

## Orman yangınlarının su kaynakları üzerindeki etkileri

Miraç AYDIN\*, Abdullah UGIŞ, Erol AKKUZU, Sabri ÜNAL

<sup>1</sup> Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Kastamonu, Türkiye.

\*Sorumlu yazar: [maydin@kastamonu.edu.tr](mailto:maydin@kastamonu.edu.tr)

Geliş Tarihi: 11.07.2016

Kabul Tarihi: 28.11.2017

### Özet

*Çalışmanın amacı:* Bu çalışmada, orman yangınlarının yağış dispoziyonu (intersepsiyon, evapotranspirasyon, infiltrasyon, yüzeysel akış) ve suyun fiziksel-kimyasal özellikleri üzerine etkileri tartışılmıştır.

*Materyal ve Yöntem:* Bu derleme çalışmasında konu ile ilgili literatür bilgilerine yer verilmiştir.

*Sonuçlar:* İklim değişikliği ile birlikte dünya genelinde orman yangınlarının artış göstermekte olduğu öngörülmektedir. Bu nedenle, orman yangınlarının doğrudan veya dolaylı olarak hidrolojik döngü içerisinde intersepsiyona, evapotranspirasyona, infiltrasyona ve yüzeysel akışa neden olarak su kaynaklarının kalitesinde değişimlere ve erozyona yol açabileceği anlaşılmaktadır.

*Araştırma vurguları:* Orman yangınları su kaynaklarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinde değişimlere neden olduğu için suyun kalitesinde ve sucul yaşamda da olumsuz etkilere sahiptir.

**Anahtar Kelimeler:** Orman Yangınları, Hidroloji, İklim Değişikliği, Su Kaynakları, Ormanlar, Organizmalar

## Forest fire effects on water resources

### Abstract

*Aim of study:* In this paper, effects of forest fires on disposition of precipitation (interception, evapotranspiration, infiltration, surface runoff) and physical-chemical features of water were reviewed.

*Material and Methods:* In this review paper, literatures were used to discuss the subject.

*Main results:* It is forecasting that climate change increases the forest fires around the world. Thus, it is understood that forest fires can lead soil erosion and changes in the quality of water resources due to causing interception, evapotranspiration, infiltration and surface runoff in direct or indirect ways.

*Research highlights:* Forest fires have adverse effects on quality of water resources and aquatic life due causing changes in physical and chemical features of water resources.

**Keywords:** Forest Fires, Hydrology, Climate Change, Water Resources, Forests, Organisms

### Giriş:

Yeryüzünde mevcut su kaynaklarının sadece %2.5’i tatlı su kaynaklarından oluşmaktadır. Buzullar, çıkarılması ekonomik olarak gerçekçi görünmeyen derin yeraltı su kaynakları ve ekosistemin devamlılığı için doğal yatağında bırakılması gereken su miktarı dikkate alındığında, dünyada kullanılabilir düzeydeki tatlı su kaynaklarının oranının %1’in altında olduğu görülmektedir. Geçtiğimiz yüzyılda, dünya nüfusu 3 kat artış gösterirken su kullanımı ise 7 kat artış göstermiştir (UNESCO, 2006; Kibaroglu, 2008). Bu durum, su kaynaklarının korunması ve sürekliliğinin sağlanmasında tedbirli olunmasını kaçınılmaz kılmaktadır.

Günümüzde insanlar yaşanan kuraklıklar, hızla gelişen sanayi ve artan popülasyon nedeniyle suya daha çok ihtiyaç duyar hale gelmişlerdir (Vörösmarty, 2000). Su kaynakları sadece insanlar için değil, biyoçeşitliliği oluşturan diğer canlılar için de önem arz etmektedir. Bu nedenle su kaynaklarının korunması biyoçeşitliliği oluşturan türlerin korunması amacına da hizmet etmektedir (Güney vd., 2017).

Su kaynakları; iklim değişikliği, insan aktiviteleri, orman yangınları gibi faktörlerden etkilenmektedir. İklim değişikliğine bağlı sıcaklık ve yağıştaki değişimler direkt olarak su kaynaklarını etkileyebilmektedir. Son yıllarda dünyanın bazı bölgelerinde yaşanan kuraklık ve



yağışlardaki düzensizlikler bu durumun bir göstergesi olarak karşımıza çıkmaktadır.

İklim değişikliğinden kaynaklanan yüksek sıcaklık ve düşük yağışlar orman yangınlarında kayda değer bir artışı beraberinde getirmektedir. Nitekim, IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) tarafından 2030 yılı için öngörülen senaryolara göre "sıcak hava dalgaları ile orman yangınları" artış göstermesi beklenen muhtemel iklimsel tehditler arasında yer almaktadır (IPCC, 2013). Buna bağlı olarak büyük orman yangınlarının gerçekleşmesi muhtemeldir. Doğal yangınlar bitkileri, hayvanları, bazen de geniş alanlara yayılarak insanlara zarar verir ve ekonomik, sosyal problemlerin ortaya çıkmasına neden olur (Lyon vd., 2000).

Yangınlar ormanların sürekliliğini tehlikeye sokan, orman alanlarını azaltan ve orman ekosistemlerinde önemli bir role sahip olan etkenlerin başında yer almaktadır (Eraslan, 1973; Doğanay ve Doğanay, 2004; Küçük ve Aktepe, 2017). Bu yangınlar; ormanların hidrolojik, rekreasyon, erozyonu önleyici, estetik, ulusal savunma, toplum sağlığı ve orman ürünleri üretimi fonksiyonu (Küçükosmanoğlu, 1995; Moya vd., 2007; Küçük ve Bilgili, 2010; Forbes vd., 2011; Ekhuemelo, 2016) gibi birçok yönünün de zarara uğramasına neden olmaktadır.

