



Doğal Örtü Yangını ve Kontrollü Anız Yangınının Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkilerinin Araştırılması

Mehmet KÜÇÜK^{1*} Ayşegül Gözde TIRYAKI GÜNGÖR² Ömer KÜÇÜK³

¹Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, 08000, Artvin, Türkiye

²Kastamonu Üniversitesi, Araç Rafet Vergili Meslek Yüksekokulu, Ormanlık Bölümü, 37800, Kastamonu, Türkiye

³Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, 37000, Kastamonu, Türkiye

Geliş Tarihi: 16.11.2023

Kabul Tarihi: 24.11.2023

Basım Tarihi: 19.01.2024

Atıf yapmak için: Küçük, M. Tiryaki Güngör, A.G. & Küçük, Ö. (2024). Doğal Örtü Yangını ve Kontrollü Anız Yangınının Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkilerinin Araştırılması. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 9(1), 13-22. <https://doi.org/10.35229/jaes.1391056>

How to cite: Küçük, M. Tiryaki Güngör, A.G. & Küçük, Ö. (2024). Investigation of The Effects of Natural Cover Fire and Controlled Stubble Fire on Some Soil Properties. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 9(1), 13-22. <https://doi.org/10.35229/jaes.1391056>

<https://orcid.org/0000-0002-0954-2581>
 <https://orcid.org/0000-0001-7098-8227>
 <https://orcid.org/0000-0003-2639-8195>

*Sorumlu yazarın:
Mehmet KÜÇÜK
Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi,
08000, Artvin, Türkiye
✉: mkck61@artvin.edu.tr

Öz: Uygun sıcaklık ve nem koşullarında ortaya çıkan orman yangınları dünya genelinde birçok yerde çalışma konusu olarak seçilmektedir. Aynı şekilde, anız yangınları da hasattan sonra kalan organik artıkları bertaraf etme açısından kullanılan bir yöntemdir. Bu çalışmada karaçam meşcerelerinde doğal olarak gerçekleşen örtü yangını ile kontrollü anız yakma uygulamalarının bazı toprak özellikleri üzerine etkileri karşılaştırılmalı olarak araştırılmıştır. Bu çalışma kapsamında doğal olarak yanmış karaçam alanları ile anız alanları belirlenmiş ve her iki alanda yanmış alanlar 18, yanmamış alanlar 18 olmak üzere toplamda 36 adet örnekleme noktası seçilmiştir. 0-5 cm ve 5-10 cm olmak üzere iki derinlik kademesinden, toplamda ise 72 toprak örneği alınmıştır. Bu örnekler üzerinde tekstür, pH, EC, organik karbon, toplam kireç, dispersiyon oranı, toprak su sabitleri (tarla kapasitesi, solma noktası ve faydalı su kapasitesi (FSK)) ve agregat stabilitesi analizleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda, hem yangının hem de arazi kullanma durumunun (orman tarla) toprak özellikleri üzerinde önemli değişimlere neden olduğu belirlenmiştir. Değişim genel olarak arazi kullanım farklılığı bakımından istatistik anlamda önemli düzeyde çıkarken, yangının etkisi de bazı toprak özellikleri üzerinde farklılık göstermiştir. Anız alanlarındaki değişim daha belirgin şekilde ortaya çıkmıştır. Çalışma sonucu verileri ölü örtünün ortamdaki uzaklaşması ve yanma sonucunda besin maddesinin toprağa katılması gibi özelliklerin doğal alanlarda örtü yangınının uygulanmasının yarar sağlayacağını ortaya çıkarmaktadır ve ormancılıkta kullanılması öneri olarak sunulabilir. Diğer taraftan anız uygulamalarının ise mekanik işleme ve ürün hasadı ile verimliliği azalan toprağın toprak özelliklerini daha da kötüleştirceği öngörülmektedir. Bunun yerine tarlanın hasat artıkları ile sürülmesi ya da bir yıl nadasa bırakılarak toprağın dinlendirilmesi gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Anız yangını, arazi kullanım farklılığı, Karaçam, orman yangını.

Investigation of The Effects of Natural Cover Fire and Controlled Stubble Fire on Some Soil Properties

Abstract: Forest fires that occur under suitable temperature and humidity conditions are chosen as the subject of study in many places around the world. Likewise, stubble fires are also a method used to dispose of organic residues remaining after harvest. In this study, the effects of naturally occurring canopy fire and controlled stubble burning practices on some soil properties in larch stands were comparatively investigated. Within the scope of this study, naturally burned larch areas and stubble areas were determined and a total of 36 sampling points were selected, 18 in burned areas and 18 in unburned areas in both areas. A total of 72 soil samples were taken from two depth levels: 0-5 cm and 5-10 cm. Texture, pH, EC, organic carbon, total lime, dispersion rate, soil water constants (field capacity, wilting point and useful water capacity (FSK)) and aggregate stability analyzes were performed on these samples. As a result of the study, it was determined that both fire and land use (forest and field) caused significant changes on soil properties. While the change was generally statistically significant in terms of land use differences, the effect of fire also differed on some soil properties. The change in stubble areas has become more evident. The data from the study reveal that the application of cover fire in natural areas will benefit from features such as removal of litter from the environment and the addition of nutrients to the soil as a result of burning, and its use in forestry can be suggested. On the other hand, it is predicted that stubble applications will worsen the soil properties of the soil, whose fertility decreases with mechanical processing and crop harvesting. Instead, the field should be plowed with harvest residues or the soil should be left fallow for a year.

Keywords: Anatolian blackpine, forest fire, land use difference, stubble fire.

