangın sonrası ilk birkaç yıl içinde vejetasyonda yoğun bir şekilde yer alırlar. Ancak bu bitkilerin bolluklarında vejetasyonda zamanla çalı ve ağaç katının oluşumuyla birlikte azalma görülür (Kavgacı ve Tavşanoğlu, 2010).

Akdeniz ekosistemlerindeki çok yıllık otsu bitkilerin ve çalıların bir kısmı tek yıllık bitkiler gibi tohumları aracılığı ile yangın sonrası alanda var olurken, bazıları ise yangından sonra toprak yüzeyindeki ya da toprak altındaki tomurcuklarından sürgün verme yeteneğine sahiptir (Paula vd., 2009; Tavşanoğlu ve Pausas, 2018). Yangın sonrası sürgün verme, birçok çok yıllık buğdaygil bitki (Poaceae familyası) için karakteristik olup, sert yapraklı orman ve makilikleri oluşturan herdem yeşil ve sert yapraklı çok sayıda odunsu çalı ve ağaçlık türünde de görülmektedir. Yangın sonrası sürgün verme, bitkilerin toprak yüzeyindeki ya da toprak altındaki tomurcukların yangından korunması sayesinde yangını canlı olarak atlatması ile mümkün olabilmektedir. Toprak yüzeyindeki korunma lignotuber denen özel bir yapının, toprak altı organlarda korunma ise toprak örtüsünün, yangın sıcaklıklarını içerisinde yer alan tomurcuklara ulaşmasını engellemesi sayesinde gerçekleşmektedir (Paula vd., 2016). Yangın sonrası sürgün verme, Akdeniz ekosisteminde yer alan farklı bitki örtüsü tiplerinin yangına karşı direngen olmasını ve yangın sonrasında hızlıca toparlanabilmelerini sağlayan en önemli özelliktir. Odunsu bitkilerde yangınla uyarılan çimlenme de Akdeniz Havzası ve Kaliforniya'nın Akdeniz tipi ekosistemlerinde yaygın olarak görülmekte olan bir karakterdir (Keeley vd., 2012). Genel olarak, su geçirmeyen bir tohum kabuğuna sahip olan (fiziksel dormansi) tohumlar, yangın sırasında ortaya çıkan ısı enerjisinin etkisi ile mekanik olarak yaralanır ve su alabilir hale gelir, su geçirgen tohum kabuğuna sahip tohumlar ise dumandaki bazı kimyasalların embriyo gelişimini uyarması ile (fizyolojik dormansi) yangından sonraki ilk yağışlı mevsimde çimlenmeye başlar (Moreira vd., 2010; Çatav vd., 2018; Kazancı ve Tavşanoğlu, 2019). Bu iki ayrı strateji genel olarak familya seviyesinde korunmuş bir karakterlerdir ve bazı bitki familyaları (Cistaceae, Fabaceae) sıcaklıkla uyarılan çimlenmeye bazı bitki familyaları ise

dumanla uyarılan çimlenmeye sahiptir (Paula vd., 2009; Moreira vd., 2010; Çatav vd., 2014; Tavşanoğlu ve Pausas, 2018). Bazı özel durumlarda hem sıcaklık şokunun hem de dumanın çimlenmesini uyardığı bitkiler de bulunmaktadır (Tavşanoğlu vd., 2017). Akdeniz Havzası'nda ve diğer birçok Akdeniz tipi ekosistemde yer alan geofit bitkilerin çoğunda, yangın sonrasında çiçeklenme artışı gözlenmektedir. Bu durum, yangın sonrası sürgün vermenin özel bir tipidir ve soğanlı bitkilerde görülen bu uyarlanmanın yangın sonrası ağaç ve çalı katının ortadan kalkması sonucu toprağa ulaşan ışık miktarındaki artış ve toprak kimyasındaki değişimlere cevap olarak gerçekleştiği düşünülmektedir.

Son olarak, Akdeniz Havzası'nda bazı ağaç türleri kozalaklarını uzun yıllar boyunca kapalı tutarak, olası bir yangın anında kozalaklar içerisindeki tohumların zarar görmemesini garanti altına almaya çalışmaktadır (serotinlik uyarlanması). Bir yangın sırasında kozalak pulları arasında yer alan reçine erimekte ve yangından sonra birkaç hafta içerisinde kozalaklar açılarak tohumlar yere saçılmaktadır. Bu sayede, yangın sırasında ağaçlar ölmüş olsa da, kitle halindeki çimlenmeler sonucu gençlikler oluşmakta ve ormanın yenilenmesi sağlanmaktadır. Serotinlik uyarlanması, Akdeniz Havzası'nda sadece birkaç konifer türünde gözlenmektedir: Halep çamı (*Pinus halepensis*), Kızılçam (*Pinus brutia*), sahil çamı (*Pinus pinaster*), ve Akdeniz servisi (*Cupressus sempervirens*). Serotinlik karakterinin aynı türün farklı popülasyonları arasında değişkenlik gösterdiği ve bu değişkenliğin yangın rejimleri ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (Hernández-Serrano vd., 2014; Kazancı, 2021). Serotinlik uyarlanmasına sahip ağaç türleri ışık isteği yüksek ağaçlar (ışık ağacı) olduklarından, bu strateji gençliklerin hızlı bir büyüme yapmasına ve orman ekosisteminin yenilenmesine imkân vermektedir. Yangın sonrası meydana gelen kızılçam gençliklerinin, kapalılık altında büyüyenlere göre daha sağlıklı oldukları ve daha iyi büyüme performansına sahip oldukları araştırmalarla ortaya konulmuştur (Eron ve Gürbüzler, 1988; Neyişçi, 1989; Ganatsas vd., 2012).

4. Akdeniz ekosistemlerinde yangın sonrası ormancılık müdahaleleri ve yönetim yaklaşımları

Akdeniz ekosistemlerinde, farklı bitki örtüsü türleri yangına karşı farklı tepkiler gösterir (Tüfekcioğlu ve Tavşanoğlu, 2022). Örneğin kızılçam (*Pinus brutia*) ormanlarında yangın, yenilenme için tetikleyici bir görev görebilir (Boydak vd., 2006). Bu türün kapalı kozalakları yangının ısısına maruz kaldığında açılır ve tohumlarını salar. Böylece yangından sonra ağaç örtüsünün geri gelmesini sağlar. Akdeniz bölgelerine özgü sert yapraklı ormanlar ve makilikler de, bitkilerin toprak altı kısımlarından sürgün vermesi veya yangına maruz kaldıktan sonra tohumlarının çimlenebilmesi sayesinde yangından sonra yenilenme konusunda dikkate değer bir kapasiteye sahiptir (Paula vd., 2009). Alçak rakımlarda görülen orman ve çalılıklar, sahip oldukları yangın uyarlanmaları sayesinde herhangi bir tepe yangınına hızla atlatılabilir.

Kızılçamdan farklı olarak Akdeniz'de görece daha yüksek rakımlarda yayılış gösteren karaçam (*Pinus nigra*), kapalı kozalak (serotin) özelliğine sahip değildir, bu nedenle türün bir tepe yangınından sonra toparlanması daha zordur. Karaçam ormanlarında bir tepe yangını meydana gelirse, yenilenme yalnızca yangından kurtulan ağaçlara veya yangın sahasına komşu meşcerelere bağlıdır (Sabuncu vd., 2023). Bu nedenle, karaçam ormanlarında yangın sonrası yenilenme daha yavaştır ve yangının büyüklüğüne ve yanmamış alanların varlığına bağlı olarak yüzlerce yıl sürebilir. Karaçam, kızılçamdan farklı olarak Akdeniz dağlarındaki orta rakımların örtü yangın rejimlerine uyarlanmıştır (Şahan vd., 2022). Bu ise, kalın kabuk ve doğal dal budanması gibi örtü yangınlarında hayatta kalmaya yönelik uyarlanmalara sahip olmasıyla ilgilidir (Akkemik vd., 2023). Tür, kalın kabuğuyla kabuk altındaki canlı dokuları yüzey yangınlarının ısı etkisinden korur ve alt dallarını yıllar içinde kaybederek örtü yangını

bölgesi ile taç arasında bir boşluk oluşturur. Bu uyarlanma ile örtü yangınının tepe yangınına dönüşmesi riski azaltılmış olur.

Özetle, yangının Akdeniz ekosistemleri üzerindeki etkileri ve ormanın yenilenme potansiyeli, bitki örtüsündeki baskın türe ve yangının niteliğine bağlı olarak büyük ölçüde değişmektedir. Biyolojik çeşitliliğin etkili bir şekilde onarımı ve sürdürülmesini sağlamak için hem acil hem de uzun vadeli yangın sonrası yönetim stratejilerinin bu özel koşullara uyarlanması gerekmektedir.

Akdeniz Havzası ekosistemlerindeki yangınların etkileri birçok faktöre göre değişim gösterir. Yangın şiddeti, yangın sıklığı, yerel kapasite ve yangın sonrası yönetim gibi değişkenler Akdeniz ekosistemlerinde yangın sonrası iyileşmenin gidişatını önemli ölçüde etkileyebilir. Bu faktörlerin anlaşılması, Türkiye ve diğer Akdeniz ülkeleri gibi yangın açısından riskli bölgelerde etkili koruma ve yönetim stratejilerinin uygulanması için çok önemlidir.

Akdeniz tipi ekosistemlerin çoğu yangından sonra hızlıca toparlanabilse de yangın sonrası yönetim kararları bu süreci önemli ölçüde etkilemektedir. Özellikle ekonomik amaçlara öncelik verilerek alınan kararlar biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetleri açısından olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir. Bu nedenle, yangın sonrası yönetim teknikleri, her bir yerin özel koşullarına ve bağlamına bağlı olarak büyük ölçüde değişebilir (De Las Heras vd., 2012).

Yangın sonrası yönetim kararları bazı durumlarda ekonomik bir boyut içerse de (ör: işletilen ormanlarda gelecekte odun üretimi), yangın sonrasındaki yönetim stratejileri toprak kaynaklarının korunması ve ekonomik açıdan değerli diğer ekosistem hizmetlerinin onarımı konusunda önemli bir boyut da içermektedir (Mavsar vd., 2012). Ayrıca, bu stratejiler Akdeniz ekosistemlerinin ekolojik dinamiklerinin, özellikle de yangın sonrası doğal yenilenme için dirençlilik kapasitelerinin iyi bir şekilde anlaşılmasına dayanmaktadır (Vallejo ve Alloza, 2012). Bu onarım teknikleri, ekonomik kaygılar ile ekolojik bilgi arasındaki dengenin başarılı bir yangın sonrası yönetim ve iyileşme sağlayabileceğini göstermektedir (Vallejo vd., 2012). Gerçekten de yangın sonrası yönetim stratejileri ve onarım teknikleri, Akdeniz ekosistemlerinde ekosistem iyileşmesini desteklemek ve korumak için hayati önem taşıyan araçlardır. Bu stratejiler hem yangınlara doğrudan müdahale ederek reaktif şekilde, hem de gelecekteki yangınların risk ve etkilerini azaltmaya yardımcı olarak proaktif şekilde uygulanabilir.

İspanya'da yangın sonrası yönetim son yıllarda önemli ölçüde gelişmiştir. Acil müdahaleler genellikle Akdeniz'de yaygın olan dağlık arazilerde erozyon ve toprak kaymalarını önleyerek toprağı korumayı hedeflemektedir. Teknikler arasında malçlama, kütükler ile kontur teraslar oluşturmama yapma ve doğal türlerle ekim yer almaktadır (Fernández and Vega, 2016). Bu faaliyetler sadece toprağı korumakla kalmayıp aynı zamanda bitki örtüsünün hızlı bir şekilde toparlanmasını da sağlamaktadır. Ayrıca hidrolojik rejimi düzenleme ve karbon tutma gibi ekosistem hizmetlerinin onarımını da desteklemektedir. Bu yaklaşımın, tek türe dayalı (monokültür) büyük ölçekli dikim çalışmalarından daha uygun maliyetli ve ekolojik açıdan daha sağlıklı olduğu ortaya konmuştur (Castro vd., 2002).

Yunanistan'da hem kısa vadeli hem de uzun vadeli önlemleri içeren kapsamlı bir yangın sonrası yönetim planı geliştirilmiştir. Bir yangının ardından toprak kaybı ve erozyonu önlemek, yanmış alanları doğal türlerle ekim veya dikimle ağaçlandırarak eski haline getirmek öncelikli uygulamalardandır (Spanos vd., 2010). Yangın sonrası ekim; yangının şiddeti, doğal gençleşme koşulları ve ekonomik kısıtlar da dahil olmak üzere çeşitli faktörlerin etkisi altındadır. Yöre insanı genellikle bu çalışmalara dahil edilir. Bu da hem istihdam olanaklarını artırmakta hem de yöre ekonomisini canlandırmaktadır. Bu katılımcı yaklaşım aynı zamanda restore edilen peyzajların yöre insanı tarafından sahiplenilmesine de yardımcı olmaktadır (WWF Greece, 2023). Yangın riskini ve etkisini azaltmak için de yerleşimlerin etrafında yangın tampon bölgesi oluşturma, kontrollü yakma ve toplum temelli yangın yönetimi gibi uygulamalar hayata geçirilmektedir.

Türkiye'de yangın sonrası çalışmalar, yangına maruz kalan orman ve makiliklerin asli türlerin egemenliğinde yenilenmesi üzerine temellendirilmektedir. (OGM, 2014). Orman Genel Müdürlüğü, yangınlardan hemen sonra toprak kaybı ve erozyonu önlemek için acil durum önlemlerini uygulayarak süreci kontrol altına almaya çalışır. Bu noktadan sonra, yeniden ağaçlandırma ihtiyacını belirlemek için kapsamlı bir değerlendirme yapılır. Doğal gençleşmenin yetersiz olacağı düşünülen alanlarda, tohum takviyesi yapılır. Yangın sonrası çalışmalara genellikle yöre halkı dahil edilir ve oluşan istihdamla da ekonomik fayda sağlanır. Yangın sonrası restorasyon sayesinde, uzun vadede, odun, odun dışı orman ürünleri, karbon tutma ve rekreasyon gibi farklı ekosistem hizmetlerini sağlayarak yerel ve ulusal ekonomiye katkıda bulunulur.

Aşağıdaki liste, Türkiye de dahil olmak üzere Akdeniz ülkelerinde yangın sonrasında yapılan ormancılık müdahaleleri hakkında genel bir fikir vermektedir:

Toprak kaybı ve erozyonu önleme tedbirleri: İspanya'da yaygın olarak uygulanan bu tedbirler, yangın sonrası toprak erozyonunu ve toprak kaymalarını önlemeyi amaçlamaktadır. Bu tedbirler arasında, toprağı korumak için malçlama ve su akışını yavaşlatmak ve toprak erozyonunu azaltmak için kütükler ile kontur teraslama yapılması sayılabilir. Türkiye'de kızılçamın yangın sonrası doğal gençleşmesini de desteklemek amacıyla yapılan ince kesim artıklarının sahaya serilmesi; malçlama görevi yapmakta, toprak kaybı ve erozyonu önlemede aktif olarak kullanılmaktadır.

Yangın sonrası doğal yenilenmeye izin verme: Ekim veya dikim gibi insan müdahaleleri olmadan ekosistemin bir yangından sonra doğal olarak yenilenmesine izin vermeyi amaçlar. Bu teknik, vejetasyonu meydana getiren birçok bitki türünün yangından sonra tohumdan çimlenmesi ve gelişmesi ya da köklerden veya gövdelerden yeniden sürgün vermesi gibi uyarlanmalara sahip olduğu varsayımı üzerine kuruludur. Bu da uzun yıllara dayalı olarak bu özelliğe sahip türlerin seçilerek yaşamına devam edebilmesi sonucunda ortaya çıkmıştır. Akdeniz bitki örtüsünün doğal iyileşme potansiyeli çok yüksek olduğundan ve herhangi bir aktif yönetim faaliyetinin finansal maliyeti nedeniyle bu teknik Akdeniz ülkelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Vallejo vd., 2012). Türkiye'de bu teknik genellikle sert yapraklı orman ve makiliklerle engebeli arazi yapısından dolayı müdahale imkânı olmayan kızılçam ormanlarında uygulanmaktadır.

Tohum ekimi: İspanya, Yunanistan ve Türkiye'nin de aralarında bulunduğu bazı ülkeler yangın sonrası yönetimlerinin bir parçası olarak bu tekniğı kullanmaktadır. Yerli türlerle, özellikle de ormanın asli ağaç türünün (ör: kızılçam) tohumlarının alana serilmesi ya da çizgi ekim vb. yöntemlerle ekilmesini içeren bu uygulama, yangın sonrasında alanda var olması istenen ağaç ve bitkilerin tohum çimlenmesi yoluyla alana yerleşmesine yardımcı olmayı hedeflemektedir. Tohum kaynağı olarak yerel tohum kaynakları kullanılmakta ya da tohum transfer zonlamasına dikkat edilmektedir.