Orman yangınları toprağı erozyona karşı koruyan vejetasyonu tahrip ederek yüzeysel akışın artmasına neden olmaktadır. Bitki örtüsünün zarar görmesinden dolayı su kaynaklarının vejetasyon-toprak-su dengesinde değişimler olmaktadır. Ayrıca, yangınlar sonucunda oluşan kül, toprağın yüzeyinde kaygan bir tabaka oluşturarak yüzeysel akışa geçen su miktarını arttırmakta ve bunun neticesinde sellerin oluşmasına, barajların istenmeyen materyaller ile dolmasına sebep olmaktadır. Su kaynaklarının bulunduğu yerlerde meydana gelen yangınlar gerek daha önce yetiştirilen ve gerekse mevcut ormanları tahrip etmek suretiyle ormanların hidrolojik fonksiyonlarını da ortadan kaldırmaktadır ve bu da insanlığın yaşam kaynağı olan su kaynaklarının kirlenerek kalitesinin bozulmasına sebep olmaktadır. (Küçükosmanoğlu, 1995; Bladon vd., 2014; Tecle ve Neary, 2015; Bilgin vd., 2016) Uslu

(1969) ise, orman yangınları neticesinde oluşan zararları;

- 1- Orman yangınları öncelikle, yangın şiddetine ve özelliklerine göre bütün odunsu ve otsu bitkileri, ölü örtü tabakasını tahrip ederek toprak yüzeyini çıplak hale getirmektedir.
- 2- Yangından sonra oluşan kül tabakası yağışlardan sonra kaygan hale gelerek yüzeysel akışı hızlandırmakta ve geniş ölçüde toprak kaybına neden olmaktadır.
- 3- Orman yangınları toprağın fiziksel ve kimyasal yapısında bozulmaya neden olmaktadır. Yangın geçiren sahalarda toprakların pH'sı yükselmekte, azot ve kalsiyum düşmekte, toprağın boşluk hacmi, su ve infiltrasyon kapasitesi gibi fiziksel vasıfları kötüleşmektedir.
- 4- Toprakta yangından dolayı meydana gelen değişikliklerden dolayı yüzeysel akış hızlanmakta ve topraklar erozyon ile birlikte taşınmaktadır.

şeklinde ifade etmiştir. Orman yangınları neticesinde oluşan bu zararlar öncelikle mevcut vejetasyonun ortadan kalkması ile toprak üzerinde etkili olmakta, daha sonra yağışlar ile birlikte çıplak kalan toprak yüzeyinden gerçekleşen yüzeysel akış ve erozyon ile akarsulara önemli miktarlarda sediment ve kimyasal madde taşınımı gerçekleşmektedir.

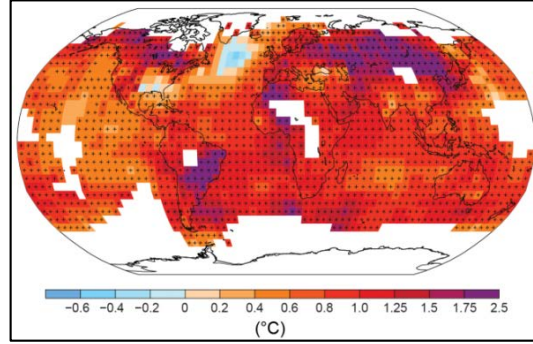
### **İklim Değişikliğinin Yangınlar Üzerine Etkileri**

Sadece iklim yangın üzerinde etkili olmamakta, aynı zamanda yangın da iklim üzerinde değişikliklere neden olabilmektedir. (Bilgili ve Sağlam, 2003; Bilgili vd., 2006; Küçük vd., 2012) Çıkan büyük yangınlar neticesinde vejetasyonun ortadan kalkması ile birlikte bölgesel olarak enerji dengesini ve iklimi etkileyebilir. Yapılan çalışmalar yüzey karakteristiklerindeki değişimlerin o bölgedeki iklimi önemli derecede değiştirdiğini göstermektedir (Couzin, 1999).

Genel Sirkülasyon Modeli (GSM) araştırmacılara gelecekteki iklimi simülasyon yapmalarına yardım edebilir. Bu model gelecekteki büyük ölçekli yangın rejimlerinin iklim değişikliklerine etkisini tahmin etmede uygun en iyi araçları sağlar (Flannigan vd., 2000). Çoğu modeller yüksek enlemlerde ve karalardaki en büyük ısınmaları önceden

tahmin edebilirler. Sıcaklığa ek olarak yağış ve rüzgar gibi diğer hava değerleri de değişikliğe uğrayacaktır. Bazı çalışmalar yangınların sıklığında küresel ısınmayla birlikte artış olacağını öngörmektedir (Overpeck vd., 1990; Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, 1996).

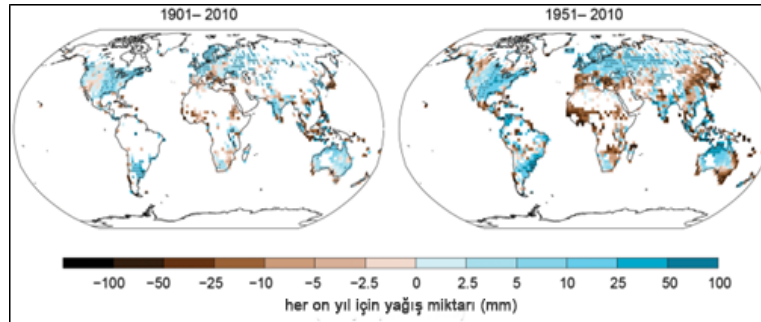
Price ve Rind (1994), Amerika'da GSM modelini kullanarak yangın geçirmiş alanlarda CO<sub>2</sub> miktarlarını araştırmışlardır. Araştırma sonuçları tahminlerde CO<sub>2</sub> miktarlarındaki %44'lük yükselişin %78'inin yanan alanlardan kaynaklı olabileceğini öngörmektedir (Tackle vd., 1994).