*Corresponding author:
Mehmet KÜÇÜK
Artvin Çoruh University, Faculty of Forestry,
08000, Artvin, Türkiye
✉: mkck61@artvin.edu.tr

GİRİŞ

Orman yangınları, küreselleşen dünyanın en önemli afetlerden biri olup; etkileri ve sonuçları bakımından bütün ülkeleri ilgilendirmektedir. Dünya genelinde her yıl milyonlarca hektar orman alanı yangınlardan zarar görmektedir (Lizundia-Loiola vd., 2022; & Pereira, vd., 2022) Orman yangınları, büyük miktarlarda yangınla mücadele masraflarına, ormanların birden fazla fonksiyonunun yok olmasına, bununla birlikte mal ve can kayıplarına sebep olan önemli bir tehdittir (Avcı vd., 2009 & Alcañiz vd., 2016). Literatürde, meydana gelen yangınların sadece doğal afetlerden kaynaklanmadığı, aynı zamanda insan etkisi ile oluşan yangınların önemli bir yer tuttuğu belirtilmiştir (Certini, 2005 & Kurt, 2014). Diğer taraftan anız yangını, hasattan sonra kalan bitkisel biyokütlenin yakılarak alandan uzaklaştırılması için çiftçiler tarafından yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu durum toprağın kalitesi ve verimliliği üzerinde olumsuz rol oynamaktadır. Anızın sapının istenmediği ve ekonomik olarak kullanılmadığı koşullarda çiftçiler, işlemlerin çok kolay ve masrafsız olması, yabancı otların yok edilmesi, toprak işlemede kolaylık sağlanması, ikinci ürün yetiştirmede zaman tasarrufu ve yüksek ekonomik üretim sağlanması ve daha yüksek verim beklentisi amaçlarıyla anız yakma yoluna gitmektedirler (Coşkan vd., 2006; Savcı & Bağdatlı, 2016 & Silme vd., 2015;). Toprakta bulunan karbon (C) ve azot (N) kaybı anız yakma uygulaması sonucu artmaktadır (Kılıç vd., 2013). Bu nedenle topraklardan alınabilecek verimliliğinin artırılabilmesi için daha fazla gübre verilmekte bu işlemin sonucunda da topraklarda su kayıpları oluşmakta ve toprakların çoraklaşarak verimliliklerinin azalmasına sebep olmaktadır (Savcı & Bağdatlı, 2016).

Türkiye’de arazilerin % 63’ü çok şiddetli ve şiddetli olmak üzere erozyonla karşı karşıya kalmaktadır. Aynı zamanda anızın yakılması toprak erozyonunu teşvik etmekte, toprağın nem ve sıcaklık değerlerini etkilemektedir (Akman, 2016; Savcı & Bağdatlı, 2016 & Tema, 2016). Ülkemiz toprakları, birinci dereceden erozyon kuşağı içinde bulunmasının yanı sıra ve anız yakmalarının da etkisiyle erozyondan daha fazla etkilenmektedir (Savcı & Bağdatlı, 2016). Tarla üzerinde bulunan bitkiye ait kalıntılar toprağı yağmur damlalarının direk etkisinden korumakta ve toprağın taşınmasına engel olmaktadır (Kara & Sezer, 1992 & Savcı & Bağdatlı, 2016). Buna karşın ormanlarda en çok görülen yangın tipi olan örtü yangını ise; fidan ve ağaçların yanmasından ziyade meşcere tabanında yer alan dal, ot, kesim artıkları, ibre/dal, diri örtü yanması ile birlikte farklı şiddet ve hızlarda ilerlemektedir (Bilgili, 2014a). Orman yangınlarının çoğunluğu ilk aşamada örtü yangını olarak başlar ve gelişmeye devam eder (Bilgili, 2014a). Orman topraklarındaki ölü örtü organik maddenin temel kaynağıdır (Kantarıcı, 1987). Bu ölü örtünün humuslaşması ve ayrışması sonucu humus ve ayrışma ürünleri toprağı dâhil olmakta,

toprak organik madde bakımından zenginleşmektedir (Kantarıcı, 1987).

Yangınların ortaya çıktığı alan ve o alanda hali hazırda bulunan mevcut yanıcı madde miktarının durumu yangınların gidişatını önemli derecede etkilemektedir (Doğanay & Doğanay, 2004). Orman ekosisteminde önemli yer tutan yangınlar toprak üzerinde çok fazla etki meydana getirmektedir (Ekinci vd., 2011). Toprakta var olan ve organik maddeyi oluşturan örtünün kuru veya nemli olması, birikme şekli gibi değişkenler yangınların toprakta oluşturabileceği zararı etkilemektedir (Çepel, 1975). Bu faktörlerin etkilediği durumlarda orman ölü örtüsü ya toprağı koruyucu etki yapabilir ya da yangının şiddetini devam ettirebilir (Daubenmire, 1974). Yangının toprağına olan etkisini yanan alandaki ölü örtü miktarı ve kalınlığı da önemli derecede etkilemektedir (Bilgili, 2014b). Ayrıca orman yangınlarında yangının meydana geldiği dönem (yangın sezonu içinde ya da dışında olması), yangın sıklığı, şiddeti, süresi, yangının çeşidi (tepe yangını ya da örtü yangını) yangından etkilenen ağaç türü gibi birbirinden farklı faktörlerin toprak özelliklerine etkilerinin belirlenmesinde yapılan çalışmalar yeterli olmayıp bu konularda daha çok bilimsel çalışma yapılması gerekmektedir (Yılmaz, 2016). Orman ekosisteminin yönetiminde orman alanı mevcut koşulları dikkate alınarak uygulanabilen yangınlar, meşcere bazında yararlanılabilecek bir etken olarak düşünülmektedir (Tüfekçioğlu, 2010). Kontrollü yakma, ekonomik ve etkili bir ormancılık uygulaması olarak, toprak üstü yanıcı biyokütlenin azaltılması ve yangın riskini düşürmesi bakımından önemli bir yöntemdir (Fernandes vd., 2013). Kontrollü yakmada örtü yangını genellikle düşük yoğunluktadır, kalın ağaçlarda yanma riski azdır. Ayrıca bu uygulama ile toprak üstü yanıcı madde olan (bitki örtüsü de dahil) diri ve ölü örtü, kısmen organik toprak katmanları da yanar (Ferran vd., 2005). Ayrıca düşük yoğunluklu kontrollü yakma orman ekosistemlerinin sağlıklı bir şekilde sürdürülebilmesi için gerekli toprak besin elementlerini (örneğin kalsiyum, potasyum, manganez, magnezyum, sodyum) toprağına karışmasını sağlar (Bento-Gonçalves vd., 2012). Doğal yangınlar denetimli yangınlara göre yanıcı madde miktarı ve yanıcı madde farklılığı ve kontrol edilme zorluğu bakımından değerlendirildiğinde zarar boyutu daha fazla olabilmektedir. Denetimli ve kontrollü yakmaların toprak özelliklerine önemli derecede olumsuz etki yapmadığı, gençleşme çalışmalarında başarıyla kullanılabileceği belirtilmektedir (Çepel, 1975; Eron vd., 1988 & Neyişçi, 1989). Ülkemiz Toros Sediri ve Kızılcım ekosistemlerinde doğal yangınlardan ve denetimli yakmalardan sonra yapılan araştırmalar (Boydak vd., 1998; Eron vd., 1988 & Neyişçi, 1989;), yanan alanlarda daha fazla boy büyümesi, sağlıklı gençlikler, fidan yaşama yüzdesi oluştuğunu ortaya koymuştur.