Etkin ağaçlandırma (fidan dikimi): Bu teknik, Türkiye'de doğal gençleştirmenin yetersiz kaldığı durumlarda sıklıkla kullanılmaktadır. Yenilenme sürecini hızlandırmak ve ekosistemi eski haline getirmek için doğal türlerin (özellikle kızılçam) fidanlarının dikilmesini içerir. Ağaçlandırma, yangın sonrasında yapay gençleştirme uygulamasının bir parçası olarak, alanın topografik yapısını da dikkate alarak insan gücüyle ya da makineli toprak işleme (mekanizasyon) yoluyla gerçekleştirilebilmektedir. Fidan materyali olarak yerel tohum kaynaklarından üretilmiş ya da tohum transfer zonlamasına uygun tohum kaynaklarından üretilmiş fidanlar kullanılmaktadır.

İstilacı türler ile mücadele: Yangın sonrası ortamlar özellikle yabancı türlerin istilasına açık olabilir. Bu nedenle, potansiyel istilacı türlerin izlenmesi ve bunlara karşı mücadele edilmesi, başta İspanya olmak üzere birçok Akdeniz ülkesinde yangın sonrası yönetimin önemli bir parçasıdır.

Kontrollü Yakma: Akdeniz ülkelerinde hem orman yangınlarından önce hem de sonra, gelecekteki yangın şiddetini ve yayılmasını azaltmak için bazı teknikler de kullanılmaktadır. Kontrollü yangınlar ve yangın şeritleri (tampon bölge) bu teknikler arasındadır. Bu uygulama ortamdaki yanıcı madde miktarını düşürerek şiddetli yangın riskini azaltmak için kullanılır. Bu teknik, güvenli ve etkili bir şekilde yürütülmesi için dikkatli bir planlama ve uygulama gerektirir. Kontrollü yangınlar, Akdeniz ormanlarında doğal yangın rejiminin yeniden tesis edilmesi amacıyla da orman yönetiminin bir parçası olarak düşünülebilir. Bu şekilde kontrollü yangınlarla yangın sıklığının denetim altına alınması ve sıcak dalgaları gibi aşırı iklim olaylarının, yangınları mega yangınlara çevirmesinin önünün alınması mümkün olabilmektedir. Buna ek olarak yangınların insan yerleşimlerini ve ekonomik faaliyetlerini (tarım alanları, kırsaldaki yapılar vb.) olumsuz yönde etkilememesi için de bu yöntem kullanılmaktadır. Dünyada birçok ülkenin kullandığı kontrollü yakmalar, Akdeniz Havzası'nda bazı ülkelerde (Fransa, İspanya) son on yıl içinde yaygınlaşmaya başlamıştır. Bununla birlikte, Yunanistan, Türkiye ve kuzey Afrika ülkeleri gibi yerlerde kontrollü yakma sadece deneysel amaçlarla kullanılmakta ve ormancılıkta yangın yönetiminin bir parçası olarak yer almamaktadır.

Yangın Şeritleri: Yangının yayılmasını önleyici bir başka tedbir olarak kullanılan yangın şeritleri, bitki örtüsünün şeritler halinde temizlendiği veya önemli ölçüde azaltıldığı hatlardır. Yunanistan, İspanya ve Türkiye bu tekniği kullanan ülkeler arasındadır.

Toplum Temelli Yangın Yönetimi: Toplumun da yangın yönetimine özellikle de risk azaltıcı çalışmalara katılımı Akdeniz ülkelerinde önleyici bir tedbir olarak yangın yönetiminin önemli bir parçası olmuştur. Örneğin Yunanistan, yangın risklerini yönetmek ve yangınlar meydana geldiğinde etkili bir şekilde müdahale etmek için yöre insanını eğitmeyi ve güçlendirmeyi içeren toplum temelli bir yangın yönetimi yaklaşımına sahiptir (Papaspiliou vd., 2014). OGM de 2021 yılındaki mega yangınlardan sonra bu konuda önemli adımlar atmıştır. Bu yaklaşıma, özellikle yangın riski olan yerleşimlerin etrafında etkili olabilir.

Bu tekniklerin her birinin kendine özgü artıları ve eksileri bulunmaktadır. Teknik seçimi yönetim hedefleriyle sosyal, ekonomik ve doğal kısıtlara bağlıdır. Örneğin, herhangi bir nokta için kendi haline bırakma, ekimi ve dikim arasında yangın sonrası uygulama için verilecek karar, yangının şiddeti, meşcerenin doğal gençleşme potansiyeli ve sahanın ekolojik koşulları gibi çeşitli faktörlere bağlı olmaktadır. Ekolojik dinamiklerin derinlemesine anlaşılması, yerel bilgi ve uzun vadeli izleme yangın sonrası yönetim süreçlerinin belirlenmesinde mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Akdeniz bitki örtüsünün yangın sonrası iyileşme potansiyeli doğal olarak çok yüksektir. Bu yüzden, yangın sonrasında başarı ve maliyet açısından etkin bir yönetim için bu ekolojik özellik temel alınmalıdır. Bu çerçevede, yangın sonrası üretim ve pazarlama süreçleri de dahil olmak üzere yangın sonrası yönetim bir onarım planı aracılığıyla bütüncül bir şekilde ele alınmalıdır.

4.1. Orman Genel Müdürlüğü'nün yangın sonrası onarım uygulamaları

Tarım ve Orman Bakanlığı'na (TOB) bağlı olarak faaliyet gösteren ve 1839 yılında kurulan Orman Genel Müdürlüğü (OGM), Türkiye ormanlarının yönetiminden sorumlu kurumdur. OGM'nin genel amacı orman ve orman kaynaklarını korumak, artırmak ve sürdürülebilir bir şekilde yönetmektir. Türkiye'de yangın sonrası orman yönetimi tipik olarak orman yangınlarından etkilenen orman ekosistemlerinin rehabilitasyonu ve onarımını amaçlayan bir dizi eylemi içerir. OGM'nin yangın sonrası yönetiminde temel yaklaşım alana en az zarar verecek şekilde müdahale etmek ve alanın sahip olduğu ekolojik, biyolojik (flora, fauna), peyzaj ve kültürel kaynak değerlerinin korunması ile ekosistem yapısının devamlılığının sağlanması yönündedir (OGM, 2017). Ancak, Türkiye'deki yangın sonrası orman

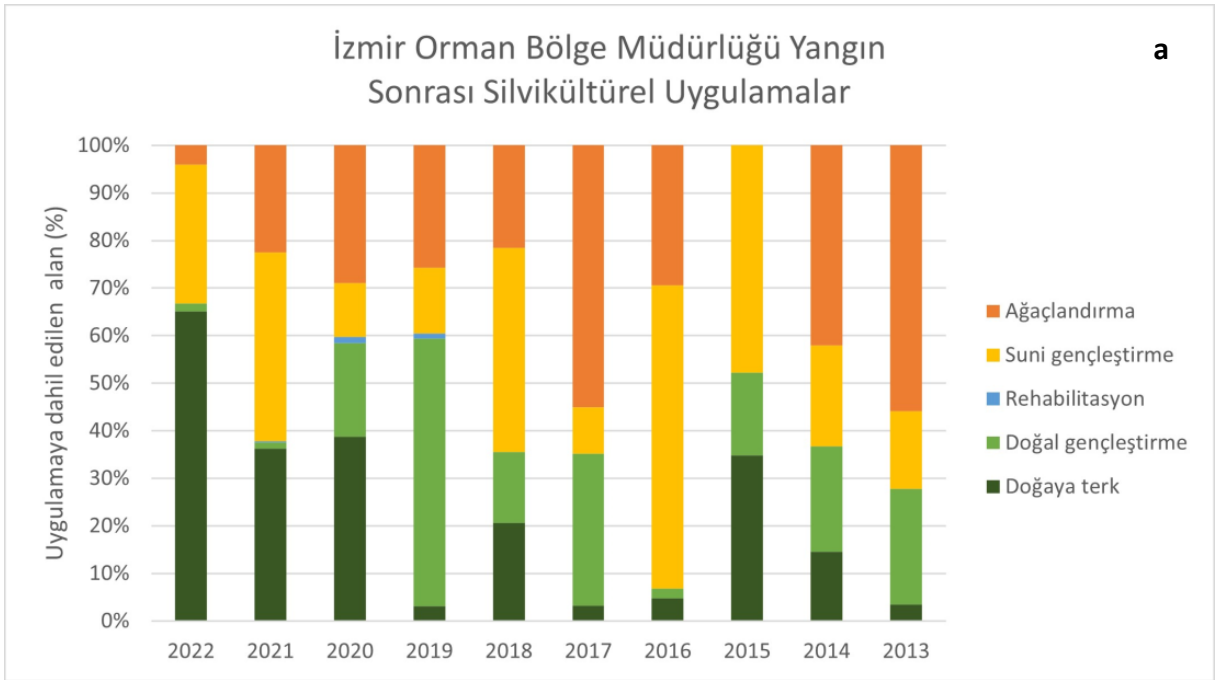
yönetimi uygulamaları yangının şiddeti, etkilenen alanın ekolojik özellikleri, mevzuat ve mevcut kaynaklar gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilir.

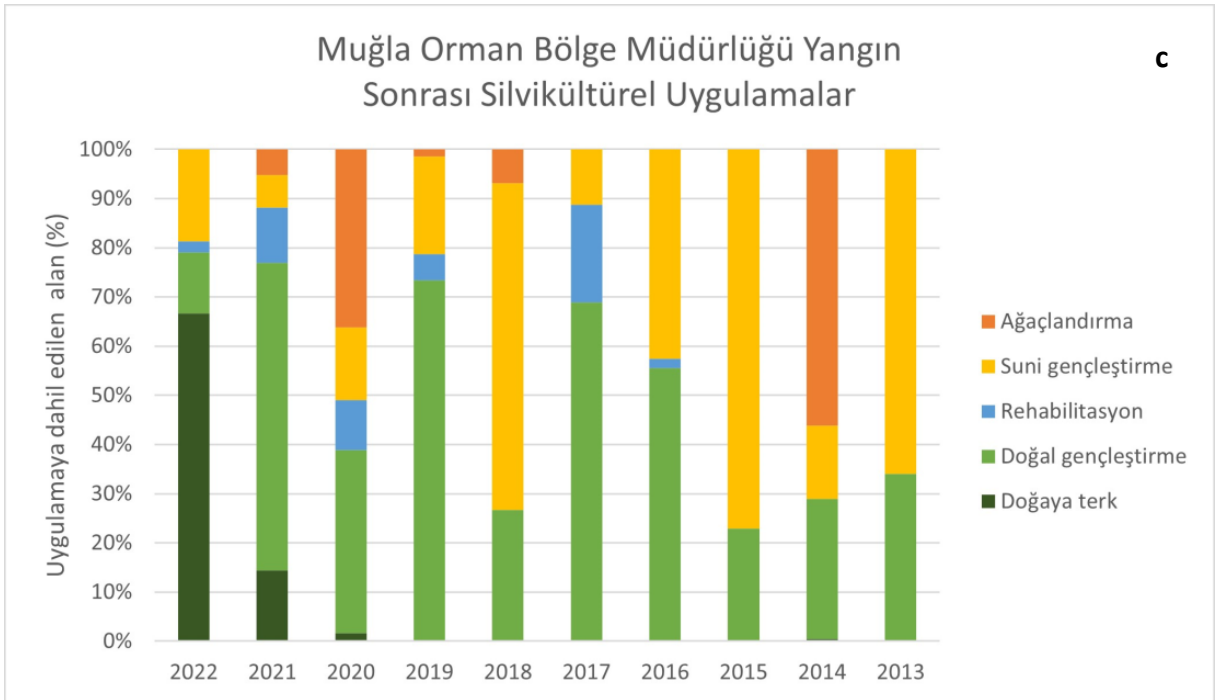
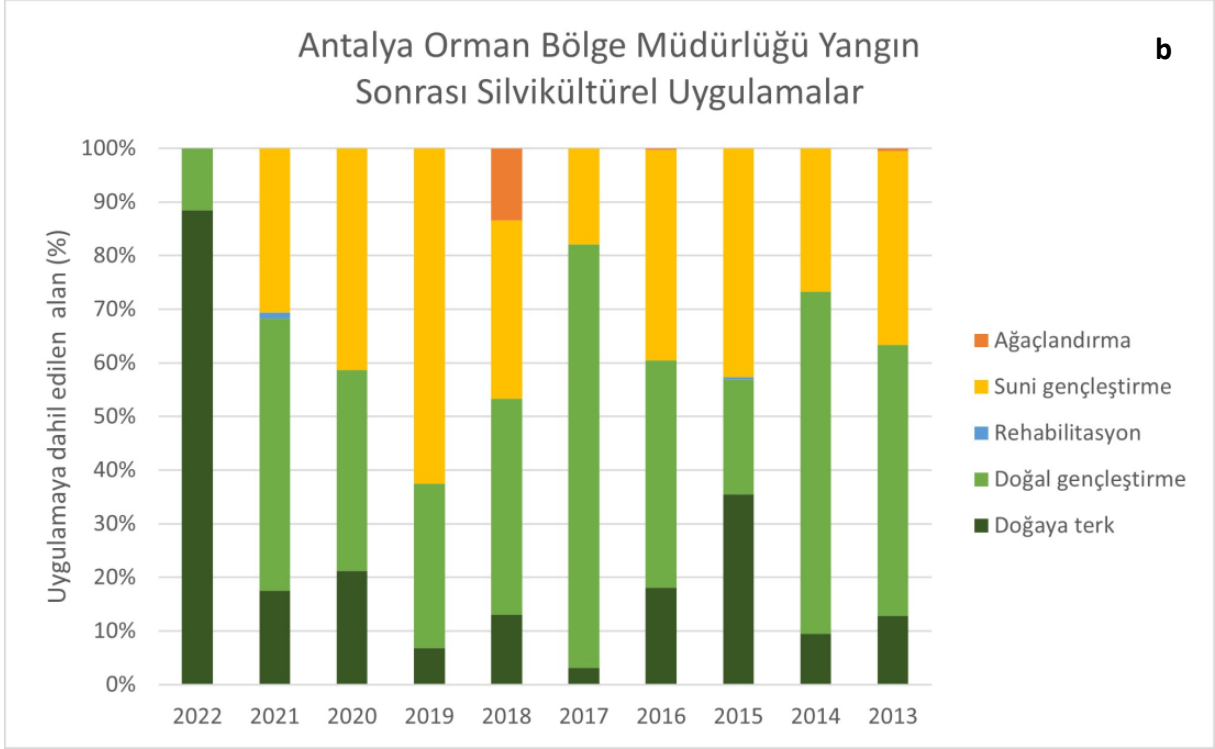
Yangın sonrası yapılan ormancılık çalışmalarına bakıldığında terminolojik olarak doğal gençleştirme, suni (yapay) gençleştirme, rehabilitasyon, ağaçlandırma, korumaya alma (kendi haline bırakma/doğaya terk) ve gelecek yıllara bırakma şeklinde adlandırılan silvikültürel işlemler kapsamında gerçekleştirildiği görülmektedir (OGM, 2022) (Tablo 1). Tercih edilen müdahale tipleri kapsamındaki uygulamalar alanın ekolojik ve topografik yapısı ile mevcut kaynak durumuna göre şeflikler bazında farklılık göstermektedir. Bu uygulamalar öncesinde ekonomik amaçlar doğrultusunda yanan ağaçların kesilerek sahadan çıkarılması (yangın sonrası üretim kesimleri) ve odun endüstrisine ulaştırılması hemen hemen mümkün olan her yerde gerçekleştirilen yaygın bir uygulamadır.

Tablo 4.1.1. Türkiye’de yangın sonrası ekosistemin yenilenmesi için yapılan ormancılık uygulamaları ve onarımdaki karşılığı (tanımlar 298 sayılı Silvikültürel Uygulamaların Teknik Esasları tebliğine dayanmaktadır).

Ormancılık Uygulaması	Tanım
Doğal Gençleştirme (Tabii Tensil)	Tohumun doğal kaynaklardan, doğal yollarla sahaya getirilmesi ve çimlenmenin sağlanması için gerçekleştirilen çalışmalar. Ormanların gençleştirilmesinde öncelikle doğal gençleştirme yöntemlerinin uygulanması esastır.
Yapay Gençleştirme (Suni Tensil)	Gençleştirme periyoduna alınmış, ancak doğal gençleştirme şartları bulunmayan veya tür değişikliğine gidilmesi zorunlu görülen alanlarda yapılan dikim veya ekim çalışmaları. Bazı durumlarda (yangın gibi) verimli koru ormanlarında suni gençleştirme zorunlu olabilir.
Ağaçlandırma	Amenajman planlarında kapalılıkları yüzde 0-10 olarak belirlenmiş boşluklu kapalı koru ve baltalık alanlarda yapılan dikim ve ekim çalışmaları.
Rehabilitasyon	Kapalı ve boşluklu kapalı ormanlarda mevcut meşcerelerin gelişme dinamizmi ve büyüme enerjisinden maksimum derecede faydalanmak, orman ekosistemini bozmadan yetiştirme alanında uygun doğal türleri korumak amacıyla en az emek ve masrafla ormanı iyileştirmektir. Kapalı olup ete verilmeyen, kapalılığı yüzde 11-40 arasında olan veya kapalılığı yüzde 10’un altında olan boşluklu kapalı ormanlar ile bitki örtüsü bozulmuş olarak değerlendirilen orman içi açıklıklarda gerçekleştirilmektedir.
Kendi haline bırakma (doğaya terk)	Doğa koruma fonksiyonuna sahip yerlerde ya da arazi şartlarından dolayı veya yapılacak işlem olmadığından alanın herhangi bir işletme fonksiyonu gözetilmeksizin kendi haline bırakılmasıdır.