Şekil 1. Gözlemlenen yüzey sıcaklıklarının değişimi, 1901-2012

Yine IPCC'nin raporuna göre; 1901-2012 yılları arasında dünyamızın ortalama sıcaklığında 0.89 °C bir artışın olduğunu görebilmekteyiz (Şekil 1). Bu durum ortalama yüzey sıcaklığının günden güne artmakta olduğunu göstermektedir (IPCC 2013). Diğer yandan, dünyamızda yıllık yağış

miktarları incelendiğinde; bazı bölgelerde yıllık yağış miktarlarında artış görülürken diğer bazı bölgelerde ise yıllık yağışlarda bir azalmanın meydana geldiği görülmektedir (Şekil 2). Bu durum, özellikle yıllık yağış miktarlarının azaldığı bölgelerde yangın riskini arttırmaktadır (IPCC 2013).

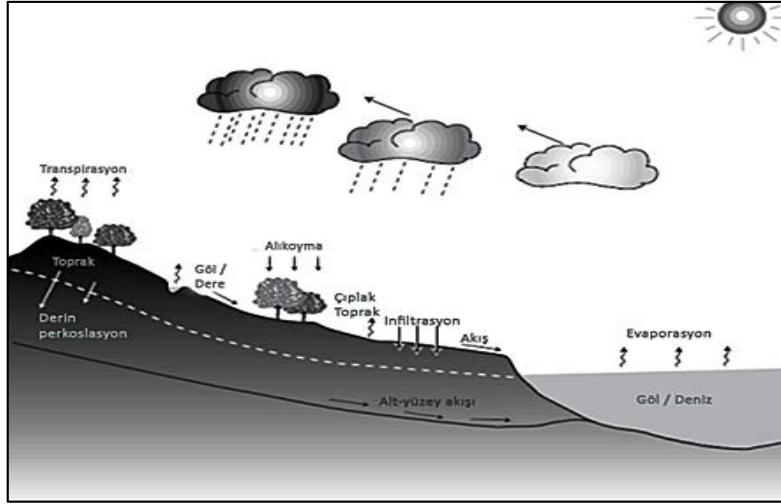


Şekil 2. Dünyamızda gözlemlenen yıllık yağış miktarlarındaki değişim

### Orman Yangınları ve Hidrolojik Döngü

Su yeryüzünden atmosfere devam eden bir döngü içerisinde hareket eder buna hidrolojik döngü denir. Hidrolojik döngü karmaşık, dinamik ve birçok bileşenden oluşur (Şekil 3)(Gould ve Nissen-Petersen, 1999). Hidrolojik döngüde yangın sonucunda meydana gelen duman ile yağışın kimyası

değişmesine rağmen, yağışlar yangından az etkilenir. İntersepsiyonun yanı sıra evapotranspirasyon, infiltrasyon ve yüzey akış suları yangından etkilenebilir (Shu-ren, 2000). Orman yangınları hidrolojik döngünün bir biriyle etkileşim halinde olan tüm bileşenlerini etkiler (Gould ve Nissen-Petersen, 1999).



Şekil 3. Hidrolojik döngü

### Yangının İntersepsiyona Etkisi

İntersepsiyon düşen yağmur damlaları enerjisinden toprağı koruyan hidrolojik döngünün bileşenlerinden birisidir. Aynı zamanda intersepsiyon yüzeysel akış ve erozyon sürecini de etkilemektedir. İntersepsiyon miktarları Kuzey Amerika, Avrupa ve Avustralya'da yıllık yağışın %5'ten az ve %35'ten fazlası olarak değişmektedir. Bu değer Tayland, Malezya ve Filipinler gibi ülkelerde %50-70'lere kadar ulaşabilmektedir (Hoover ve Leaf, 1966, Tennyson vd., 1974). Ülkemizde Erüz (1969), Belgrad Ormanı'nda gerçekleştirdiği çalışmada yıllık intersepsiyon miktarını çam ormanlarında %31.1, kayın ormanlarında %17.4 ve meşe ormanlarında %20.0 olarak tespit etmiştir. Balcı ve Çepel (1966), ülkemizdeki bazı yapraklı ve ibrelili ormanlar için intersepsiyon miktarının %17-31, çalı vejetasyonu için %4-14, çayır vejetasyonu için ise %6-17 arasında değiştiklerini belirlemişlerdir. Zengin (1997), Kocaeli yöresinde gerçekleştirdiği çalışmada intersepsiyon değerlerini yapraklı karışık meşcerede %22.43, karaçam meşceresinde %39.01, sahilçamı meşceresinde %25.71 ve radiataçamı meşceresinde ise %28.05 olarak tespit etmiştir. Yurtseven vd., (2013) yaptıkları çalışmada intersepsiyon miktarının bilinmesinin havza planlaması ve özellikle su üretimi için yapılacak çalışmalarda önemli olduğunu tespit etmişlerdir.

Meydana gelen yağışın orman vejetasyonu üzerindeki öncelikli etkisi,

ağaçların yaprak, dal ve gövdeleri üzerinde yağışın tutularak depolanması şeklinde gerçekleşmektedir. Ağaçların dal, gövde ve yaprakları ile tutulan yağış suları, gerçekleşen yağışın toprağı ulaşmasını geciktirici etkiye sahiptir. Örneğin yapraklı ağaçlar 1-1,5 mm'lik bir yağışın tamamını (%100), intersepsiyonla tutabilirken, bu oran 2,5 mm'lik bir yağışta %60'a, 12,5 mm'lik bir yağışta %12'ye, 50 mm'lik bir yağışta ise %8'e düşmektedir (Helvey ve Patric, 1965, Görçelioğlu, 1996).