Bu çalışmada doğal olarak yanan karaçam orman alanı ile bitişindeki tarla alanlarında gerçekleştirilen anız yangınlarının toprakta meydana getirdiği kısa dönemli etkilerini ortaya konması temel amaç olarak belirlenmiştir. Elde edilecek sonuçlarla özellikle anız yakmanın meydana getirdiği olum

MATERYAL VE METOT

Alan Tanıtımı: Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü Araç Orman İşletme Müdürlüğü Şerifebacı Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan Yurttepe Köyü 172 nolu bölmede (Çkbc2) saf Anadolu karaçam (*Pinus nigra ssp. pallasiana*) meşceresinde doğal orman yangını (örtü yangını) 2022 yılı ağustos ayında meydana gelmiştir. Bitişindeki tarla alanlarında ise anız yangını 10 gün sonra eylül ayında gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı güney bakıda, 900 m yükseltide, %10 eğime sahip, 33°22'44" doğu boylamları ve 41°15'48" kuzey enlemleri arasında yer almaktadır.

Çalışma Metodunun Belirlenmesi ve Yakma Uygulamasının Gerçekleştirilmesi: Doğal orman yangını sahasının bitişinde tarla vasfına sahip alan anız yakma uygulamasının yapılacağı alan olarak belirlenmiştir. Orman yangının takip eden 10 gün içerisinde uygulama yapılmıştır. Çalışma da 4 farklı alan kullanılmıştır. Bu alanlar Yanmış Orman alanı, Anız yangın alanı, kontrol(yanmamış) orman alanı, kontrol(yanmamış)tarla alanı olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 1). Seçilen kontrol sahaları yangın görmüş alanlar ile örtüşen özellikte olması bakımından önemle seçilmiştir. Sahipli arazide anız yakma uygulaması tamamen tarla sahibinin uyguladığı yöntem doğrultusunda yapılmıştır. Yangın sonrası kısa dönemli değişimleri incelemek için, bu sahalardan her birinden 9 adet örnekleme alan seçimi yapılmıştır.

Örneklerin Alınması ve Analize Hazır Hale Getirilmesi: Her örnekleme sahasından iki derinlik (0-5cm, 5-10cm) kademesine ait toprak örnekleri poşetlere konularak etiketlenmiştir. Her bir alandan 18 olmak üzere toplamda 72 adet toprak örneği alınmıştır.



Şekil 1. Doğal Orman Yangını (24.08.2022), Anız Yangını (03.09.2022).
Figure 1. Natural Forest Fire (24.08.2022), Stubble Fire (03.09.2022).

Çalışma alanından alınan toprak örnekleri laboratuvarında kâğıt üzerine serilerek hava kuru hale

getirilip, porselen havanda öğütülmüş ve 2 mm'lik elekten geçirildikten sonra naylon torbalara doldurularak analize hazır hale getirilmiştir.

Analizlerin Yapılması: Alınan toprak örnekleri üzerinde tekstür, pH (toprak reaksiyonu), EC (elektriksel iletkenlik), organik karbon, toplam kireç, dispersiyon oranı, toprak su sabitleri (tarla kapasitesi, solma noktası ve FSK) ve agregat stabilitesi gibi analizler yapılmıştır. Tekstür tayini 2 mm'lik elekten geçirilmiş toprak örneklerinde Bouyoucos'un hidrometre yöntemine göre yapılmış ve kum, toz ve kil yüzdeleri bulunmuştur (Çepel, 1988 & Gülçur, 1974). Toprak türü ise Uluslararası tekstür üçgenine göre belirlenmiştir. EC ve pH 1/2.5 toprak saf su karışımı ile birlikte pH ve EC metre ile ölçülmüştür. Organik karbon tayini, Walkley-Black ıslak yakma yöntemine göre yapılmıştır (Kalra & Maynard 1991). Toplam kireç Scheibler calcimeter yöntemine göre % olarak hesaplanmıştır (Gülçur, 1974). Dispersiyon oranı, Middleton'un dispersiyon oranı yöntemine göre hesaplanmıştır (Gülçur, 1974). Soil Moisture Equipment co.'nun seramik levhalı basınç cihazı ile tarla kapasitesi ve solma noktası tayinleri yapılmıştır. Bunun için 2 mm'lik elekten geçirilmiş toprak örnekleri tarla kapasitesi için 1/3 atm, solma noktası için ise 15 atm basınca tabi tutularak tuttukları nem ölçülmüştür. Daha sonra fırın kuru ağırlıkları hesaplanarak tarla kapasitesindeki nem ve solma noktasındaki nem hesaplanmıştır (Özyuvacı, 1978). Faydalanılabilir su kapasitesi ise, aynı toprak örneklerinin tarla kapasitesindeki (nem ekivaleni) nem miktarı, solma noktasındaki nem miktarından çıkarılarak % cinsinden hesaplanmıştır (Özyuvacı, 1978). Agregat stabilitesi ölçümü, hava kuru hale gelen topraklardan 2-4 gram alınarak Yoder tipi ıslak eleme cihazı kullanılarak yapılmıştır (Kemper & Rosenau, 1986).