Ülkemizde Akdeniz ekosistemini barındıran illere göre orman yangın verileri değerlendirildiğinde, Muğla, Antalya ve İzmir en çok yanan iller olarak öne çıkmaktadır (OGM, 2022). Bu illeri kapsayan bölge müdürlüklerinin 2013 yılından itibaren alanda uyguladıkları yangın sonrası silvikültürel teknikler karşılaştırıldığında İzmir Orman Bölge Müdürlüğü'nün çoğunlukla suni gençleştirme ve ağaçlandırma gibi aktif onarım yöntemlerini tercih ettiği, kalan alanlarda ise çoğunlukla pasif onarım şeklinde alanların doğaya terk bırakıldığı veya doğal gençleştirmeye gidildiği görülmektedir (Şekil 4.1.1a). Antalya Orman Bölge Müdürlüğü'nün 2013 yılından itibaren yanan alanlarda genellikle pasif onarım yöntemlerinden biri olan doğal gençleştirme tekniğini uyguladığı, aktif onarım olarak ağaçlandırma işleminin yalnızca 2018 yangınlarında küçük bir alanda yapıldığı görülmektedir (Şekil 4.1.1b). Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'nün ise yanan alanlarda ağırlıklı olarak doğal gençleştirme uygulamalarını tercih ettiği, yanı sıra suni gençleştirme, ağaçlandırma ve rehabilitasyon işlemlerinin de uygulandığı, 2020 yangınları itibari ile kendi haline bırakılan alanlarda artış olduğu görülmektedir (Şekil 4.1.1c).

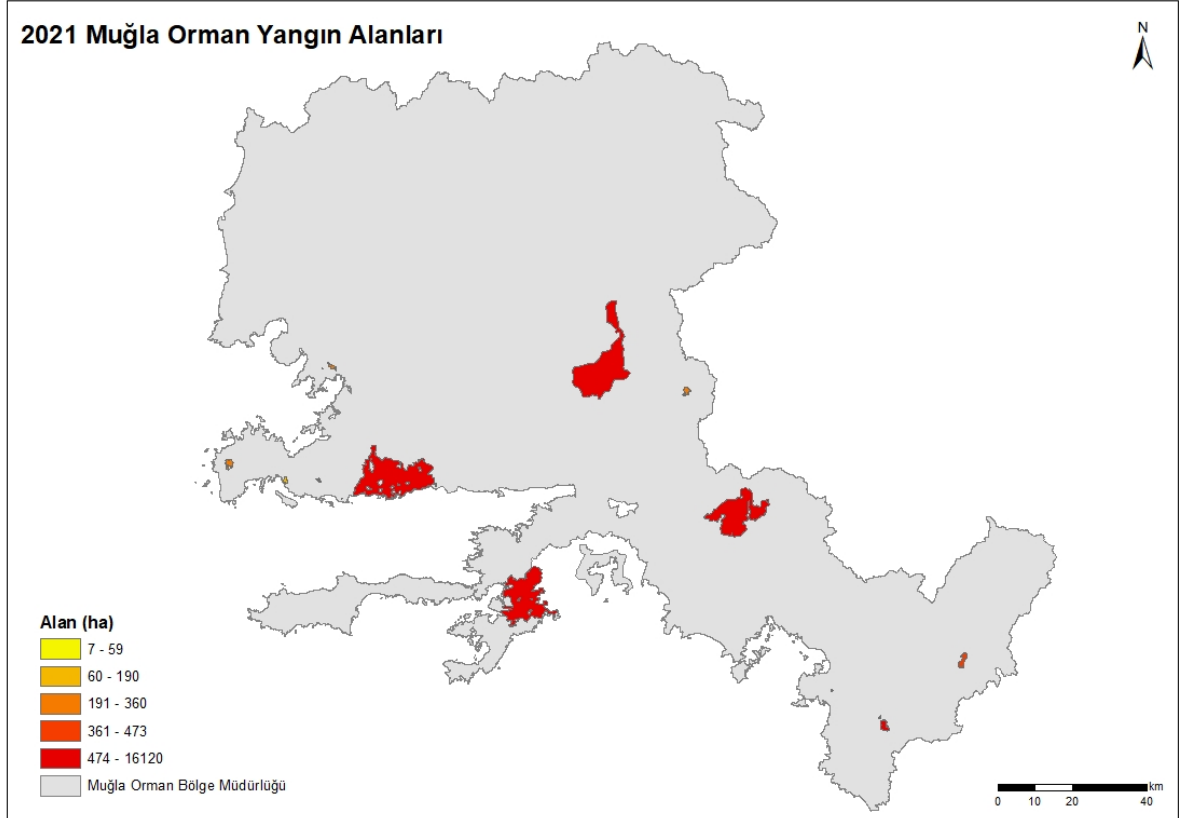




Şekil 4.1.3. Ülkemizde en çok yangına maruz kalan bölge müdürlükleri kapsamında tercih edilen yangın sonrası silvikültürel uygulamalar ve oranları. (Kaynak: DKM tarafından, Ormanlık İstatistikleri Resmi İstatistik Programı kapsamında üretilen verilerden hazırlanmıştır.)

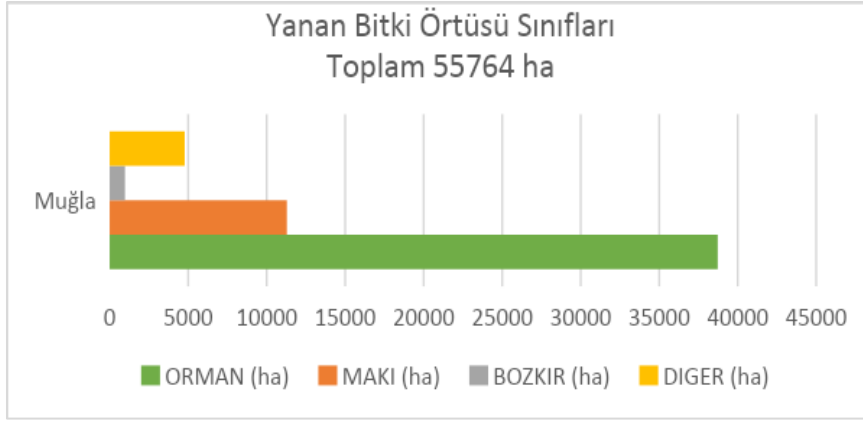
4.2. Türkiye’de iki pilot bölgeden orman yangını sonrası onarım uygulaması örnekleri

28 Temmuz- 10 Ağustos 2021 tarihleri arasında Türkiye'nin Akdeniz Bölgesi'nin çeşitli noktalarında büyük yangınlar meydana gelmiştir. Bu yangınlardan bazıları mega yangın tanımı kapsamındadır. Muğla'da en büyük ölçekli orman yangınlarından ikisi Marmaris ve Köyceğiz ilçelerinde meydana gelmiştir (Şekil 4.2.1). Muğla ilindeki toplam 55.764 hektarlık yanan alanın yaklaşık 22.000 hektarı bu iki bölgeyi kapsamaktadır (Şekil 4.2.2).

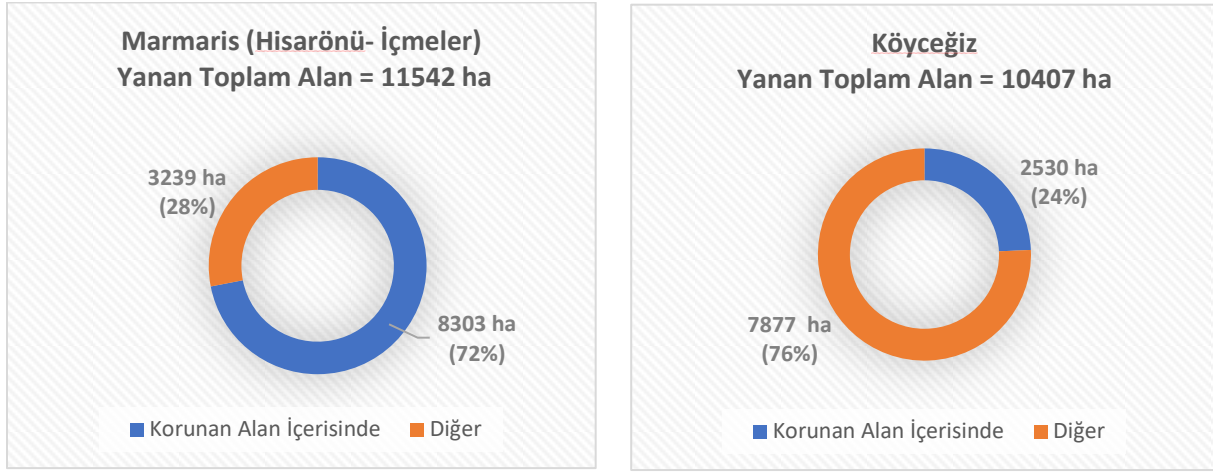


Şekil 4.2.1. 2021 yılında Muğla ilinde meydana gelen orman yangınlarında yanan alanlar. (Kaynak: DKM tarafından OGM amenajman ve https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis_current_situation/ verileri kullanılarak hazırlanmıştır.)

Köyceğiz'deki toplam yanan alanın (10.407 ha) yaklaşık dörtte biri (yüzde 24) korunan alan içinde kalırken, Marmaris'teki yangınların (11.542 ha) çoğunluğu (yüzde 72) korunan alanlarda meydana gelmiştir (Şekil 4.2.3). Her iki pilot bölge de sahip oldukları yüksek biyolojik çeşitlilikleriyle bilinmektedir; bu alanlarda, özellikle bitki türleri olmak üzere, koruma açısından önemli birçok nadir ve dar yayılışlı endemik tür yayılış yapmaktadır. Marmaris bölgesindeki yangın alanlarında kızılçam ormanları ile birlikte yoğun bir maki bitki örtüsü bulunmaktadır. Köyceğiz'deki yangın alanlarında ağırlıklı olarak kızılçam ormanları ve daha yüksek rakımlarda da karaçam ormanları yer almaktadır.



Şekil 4.2.2. Muğla ili 2021 yılı yangınlarında bitki örtüsü sınıflarına göre toplam yanan alan miktarları. (Kaynak: DKM tarafından https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis_current_situation/ verileri kullanılarak hazırlanmıştır.)



Şekil 4.2.3. 2021'de Marmaris ve Köyceğiz pilot bölgelerinde hektar başına yanan alanlar. (Kaynak: DKM tarafından https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis_current_situation/ verileri kullanılarak hazırlanmıştır.)

2021 yılı Köyceğiz ve Marmaris Orman İşletme Müdürlükleri sınırları içerisindeki yangın alanları, yangın sonrası ormancılık uygulamalarının değerlendirilmesi ve biyolojik çeşitliliğin geri gelişinin izlenmesi açısından pilot alanlar olarak belirlenmiştir. Yanan alanlar devlet üretimi programında değerlendirilerek gerekli işlemler silvikültür takvimine göre planlanmıştır.

İşletme Müdürlüklerinin değerlendirme raporlarına göre, Marmaris pilot alanı sınırları içerisinde yer alan Marmaris İşletme Müdürlüğü Bayır Orman İşletme Şefliğindeki yanmış alanlar doğal gençleştirme programına dahil edilmiştir. Yanmış ağaçların sahadan çıkarılmasının (emval kurtarma) ardından zarar gören bireylerde kesme ve sürütme aşaması gerçekleştirilmiştir. Doğal gençleştirme ekim destekli olarak yapılmıştır. Bu kapsamda çimlenme dönemi öncesinde uygun orijinden temin edilen tohumlarla serpme, çizgi ve ocak ekim yöntemleri kullanılarak tohum takviyesi yapılmıştır. Gençliğin başarıyla gelmesi sağlanan alanlarda Nisan ayı itibariyle, boğma tehlikesinin önlenmesi ve sürgün kontrolü işlemleri yapılmaktadır. Hisarönü Orman İşletme Şefliğinde doğal gençleştirme programına ek olarak, fidan dikimini de içeren bir suni gençleştirme programı uygulanmıştır. Yanmış ağaçların sahadan uzaklaştırılmasından sonra, doğal gençleştirme programına uygun olarak tohumlarla serpme, çizgi ve ocak ekimi yöntemleri kullanılarak tohum takviyesi yapılmıştır. Fidan bakımı kapsamında boğulma

riskinin önlenmesi, sürgün gelişiminin kontrolü, yabancı otların temizlenmesi ve çapalama işlemleri gerçekleştirilmektedir.

Köyceğiz pilot alanı sınırları içerisinde yer alan Köyceğiz İşletme Müdürlüğü'ndeki Beyobası, Çayhisar, Köyceğiz ve Otmanlar Orman İşletme Şefliklerinde yanan alanların önemli bir kısmı doğal gençleştirme programına dahil edilmiştir. Bu alanlarda yanan kızılçam ve karaçamların tıraşlama yöntemiyle kesimi ve alandan çıkarılmasının ardından çizgi ekimi, ocak ekimi ve tohum ekimi ile gençleştirme yapılmıştır. Köyceğiz pilot sahasında, yanan alanların büyük kısmı engebeli arazi koşulları nedeniyle doğal süreçlere bırakılmıştır. Bu alanların başında Akköprü Orman İşletme Şefliği sınırlarındaki yangın sahaları gelmektedir. Bu şeflik içerisinde küçük bir alan ise suni (yapay) gençleştirme programına dahil edilmiştir ve bu kapsamda makineli toprak işleme yapıldıktan sonra ekim uygulanmıştır. Otmanlar Orman İşletme Şefliği'nde ise yanan alanların yarısı doğal gençleştirme programına dahil edilmiş, geri kalanının büyük bir kısmı ulaşım zorluğu nedeniyle doğaya terk edilmiş, bir kısmı da rehabilitasyon programına dahil edilmiştir.

Sahadaki gözlemlerimize ve ilgili orman yönetim birimlerinden elde edilen verilere göre, pasif onarım ve doğal gençleştirme teknikleri pilot sahalarımız için en iyi çözüm olarak görünmektedir. Marmaris pilot sahasında Bayır Orman İşletme Şefliği'nde doğal gençleştirme, Hisarönü Şefliği'nde ise yapay gençleştirme uygulanmıştır. Köyceğiz pilot sahasında, orman yönetim birimlerinin çoğunluğu doğal gençleştirme uygulamış veya topografik kısıtlar nedeniyle yanan alanlar doğal süreçlere bırakılmıştır. Bu pilot saha içinde Akköprü Şefliği alanda aktif bir onarım olan makineli toprak işlemenin uygulandığı tek işletme şefliğidir.

5. Orman yangını, yangın sonrası müdahaleler ve biyolojik çeşitlilik

5.1. Farklı canlı gruplarının habitat ihtiyaçları

Her canlı türünün beslenmesine, üremesine ve düşmanlarından korunmasına olanak sağlayan belli habitatlar (yaşam ortamları) vardır. Bir tür kendine en uygun, yani optimal habitatta en yüksek yaşama başarısına ve en yüksek popülasyon yoğunluğuna ulaşabilir. Optimal habitat tipinden uzaklaştıkça, yani marjinal nitelikteki ortamlarda yaşamaya zorunlu kaldığında popülasyon üzerindeki rekabet, avcı baskısı ve hastalık etmenlerinin olumsuz etkileri giderek çoğalır. Bu olumsuz etkiler üreme ve yaşama başarısında belirgin düşüşler şeklinde kendini gösterirse, durum o türün söz konusu alandan tamamen yok olmasına kadar gidebilir.

Bir habitatın genellikle dört farklı unsurdan oluştuğu kabul edilir. Bunlar alan, besin, su ve örtüdür. Gerek duyulan yaşam alanının büyüklüğü her tür için farklı olduğu gibi bireyin yaşına ve eşeyine göre de değişebilir. Örneğin etçil memelilerde (Carnivora) erkekler genellikle dişilerden daha büyük alanlara gerek duyarlar. Habitat alanı kritik değer altına düştüğü takdirde birey(ler) ya farklı bir yerde uygun habitat bulmak üzere oradan ayrılır ya da yok olur. Bireysel alan gereksiniminin ötesinde bir de bir popülasyonun yaşayabilmesi için gereken alan kavramı vardır. Toplu halde yaşamasalar bile aynı yörede bulunup etkileşen ve gen alışverişinde bulunan bireyler topluluğu olarak tanımlayabileceğimiz popülasyon için uygun habitat gereksinimi kuşkusuz tek tek bireylerin gereksinimlerinden çok daha büyüktür. Yeterince geniş bir habitat parçasında bulunmayan bir popülasyonun, hele komşu başka popülasyonlarla ilişkisi kısıtlıysa uzun süre varlığını koruması demografik ve/veya genetik nedenlerle olası değildir. Kedigiller bu nitelikteki hayvanlara örnek olarak gösterilebilir.