Yangın meydana geldiğinde öncelikle bitki örtüsünü tahrip eder. Bitki örtüsü tahrip olduktan sonra intersepsiyonda azalma meydana gelir. Ciddi yangınlarda ölü örtü ve bitki örtüsünün çoğu yok olabilir. Bu durumda toprak yüzeyine ulaşan net yağış miktarı artış gösterir. Ölü örtü ve çürümüş organik materyaller toprağın yüzeyini örtmesinden dolayı yangından sonra bu koruyucu tabakaların ortadan kalkması ile birlikte toprak erozyonu ve yüzey akış miktarlarında artış meydana gelir (DeBano vd., 1998; Shu-ren, 2003).

Yangın türleri bakımından değerlendirildiğinde; örtü yangınlarının vejetasyonun dal, gövde ve yapraklarına çok zarar vermemesinden dolayı intersepsiyonu fazla etkilemediği, ancak tepe yangınlarının vejetasyonun dal, gövde ve yaprak kısımlarına zarar vermesinden dolayı intersepsiyonu önemli ölçüde azalttığı söylenebilir (Sullivan, 2009; Küçük vd., 2012).

### Yangının Evapotranspirasyona Etkisi

Evapotranspirasyon bitkinin su tüketimi ve buharlaşma ile birlikte toplam su kaybıdır. Bu yüzden bitki yapraklarından buharlaşan yağışın tamamı hidrolojik döngünün bir bileşeni olan evapotranspirasyon olarak adlandırılır. Evapotranspirasyon genelde su bütçesinde yıllık yağışın önemli bir kısmını oluşturur ve bu ormanlık alanlardaki havzalarda % 100'e yaklaşır (DeBano vd., 1998). Kuzey Amerika ve Avrupa'daki ılıman ormanlarda tahmin edilen evapotranspirasyon toplam yağışın % 40'ı ile 80'i arasındadır. (Ffolliott ve Brooks 1996). Evapotranspirasyon kayıpları Güneydoğu Asya'nın nemli ve tropik ormanlarında yıllık yağışın % 50 ile 80'dir (Ffolliott ve Thorud 1977).

Yangından sonra meydana gelen vejetatif değişikliği takiben evapotranspirasyon sürecinde daha az yağış buhara dönüşür, sonuç olarak daha çok su yüzey akışı için mevcuttur. Yağmurun aşındırıcı etkisi yapraklar, diri örtü vejetasyonu ve yaprak ölü örtüsü tarafından azaltılır veya artırılır (Wiersum, 1985; Kinnell, 2005). Aynı zamanda dikilmiş ağaçlar tarafından su kullanımı ve transpirasyon yıllık ve mevsimsel dere akışını değiştirebilir (Calder, 1998; Bruijnzeel, 2004).

Yaprak hacmini değiştirerek vejetasyonun yapısını ve kompozisyonunu değiştiren yangın, havzadan daha az evapotranspirasyon kayıplarına yol açar. Derin köklü, büyük ağaçların ve sık köklü çalılarla otsu bitkilerin yangınla yer değiştirmesi evapotranspirasyon kayıplarını artırır. Her iki durumda yangını takip eden daha az evapotranspirasyon kayıpları yüzey akışlarının artmasına dönüşür. Dahası, yangından dolayı evapotranspirasyondaki göreceli küçük değişimler, yüzey akışındaki önemli artışlara yol açar (DeBano vd., 1998). Sonuç olarak yangın geçiren sahalarda evapotranspirasyonun azalması ile birlikte gerçekleşen yağışın daha fazla bir kısmı toprağa ulaşarak yüzeysel akışa geçmektedir. Bu durum, yüzeysel akış ile birlikte toprak kayıplarını ve akarsulara daha fazla sediment taşınımına neden olmaktadır.

### Yangının İnfiltrasyona Etkisi

İnfiltrasyon suyun toprağa girişi olarak adlandırılmaktadır. Yağış toprak yüzeyine ulaştığında toprak yüzeyinde ya su birikintisi oluşturur ya da toprak yüzeyinden akıp gider. İnfiltrasyon genellikle toprak tekstüründen ve gözeneginden, ölü örtü birikintisinden, bitki örtüsünden, toprak kullanımından ve vejetatif değişikliklerden etkilenir. Yangın, havzadaki vejetasyonu ve ölü örtüyü yok ettiğinde infiltrasyon özellikleri genellikle değişir. Yangından sonra infiltrasyon şu nedenlerden dolayı azalabilir. (DeBano vd., 1998).

- Toprak yüzeyine düşen yağmur damlaları sıkışmaya ve daha fazla toprak gözeneginin azalması
- Toprak gözeneklerinde görülen nihai azalma
- Yağmur damlalarının kinetik gücünün toprak yüzeyindeki partikülleri yer değiştirerek yüzeydeki gözenekleri kapatması
- Kül ve kömür artıklarını topraktaki gözenekleri kapatması ve gözeneklerde nihai azalma
- Bağlayıcı madde olarak rol oynayan organik maddenin yer değiştirmesinden dolayı toprak yapısının çökmesi ve toprağın kütle yoğunluğundaki artış

Yangından sonra özellikle toprağın gözenek hacminin belirgin şekilde düşmesinden dolayı toprağın içerisine infiltre olan su miktarında azalma meydana gelmektedir. Gerçekleşen yağış ile birlikte toprağa infiltre olamayan su yüzeysel akışa geçmek sureti ile su kaynaklarına ulaşmaktadır. Özellikle şiddetli yangınlardan sonra uzun vadede yağışlar ile birlikte toprak yüzeyinin geçirgenliğinin azalması da toprağın infiltrasyon kapasitesini azaltıcı yönde etkilemektedir. Şengönül (1984), yapmış olduğu çalışmada, kızılçam ormanı altında granit anamateryalden gelişen topraklarda güç ıslanan topraklar ile normal ıslanabilen topraklarda infiltrasyon hızının 33 kat farklı olduğunu tespit etmiştir. Bir havzada yüzey altında güç ıslanan ya da tamamen ıslanmaz bir tabaka oluşturduğunu, oluşan bu tabakanın infiltrasyonu yağışın başlangıcında büyük oranda azaltabileceğini ya da tamamen durdurabileceğini belirtmiştir.