İstatistik Değerlendirme: Elde edilen veriler üzerinde SPSS 24. paket programı ile istatistik analiz yapılmıştır. Çalışma alanları arasında farklılığı belirlemek için tek yönlü varyans analizi (one way anova) yapılmıştır. Farklılığın hangi alanlar arasında belirgin olduğunu belirlemek için ise Tukey testi yapılmıştır. Veriler analize tabi tutulmadan önce normal dağılım (Kolmogrow-Smirnow) testi yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Toprak Örneklerine Ait Bulgular ve Tartışma: Alınan toprak örneklerine ilişkin veriler, Tablo 1 de 0-5 ve 5-10 cm derinlik kademeleri için ayrı ayrı verilmiştir. 0-5 cm derinlik kademesinde tüm değişkenler için yapılan istatistik analiz sonucunda farklılık önemli düzeyde çıkmıştır. Bu farklılık hem orman alanlarındaki yanmış ve yanmamış alanlar arasında, hem de anız alanlarındaki yanmış ve yanmamış alanlarda arasında ortaya çıkmıştır. 5-10 cm derinlik kademesinde ise

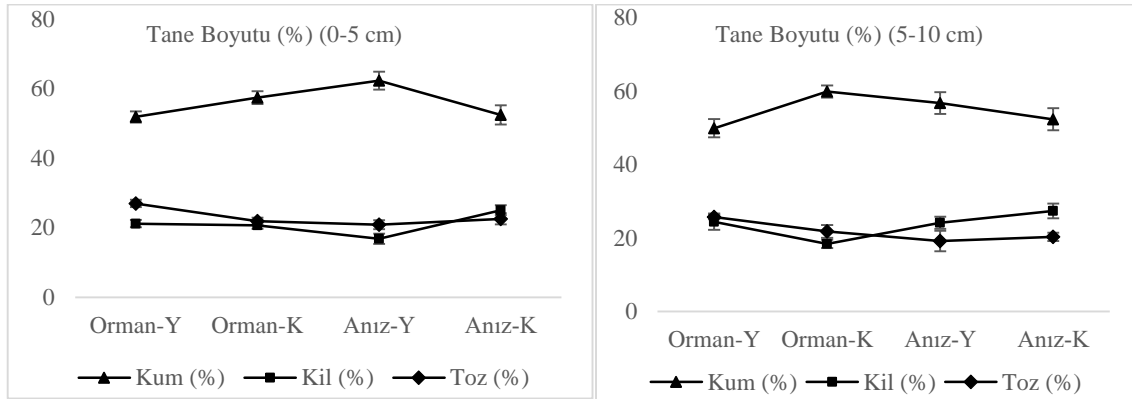
bütün alanlarda kum, tarla kapasitesi, solma noktası ve FSK değerleri haricinde tüm parametreler düzeyinde

farklılık istatistik düzeyde anlamlı düzeyde çıkmıştır(Tablo 1.)

Tablo 1. Toprak örneklerine ilişkin veriler.

Table 1. Data on soil samples.

Toprak Özelliği	Derinlik (cm)	Örnek Alan Türü				Önem Düzeyi (P)	
		OrmanYangını	Orman Kontrol	Anız Yangını	Anız Kontrol		
Kum %	0-5 cm	51,9a	57,4ab	62,3b	52,4a	0,008	P<0,05
	5-10 cm	49,9a	59,8a	56,7a	52,3a	0,060	P>0,05
Kil %	0-5 cm	21,2ab	20,7ab	16,8a	25,0b	0,001	P<0,05
	5-10 cm	24,4ab	18,4a	24,1ab	27,4b	0,037	P<0,05
Toz %	0-5 cm	26,9b	21,9a	20,9a	22,6ab	0,007	P<0,05
	5-10 cm	25,7b	21,8ab	19,2a	20,3ab	0,035	P<0,05
pH	0-5 cm	7,44a	7,58a	8,02b	8,02b	0,000	P<0,05
	5-10 cm	7,49a	7,69a	7,98b	7,98b	0,000	P<0,05
EC (µS/cm)	0-5 cm	284ab	347bc	438c	180a	0,000	P<0,05
	5-10 cm	236c	283d	185 b	140 a	0,000	P<0,05
Organik Karbon %	0-5 cm	5,20b	7,44c	1,03a	1,05a	0,000	P<0,05
	5-10 cm	3,98b	3,58b	1,03a	1,05a	0,000	P<0,05
Kireç %	0-5 cm	55,11b	41,93a	44,11ab	33,34a	0,000	P<0,05
	5-10 cm	56,12b	50,92b	44,57b	25,91a	0,000	P<0,05
Dispersiyon Oranı	0-5 cm	28a	39ab	42b	42b	0,007	P<0,05
	5-10 cm	30a	46b	44b	41ab	0,012	P<0,05
Tarla Kapasitesi (%)	0-5 cm	36,37b	49,30c	28,06a	33,51ab	0,000	P<0,05
	5-10 cm	32,01a	36,45a	32,95a	34,01a	0,320	P>0,05
Solma Noktası (%)	0-5 cm	27,62b	37,36c	20,26a	23,77ab	0,000	P<0,05
	5-10 cm	23,64a	27,13a	24,94a	24,55a	0,607	P>0,05
Fsk (%)	0-5 cm	8,75a	11,90b	7,80a	9,72ab	0,001	P<0,05
	5-10 cm	8,38a	9,30a	8,00a	9,44a	0,418	P>0,05
Agregat Stabilitesi (%)	0-5 cm	88,80c	89,14c	76,98b	71,44a	0,000	P<0,05
	5-10 cm	86,24b	90,33b	73,87a	73,61a	0,000	P<0,05



Şekil 2. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki kum, kil ve toz değişimi.

Figure 2. Changes of sand, clay and silt at depth levels of 0-5 cm and 5-10 cm.

Kum miktarı üst toprakta (0-5 cm), yangın alanlarında kontrol alanlarına nazaran düşük çıkarken (% 51,9- 57,4), anız alanında fazla çıkmıştır (% 62,3-52,3). Yine kil ve toz değeri orman alanında yangınla birlikte artış gösterirken anız alanında ise azalmıştır (Tablo 1, Şekil 2). Alt toprak katmanında (5-10 cm) yanan sahalarda kum miktarında bir azalma kil ve toz miktarlarında ise genel olarak bir artış görülmüştür (Tablo 1, Şekil 1). Bu değişim kum miktarında önemsiz seviyede çıkarken ($P>0,05$), kil ve toz miktarında anlamlı düzeyde çıkmıştır ($P<0,05$) (Tablo 1).