Her türün besin kaynakları farklı olabilir ancak türün habitatı bu kaynakları sağlamalıdır. Otçullarla yedikleri bitkilerin, ya da avcı ile avı olan türlerin habitat istekleri büyük ölçüde örtüşür. Benzer şekilde su – hem fizyolojik ihtiyaçları karşılamak üzere tüketmek için, hem içinde yaşanan bir ortam olarak –

önemli bir habitat unsurudur. Son olarak örtü, ki burada bitki örtüsü ve topoğrafyanın oluşturduğu yapıdan bahsedilmektedir, düşmanlardan saklanmak, avına görünmemek ve yuva yeri olarak kullanılmak üzere belirleyicidir. Örneğin yaban keçileri dik, erişilmesi güç, görüş mesafesi fazla alanları tercih ederler. Bu tip habitatlar öncelikle düşmanlarından sakınma olanağı sağladığı için tercih edilir. Ayrıca onlara rakip olabilecek başka otçul türleri nadiren bu ortamda bulunurlar.

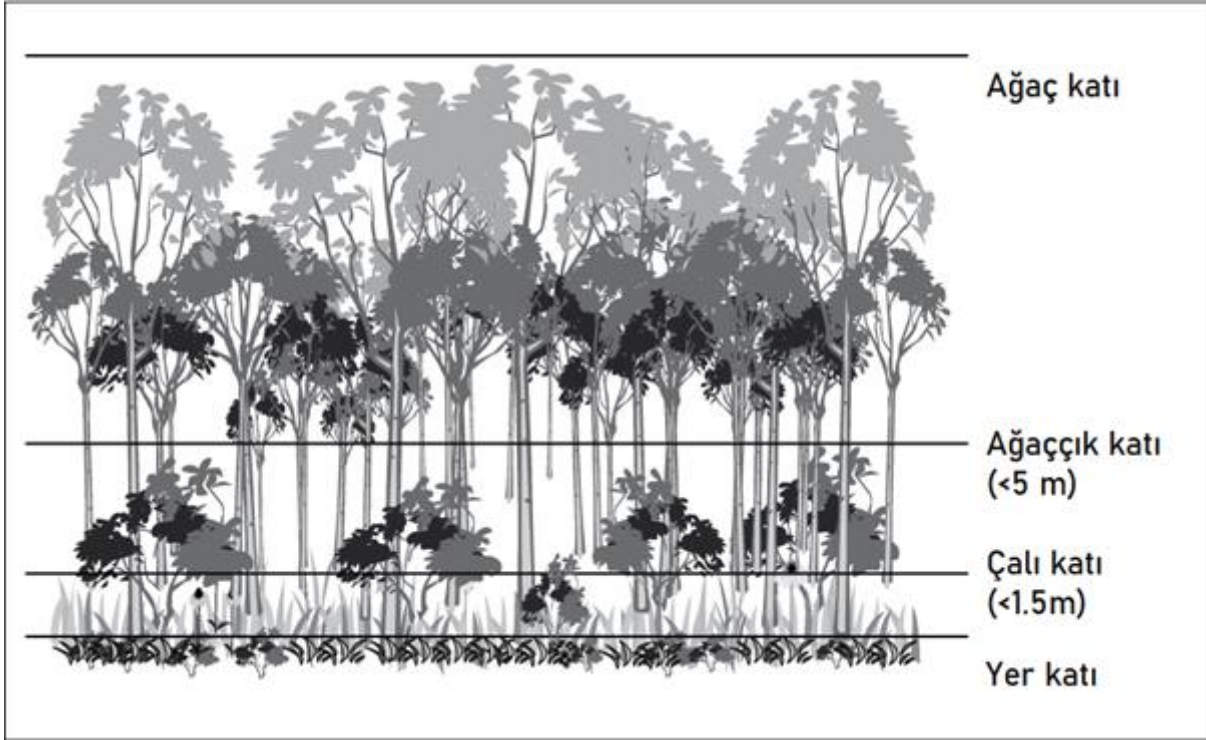
Bazı türler için örneğin yuvalanma ve beslenme ortamları farklılaşabilir. Böyle durumlarda bu iki farklı ortamın yakın veya iç içe olması, türün habitatının bunların bütünü olarak tanımlanması gereklidir. Öte yandan, özellikle sucul unsurlar ilişkili türler için ancak geçici yaşam ortamları sunabilir. Habitat kavramı bu geçici nitelikteki unsurları da (örneğin yazın kuruyan sığ gölleri) kapsar. Tropikal kuşak dışında tüm ekosistemler mevsimsel salınımlar gösterirler. Bu salınımlar çoğu zaman yaz ve kış arasında büyük değişikliklere neden olurlar. Bu denli büyük değişimler o habitatın geçici olarak yok olmasına yol açar. Birçok canlı türü bu duruma göç veya kış uykusu davranışlarıyla uyum sağlamıştır.



Şekil 5.1.1. Tarım amaçlı açmalar nedeniyle giderek parçalı bir yapı kazanan sığla ormanları (Foto: DKM Arşivi – Uğur Zeydanlı)

Günümüzde birçok habitat kesintili, parçalı bir nitelik gösterir (Şekil 5.1.1). İnsan etkisiyle binlerce yıldır genişleyen bu kesintili yapının biyolojik çeşitliliğe etkileri hakkında bilimsel tartışmalar süregelmekle birlikte söz konusu dinamiklerin türlerin geleceğini etkileyeceği kesindir. Geniş alanlarda habitat genellikle bir bütün/parça ilişkisi içinde ele alınır. Örneğin birçok gündüz kelebeği türü için yaşadıkları orman içi açıklıklar, bir orman alanı içinde habitat parçaları olarak değerlendirilir. Tam tersine, bir ağaçkakan türü için habitat parçaları tarımsal amaçlarla dönüştürülmüş bir yörede tek tük kalmış orman parçaları (korular) olarak anlam kazanır. Habitat parçalarının bütün orman alanı içinde yerleşimleri, her parçanın genişliği ve birbirlerine uzaklıkları, türün hareketliliğini ne ölçüde engellediği popülasyonun kendini sürdürebilmesi için belirleyici olurlar.

İklimden kaynaklanan kısıtların ötesinde, bir orman habitatında türlerin tercihlerini belirleyen en önemli parametreler örtüş (kapalılık) ve dikey yapıdır (tabakalılık). Bunların dışında fizyonomi (ibrelili/yapraklı, herdem yeşil/yaprak döken) ve ormanın yaşı (göğüs çapı, dikili kuru oranı, vb.) gibi özellikler de eklenebilir. Kapalılığın derecesi, güneş ışınlarının alt tabakalara erişimini (dolayısıyla fotosentez ve bitki büyümesini) etkilemenin yanı sıra “açıklık” olarak nitelenebilecek yeni habitat tiplerinin ortaya çıkmasını da belirler. Tabakalılık birçok omurgalı türü için belki en önemli belirleyicidir (Şekil 5.1.2).












Şekil 5.1.2. Bir ormandaki vejetasyon katları (Kaynak: <https://commons.wikimedia.org/>).

Kapalılık boylu türlerin (ağaç veya çalı) birbirine ne kadar yakın yetiştiğine, tepelerinin çapına ve dal/yaprak yapısına bağlı olarak çok gevşek kapalılıktan tam kapalıya (ormancılık terminolojisinde “bozuk” veya “boşluklu kapalı”dan “3 kapalı”ya) kadar değişen bir yelpazede kaydedilir. Kapalılık ekosistem üzerinde etkisini, doğadaki yegâne enerji kaynağı güneşin ışınlarının alt tabakalara ulaşmasını engellemesiyle yapar. Her ne kadar bazı bitki türleri gölgede yaşamaya ve hatta büyümeye uyum sağlamış olsa da kapalılığı yüksek bir ağaç katının altında baskın türün kendi gençlikleri de dahil birçok tür yaşamlarını sürdürmeyebilir. Bu durum alt tabakalarda biyokütle üretiminin düşmesine, ara ve alt ağaç katı, çalı katı ve ot katının oluşmamasına ya da zayıf kalmasına yol açabilir. Dolayısıyla tam kapalı orman ekosistemleri boylu ağaçlar dışında ışık isteği yüksek türler için genellikle uygun değildir.

Baskın türlerin yaprak türü ve fenolojisi de ekosistemdeki ışık miktarından besin döngülerine birçok önemli parametreyi ve süreci etkiler. Örneğin ibrelili ve sert yapraklı (sklerofil) türlerin yaprakları su kaybını azaltan niteliklere sahip olmakla beraber pek az omurgalı türü tarafından besin olarak tüketilirler. Öte yandan yaprak döken türlerin geniş yaprakları karaca (*Capreolus capreolus*) gibi türler için iyi bir besindir. Belli mevsimlerde gerek maki gerek yaprak döken çalı ve ağaçların meyveleri yaban hayvanları için önemli bir kaynak oluşturur. Yaprak döken ormanlarda fotosentez, karbon birikimi ve azot dinamikleri dönemsel olarak büyük değişiklik gösterirken herdem yeşil ormanlarda süreç neredeyse bütün yıla yayılır.

Ormanın yaşı ve ekosistemde ölü ağaç veya çalılıkların varlığı da belli mantar ve hayvan türleri – başlıca yaşlı ormanlarda bulunan türler – için gerekli bir unsurdur. Bütün bu farklılıklar, söz konusu ekosistemin hangi türler için potansiyel habitat oluşturacağını belirlerler. Her canlı türünün kendine özgü habitat istekleri olmakla beraber geniş canlı grupları için genellemeler yapmak mümkündür (Tablo 5.1.1).

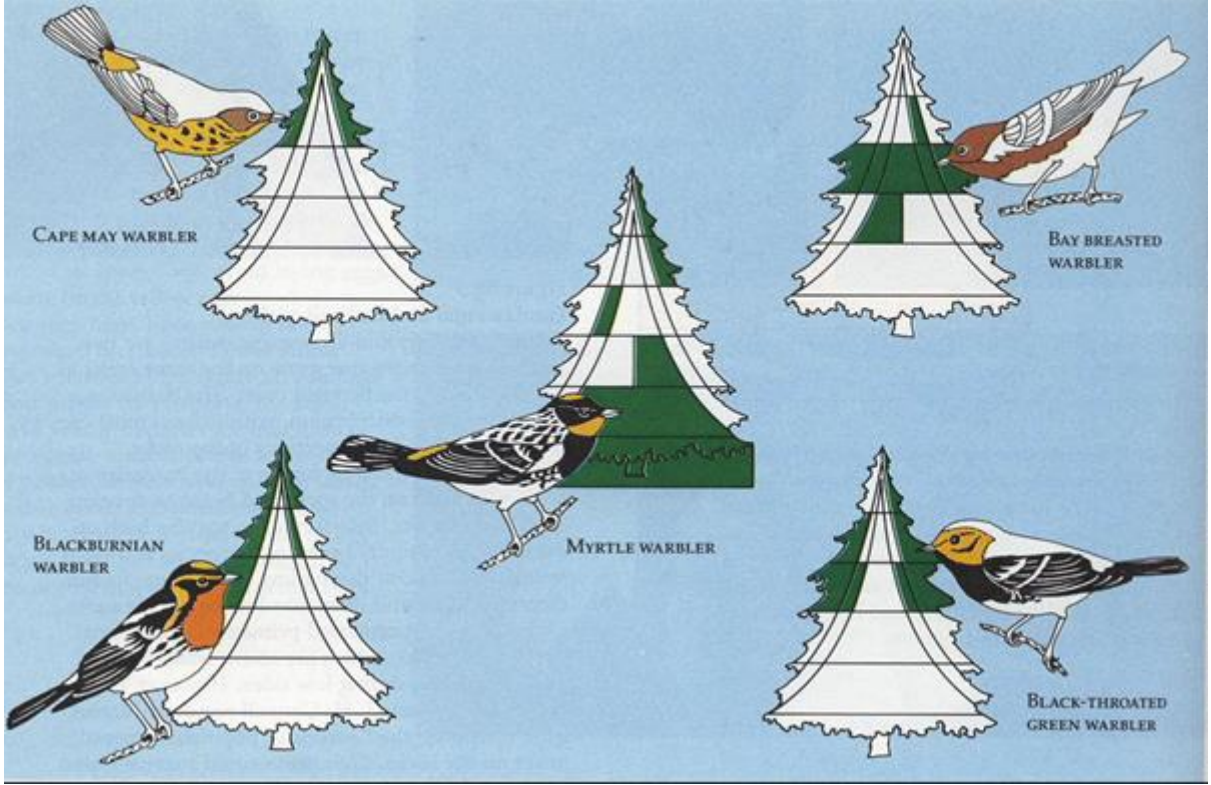
Tablo 5.1.1. Orman niteliklerinin farklı canlı grupları üzerinde olası etkileri. + olumlu, - olumsuz, 0 etkisiz

									
	Otsu Bitki	Odunsu Bitki	Sürüngen	Çiftyaşar	Kuş	Omurgasız	Küçük Memeli	Büyük Memeli	Yarasa
Dikey tabakalılık	0/-	+/0	0	+	++	+	+	+/-	+/-
Orman içi açıklık	++	+	++	+	++	+	++	++	+
Yüksek tepe kapallığı	0/-	0/-	-	+	-	-	-	-	-
Maki topluluklarının varlığı	0/-	+	+	0	+	+	+	+/-	0
Meşcere gelişim çağı çeşitliliği	0	0	0	0	++	+	+	+/-	0
Ağaç türü çeşitliliği	+/0	+/0	0	+	+	++	+	+	+

Belli başlı canlı grupları için önemli (orman) habitat özellikleri daha ayrıntılı olarak aşağıda açıklanmıştır:

- **Memeliler:** Bu canlı grubu geleneksel olarak üç farklı alt grupta ele alınır: Yarasalar, küçük memeliler, büyük memeliler. Tek uçan memeli grubu olan yarasalar için beslenme genellikle ağaçların hemen üzerinde veya su üzerinde gerçekleşir. Ülkemizdeki yarasa türlerinin birçoğu için yaşlı ağaçlar sundukları kovuklar ve çatlaklar nedeniyle üreme yeri veya kış uykusuna yattıkları sığınak olarak yaşamsal önem taşırlar (Yorulmaz vd. 2018). Kemiriciler ve böcekçiller gibi küçük memelilerin çoğu yer katmanında ve hatta yer altında yaşarlar. Bu gruptaki sincaplar ve ağaç fareleri ise dikey yapısı kuvvetli, ağaç ve ağaççık açısından zengin habitatları tercih ederler. Büyük memeli türleri arasında yaban domuzu gibi zaman içinde orman ekosistemini etkileyecek kadar etkili türler bulunur (Bongi vd. 2017, Gray vd. 2020). Kızıl gevik, bozayı, vaşak gibi birçok orman türü geniş alanlara gerek duyarlar. Öte yandan bu büyük memeli türlerinin neredeyse tamamı orman örtüsünün yer yer kırılarak açıklıklar oluşmasından yarar görür (Grotsky vd. 2016).

- Kuşlar: Dikey yapıları en etkin kullanan bu grup, diğer tür gruplarına kıyasla orman fizyonomisine daha fazla bağımlıdırlar. Başlıca iğne yapraklı veya başlıca yayvan yapraklı ağaç ve çalıları tercih eden birçok kuş türü vardır. Fizyonomi ve hatta tür kompozisyonu açısından benzer habitat istekleri olan birçok kuş türü aralarındaki rekabeti azaltmak için ağırlıkla bir ağacın farklı bölümlerinde beslenirler (MacArthur 1958, Miller vd. 2023) (Şekil 5.1.3).



Şekil 5.1.3. Kuzey Amerika'nın ladin ormanlarına özgü 5 ötleğen türünün ağacı beslenme için kullanmaları (MacArthur, 1958)

Birçok kuş türünün habitat istekleri oldukça genel olsa da sadece yaşlı ormanları veya sadece kozalaklı türlerin baskın olduğu habitatları tercih eden türler de az değildir. Örneğin Karabaşlı İskete (*Spinus spinus*) veya Çaprazgaga (*Loxia curvirostra*) en azından üreme döneminde mutlaka kozalaklı türlerin baskın olduğu habitatlarda bulunurlar (Şekil 5.1.4).

Ardıl değişim (süksesyon) sürecinde başta yaygın türlerin giderek yerlerini başka türlere bıraktığı gözlenir. Habitat parçalanması veya kesim, yangın gibi dış müdahaleler bu süreci geçici olarak geriye döndürdüğünde kuş türleri yeni koşullara en hızlı uyan, bu nedenle gösterge tür grubu olarak kullanıma en elverişli canlı grubu olarak öne çıkar.



Şekil 5.1.4. Çapraz gagaların (*Loxia curvirostra*) temel besini kozalaklı türlerin tohumlarıdır (Foto: Ryan Schain)

- Sürüngenler: Vücut sıcaklıklarını güneşte ve gölgede geçirdikleri süreye göre belirleyen bu tür grubu içinde ormanlara özelleşmiş pek az tür vardır. Orman içi açıklıkları, kayalıkları, en azından birkaç saat güneş gören orman altını tercih eden sürüngenlere henüz tam kapalılığa ulaşmamış genç meşcerelerde ve makiliklerde daha sık rastlanır (Şekil 5.1.5). Küçük alanlarla yetinebilmeleri sayesinde her ağaç/çalı baskın ekosistemde kalabalık olmasa da yaygın türlerdir.