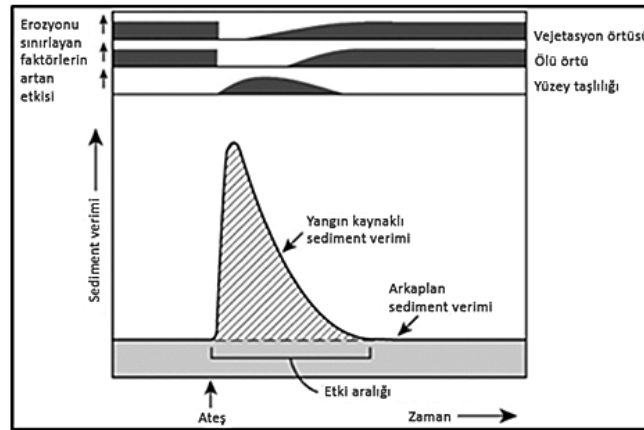
### Yangının Yüzeysel Akışa Etkisi

Toprakta gerçekleşen toplam yağışın toprağa infiltre olmayan fazla su toprak yüzeyinde akışa geçmektedir. Bitki örtüsünün ve ölü örtünün varlığı arazideki yüzey akış sularının miktarını azaltmaktadır. Tüm geçirgen yüzeylerdeki %50 ağaç örtüsündeki artış yüzey akışındaki azalmayı %12 arttırmaktadır. Arizona, Tucson'da yapılan çalışmada ağaç tepe tacının kapalılığını %21 den %35-50' ye çıkararak yıllık yüzeysel akışı göreceli olarak ortalama %2-4 arasında azaldığı tahmin edilmiştir (Lormand 1988). Amerika Birleşik Devletleri-Kaliforniya' da yapılan araştırmada 17 yaşındaki meşe meşceresinden oluşan bir havzada ölçümler gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada ortalama yıllık yağış 708 mm, ortalama yüzey akışı 344 mm ve ortalama evapotranspirasyon 364

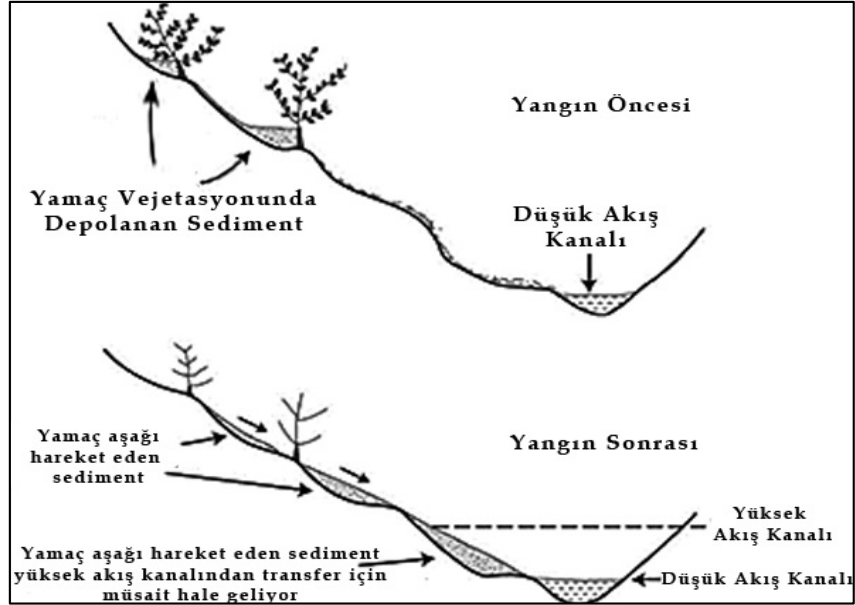
mm olarak tahmin edilmiştir (Lewis vd., 2000).

Yangından sonra genelde infiltrasyon azalır ve yüzeysel akış artar. Kontrol edilemeyen yangınlar geniş havzalarda koruyucu bitki örtüsünü ve ölü örtüyü yok ederler, yüzeysel akış ve dere akışına önemli bir etki yaparlar.

Havzada, yangından sonra sedimentte kayda değer bir artış görebiliriz. Çünkü özellikle bitki örtüsü ve ölü örtü topraktan taşınmış olur (Şekil 4) (Swanson, 1981; Shakesby vd., 1994; Prosser ve Williams, 1998). Diğer yandan bitki örtüsü sedimentin hareket etmesini engeller ve sedimenti havzada depolar (Şekil 5) (Florsheim vd., 1991). Aynı zamanda yangından sonra bitki örtüsü ve ölü örtü kalktığından sedimentler nehir yataklarına taşınır (DeBano vd., 1998).



Şekil 4. Yangından sonra sediment miktarlarının değişimi



Şekil 5. Yamaçlarda yangından sonra sediment taşınımı

### Su Kalitesi

Su kalitesi insanlar ve diğer yaşayan tüm canlılar için önemlidir. Özellikle sucul yaşam için daha da önemlidir. Orman yangınları balık ve diğer bazı yaşam bölümlerinde suya ihtiyaç duyan memeli hayvanları, sürüngenleri ve sucul organizmaları (amfibiler ve suda yaşayan böcekler) derinden etkileyecek önemli su kalitesi değişikliklerine neden olabilir (Akkuzu vd., 2012; Akkuzu vd., 2014; Evcin vd., 2014). Su kalitesi, suyun dengesinin bozulması, orman humus tabakasının kül ve kömür tabakasıyla yer değiştirmesi ve materyallerin aşınarak dere yataklarına dolması sonucu direkt olarak etkilenebilir. Bu yüzden yangından sonra su kalitesinden bozulmalar meydana gelebilmektedir.