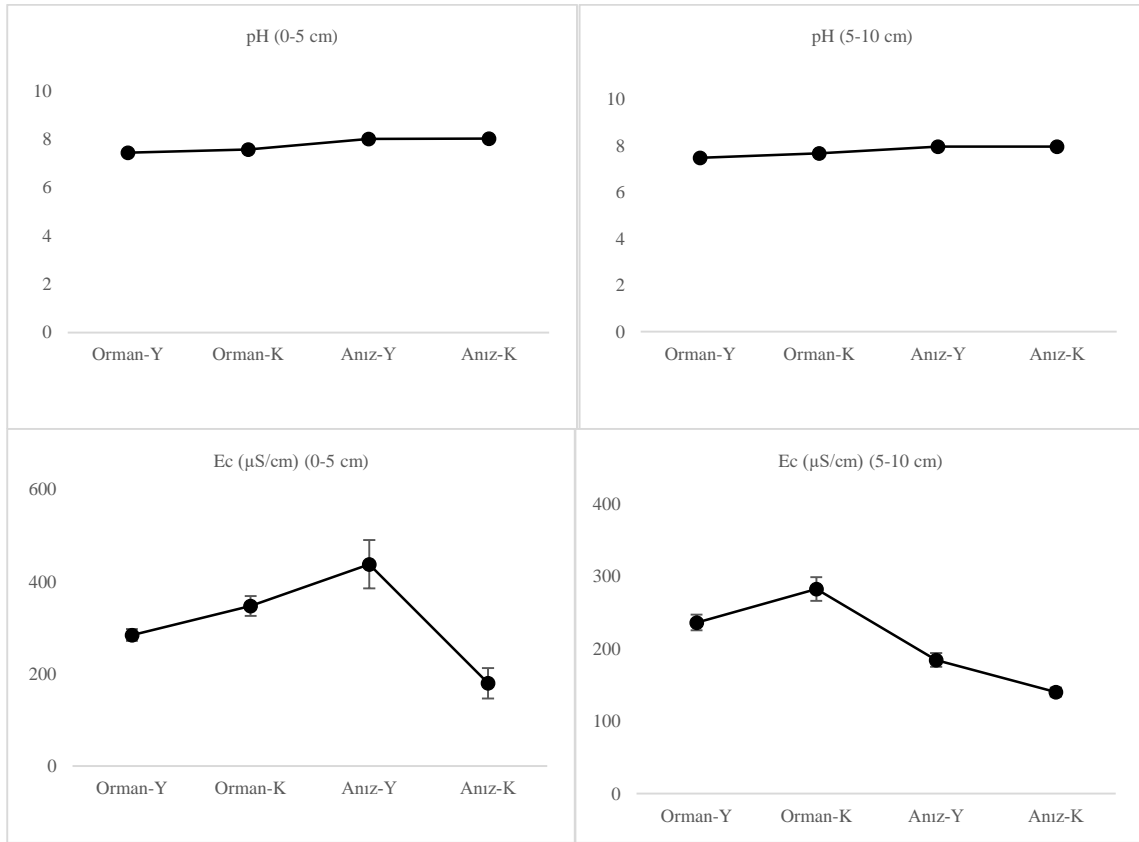
Orman alanında kum miktarının azalmasının, organik maddenin yanması sonucunda açığa çıkan kül miktarının tane boyutunun kil ve toz boyutunda olmasından ileri geldiği düşünülebilir. Anız alanlarındaki artmasına sebep olarak yağmurun etkisi ile ince materyalin taşınması olarak gösterilebilir. Birim hacimden alınan

toprak örneğinde bulunan kül yoğunluğu ile birlikte kil ve toz değerlerindeki değişim açıklanabilir. Yangının sıcaklığının fazla olması topraktaki tekstürü değiştirebilir (Beyers vd., 2005). Genel itibari ile yapılan çalışmalarda yangının toprak tekstürü üzerinde çok büyük etkilerinin olmadığını ifade edilmiştir (Neary vd., 2005 & Ulery & Graham, 1993).

Topraktaki pH ve EC değerleri 0-5 cm derinlik kademesinde orman alanında yangınla birlikte azalırken, anız alanında yangınla beraber pH da bir değişim görülmemiştir. EC değerinde anız alanlarında yangınla beraber önemli derecede artış görülmüştür. Bu değişim yangın orman alanlarında ise azalma yönünde olmuştur(Tablo 1, Şekil 2). 5-10 cm derinlik kademesinde ise pH değerlerine bakıldığında yangının etkisi orman ve anız alanlarında kontrol ve yangın bakımından önemsiz çıkarken($P>0,05$), orman ve anız alanlarında hem yangın

ve hem de kontroller arasında önemli farklılıklar bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 1). Orman alanında yangınla beraber pH değeri bakımından kısmen bir düşüş gözlenirken (7,58-7,44 ve 7,69-7,49), anız alanlarında herhangi bir değişim gözlenmemiştir (8,02 ve 7,98) (Tablo 1, Şekil 3). Çalışma alanı toprakları toprak pH değerleri bakımından hafif alkalin özellikte çıkmıştır. Topraktaki Ec değerleri bakımından yangının etkisi hem orman hem de anız alanlarında önemli düzeyde çıkmıştır ($P<0,05$) (Tablo 1). Bu etki yangın alanında azalma yönünde (347-284 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve 283-236 $\mu\text{S}/\text{cm}$) kontrol alanında ise artma yönünde (180-438 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve 140-185 $\mu\text{S}/\text{cm}$) olmuştur (Tablo 1, Şekil 3). Ec değerleri

bakımından çalışma alanı topraklarının hepsi tuzsuz toprak sınıfında yer almıştır. Yangın sonrası toprakta pH ve EC genel olarak artma eğilimindedir (Francos vd., 2019; Heydari vd., 2017 & Yusiharni & Gilkes, 2012). Değişen minerallerden iyonların ve külün toprağa salınması, pH ve Ec'deki bu tür bir artıştan sorumludur (Norouzi & Ramezanzpour, 2013). Yapılan bazı çalışmalarda ise yangın ile birlikte pH da çok önemli bir değişimin olmadığı bildirilmiştir (Downing vd., 2017 & Fultz vd., 2016). Bunun sebebi, yangın sonrası çevresel koşullar ile yangının düşük veya orta sıcaklıkta gerçekleşmesi olarak bildirilmiştir (Alcañiz vd., 2018 & Valkó vd., 2016).



Şekil 3. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki pH ve Ec değişimi.
Figure 3. Changes of pH and Ec at 0-5 cm and 5-10 cm depth levels.