Şekil 5.1.6. Ağaçta bir Sarı Yılan (*Elaphe sauromates*) (Foto: Viktor Sevidov)

- Çiftyaşarlar: Bu grubun kritik habitat isteği, en azından üreme döneminde mevcut orman içi sucul (tatlısu) ekosistemlerdir. Birçok kurbağa ve semender türü üreme mevsimi dışında – hatta kara semenderlerinde olduğu gibi tüm yaşamları boyunca – karasal ortamlarda bulunsalar da nem gereksinimleri yüksektir (Şekil 5.1.7). Kurak dönemleri yaz uykusu ile geçirebilirler; böyle durumlarda saklanabilecekleri güvenli yerlerin bulunması (uygun mikro habitatlar) önemlidir. Sürüngenlerin aksine yüksek su kaybından kaçınmak için kapalılığı yüksek, gölgeli habitatları tercih ederler.

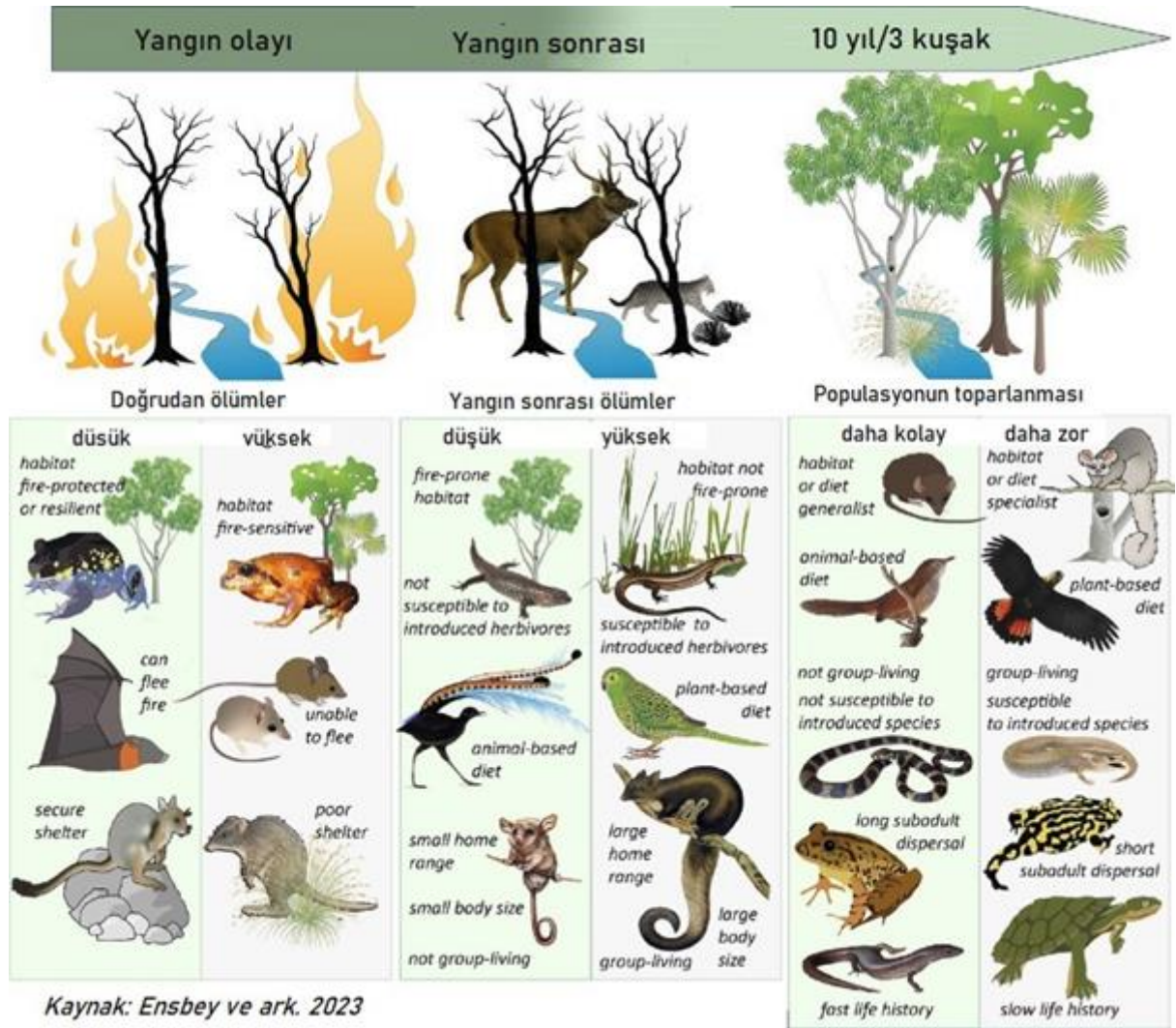


Şekil 5.1.7. Göcek Semenderi (*Lyciasalamandra fazilae*) yazı yeraldında kaya çatlaklarında geçirir (Göçmen ve ark 2018)

- Kelebekler: Böcekler arasında en iyi çalışılmış bu grup, başka omurgasızlar için örnek olabilecek habitat tercihi özellikleri taşırlar. Birçok böcekte olduğu gibi kelebeklerin genç (larva) dönemi ile ergin dönemi arasında morfoloji, fizyoloji ve davranış açılarından büyük farklar olabilir. Genç dönemlerinde besin bitkisi olarak adlandırılan belli grup bitkilerle beslendikleri için erginler yumurtalarını sadece bu türlerin üzerine bırakırlar. Dolayısıyla birçok türün habitatı bu anlamda oldukça kısıtlıdır. Ancak ergin bireyler genellikle başka habitatlarda ve farklı besin türleriyle beslendikleri için bu kısıtlamayı aşarlar. Gerek alıç, meşe, çitlembik gibi belli ağaç türlerine bağımlı az sayıdaki kelebek türü için, gerek daha geniş tercihleri olan ancak sıklıkla orman ekosistemlerinde bulunan kelebek türleri için sürüngenlerde olduğu gibi güneşli küçük alanlar gereklidir. Bu koşullar kelebeklerin besin bitkilerinin çoğu için de aynen geçerlidir.

5.2. Farklı hayvan grupları yangından nasıl etkilenir?

Yangına maruz kalan canlı grupları üzerinde yangının etkileri; yangının tipi, şiddeti, sıklığı, mevsimi gibi birçok faktöre göre değişir. Tepe yangınları kuşkusuz örtü yangınlarına göre daha büyük zarar verirler. Bu tip yangınlar ağaç ve çalı katının ortadan kalkmasıyla birlikte en azından 5-20 yıl süresince tamamen farklı bir dikey kapalılığın (daha doğrusu dikey kapalılığın geçici olarak ortadan kalkması) oluşmasına ve kendine has floristik bir yapının oluşmasıyla birlikte belirli türlerin baskınlığında bir vejetasyon yapısının meydana gelmesine neden olabilir. Örtü yangınları çok daha kısıtlı ve geçici bir etki yaratırlar. Yangınların sıklığı da zarar gören hayvan türlerine uygun habitatlarının yeniden oluşmasını geciktirmesi ve dolayısıyla bu türlerin yangın alanına geri dönmelerini engellemesi açısından belirleyicidir (Ensbey vd. 2023, Şekil 5.2.1).



Şekil 5.2.1. Yangın sırasında ve sonrasında beklenen ölümler ve popülasyon toparlanma kolaylığı

Yangın anında, uçabilen kuşlar, yarasalar ve büyük memeliler yanan alanı kaçarak terk ederler. Yangınlar günümüzde giderek daha büyük alanları etkilediği için yeni yerleşecekleri bitişik alanlara ulaşmaları zorlaşmakta, hatta kaçabilecekleri yerlere güvenli koridorlar bulamadıkları için zarar görme olasılıkları artmaktadır. Küçük memelilerin ve sürüngenlerin çoğu toprak ve kaya çatlaklarında, yeraltındaki deliklerde yangının şiddetinden korunabilirler (Pausas ve Parr 2018). Ancak hareketleri

yavaş olan veya yeraltını sığınak olarak kullanmayan toşbağa, sincap gibi türlerin yangından sağ kurtulmaları çok zordur. Kurbağalar ve diğer çiftyaşarlar sucul ortamlarda veya yaz uykusunu geçirdikleri yeraltı sığınaklarında korunma olanağına sahiplerdir. Ancak kapalılığın ortadan kalkmasıyla birlikte toprak, öncesine göre çok daha fazla ısınacağı ve kuruyacağı için semender ve kurbağalar için elverişsiz bir yaşam ortamına dönüşebilir. Ergin kelebekler yok olsalar da toprak altında pupa formundaki genç bireyler diğer birçok omurgasız türü gibi yangını görece zararsız atlatırlar.

Yangından uzaklaşmakta zorlanan tür gruplarında ölüm oranları yerel popülasyonun tükenmesine yol açacak derecede yüksek olabilir. Bireylerin bir kısmı yangın sırasında değilse de sonrasında aldıkları yaralar ve yanıklar nedeniyle uzun süre yaşayamazlar. Öte yandan, yangın olayı bazı yerleşik türlerin (örn. kızılçam, bkz. 3.) popülasyonlarını yenilemesine, bazılarının ise yangın öncesine göre çok daha yüksek popülasyon büyüklüklerine ulaşmalarına yol açabilir. Tipik olarak otsu bitkiler yangından sonraki ilk birkaç yıl içinde büyük gelişme gösterirler. Gerek otçul ve tohumcul küçük memeliler için, gerek besin bitkileri *Poaceae* familyasından olan kelebek türleri için bu bolluk çoğu zaman bir nüfus patlamasına olanak verir. Yüksek kemirici nüfusu bu sefer de onlarla beslenen karakulak, tilki, gibi memeliler ve şahin, kerkenez gibi gündüz yırtıcıları için yeni fırsatlar sunar.

Yangınların olumsuz etkileri sonucunda, yangından doğrudan zarar görmemiş türler için ortaya çıkacak bir başka sorun onlara uygun habitatın – en azından yıllar boyunca – ortadan kalkmış olmasıdır. Bitki örtüsü yapısı tamamen değişmiş, beslenme ve barınmalarına uygun olmayan bir yerde sayılarının azalması ve sonunda yok olmaları (ya da alanı terk etmeleri) kaçınılmazdır. Öte yandan, bu gibi türlerin yerlerini açıklıklarda ve çalılıklarda yaşamaya uyarlanmış yeni farklı türler alacak, ancak bu yeni türler de zamanla yerlerini yangın öncesinde alanda bulunan “orijinal” türlere bırakacaktır. Örneğin Çam Baştankarası (*Periparus ater*) ve Anadolu Sivacısı (*Sitta krueperi*) 30 yaşın üzerindeki çam meşcerelerinin kuş faunası için tipik türlerdir. Beslenmelerini tamamen ağaç üzerinde gerçekleştiren bu iki tür yuvalanmak için ağaç oyuklarına ihtiyaç duyar. Bir tepe yangını sonrasında her iki türün de alanda barınması artık olanaksızdır. Yanmış alandaki yoğun otsu bitkiler ve bodur çalılar bu sefer açıklıklara uyum sağlamış türlere, örneğin Kızıl Kirazkuşu’na (*Emberiza caesia*) uygun habitat sağlayacaktır. Ancak ormanın zaman içinde kendini toparlaması ve dikey kapalılığın gelişmesiyle beraber bu açıklık türleri yerlerini orman türlerine bırakacaklardır.

Türlerin geri dönüş süreci onlarca yıla yayılabileceği gibi birkaç yıl içinde de tamamlanabilir. Kuşlar gibi yüksek hareket yeteneğine sahip grupların uyarlandıkları habitat unsurları oluşmaya başlar başlamaz alana ulaşmaları mümkündür. Küçük ve yavaş hareket eden sürüngen ve çiftyaşarların geriye dönüşü ise çok daha uzun sürebilir. Bu dönüş sürecini kısaltacak birkaç faktör söz konusudur. Öncelikle yanan alanın komşu habitatlarla bağlantısı olması önemlidir. Burada ya mesafe olarak yakınlıkları ya da bir habitat koridoruyla bağlı olmaları geri dönüşü hızlandırır. Eğer yanan alanın içinde korunmuş küçük habitat adaları kalmışsa, bu adacıklarda sağ kalmış türlerin (özellikle küçük ve yavaş hareketli türlerin) varlığı yenilenen habitatın kolonizasyonunu hızlandıracaktır. Öte yandan, yuva yeri ya da beslenme için yaşlı meşcerenin oluşması çok uzun zaman gerektiren unsurlara bağımlı türler için bu süreç yavaş ilerler. Bu yönüyle, ekosistem onarımının hızlandıracak habitat yönetimi müdahaleleri önem taşır.

5.3. Yangın sonrası uygulamaların biyolojik çeşitlilik açısından sonuçları

Yangın sonrasında gerçekleştirilen uygulamaların biyolojik çeşitlilik üzerine önemli etkileri olmaktadır (Tablo 5.3.1). Bazı uygulamalar biyolojik çeşitliliği destekleyici yönde etkiye sahip olurken, bazı uygulamalar biyolojik çeşitliliğin zarar görmesine yol açabilmektedir. Yangınların hangi ekosistemde gerçekleştiği, yangın sonrası uygulamaların biyolojik çeşitlilik üzerinde nasıl etkiye sahip olacağını belirleyen ana etmendir. Milyonlarca yıldır yangınların olduğu ve yangına uyum sağlamış bir

ekosistemde, ekolojik ve biyolojik öncelikleri dikkate almayan yangın sonrası yönetim faaliyetlerinin alandaki biyolojik çeşitliliği ve ekosistemin toparlanma sürecini olumsuz etkilemesi muhtemeldir (bkz. Tablo 5.3.1). Buna karşın, yangının doğal olarak var olmadığı ve yangına uyum sağlamamış ekosistemlerde gerçekleşen yangınlar ya da doğal yangın rejiminin dışında gerçekleşen yangınlar sonrasında hiçbir müdahalede bulunmamak da biyolojik çeşitlilik üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir.

Farklı yıllarda yanmış alanların bir arada bulunmasının, bitki (Tavşanoğlu, 2008; Cohn vd., 2015), kuş (Stillman vd., 2023) ve memeli (Soyumert vd., 2020) topluluklarının çeşitliliğini artırıcı bir etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla, peyzaj ölçeğinde bir habitat heterojenliği yaratmada, birçok ekosistemde yangının önemli bir rolü vardır. Öte yandan mega yangınlar, yaban hayatının sığınaklarını azalmaktadır ve yaban hayvanları- özellikle geniş habitat gereksinimi olan büyük memeliler- için yanan alanlar kendini toparlayıncaya kadar sığınacakları yanmamış alanların miktarı daha az kalmaktadır. Bu durum, sığınılan alanda kendi türüne ait olan bireylerle rekabetin şiddetini ve bireylerin üzerindeki stres miktarını artırabilir. Orman ağaçlarını beslenme veya yuva amaçlı kullanan ağaçkakan, tırnaşkuşu, baştankara gibi kuş türlerinin popülasyonları ise büyük yangınlar sonrasında yerel ölçekte yok olurlar.

Yanmış alanlarda yapılan ilk çalışmalar yanan ağaçların kesilip odun endüstrisine kazandırılması amacıyla yapılan üretim-pazarlama çalışmalarıdır. Bu amaçla yapılan kesimler üretim kesimleri olarak isimlendirilmektedir. Yangın sonrası üretim kesimleri, ekonomik ve böcek istilalarından korunma amacıyla Akdeniz ormanlarında yaygın olarak uygulanan bir yöntemdir. Bu yöntemle, yangın sonucu ölmüş veya yakın zamanda ölecek olan çam ağaçları kesilerek, kereste ve diğer ürünler olarak ekonomiye kazandırılmaktadır. Kurtarma kesimleri, yangına maruz kalmış olan orman alanına farklı şekillerde müdahale gerektirdiğinden ancak bir yandan da ekonomik getirisi olduğundan, tüm Akdeniz Havzası ülkelerinde geçmişten beri olumlu ya da olumsuz etkileri tartışılmalı bir uygulamadır. Son yıllarda yapılan bazı çalışmalar, bu tür tam alan traşlama şeklinde gerçekleştirilen kesimlerin biyolojik çeşitlilik üzerinde olumsuz etkileri olduğuna ilişkin kanıtlar ortaya koymaktadır (ör: Leverkus vd., 2012; Leverkus vd., 2014). Özellikle, yangın sonrasında kesilmeden kalan yanık ağaçların sağladığı mikroklimsel koşulların gençliğin büyüme ve gelişimi üzerindeki olumlu etkileri, Akdeniz alçak yükselti zonu ormanlarının gençleşmesi ve vejetasyonun yenilenmesi üzerinde yangın sonrası kesimlerin olumsuz etkileri olduğunu göstermektedir (Castro vd., 2011). Yangın sonrası üretim çalışmaları esnasında mekanizasyonun yoğun bir şekilde kullanılıyor olması da, gençliğin zarar görmesine ve genel olarak biyolojik çeşitlilikte kayıplara neden olmaktadır (Castro vd., 2011; Leverkus vd., 2014). Yangın sonrası üretim çalışmalarında kesim-zaman planına uyulmaması, doğal gençleşme başlamadan sahadan çıkılmaması, kesim ve sürütme yollarının tekniğine uygun bir şekilde yapılmaması gibi hususların da biyolojik çeşitlilik üzerinde zararlı etkileri bulunmaktadır. Bu noktada belirtilmesi gerekli bir nokta da, yangın alanında kesilmeden kalan ağaçları ve diğer odunsu parçaları kullanan omurgasız türler ve bazı kuş türlerinin gerçekleşen yangınlardan ve dikili yanık ağaçlardan yarar sağladığıdır.