### Yangının Su Kalitesine Fiziksel Etkisi

Artan sediment akışını takiben yangın suyun ekolojik sağlığını ve içme suyu işletmesini etkiler. Yangın sonrası sedimentlerin büyük bir kısmı amfibiler ve balıklar, böcekler gibi suda yaşayan diğer canlılar için uygun biyolojik habitatı oluşturur. Büyük yangın sonrası sedimentler içme suyu sistemlerindeki etkiyi iki şekilde artırır. İlk ve en önemli olarak rezervuarların, infiltrasyon havzalarının ve bakım çalışmalarının dolması, zarar görmesi ya da sediment tarafından bozulmasıdır. İkinci olarak ise, artan sediment birikimi

neticesinde mevcut sedimentin ortamdaki kaldırılması için gereken uygulamalar ve maliyetlerin artması olarak karşımıza çıkmaktadır (Meixner, 2004).

### Yangının Su Kalitesine Kimyasal Etkisi

Yapılan araştırmalar orman yangınlarından sonra toprak yüzeyindeki kimyasal element miktarında bir artışın meydana geldiğini ortaya koymaktadır. Bu kimyasal maddeler yağışlarla birlikte akarsulara ulaşmaktadır. Küçük bir havzada yapılan çalışmada; traşlamadan sonra üretim artıklarının yakılması sonucunda dere suyundaki  $N^{+2}$ ,  $P^{+2}$ ,  $K^{+1}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $Na^{+1}$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $Mn^{+2}$  ve C konsantrasyonunun 2-100 kat arttığı tespit edilmiştir. Bunlardan bir kısmı çözülmüş halde, diğer kısmı da sedimentle birlikte dereye ulaşmaktadır (Rothacher, 1970, Görçelioğlu, 1984).

Diğer bir çalışmada; özellikle fosfor ve nitrojen gibi maddelerin yangından sonra arttığını ve bu etkinin kontrol edilemeyen yangınlarda kontrollü yangınlardan daha fazla olduğunu göstermektedir. Fosforun dış aktarımı kontrol edilemeyen yangınlardan sonra artar ve kontrollü yangınlarda fosforun aktarımı daha az sürer. Fosfor temelde yangın sonrası yüksek erozyon oranlarından dolayı biriken sedimentin içerisinde bulunmaktadır (Meixner, 2004).



## Sonuç ve Öneriler

Dünyamız küresel ısınma ve bunun sonucunda iklim değişikliği ile karşı karşıya ve gerekli önlemleri alsak bile etkisini göstermesi yıllar alacaktır. Son zamanlarda dünyada farklı bölgelerde yağışın azaldığı sıcaklığın arttığı görülmektedir. Bu durum dünyada bazı bölgelerde aşırı yağışlar neticesinde sel ve taşkınların artmasına bazı bölgelerde ise sıcaklıkların artması ile kuraklık ve su azlığının meydana gelmesine neden olmaktadır. Bu yüzden küresel ısınma ve iklim değişikliğine karşı gerekli önlemleri almak gerekmektedir.

Kuraklık ve yağışların azlığı bazı bölgelerde su kaynaklarının kalitesinde azalmaya sebep olacaktır. Böylece dünyamızın su rezervlerine olan ihtiyacı artmaktadır. Özellikle kullanılabilir su miktarı insanlar ve diğer canlılar için hayati önem arz etmektedir. Bu nedenle, su rezervlerinin bulunduğu alanlarda orman yangınlarına karşı tedbirler muhakkak alınmalıdır.

Özellikle hava sıcaklıklarının artması orman yangınlarının artmasına yol açmaktadır. Orman yangınlarındaki artış su kaynakları üzerinde olumsuz etkiler neden olmaktadır. Hatta yağışların azalmasına katkıda bulunmaktadır. Bu nedenle özellikle yangına hassas su kaynakları bakımından önem taşıyan su havzalarında (baraj, gölet vb.) yangın risk haritaları oluşturulmalıdır. Ayrıca bu havzalarda iklim değişikliğine bağlı olarak gerçekleşebilecek sıcaklık artışı ya da yağış azlığı gibi olası riskler dikkate alınarak planlama yapılmalı ve gerekli tedbirler alınmalıdır. Bu bağlamda ülke çapında fonksiyonel ormancılık anlayışına önem verilmeli ve planlamalar fonksiyonlara uygun bir şekilde gerçekleştirilmelidir.

Orman yangınlarının ağaç türlerine göre değerlendirildiğinde; çıkan yangınların genellikle iğne yapraklı meşcerelerde gerçekleştiği, buna karşın yapraklı meşcerelerde daha az yangının gerçekleştiği bilinmektedir. Yapraklı ağaç türlerinden oluşan meşcereler hem yangının meşcerede oluşma ihtimalini azaltmakta hem de iğne yapraklı meşcereler ile karışımında buldukları alanlarda tampon görevi görmek sureti ile yangın riskini ve etkisini azaltıcı yönde etki edebilmektedir. Bu

nedenle; su kaynaklarının bulunduğu havzalarda, hem intersepsiyon ve evapotranspirasyon ile oluşan su kayıplarını azaltmak hem de muhtemel yangın riskini azaltmak amacıyla iğne yapraklı ağaç türleri ile birlikte yapraklı ağaç türlerine de yer verilmelidir. Bu havzalarda öncelikli olarak yapraklı ağaç türlerine yer verilmesi havzanın toplam su bütçesinde evapotranspirasyon ve intersepsiyon ile oluşabilecek önemli su kayıplarını önleyecek ve aynı zamanda da havzada yapraklı türlerin olması yangın riskini azaltıcı yönde etki edecektir.