Organik karbon üst katmanda her iki alanda yangınla beraber bir azalma gösterirken (%7,44-5,40 ve %1,05-1,03, alt katmanda ise organik karbon değerleri orman alanında yangınla beraber artarken (% 3,58-3,98) anız alanında çok düşük miktarda azalmıştır (% 1,05-1,03) (Tablo 1, Şekil 4). Organik madde değerleri bakımından ise orman toprakları organik maddece verimli toprak sınıfına girerken ($\text{OM}>\%5$), tarım topraklarında bu değerler fakir sınıfına girmektedir ($\text{OM}=\% 0-2$). Yangının topraklar üzerindeki etkileri son derece değişkendir ve düşük yoğunluklu yangınların Toprak organik maddesinde çok az veya daha fazla değişikliğe neden olduğunu, yüksek yoğunluklu yangınların ise toprak organik maddenin

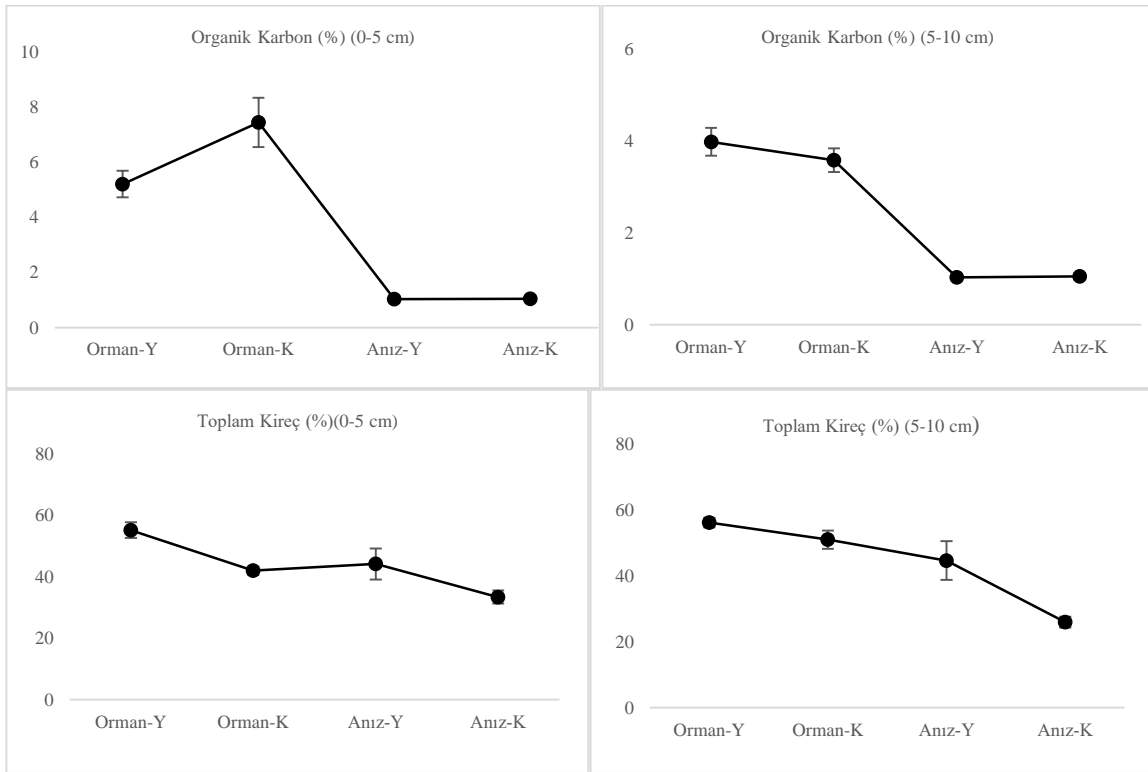
azalmasına neden olduğu ifade edilmektedir (Caon vd., 2014). Badía vd., (2014) ve Moya vd., (2019) yaptıkları çalışmalarda yüksek şiddetli yangınlardan sonra organik madde miktarında önemli bir ölçüde azalma bulmuşlardır. Buna karşılık Akburak vd., (2018) Türkiye'deki bir Q. frainetto ormanı için ve Fernández-García vd., (2019a) İspanya'daki bir P. pinaster ormanı için orman yangını sonrasında SOC üzerinde anlamlı değişim bildirmemiştir.

Kireç değeri, yangınla beraber her iki derinlik kademesinde (0-5 cm = % 41-55 ve % 33-44 ile 5-10 cm = % 50-56 ve %26-45) de artış göstermektedir (Tablo 1, Şekil 4). Kireç değerleri bakımından tüm alanların toprakları aşırı kireçli toprak sınıfına girmektedir

(Kireç>%25). Organik maddenin azalması her iki alandaki organik materyalin yanıp ortamdan uzaklaşması ile ilişkilendirilebilir. Toprak yüzeyinde bulunan ölü örtü veya anız materyali yangın sıcaklığına bağlı olarak yanma sebebi ile ya buhar olup uzaklaşır ya da kül formunda toprakta kalır. Yangın sıcaklığının artması bu kaybolan miktarı artırıcı rol oynamaktadır. Kireç içeriğinin artması ise ölü örtü yanması sonucu külden bulunan Ca değerlerinin toprağa girişi ile açıklanabilir. Orman yangınları sonrasında Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ ve Na^+ gibi değiştirilebilir katyonların arttığı birçok çalışmada rapor edilmiştir (Alexakis vd., 2021; Shrestha & Chen 2010 & Rahimi vd., 2020).