Yangın sonrası üretim kesimlerinin ardından, farklı tekniklerle gençleştirme ve onarım uygulamaları gerçekleştirilmektedir. Bu uygulamalardan pasif onarım teknikleri birçok örnekte ekosistem yenilenmesi için en etkili teknikler olarak öne çıkmıştır. İnce kesim artıklarının (Kozalaklı dallar) serilmesiyle güçlendirilmiş doğal gençleşme ve ekim destekli doğal gençleştirme, ekosistem yenilenmesi açısından en başarılı stratejilerdir. Orman topraklarına müdahaleyi gerektirmeyen bu yaklaşımlar, toprak tohum bankaları ve tomurcuk bankalarından bitki türlerinin yangın sonrası doğal yenilenmesini kolaylaştırır. Aynı zamanda bu iki uygulama, kızılçam gençliklerinin büyümesini teşvik ettiği için yangın sonrası ekonomik kaygıları da gidermektedir. Bu nedenle, bu senaryolar hem ekonomik hem de ekolojik faydaları güvence altına alan bir kazan-kazan durumunu temsil etmektedir.

Pasif onarım teknikleri, hem yangın sonrası üretim kesimlerini içeren hem de bunu içermeyen kendi haline bırakma stratejilerini kapsamaktadır. Bu işletilmeyen alanlar, yangın sonrası yüksek bir iyileşme kapasitesi sergileyen ve esas olarak çalılık alanlardır. Bununla birlikte, önceki yangınlarda ağaçlandırma ile gençliğin getirilme başarısı daha düşüktür. Dolayısıyla daha önce ağaçlandırılmış, ancak yangına maruz kalmış sahaları yangın sonrası yönetim uygulamalarından mahrum bırakmanın ekosistemin iyileşmesi için en uygun yaklaşım olmayabileceğini düşündürmektedir. Bu durum, geçmişteki orman yönetimi faaliyetleri nedeniyle sahanın direngenliğinin azalmasına bağlanabilir. Önceki işletme ve yönetim faaliyetlerinin yangın sonrası direngenliği tehlikeye attığı bu özel durumlarda, yeniden dikim gibi aktif onarım teknikleri etkili bir onarım için uygun bir çözüm sunabilir (Tavşanoğlu ve Pausas, 2022).

Yangın sonrası arazi hazırlığı ve toprak işlemeyle dayalı ağaçlandırma uygulamaları genel olarak biyolojik çeşitlilik temelli ekosistem onarımı için çok uygun değildir. Bu tür uygulamalar özellikle tekniğine uygun bir şekilde yapılmadığında toprak kaybı ve erozyona neden olabilir, toprak tohum ve tomurcuk bankalarına önemli derecede zarar vererek vejetasyonun yenilenmesi ve iyileşmesini kısıtlayabilir (Tavşanoğlu ve Pausas, 2022).

Yangın sonrası onarım çalışmaları kapsamında özellikle kızılçamın doğal gençleşmesini desteklemek amacıyla kullanılan dal serme uygulamasının (kozalıklı) biyolojik çeşitliliğe zarar vermeyen bir uygulama olduğu çok kez gösterilmiştir (Ergan, 2017; Ürker vd., 2018). Yanan alana homojen bir şekilde serilen ince kesim artıkları, toprak kaybını azaltmakta ve yarattığı uygun mikroiklim koşullarıyla bitkilerin ve özellikle de kızılçamın doğal gençleşmesini desteklemektedir (Boydak, 2004; Boydak vd., 2006; Tavşanoğlu, 2021b). Buna karşın toprak işlemeyle önceliklendiren uygulamalar, vejetasyon yapısında çarpıcı değişikliklere yol açabilmektedir. Örneğin, Marmaris'te gerçekleştirilmiş olan bir çalışmada, yangın sonrası makineli toprak işlemenin kızılçam ormanını sürgün veren ve odunsu türlerin egemen olduğu bir vejetasyon yapısından, tek yıllık otsu bitkilerle sürgün vermeyen türlerden oluşan bir yapıya dönüştürdüğü tespit edilmiştir (Ürker vd., 2018).

Akdeniz Havzası'ndaki yangın sonrası orman yönetiminde, doğal gençleşme ve tohum takviyeli doğal gençleştirme uygulamalarının, mekanizasyon ve dikim çalışmalarına oranla hem gençleştirme başarısı hem de maliyetler açısından daha başarılı sonuçlar verdiği belirtilmiştir (Boydak, 2004; Leverkus vd., 2012; Moreira vd., 2012; Vallejo vd., 2012). Ayrıca, yanan orman alanına daha az müdahale gerektiren tekniklerin Akdeniz ormanlarında bitki çeşitliliğini de artırdığı tespit edilmiştir (Leverkus vd., 2014). Bundan dolayı, Akdeniz Havzası ormanlarının yangın sonrası yönetimi çok boyutlu bir yaklaşıma sahip olmalı ve sadece tek yönlü olarak vejetasyon egemen türün varlığını incelemekten öte, çok sayıda ekosistem hizmetini destekleyecek şekilde bitki ve hayvan biyolojik çeşitliliğini destekler boyutta ele alınmalıdır (Moreira vd., 2012; Doblaz-Miranda vd., 2015; Tavşanoğlu ve Pausas, 2022).

Özet olarak, bir orman yangınından sonra yanmış kızılçam ormanları ile sert yapraklı orman ve makiliklerde biyolojik çeşitliliği artırmak için pasif onarım teknikleri genel olarak en iyi çözüm gibi görünmektedir. Sahanın yangın sonrası direngenliği yangından önce zaten önemli ölçüde azalmamışsa (örneğin, daha önce sürülüp ağaçlandırılmadıysa), bu ormanlarda biyolojik çeşitliliği destekleyebilmek için, fidan dikerek suni tensil de dahil olmak üzere aktif onarımdan mümkün olduğunca kaçınılmalıdır.

Tablo 5.3.1. Yangın sonrasında uygulanan bazı tekniklerin canlı grupları üzerine etkileri. (+), 0 ve (-), sırasıyla, olumlu, nötral ve olumsuz etkiye işaret etmektedir.

	Otsu Bitki	Odunsu Bitki	Sürüngen	Çiftyaşar	Kuş	Omurgasız	Küçük Memeli	Büyük Memeli	Yarasa	Etki Puanı
Makineli toprak işleme	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-7
Orman yolu ve yangın şeridi	0/-	0/-	+	-	+/-	+/-	0	+	+	+1
Yangına dirençli bitki şeridi	0/-	0/-	0	0	+	+	0	0	0	+1
Yanmış dikili ağaç bırakılması	+/0	+/0	0	0	+	+	0	+	+	+5
Dal serme	+	+	+	+	+/-	+	+	0	0	+6
Teraslama ve çam fidesi dikimi	0/-	0/-	-	-	-	0	+/-	+/-	0	-4
Tohum takviyesi ve ekim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

6. Yangın sonrası biyolojik çeşitliliğe yönelik uygulama önerileri

OGM 2000'li yılların başında Sürdürülebilir Orman Yönetim Kriter ve Göstergelerini temel alarak ormancılık yapmak için bazı önemli adımlar atmaya başlamıştır. Bu adımlar arasında ekosistem tabanlı fonksiyonel planlama sürecine geçilmiş olması ve biyolojik çeşitliliğin orman yönetimine entegre edilmesi çalışmaları iki önemli adım olarak karşımıza çıkmaktadır (Ülgen vd. 2020). Biyolojik çeşitliliğin orman amenajman planlarına entegre edilmesi GEF II projesi olarak bilinen Biyolojik Çeşitlilik ve Doğal Kaynak Yönetimi projesi kapsamında 2002 yılında başlamış daha sonra da OGM ve DKM iş birliğinde

geliştirilerek birçok örnek proje yapılmıştır. Bu çalışmalar kapsamında yol haritası niteliği taşıyacak iki temel eser üretilmiştir:

1. Biyolojik Çeşitliliğin Orman Amenajman Planlarına Entegrasyonu: Plancının Rehberi (Zeydanlı vd., 2019)
2. Biyolojik Çeşitliliğin Orman Amenajman Planlarına Entegrasyonu: Uygulamacının Rehberi (Özüt vd., 2019)

Bu çalışmalar sürecinde OGM biyolojik çeşitlilik envanteri, değerlendirilmesi, uygulama önerileri geliştirilmesi ve sahada bunların hayata geçirilmesi ile ilgili çok önemli tecrübeler edinmiştir.

'Yangın Sonrası Biyolojik Çeşitlilik Dostu Ormancılık Uygulamaları Kılavuzu' da bu tecrübeyi ve geliştirilen yaklaşımı temel alarak ortaya konmuştur. İlk aşamada yangının farklı gruplar üzerindeki etkisine bakılmıştır. Daha sonra da yangın sonrasında bu grupların popülasyonlarını arttırmak ve alana gelmelerini sağlamak için habitat ihtiyaçları tanımlanmıştır. Son olarak da bu habitat ihtiyaçlarının karşılanması için uygun müdahaleler ve ormancılık uygulamaları tanımlanmıştır.

Bu yaklaşım çerçevesinde aşağıda önce orman ve maki ekosistemlerinde biyolojik çeşitliliği olumlu etkileyen genel ilkeler verilmiştir. Daha sonra da kızılçam ormanlarında farklı canlı gruplarına zarar vermeyecek ve bu çeşitliliği artırma potansiyeline sahip yangın sonrası uygulamalar ile bir canlı grubunu olumsuz etkilediği için kaçınılması gereken uygulamalar sıralanmıştır.

6.1. Yangın sonrası biyolojik çeşitliliğe yönelik uygulama önerileri: genel öneriler

Farklı tür gruplarının özelliklerine ve habitat isteklerine göre değişebilmekle birlikte, orman ve makiliklerde ekosistem yapısını koruyan ve biyoçeşitliliği destekleyen bazı genel esaslar mevcuttur.

i) Heterojen yapı: Tekdüzelikten uzak, dikey veya yatay yapının ve birden fazla baskın ağaç türünün var olduğu ("karışık") meşcerelerde biyoçeşitliliğin daha yüksek olduğu bilinmektedir. Dikey yapı orman tabanından yukarı doğru farklı vejetasyon katmanları tarafından oluşturulur. Katman sayısı arttıkça, her bir katmanda yaşayan veya beslenen farklı türler ekosistemde yer alacaktır. Dikey yapı özellikle kuşlar için belirleyici bir niteliklerdir. Orman tabanında yer alan devrikler de bu bağlamda değerlidir.

Yatay yapı, mekânsal heterojenliği arttıran küçük açıklıklar, derecikler, kayalıklar gibi unsurlar tarafından belirlenir. Ayrıca farklı çağlarda veya farklı kapalılıkta meşcerelerin yan yana gelmesi biyoçeşitliliği olumlu etkiler. Yatay yapıda heterojenlik rüzgâr devriği, heyelan, yangın gibi süreçler sonucunda doğal yollarla oluşabileceği gibi aralama veya hasılat kesimleri sonucunda insan eliyle de oluşabilir. Genel olarak orta ve düşük kapalılıkta meşcereler, tam kapalı meşcerelere göre daha zengindir.

Birden fazla baskın türün varlığının (hele fizyonomik açıdan birbirlerinden farklılık gösteriyorlarsa) o alanın biyoçeşitliliğini genellikle arttırdığı kabul edilir. İbrelili ve sertyapraklı türler özellikle kışın birçok hayvan için sığınak niteliğinde bir örtü oluştururlar. Yaprakdöken türler ise besin kaynağı olarak daha fazla tercih edilir.

ii) Toprak ve ölü örtü: Kök sistemlerini, tohum ve tomurcuk/sürgün bankasını içeren, mikrobiyal ve omurgasız canlılar açısından zengin, besin döngüleri ve karbon tutumu açısından önemli bir ekosistem unsuru olarak toprak ve üzerini kaplayan ölü örtüye olabildiğince az müdahale edilmelidir. Toprak yüzeyinde ölü örtü (çürüntü) iyi bir tohum yatağı olma özelliği taşır. Makineli işleme yoluyla toprak hazırlığı ise hızlı ve etkili bir ağaçlandırmaya olanak sağlamakla beraber genellikle hem toprak yapısının

bozulmasına, organik madde ve karbon kaybına yol açar, hem de birçok küçük memeli, sürüngen, çiftyaşar ve omurgasız canlıyı, kendiliğinden çıkmış fide ve fidanı yok eder. Büyük yangınlar sonrasında üretim amaçlı kesimler için yaygın olarak uygulanmakta olan dikili satışlarda, şirketlerin arazide sürütme yolu açmadan önce ilgili yerel orman idaresinden izin almasının sağlanması, kesim faaliyeti için aşırı miktarda sürütme yolu açılmasının ve toprak kaybının önüne geçebilecektir.

iii) Bağlantılar: Birbirlerinden geniş açıklıklar veya insan eliyle oluşturulmuş engellerle ayrılmış orman/maki parçaları arasında canlıların hareketliliğini ve ekolojik süreçlerin etkileşimini sağlayacak bağlantılar olması biyolojik çeşitliliği geliştirir. Bu bağlantılar çoğu zaman küçük dereler ve dereboyu vejetasyon sayesinde sucul koridorlar tarafından sağlanır. Büyük parçaların arasında aralıklarla yer alan küçük ağaçlıklar da çoğu tür için birer atlama taşı olarak görev yaparlar.

Özetle en yüksek biyoçeşitlilik değeri taşıyan orman/maki parçaları birden fazla türün baskın olduğu, kapalılığı kırılmış, birbirleriyle bağlantıları kopmamış çok katmanlı meşcerelerdir. Dolayısıyla, herhangi bir yenileme veya onarım çabasının bu niteliklerde bir orman kuruluşu hedef alınarak yürütülmesi önerilir.

6.2. Yangın sonrası biyolojik çeşitliliğe yönelik uygulama önerileri: tür gruplarına göre öneriler

Otsu ve odunsu bitkiler:

- Yangın sonrası üretim kesimlerinin alandaki toprak tohum bankası ve toprak tomurcuk bankasına zarar vermeyecek şekilde dikkatlice yapılması.
- 12 hektardan daha geniş alanlarda üretim kesimleri sırasında, bir miktar yanmış ağacın (hektarda 3-10 ağaç) mümkünse küme veya grup halinde, değilse tek tek sahada kesilmeden bırakılması.
- Makinalı toprak işlemeden mümkün olduğunca sakınılması, zorunlu olması halinde tam alan yerine şeritler halinde yapılması.
- Dal serme uygulamasının dalların alana homojen bir şekilde serilecek şekilde yapılması.
- Teraslama yapılacak ise terasların tekniğine uygun yapılması, toprak kaybı ve erozyona neden olmaması, toprak tohum ve tomurcuk bankasını zedelemeyecek şekilde dar açıklıklı olarak ve mümkün olan en az müdahale ile oluşturulması.
- Yangından önce var olan açıklık ve boşlukların korunması ve yangının büyüklüğüne bağlı olarak 3 ha'dan küçük olmaması koşuluyla eğer yoksa açıklıkların oluşturulması.

Çiftyaşarlar:

- Toprağın makineli işlenmemesi, toprak işlemenin gerekli olduğu durumlarda çiftyaşarların habitat isteklerinin dikkate alınması
- Dal serme uygulamasının dalların alana homojen bir şekilde serilecek şekilde yapılması.
- Teraslama yapılmaması, teraslamanın gerekli olduğu yerlerde çiftyaşarların habitat isteklerinin dikkate alınması.
- Su kaynaklarının korunması.

Sürüngenler:

- Toprağın makineli işlenmemesi toprak işlemenin gerekli olduğu durumlarda sürüngenlerin habitat isteklerinin dikkate alınması.
- Dal serme uygulamasının dalların alana homojen bir şekilde serilecek şekilde yapılması.
- Teraslama yapılmaması, teraslamanın gerekli olduğu yerlerde sürüngenlerin habitat isteklerinin dikkate alınması.
- Yangından önce var olan açıklık ve boşlukların korunması ve yangının büyüklüğüne bağlı olarak 3 ha'dan küçük olmaması koşuluyla eğer yoksa açıklıkların oluşturulması.

Kuşlar:

- Yangın sonrası üretim kesimleri sırasında bir miktar yanmış ağacın (hektarda en az 10-50 ağaç) mümkünse küme ve gruplar halinde, değilse tek tek kesilmeden sahada bırakılması.
- Toprağın makinalı işlenmemesi toprak işlemenin gerekli olduğu durumlarda kuşların habitat isteklerinin dikkate alınması.
- Dal serme uygulamasının dalların alana homojen bir şekilde serilecek şekilde yapılması.
- Teraslama yapılmaması, teraslamanın gerekli olduğu yerlerde kuşların habitat isteklerinin dikkate alınması.
- Yangına dirençli bitki şeridi oluşturulması.
- Yangından önce var olan açıklık ve boşlukların korunması ve yangının büyüklüğüne bağlı olarak 3 ha'dan küçük olmaması koşuluyla eğer yoksa açıklıkların oluşturulması.
- Mümkünse çok katmanlı, farklı çağlarda ve/veya karışık meşcereler oluşmasının sağlanması.
- Uygun konumlara yuva kutuları yerleştirilmesi.