Önemli su kaynaklarının bulunduğu havzalarda meydana gelen orman yangınlarında ağaçlandırma ve yangın geçiren alana yeniden vejetasyonun getirilmesi için gerçekleştirilecek çalışmalara öncelik verilmeli ve ivedilikle gerçekleştirilmelidir. Ayrıca yangın geçiren bu alanlarda yangının su kaynakları üzerindeki olumsuz etkilerini azaltabilmek amacıyla toprak yüzeyinden oluşabilecek erozyonu önleyebilmek için alana Polivinilalkol (PVA), Hüyük asit (HA) ve Poliakrilamid (PAM) gibi toprağın agregatlaşmasını artırıcı ve dispersleşmeyi azaltıcı bazı kimyasal maddelerin serpilmesi de düşünülmelidir.

## Kaynaklar

- Akkuzu, E., Kucuk, O., Evcin, O. (2012). "Forest Fire Effects on Mammalian Species", Wood and Fire Safety, 7. International Scientific Conference, High Tatras, Slovakia, 358.
- Akkuzu, E., Kucuk, Ö., Ünal, S., Evcin, Ö., Uğış, A. (2014) "Effects of Forest Fires on Mammal Species : A Brief Review" International Forest Fire Conference in Black Sea Region, Kastamonu. 98-99.
- Balcı, A.N., Çepel, N. (1966). Vejetasyonun hidrolojik devirdeki rolü. Orman Muhendisliği 1. Teknik Kongresi. Vural Matbaası, 1966 -Ankara.
- Bilgin, A., Aybar, M., & Sağlam, B. (2016). Effects of Forest Fires on Water Sources. *Celal Bayar University Journal of Science*, 12(2).
- Bilgili, E., & Sağlam, B. (2003). Fire behavior in maquis fuels in Turkey.



- Forest Ecology and Management*, 184(1), 201-207.
- Bilgili, E. R., Durmaz, B. D., Saglam, B. L., Kucuk, O., & Baysal, I. (2006). Fire behaviour in immature calabrian pine plantations. *Forest Ecology and Management*, 234(1), 112.
- Bladon, K. D., Emelko, M. B., Silins, U., & Stone, M. (2014). Wildfire and the future of water supply, *Environmental Science & Technology*, 8936-8943.
- Bruijnzeel, L. A. (2004). Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees?. *Agriculture, ecosystems & environment*, 104(1), 185-228.
- Calder, I. R. (1998). Water-resource and land-use issues (Vol. 3). Iwmi.
- Couzin J. (1999). Landscape changes make regional climate run hot and cold. *Science*; 283:317] 318.
- Doğanay, H., & Doğanay, S. (2004). Türkiye’de Orman Yangınları Ve Alınması Gereken Önlemler/Forest Fires and Measures to be Taken in Turkey. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 9(11).
- Ekhuemelo, D. (2016). Importance of forest and trees in sustaining water supply and rainfall. *Nigeria journal of education, health and technology research (NJEHETR)*. 8. 8.
- Evcin, Ö. Akkuzu, E. Küçük, Ö. Ünal, S. (2014) Responses of Reptiles, International Forest Fire Conference in Black Sea Region, 6-8 November 2014, Kastamonu. 129
- Eraslan, İ. (1973). Türkiye’deki Devlet Ormanlarında İdare Amaçları Tespitinin Hukuki. *Teorik ve Pratik Esasları, İÜ Orman Fakültesi Yayını*, (1843/194), 179.
- Eruz, E. (1969). Belgrad orman'ında birer kayın, meşe ve çam meşceresinde tesbit edilen intersepsiyon (tepe çatısında yağışın buharlaşması) miktarları. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University| İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 83-99.
- Ffolliott, P. F., & Thorud, D. B. (1977). Water yield improvement by vegetation management. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 13(3), 563-572.
- Ffolliott, P. F., & Brooks, K. N. (1996). Process studies in forest hydrology: A worldwide review. In Proceedings of the International Conference on Hydrology and Water Resources, New Delhi, India, December 1993 (pp. 1-18). Springer Netherlands.
- Flannigan, M. D., Stocks, B. J., & Wotton, B. M. (2000). Climate change and forest fires. *Science of the total environment*, 262(3), 221-229.
- Florsheim, J. L., Keller, E. A., & Best, D. W. (1991). Fluvial sediment transport in response to moderate storm flows following chaparral wildfire, Ventura County, southern California. *Geological Society of America Bulletin*, 103(4), 504-511.
- Forbes, K., Bischetti, G., Brardinoni, F., Dykes, A., Dgray, D. G., Imaizumi, F., Verbist, B. (2011). Forests and landslides The role of trees and forests in the prevention of landslides and rehabilitation of landslide-affected areas in Asia. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific.
- Gould, J. & E. Nissen-Petersen, (1999). Rainwater catchment systems for domestic supply. *Intermediate Technology Publications*, London. 333.
- Görcelioğlu, E. (1984). İçme ve kullanma suları kaynaklarının korunmasında ormancılığın yeri ve önemi. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University| İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 55-67.
- Görcelioğlu, E., (1996), Ormanların Sel ve Taşkınlar Üzerindeki Etkileri, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 46,(1-2-3-4), 15-25.
- Güney, K., Küçük, Ö., Aktürk, E., Evcin, Ö., 2017. Biodiversity of Gavurdag Wildlife Development Area, *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 51(3), Jul-Sep, 2017.
- Hoover, M. D., & Leaf, C. F. (1966). *Process and significance of interception in Colorado subalpine forest*. Pergamon Press.
- Helvey, J., & Patric, J. H. (1965). Canopy and litter interception of rainfall by hardwoods of eastern United States.