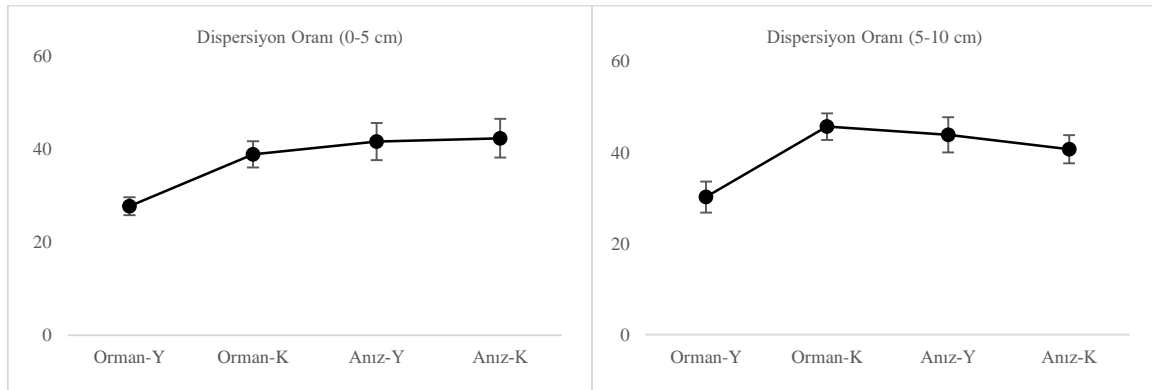
Dispersiyon oranı 0-5 cm derinlik kademesinde her iki alanda da yangınla beraber azalmıştır. 5-10 cm

derinlik kademesinde ise yangınla beraber orman alanında azalma anız alanında ise artma söz konusu olmuştur (Tablo 1, Şekil 4)). Dispersiyon oranı bakımından tüm alanlar erozyon risk grubu içinde yer almıştır ($DO>15$). Dispersiyon oranı bakımından değerlendirme yapıldığında yangınla beraber artış beklenirken azalma söz konusu olmuştur. Bunun sebebi, topraktaki kil ve toz içeriklerinin değişimi olarak gösterilebilir. Topraktaki kil ve toz içeriğinin artması dispersiyon oranını azaltıcı rol oynamaktadır. Anız alanlarındaki değişim belirgin olmazken orman alanlarındaki değişim ise anlamlı düzeyde farklı çıkmaktadır. Toprak agregatlarının kimyasal değişime uğraması organik materyalin düşük şiddetle yanıp toprağa karışması orman alanlarında bu etkiyi belirgin kılmıştır.



Şekil 4. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki organik karbon ve toplam kireç değişimi.

Figure 4. Changes of organic carbon and total lime at depth levels of 0-5 cm and 5-10 cm.



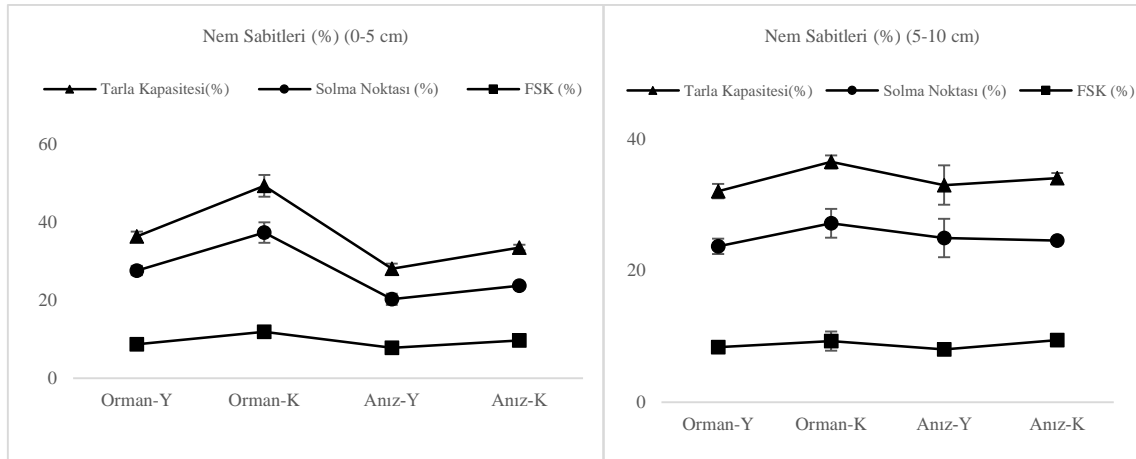
Şekil 5. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki dispersiyon oranı değişimi.

Figure 5. Change of dispersion ratio at 0-5 cm and 5-10 cm depth levels.

Tarla kapasitesi Solma noktası ve FSK değerlerinde yangınla beraber bir azalma söz konusu olmuştur (Tablo 1, Şekil 6). Bu azalma 0-5 cm derinlik kademesinde anlamlı düzeyde çıkarken ($p < 0,05$), 5-10 cm derinlik kademesinde ise önemsiz seviyede ($p > 0,05$) çıkmıştır (Tablo 1). Yangından sonra toprak yüzeyinde bulunan organik materyalin yanması sonucunda toprak yüzeyinde genel olarak güç ıslanmazlık durumu ortaya çıkmaktadır. Buda toprağa girecek su miktarını azaltıcı rol oynamaktadır. Ölü örtünün yanması sonucu toprak yüzeyinde ortaya çıkan plastiklik durumu da tarla kapasitesi ve FSK gibi değerlerin azalmasına sebep olabilir. Toprağın su iticiliği orman yangınları tarafından oluşturulabilir, artırılabilir veya azaltılabilir (Hosseini vd., 2017; Pereira vd., 2013; Scharenbroch vd., 2012 & Varela vd., 2015). Genel itibarı ile düşük şiddetli yangınlarda toprağın su iticiliği artmakta buda toprakta FSK miktarını düşürmektedir (Granged, 2011 & Weninger vd., 2019). Düşük yoğunluktaki organik maddenin yanması ile toprak

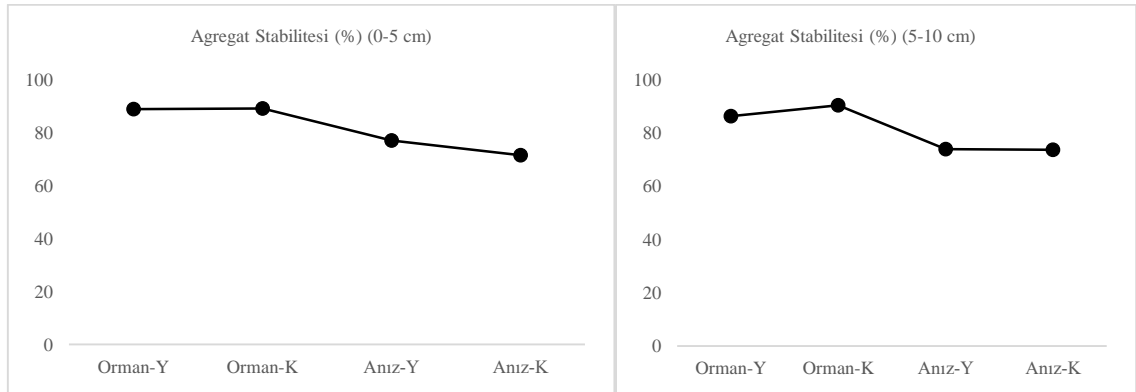
gözenekleri tıkanmakta buda su iticiliğini artırmakta aynı zamanda FSK değerini düşürmektedir.