Omurgasızlar:

- Yangın sonrası üretim kesimleri sırasında bir miktar yanmış ağacın (hektarda 3-10 ağaç) mümkünse küme ve gruplar halinde, değilse tek tek sahada kesilmeden bırakılması.
- Toprağın makineli işlenmemesi, toprak işlemenin gerekli olduğu durumlarda omurgasızların habitat isteklerinin dikkate alınması.
- Dal serme uygulamasının dalların alana homojen bir şekilde serilecek şekilde yapılması.
- Yangına dirençli bitki şeridi oluşturulması.
- Mümkünse farklı çağlarda ve/veya karışık meşcereler oluşmasının sağlanması.

Küçük memeliler:

- Toprağın makineli işlenmemesi, toprak işlemenin gerekli olduğu durumlarda küçük memelilerin habitat isteklerinin dikkate alınması.
- Dal serme uygulamasının dalların alana homojen bir şekilde serilecek şekilde yapılması.
- Yangından önce var olan açıklık ve boşlukların korunması ve yangının büyüklüğüne bağlı olarak 3 ha'dan küçük olmaması koşuluyla eğer yoksa açıklıkların oluşturulması.
- Mümkünse çok katmanlı, farklı çağlarda ve/veya karışık meşcereler oluşmasının sağlanması.

Büyük memeliler:

- Kurtarma kesimleri sırasında bir miktar yanmış ağacın (hektarda 3-10 ağaç) küme halinde bırakılması.

- Orman yolu ve yangın şeridi oluşturulması.
- Yangından önce var olan açıklık ve boşlukların korunması ve yangının büyüklüğüne bağlı olarak 3 ha'dan küçük olmaması koşuluyla eğer yoksa açıklıkların oluşturulması.
- Mümkünse çok katmanlı, farklı çağlarda ve/veya karışık meşcereler oluşmasının sağlanması.
- Besin bitkisi olabilecek maki ve sert yapraklı türlerin kayalık alanlarda ve çevresinde doğal haline bırakılması.

Yarasalar:

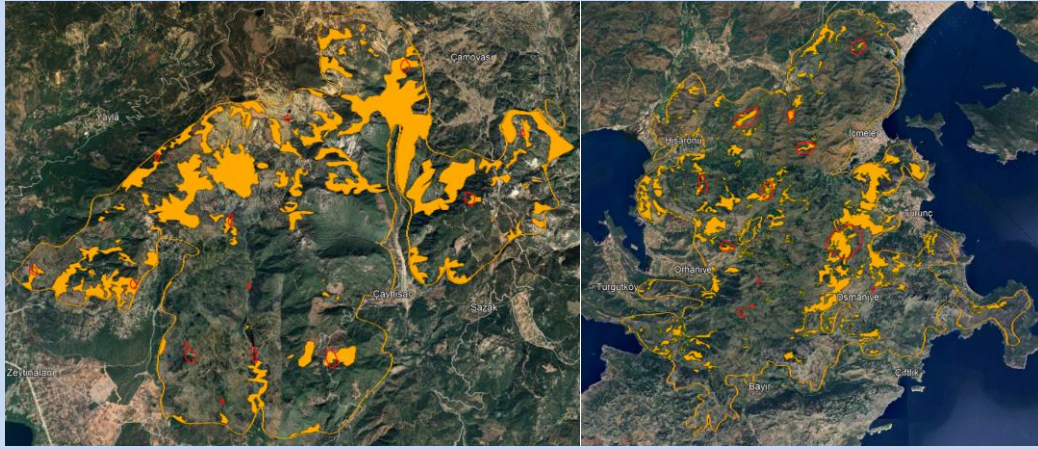
- Yangın sonrası üretim kesimleri sırasında bir miktar yanmış ağacın (hektarda 3-10 ağaç) mümkünse küme ve gruplar halinde, değilse tek tek kesilmeden sahada bırakılması.
- Orman yolu ve yangın şeridi oluşturulması.
- Yangından önce var olan açıklık ve boşlukların korunması ve yangının büyüklüğüne bağlı olarak 3 ha'dan küçük olmaması koşuluyla eğer yoksa açıklıkların oluşturulması.
- Mümkünse çok katmanlı, farklı çağlarda ve/veya karışık meşcereler oluşmasının sağlanması.

Bu uygulamaların öncelikli olarak nadir ve tehdit altındaki flora ve fauna elementlerinin bulunduğu yerlerden başlanması faydalı olacaktır. Ancak öte yandan bu uygulamalar sadece nadir ve tehdit altındaki türler için değil, yangın sonrası orman ekosisteminin tesis edilmesinde bütüncül bir ekosistem onarımı yaklaşımı açısından da temel ilkeleri tanımlamaktadır. Bu kapsamda yangından hemen sonra üretim ve pazarlama süreçlerini de içine alan bir yangın sonrası onarım planı (yangın sonrası restorasyon planı) hazırlamak ve uygulamak önemlidir (Sabuncu vd., 2023). Böyle bir planın konusunda uzmanlardan oluşan bir ekip (ekoloji, biyoloji, sosyoekonomi, hidroloji, uzaktan algılama vb.) tarafından hazırlanması ve tüm uygulama süreçlerinin bu ekibin kontrolünde gerçekleştirilmesi önemlidir. Bu plan ekolojik ve biyolojik temeller üzerine oturtulmalıdır.

Yangın sonrası yapılacak tüm üretim ve planlama çalışmaları yangın sonrası doğal yenilenme süreçlerini desteklemeli, iş-zaman planlamaları uygun bir şekilde yapılmalı, kesim, sürütme ve ürünün sahadan çıkarılma işlemleri doğal gençleşmeden önce tamamlanmalıdır. Bu çalışmalar esnasında hazırlanan sürütme ve orman yolları tekniğine uygun yapılmalı, ekolojik ve biyolojik yıkımlara izin verilmemelidir. Dere içi ve kenarı gibi bazı özel canlı gruplarının yaşam alanlarının hassasiyetine dikkat edilmeli, bu alanların sürütme ve orman yolu olarak kullanımından kaçınılmalıdır. Makineli toprak işlemenin biyolojik çeşitlilik üzerindeki olumsuz etkilerinin farkında olunmalı, gerekli olmadıkça uygulanmamalı, tam alan sürüm yerine şeritler halinde çalışılmalı, dere içi ve kenarı gibi yetiştirme ortamları mümkün olduğu ölçüde bu çalışmalara konu edilmemelidir.

Kutu 1. Pilot Uygulama – Kuş Yuva Kutuları

Hazırlanan bu kılavuzda sunulan öneriler doğrultusunda “Muğla İlinde Yangın Sonrası Orman ve Maki Ekosistemlerinin Onarımı” (TCP/TUR/3902/C2) projesi kapsamında kuş türlerine yönelik bir pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Alanda belirlenen hedef kuş türleri olan alaca baykuş, çam baştankarası ve Anadolu sıvacısının yangın sahalarındaki üreme potansiyellerini ve popülasyonlarını artırabilmek amacıyla yangın sahaları içinde kümeler halinde kalmış ağaç adacıklarına yuva kutuları yerleştirilmiştir. Yanmış sahadaki ağaç adacıkları uydu görüntüleri üzerinden uzaktan algılamayla tespit edilmiş ve arazi çalışmalarında hedef türlerin kaydedildiği noktalar ile karşılaştırılarak kutuların asılabileceği potansiyel alanlar her iki pilot saha için belirlenmiştir.



Üretilen yuva kutuları için genel standartlar temel alınmış, fakat küçük yuvaların giriş delikleri yalnızca hedef türlerin kullanımı için standarttan daha küçük boyutta kullanılmıştır.

Ürün Adı	Delik çapı	Delik-tavan arası yükseklik	Genişlik	Yükseklik	Adet
Cnc roter çift taraflı ahşap kuş yuvası	35 mm	25 mm	140 mm	200 mm	100
Ürün Adı	Giriş açıklığı yüksekliği	Giriş açıklığı genişliği	Taban genişliği	Yükseklik	Adet
Cnc roter çift taraflı ahşap baykuş yuvası	200 mm	255 mm	255 mm	600 mm	20

Asılan yuvaların kontrollerinin yangın sezonundan önce Nisan ayı itibariyle iki kere yapılması önerilmektedir. Yuvaların kontrolleri yapılırken aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır:

- Yuvalara çıkmak için en az 2 metrelik merdiven kullanılmalıdır,
- Merdivenle yuva kutusuna ulaşıldığında giriş deliğinin yanından yaklaşılmalı ve kutuya hafifçe vurarak kuluçkada olabilecek annenin uyarılması ve yuvadan ayrılmasına zaman tanınması gerekmektedir. İçeriden uyarı sesi gelirse ve/veya anne yuvayı terk etmiyorsa rahatsız etmeden inilmeli ve ilgili koordinata yuvada üreme faaliyeti olduğuna dair bir not alınmalıdır,

- Anne yuvayı terk ederse, bir endoskop kamera aracılığıyla giriş deliğinden mümkün olduğunca hızlı ve dikkatli bir şekilde yuva kutusunun içi görüntülenerek kaydedilmeli, ardından yuvanın etrafından en kısa sürede uzaklaşılmalıdır,
- Telefon ve tabletlerle uyumlu, yüksek çözünürlüklü fotoğraf ve video kaydı yapabilen, su geçirmez özellikte endoskop kameraların kullanılması uygundur,
- Baykuş yuvalarının giriş açıklıkları nispeten geniş olduğundan bu yuvaların kontrolü sırasında ya kameraların teleskopik bir direğe bağlanarak yuva açıklığına uzatıp görüntü alınması ya da yuvanın karşı tarafından merdiven yardımıyla ağaca yeterli yüksekliğe tırmanıp dürbün ile gözlem yapılması gerekmektedir,
- Her yuvanın aktivite durumunun (üreme, yuva materyali, aktivite yok vb.) ilgili koordinatlara kaydedilmesi gerekmektedir.

Referanslar

- Akay, A.E., Erdas, O., Kanat, M., Tutus, A. (2007). Postfire salvage logging for fire-killed Brutian pine (*Pinus brutia*) trees. *Journal of Applied Sciences*, 7, 402-406.
- Akkemik, Ü., Kavgacı, A., Akarsu, F. 2023. Orman yangınlarının bitki çeşitliliği üzerindeki etkileri. Şu eserde: Kavgacı, A., Başaran, MA. (Editörler). Orman Yangınları, Türkiye Ormancılar Derneği Yayını, 64, s. 326-342.
- Arnan, X., Rodrigo, A., Retana, J. (2006). Post-fire recovery of Mediterranean ground ant communities follows vegetation and dryness gradients. *Journal of Biogeography*, 33(7), 1246-1258.
- Atmış, E., Tolunay, D., Erdönmez, C. (2023) Orman yangınlarının sayısal analizi. In: Orman Yangınları, Eds. Kavgacı, A., Başaran, M.A. Türkiye Ormancılar Derneği, pp. 22-44 (in Turkish).
- Bongi, P., Tomaselli, M., Petraglia, A., Tintori, D., Carbognani, M. (2017) Wild boar impact on forest regeneration in the northern Apennines (Italy). *Forest Ecology and Management* (391): 230-238.
- Boydak, M. (2004). Silvicultural characteristics and natural regeneration of *Pinus brutia* Ten. A review. *Plant Ecology*, 171, 153-163.
- Boydak, M., Dirik, H., Çalikoğlu, M. (2006). Kızılcamın (*Pinus brutia* Ten.) biyolojisi ve silvikültürü. OGEM-VAK, Ankara, 364 pp.
- Carbone, L. M., Tavela, J., Pausas, J. G., Aguilar, R. (2019). A global synthesis of fire effects on pollinators. *Global Ecology and Biogeography*, 28(10), 1487-1498.
- Castro, J. (2021). Post-fire restoration of Mediterranean pine forests. In: G. Ne'eman, Y. Osem (eds.), *Pines and Their Mixed Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin, Managing Forest Ecosystems* 38, https://doi.org/10.1007/978-3-030-63625-8_25.
- Castro, J., Zamora, R., Hódar, J. A., Gómez, J. M. (2002). Use of shrubs as nurse plants: a new technique for reforestation in Mediterranean mountains. *Restoration Ecology*, 10(2), 297-305.
- Castro, J., Allen, C. D., Molina-Morales, M., Marañón-Jiménez, S., Sánchez-Miranda, Á., Zamora, R. (2011). Salvage logging versus the use of burnt wood as a nurse object to promote post-fire tree seedling establishment. *Restoration Ecology*, 19(4), 537-544.
- Certini, G. (2005). Effects of fire on properties of forest soils: a review. *Oecologia*, 143, 1.
- Chergui, B., Fahd, S., Santos, X., Pausas, J. G. (2018). Socioeconomic factors drive fire-regime variability in the Mediterranean Basin. *Ecosystems*, 21, 619-628.
- Cohn, J. S., Di Stefano, J., Christie, F., Cheers, G., York, A. (2015). How do heterogeneity in vegetation types and post-fire age-classes contribute to plant diversity at the landscape scale?. *Forest Ecology and Management*, 346, 22-30.
- Çatav, Ş.S., Küçükakyüz, K., Akbaş, K., Tavşanoğlu, Ç. (2014) Smoke-enhanced seed germination in Mediterranean Lamiaceae. *Seed Science Research*, 24, 257-264.

- Çatav, Ş.S., Küçükakyüz, K., Tavşanoğlu, Ç., Pausas, J.G. (2018) Effect of fire-derived chemicals on germination and seedling growth in Mediterranean plant species. *Basic and Applied Ecology*, 30, 65-75.
- De Las Heras, J., Moya, D., Vega, J. A., Daskalidou, E., Vallejo, V. R., Grigoriadis, N., ... & Fernandes, P. (2012). Post-fire management of serotinous pine forests. In: Moreira, F., Arianoutsou, M., Corona, P., De Las Heras, J. (eds.) *Post-fire management and restoration of southern European forests*, pp. 121-150, Dordrecht: Springer Netherlands.
- Doblas-Miranda, E., Martínez-Vilalta, J., Lloret, F., Alvarez, A., Avila, A., Bonet, F.J., ..., Retana, J. (2015). Reassessing global change research priorities in Mediterranean terrestrial ecosystems: how far have we come and where do we go from here? *Global Ecology and Biogeography*, 24, 25-43.
- Durán, J., Rodríguez, A., Fernández-Palacios, J.M., Gallardo, A. (2008), Changes in soil N and P availability in a *Pinus canariensis* fire chronosequence. *Forest Ecology and Management*, 256, 384.
- Ensbey, M et al. (2023) Animal population decline and recovery after severe fire: Relating ecological and life history traits with expert estimates of population impacts from the Australian 2019-20 megafires. *Biological Conservation* (283) 110021. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110021>.
- Ergan, G. (2017). Akdeniz bitkilerinin yangınla olan ilişkisinin incelenmesi ve yangın efemerallerinin tespiti". Hacettepe Üniversitesi, Türkiye.
- Eron, Z., Gürbüz, E. (1988). Marmaris 1979 yılı orman yangını ile toprak özelliklerinin değişimi ve kızılçam gençliğinin gelişimi arasındaki ilişkiler. Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 195, Ankara.
- 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 Ecology and Management*, 231, 47..
- Fearnside, P. M. (2005). Deforestation in Brazilian Amazonia: history, rates, and consequences. *Conservation biology*, 19(3), 680-688.
- Fernández, C., Vega, J. A. (2016). Effects of mulching and post-fire salvage logging on soil erosion and vegetative regrowth in NW Spain. *Forest Ecology and Management*, 375, 46-54.
- Ferran, A., Delitti, W., Vallejo, R. (2005). Effects of fire recurrence in *Quercus coccifera* L. shrublands of the Valencia Region (Spain): II. plant and soil nutrients. *Plant Ecology*, 177, 71.
- Ganatsas, P., Spanos, I., Tsakalidimi, M., Goudelis, G. (2012). Soil nutrient, woody understory and shoot and root growth responses of *Pinus brutia* Ten. saplings to fire. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 40(1), 302-307.
- Geary, W. L., Buchan, A., Allen, T., Attard, D., Bruce, M. J., Collins, L., ..., Kelly, E. (2022). Responding to the biodiversity impacts of a megafire: A case study from south-eastern Australia's Black Summer. *Diversity and Distributions*, 28(3), 463-478.
- Gimeno-García, E., Andreu, V., Rubio, J.L. (2004). Spatial patterns of soil temperatures during experimental fires. *Geoderma*, 118, 17.