- Water Resources Research*, 1(2), 193-206.
- IPCC. (1996). Climate Change 1995: Impacts, Adaptations, and Mitigation of Climate Change: *Scientific-Technical Analyses*.
- IPCC. (2013): Climate Change 2013: the physical science basis. *Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*.
- Kinnell, P. I. A. (2005). Raindrop-impact-induced erosion processes and prediction: a review. *Hydrological processes*, 19(14), 2815-2844.
- Kıbaroğlu, A. (2008). Küresel iklim değişikliğinin sınıraşan su kaynakları politikasına etkileri. TMMOB 2. Su Politikaları Kongre Kitapçığı, 347-355.
- Küçük, Ö., & Aktepe, N. (2017) Effect Of Phenolic Compounds On The Flammability In Forest Fires. *International Journal Of Engineering Sciences & Research Technology*, 6 (4), 320-327
- Küçük, Ö. & Bilgili, E. (2010). Estimation of carbon emissions from experimental fires in young Anatolian black pine (*Pinus nigra* Arnold) plantations. *Fresenius Environmental Bulletin*, 19(4a), 676-681.
- Küçük, Ö. Bilgili, E, Bulut, S. Fernandes, M. (2012). Rates of sur-face fire spread in a young calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) plantation, *Environ Eng Manag J* 11(8): 1475-1480.
- Küçükosmanoğlu, A. (1995). Su kaynaklarının korunması-orman yangınları ilişkisi. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University (JFFIU)*, 45(1-2), 107-118.
- Lewis, D., Singer, M. J., Dahlgren, R. A., & Tate, K. W. (2000). Hydrology in a California oak woodland watershed: a 17-year study. *Journal of Hydrology*, 240(1), 106-117.
- Lormand, J.R. 1988. The effects of urban vegetation on stormwater runoff in an arid environment. *Master's thesis*, School of Renewable National Resources, Univ. Ariz., Tucson, AZ. 100.
- Lyon, J., Huff, M., Telfer, E., Schreiner, D. & Kapler Smith, J. (2000) Wildland fire in ecosystems. Effects of fire on fauna. *General Technical Report RMRS-GTR-42*. US Department of Agriculture Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fort Collins, CO.
- Meixner, T., & Wohlgemuth, P. (2004). Wildfire impacts on water quality. *Journal of Wildland Fire*, 13(1), 27-35.
- Moya, D. De las Heras, J. and López Serrano, F.R. (2007). Postfire management in Mediterranean forest: researching to prevent global change, IV. International Wildland Fire Conference, 13-17 May, 2007, Sevilla, Spain.
- Overpeck, J. T., Rind, D., & Goldberg, R. (1990). Climate-induced changes in forest disturbance and vegetation. *Nature*, 343(6253), 51-53.
- Price, C., & Rind, D. (1994). The impact of a 2× CO2 climate on lightning-caused fires. *Journal of Climate*, 7(10), 1484-1494.
- Prosser, I. P., & Williams, L. (1998). The effect of wildfire on runoff and erosion in native Eucalyptus forest. *Hydrological processes*, 12(2), 251-265.
- Rothacher, J. (1970). Increases in water yield following clear-cut logging in the Pacific northwest. *Water Resources Research*, 6(2), 653-658.
- Shu-ren, Y. (2003). Effects of fire disturbance on forest hydrology. *Journal of forestry research*, 14(4), 331-334.
- Shakesby, R. A., Coelho, C. D. O., Ferreira, A. D., Terry, J. P., & Walsh, R. P. D. (1994). Fire, post-burn land management practice and soil erosion response curves in eucalyptus and pine forests, north-central Portugal. In *International Conference on Soil Erosion and Degradation as a Consequence of Forest Fires (Eds M Sala, JF Rubio)*.(Geoforma Ediciones: Logrono, Spain) (15-27).
- Swanson, F. J. (1981). Fire and geomorphic processes. *Mooney, HA; Bonnicksen, TM; Christensen, NL; Lotan, JE*, 401-444.
- Sullivan, A. (2009). Wildland surface fire spread modelling, 1990-2007.2: Empirical and quasi-empirica models *International Journal of Wildland Fire*, 18, 369-386.
- Şengönül, K. (1984), Marmara Bölgesi-Armutlu Yarımadası Koşullarında Güç İslanan Toprakların Oluşumu Üzerine

- Etkili Olan Faktörler, *İ.Ü. Orman Fak. Yayınları*, 363.
- Tackle, E. S., Bramer, D. J., Heilman, W. E., & Thompson, M. R. (1994). A synoptic climatology for forest-fires in the NE US and future implications from GCM simulations. *International Journal of Wildland Fire*, 4(4), 217-224.
- Teclé, A., & Neary, D. (2015). Water Quality Impacts of Forest Fires. *Journal of Pollution Effects & Control*, 1-7.
- Tennyson, L. C., Ffolliott, P. F., & Thorud, D. B. (1974). Use Of Time-Lapse Photography To Assess Potential Interception In Arizona Ponderosa Pine. *Jawra Journal of the American Water Resources Association*, 10(6), 1246-1254.
- Wiersum, K. F. (1985). Effects of various vegetation layers of an *Acacia auriculiformis* forest plantation on surface erosion in Java, Indonesia. *In Soil erosion and conservation*, 79-89.
- UNESCO (2006). World Water Assesment Programme, *World Water Development Report*
- Uslu, S. (1969). Toprak koruması bakımından orman yangınlarının doğurduğu problemler. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University (JFFIU)*, 67-74.
- Vörösmarty, C. J., Green, P., Salisbury, J., & Lammers, R. B. (2000). Global water resources: vulnerability from climate change and population growth. *Science*, 289(5477), 284-288.
- Yurtseven, İ., Serengil, Y., & Özhan, S. (2013). Meşe Kayın Karışık Meşçeresinde Yapay Sinir Ağları Kullanılarak İntersepsiyonun Tahmin Edilmesi. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University| İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 63(1), 19-26.
- Zengin, M. (1997). Kocaeli yöresindeorman ekosistemlerinin hidrolojik ağaçlandırmalar yönünden karşılaştırılması. *Poplar and Fast Growing Forest Trees Research Institute. İzmit*, 1300-395 X.