- Gómez-González S., Paula S., Cavieres L.A., Pausas J.G. 2017. Postfire responses of the woody flora of Central Chile: insights from a germination experiment PLoS One 12: e0180661.
- Gray, S.M., Roloff, G.J., Kramer, D.B., Etter, D.R., Vercauteren, K.C., Montgomery, R.A. (2020) Effects of Wild Pig Disturbance on Forest Vegetation and Soils. USDA Wildlife Services - Staff Publications. 2335. https://digitalcommons.unl.edu/icwdm_usdanwrc/2335
- Grodsky, S. M., Moorman, C. E., Russell, K. R. (2016). Forest wildlife management. Ecological forest management handbook. Taylor and Francis Group, LLC/CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 47-85
- He, T., Lamont, B. B., Pausas, J. G. (2019). Fire as a key driver of Earth's biodiversity. Biological Reviews, 94(6), 1983-2010.
- Hernández-Serrano, A., Verdú, M., Santos-Del-Blanco, L., Climent, J., González-Martínez, S.C., Pausas, J.G. (2014). Heritability and quantitative genetic divergence of serotiny, a fire-persistence plant trait. Annals of Botany, 114, 571-577
- Kavgacı, A., Tavşanoğlu, Ç. (2010) Akdeniz tipi ekosistemlerde yangın sonrası vejetasyon dinamiği. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi 2: 149-166.
- Kavgacı, A., Čarni, A., Başaran, S., Başaran, M. A., Košir, P., Marinšek, A., Šilc, U. (2010). Long-term post-fire succession of *Pinus brutia* forest in the east Mediterranean. International Journal of Wildland Fire, 19(5), 599-605.
- Kavgacı, A., Örtel, E., Torres, I., Safford, H. (2016). Early post-fire vegetation recovery of *Pinus brutia* forests: effects of fire severity, prefire stand age, and aspect. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 40(5), 723-736.
- Kavgacı, A., Šilc, U., Başaran, S., Marinšek, A., Başaran, MA., Košir, P., Balpınar N., Arslan, M., Denli, Ö., Čarni, A. 2017. Classification of plant communities along postfire succession in *Pinus brutia* (Turkish red pine) stands in Antalya (Turkey). Turkish Journal of Botany, 41: 299-307.
- Kavgacı, A., Tolunay, D., Tutmaz, V., Sevgi, O., 2023. Orman yangınları terminolojisi. Şu eserde: Kavgacı, A., Başaran, MA. (Editörler). Orman Yangınları, Türkiye Ormancılar Derneği Yayını, 64, s. 2-20.
- Kaynaş, B. Y., Gürkan, B. (2007). Species diversity of butterflies in Turkish *Pinus brutia* forest ecosystems after fire. Entomological news, 118(1), 31-39.
- Kaynas, B. Y., Gurkan, B. (2008). Species richness and abundance of insects during post-fire succession of *Pinus brutia* forest in Mediterranean region. Polish Journal of Ecology, 56(1), 165.
- Kaynaş, B. Y., Tavşanoğlu, Ç., & Gürkan, B. (2002). Species diversity of small mammals community in different stages of post-fire succession in Marmaris National Park, Turkey. In Forest fire research and wildland fire safety: Proceedings of IV International Conference on Forest Fire Research 2002 Wildland Fire Safety Summit, Luso, Coimbra, Portugal, 18-23 November 2002. Millpress Science Publishers.
- Kazancı, D.D. (2021). Kızılcım'da (*Pinus brutia* Ten.) yangınla ilişkili karakterlerin popülasyonlar arası değişkenliği ve bu değişkenliği ortaya çıkartan faktörler. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Türkiye.

- Kazancı, D. D., Tavşanoğlu, Ç. (2019) Heat shock-stimulated germination in Mediterranean Basin plants in relation to growth form, dormancy type, and distributional range. *Folia Geobotanica* 54: 85-98.
- 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.
- Keeley, J.E., Bond, W.J., Bradstock, R.A., Pausas, J.G., Rundel, P.W. (2012). *Fire in Mediterranean Ecosystems: Ecology, Evolution and Management*. Cambridge University Press, UK.
- Lavorel, S. (1999). Ecological diversity and resilience of Mediterranean vegetation to disturbance. *Diversity and Distributions*, 5(1-2), 3-13.
- Leverkus, A.B., Puerta-Piñero, C., Guzmán-Alvarez, J.R., Navarro, J., Castro, J. (2012). Post-fire salvage logging increases restoration costs in a Mediterranean mountain ecosystem. *New Forests*, 43, 601-613.
- Leverkus, A.B., Lorite, J., Navarro, F.B., Sánchez-Cañete, E.P., Castro, J. (2014). Post-fire salvage logging alters species composition and reduces cover, richness, and diversity in Mediterranean plant communities. *Journal of Environmental Management*, 133, 323-331.
- Linley, G. D., Jolly, C. J., Doherty, T. S., Geary, W. L., Armenteras, D., Belcher, C. M., ... & Nimmo, D. G. (2022). What do you mean, 'megafire'? *Global Ecology and Biogeography*, 31(10), 1906-1922.
- Mavsar, R., Valera, E., Corona, P., Barbati, A., Marsh, G. (2012). Economic, legal, and social aspects of post-fire management. In: Moreira, F., Arianoutsou, M., Corona, P., De Las Heras, J. (eds.) *Post-fire management and restoration of southern European forests*, pp. 45-78, Dordrecht: Springer Netherlands.
- Miller, E.T., Wood, A., Baiz, M.D., Welch, A.J., Fleischer, R.C., Dale, A.S., Toews, D.P.L. (2022) Re-assessing niche partitioning in MacArthur's Warblers: foraging behavior, morphology, and diet metabarcoding in a phylogenetic context. *bioRxiv* 2022.08.26.505503; doi: <https://doi.org/10.1101/2022.08.26.505503>
- Moreira, B., Tormo, J., Estrelles, E., Pausas, J. (2010). Disentangling the role of heat and smoke as germination cues in Mediterranean Basin flora. *Annals of Botany*, 105(4), 627-635.
- Moreira, F., Arianoutsou, M., Vallejo, V.R., De las Heras, J., Corona, P., Xanthopoulos, G., Fernandes, P., Papageorgiou, K. (2012). Setting the scene for post-fire management. In: Moreira, F., Arianoutsou, M., Corona, P., De las Heras, J. (eds.) *Post-Fire Management and Restoration of Southern European Forests*. *Managing Forest Ecosystems*, vol. 24, Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 1-19.
- Moreira, F., Ascoli, D., Safford, H., Adams, M., Moreno, J. M., Pereira, J. C., Catry, F., Armesto, J., Bond, W. J., Gonzalez, M., Curt, T., Koutsias, N., McCaw, L., Price, O., Pausas, J., Rigolot, E., Stephens, S., Tavsanoglu, C., Vallejo, R., Van Wilgen, B., Xanthopoulos, G., Fernandes, P. (2020) Wildfire management in Mediterranean-type regions: Paradigm change needed. *Environmental Research Letters* 15: 01100.
- Neyişçi, T. (1989)., Kızılçam orman ekosistemlerinde denetimli yakmanın toprak kimyasal özellikleri ve fidan gelişimi üzerine etkileri. *Ormançılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 205*, Ankara.

- OGM, (2014). Silvikültürel Uygulamaların Esasları, Tebliğ No: 298.
- OGM, (2017). Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü Yangın Yönetim Planı. OGM Türkiye’de Yüksek Koruma Değerine Sahip Akdeniz Ormanları Entegre Yönetim Projesi yayını. 48 S. Ankara
- OGM, (2022). Orman Genel Müdürlüğü 2022 Yılı Resmi İstatistikleri. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler> (Erişim: 2.10.2023).
- Özüt, D., Tufanoğlu, G.Ç., Zeydanlı U. (editörler) 2019. Biyolojik Çeşitliliğin Ormancılığa Entegrasyonu – Uygulamacının Rehberi. Ankara, Doğa Koruma Merkezi, 306 sayfa.
- Paspaliou, K., Skanavis, C., & Giannoulis, C. (2014). Civic Ecology Education and Resilient Societies: A Survey of Forest Fires in Greece. *Journal of Education and Training Studies*, 2(2), 48-57.
- 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*, 90, 1420.
- Paula S., Naulin P.I., Arce C., Galaz C., Pausas J.G. (2016). Lignotubers in Mediterranean basin plants. *Plant Ecology* 217: 661-676
- Pausas, J.G., Llovet, J., Rodrigo, A., Vallejo, R. (2008). Are wildfires a disaster in the Mediterranean basin? - A review. *International Journal of Wildland Fire*, 17(6), 713-723.
- Pausas, J. G. (2015). Alternative fire-driven vegetation states. *Journal of Vegetation Science*, 26(1), 4-6.
- Pausas, J. G., Fernández-Muñoz, S. (2012). Fire regime changes in the Western Mediterranean Basin: from fuel-limited to drought-driven fire regime. *Climatic change*, 110(1-2), 215-226.
- Pausas, J. G., Parr, C. L. (2018). Towards an understanding of the evolutionary role of fire in animals. *Evolutionary Ecology*, 32(2-3), 113-125.
- Pausas J.G., Ribeiro E. (2017). Fire and plant diversity at the global scale. *Global Ecology and Biogeography* 26: 889–897.
- 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.
- Pilon, N. A., Cava, M. G., Hoffmann, W. A., Abreu, R. C., Fidelis, A., Durigan, G. (2021). The diversity of post-fire regeneration strategies in the cerrado ground layer. *Journal of Ecology*, 109(1), 154-166.
- Pons, P. Bas, J.M. (2005). Open-habitat birds in recently burned areas: The role of the fire extent and species’ habitat breadth. *Ardeola*, 52(1), 119-131.
- Prada, M., Marini-Filho, O. J., Price, P. W. (1995). Insects in flower heads of *Aspilia foliacea* (Asteraceae) after a fire in a central Brazilian savanna: evidence for the plant vigor hypothesis. *Biotropica*, 513-518.
- Providoli, I., Elsenbeer, H., Conedera, M. (2002). Post-fire management and splash erosion in a chestnut coppice in southern Switzerland. *Forest Ecology and Management*, 162, 219.

Sabuncu, R., Kavgacı, A., Alan, M., Çalışkan, A., 2023. Orman yangınları sonrası restorasyon. Şu eserde: Kavgacı, A., Başaran, MA. (Editörler). Orman Yangınları, Türkiye Ormancılar Derneği Yayını, 64, s. 424-442.

Spanos, I., Ganatsas, P., Tsakalimi, M. (2010). Evaluation of postfire restoration in suburban forest of Thessaloniki, Northern Greece. *Global Nest Journal*, 12, 390-400.

Soyumert, A., Ertürk, A., & Tavşanoğlu, Ç. (2020). Fire-created habitats support large mammal community in a Mediterranean landscape. *Mammal Research*, 65, 323-330.

Stillman, A. N., Wilkerson, R. L., Kaschube, D. R., Siegel, R. B., Sawyer, S. C., Tingley, M. W. (2023). Incorporating pyrodiversity into wildlife habitat assessments for rapid post-fire management: a woodpecker case study. *Ecological Applications*, e2853.

Şahan, E.A., Köse, N., Güner, H.T., Trouet, V., Tavşanoğlu, Ç., Akkemik, Ü., Dalfes, H.N. (2022) Multi-century spatiotemporal patterns of fire history in black pine forests, Turkey. *Forest Ecology and Management*, 518, 120296.

Tavşanoğlu, Ç. (2008). Marmaris çevresi *Pinus brutia* Ten. (Kızılçam) ormanlarında yangın sonrası vejetasyon dinamikleri. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Tavşanoğlu, Ç. (2021a) Akdeniz bölgesindeki büyük orman yangınlarının sebepleri ve yangın sonrası yapılması gerekenler. Teknik Rapor, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Turkey, 13 sf.

Tavşanoğlu, Ç. (2021b) Kızılçam (*Pinus brutia*) ormanlarının yangın sonrası doğal onarımı ve ormanların geleceği için öneriler. *Orman ve Av*, 49, 14-17.

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.

Tavşanoğlu, Ç., Gürkan, B. (2010). Physical and chemical properties of the soils at burned and unburned *Pinus brutia* Ten. forest sites in the Marmaris region, Turkey. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 38, 71-76.

Tavşanoğlu, Ç., Gürkan, B. (2014). Long-term post-fire dynamics of co-occurring woody species in *Pinus brutia* forests: the role of regeneration mode. *Plant Ecology*, 215, 355-365.

Tavşanoğlu, Ç., Ergun, G., Çatav, Ş.S., Zare, G., Küçükakyüz, K., Özüdoğru, B. (2017) Multiple fire-related cues stimulate germination in *Chaenorhinum rubrifolium* (Plantaginaceae), a rare annual in the Mediterranean Basin. *Seed Science Research*, 27, 26-38.

Tavşanoğlu, Ç., Pausas, J.G. (2018) A functional trait database for Mediterranean Basin plants. *Scientific Data* 5: 180135.

Tavşanoğlu, Ç., Pausas, J.G. (2022) Turkish postfire action overlooks biodiversity. *Science*, 375(6579), 391.

Terefe, T., Mariscal-Sancho, I., Peregrina, F., Espejo, R. (2008). Influence of heating on various properties of six Mediterranean soils. a laboratory study. *Geoderma*, 143, 273.

Thanos C.A. (2000). Ecophysiology of seed germination in *Pinus halepensis* and *P. brutia*. In: Ne'eman G. and Trabaud L. (eds), Ecology, Biogeography and management of *Pinus halepensis* and *P. brutia* forest ecosystems in the Mediterranean basin. Backhuys Publisher, Leiden, pp.37–50.

Thomas, A.D., Walsh, R.P.D., Shakesby, R.A. (2000). Post-fire forestry management and nutrient losses in eucalyptus and pine plantations, northern Portugal. *Land Degrad. Develop.*, 11, 257.

Tormo, J., Moreira, B., Pausas, J. G. (2014). Field evidence of smoke-stimulated seedling emergence and establishment in Mediterranean Basin flora. *Journal of Vegetation Science*, 25(3), 771-777.

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. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp. 233-243.

Tüfekcioğlu, İ., Ergan, G., Kaynaş, B., Aktepe, N., Tavşanoğlu, Ç. (2022). Akdeniz iklim bölgesindeki alt yükselti orman ve çalılıklarında yangın sonrası hızlı ekolojik değerlendirme ile restorasyon önerilerinin geliştirilmesi: Datça-Bozburun Özel Çevre Koruma Bölgesi örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 23(3), 163-177.

Tüfekcioğlu, İ., Tavşanoğlu, Ç. (2022). Diversity and regeneration strategies in woody plant communities of the Mediterranean Basin: Vegetation type matters. *Plant Biosystems*, 156(5), 1247-1259.

Türkeş, M., Tolunay, D. (2023). İklim değişikliği ve orman yangınları. In: Orman Yangınları, Eds. Kavgacı, A., Başaran, M.A. Türkiye Ormancılar Derneği, pp. 46-73 (in Turkish).

Ülgen, H., Zeydanlı, U., Lise, Y. (editörler). 2020. Orman ve Biyolojik Çeşitlilik. Doğa Koruma Merkezi, Ankara, 219 sayfa.

Ürker, O., Tavşanoğlu, Ç., Gürkan, B. (2018). Post-fire recovery of the plant community in *Pinus brutia* forests: active vs. indirect restoration techniques after salvage logging. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 11(5), 635.

Vallejo, V. R., Alloza, J. A. (2012). Post-fire management in the Mediterranean Basin. *Israel Journal of Ecology and Evolution*, 58(2-3), 251-264.

Vallejo, V. R., Arianoutsou, M., Moreira, F. (2012). Fire ecology and post-fire restoration approaches in Southern European forest types. In: Moreira, F., Arianoutsou, M., Corona, P., De Las Heras, J. (eds.) Post-fire management and restoration of southern European forests, pp. 93-119. Dordrecht: Springer Netherlands.

Van Mantgem EF, Keeley JE, Witter M (2015) Faunal responses to fire in chaparral and sage scrub in California, USA. *Fire Ecology* 11:128–148.

Viedma, O., Moreno, J. M., Güngöroğlu, C., Cosgun, U., & Kavgacı, A. (2017). Recent land-use and land-cover changes and its driving factors in a fire-prone area of southwestern Turkey. *Journal of Environmental Management*, 197, 719-731.

WWF Greece (2023) Post-fire restoration. <https://contentarchive.wwf.gr/en/areas/forests/after-fires>

Yorulmaz, T., Ürker, O., Özmen, R. (2018) Yarasa ve orman ilişkisi üzerine bir değerlendirme. Ormancılık Araştırma Dergisi, 5(1), 31-43. DOI: DOI:<http://dx.doi.org/10.17568/ogmoad.377123>

Zeydanlı, U., Özüt, D. (editörler) 2019. Biyolojik Çeşitliliğin Ormancılığa Entegrasyonu – Plancının Rehberi. Ankara, Doğa Koruma Merkezi, 173 sayfa.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Stockwerke_wald.png

FAO Orta Asya Alt-Bölge Ofisi ve Türkiye Temsilciliği
E-mail: fao-tr@fao.org
Web: <http://www.fao.org/Türkiye>"www.fao.org/Türkiye
X: [faoTürkiye](#)
BİRLEŞMİŞ MİLLETLER GIDA VE TARIM ÖRGÜTÜ Ankara, Türkiye

Bu rapor, "Post-Fire Restoration Activities of Forest and Maquis Ecosystems in Muğla Province" projesi kapsamında hazırlanmıştır.