Agregat stabilitesi değerlerinde ise orman alanında hafif bir azalış, anız alanında ise önemli düzeyde bir artış gözlenmiştir (Tablo 1, Şekil 7). Bu azalma ile orman alanlarında yangının etkisi önemsiz çıkarken anız alanlarında önemli düzeyde çıkmıştır (Tablo1). Agregat stabilitesi değerleri tarım alanlarında orman alanlarına nazaran daha düşük çıkmıştır. Toprağın sürekli işlenerek strüktürün bozulması, organik materyalin alandan kesilerek ve yakılarak uzaklaştırılması sebebi ile tarım alanlarındaki agregat stabilite değerleri daha düşük düzeyde çıkmıştır. Yangın şiddeti arttıkça açığa çıkan sıcaklıkla birlikte organik maddenin yanması ve kil tahribi ile birlikte toprak strüktüründe bozulmalar ortaya çıkmaktadır. Buda agregatlaşmayı düşürmektedir (Badía vd., 2014). Yapılan bazı çalışmalarda yangın şiddetinin ve sıcaklığın düşük olması agregat stabilitesinde önemli değişiklikler yapmamakta bazı durumlarda ise artışa sebep olduğu bildirilmektedir (Scharenbroch vd., 2012).



Şekil 6. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki nem sabitleri değişimi.

Figure 6. Changes in moisture constants at depth levels of 0-5 cm and 5-10 cm.



Şekil 7. 0-5 cm ve 5-10 cm derinlik kademelerindeki agregat stabilitesi değerleri değişimleri.

Figure 7. Changes in aggregate stability values at 0-5 cm and 5-10 cm depth levels.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Doğal olarak gerçekleşen orman yangınlarının şiddet sıklık ve süre gibi özelliklerinin farklı olması durumunda toprağa yapacağı etki de farklılıklar gösterecektir. Bu çalışmada, 2022 yılında gerçekleşen doğal örtü yangını ile bitişğinde kontrollü gerçekleştirilen anız yangınları sonrası, yangınların toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerindeki olası etkileri araştırılmaya çalışılmıştır. Elde edilen verilere göre, yangın sonrasında yangının özellikle 0-5 cm derinlik kademesinde toprak özelliklerinde önemli değişikliklere sebep olduğu fakat esas değişimin ise arazi kullanım farklılığından ileri geldiği belirgin şekilde görülmüştür. Bu etkiler, orman alanlarında yangınla birlikte kum, pH, organik karbon, dispersiyon oranı, tarla kapasitesi, solma noktası ve faydalı su kapasitesi gibi toprak özelliklerindeki değerlerde azalma şeklinde tespit edilmiştir. Anız yangını ile kil, toz, dispersiyon oranı, tarla kapasitesi, solma noktası ve faydalı su kapasitesi gibi özelliklere ait değerlerde azalma ortaya çıkmıştır. Diğer toprak özelliklerine ait ölçülen değerler ise artmıştır.

Bu çalışma ile birlikte, orman yangınlarında düşük şiddetli yangınların etki düzeyinin de düşük olduğunu fakat genel olarak kontrollü olmayan yangınlarda müdahalenin erken olmaması durumunda bu etkinin daha yüksek boyutlara ulaşabileceği düşünülmektedir. Ayrıca anız yangınlarının düşünülünen aksine toprağa yararından çok zararının olduğu da bu çalışma ile ortaya çıkan önemli sonuçlardan biridir.

Elde edilen bulgulara göre anız sahalarında kesinlikle yakma uygulamalarından kaçınılması gerekmektedir. Toprak işleme yapılarak anızın gübre olarak kullanılmasına olanak sağlanmalıdır. Yine özellikle ayrışması güç olan bölgelerde örtü yangını uygulamalarıyla ölü örtüdeki besin maddesinin toprağa kazandırılmasını sağlamak gereklidir.

KAYNAKLAR

Akburak, S., Son Y., Makineci, E. & Çakir, M. (2018). Impacts of lowintensity prescribed fire on microbial and chemical soil properties in a *Quercus frainetto* forest. *J. for Res.*, **29**(3), 687-696.

Akman, Z. (2015). Anız Yakma. *Göller Bölgesi Aylık Ekonomi ve Kültür Dergisi*, Cilt 3, Sayı 32.

Alcañiz, M., Outeiro, L., Francos, M., Farguell, J. & Úbeda X. (2016). Long-term dynamics of soil chemical properties after a prescribed fire in a Mediterranean forest (Montgrí Massif, Catalonia, Spain). *Sci. Total Environ.*, **572**, 1329-1335.

Alcañiz, M., Outeiro, L., Francos, M. & Úbeda, X. (2018). Effects of prescribed fires on soil properties: A review. *Sci. Total Environ.* **613-614**, 944-957. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.09.144

Alexakis, D., Kokmotos, I., Gamvroula, D. & Varelidis, G. (2021). Wildfire effects on soil quality: Application on a suburban area of West Attica (Greece). *Geosci J* **25**, 243-253.

Avcı, M., Korkmaz, M. & Alkan, H. (2009). Türkiye’de orman yangınlarının nedenleri üzerine bir değerlendirme. *I. Orman Yangınları İle Mücadele Sempozyumu*, 07-10 Ocak, Antalya, 33-45.

Badía, D., Martí, C., Aguirre, A.J., Aznar, J.M., González-Pérez, J.A., De la Rosa, J.M., León, J., Ibarra, P. & Echeverría, T. (2014). Wildfire effects on nutrients and organic carbon of a Rendzic Phaeozem in NE Spain: changes at cm-scale topsoil. *Catena*, **113**, 267-275.

Bento-Goncalves, A.J., Vieira, A., Ubeda, X. & Martin, D. (2012). Fire and soils: Key concepts and recent advances. *Geoderma*, **191**, 3-13.

Beyers, J.L., Brown, J.K., Busse, M.D., DeBano, L.F., Elliot, W.J., Ffolliott, P., Jacoby, G.R., Knoepp, J.D., Landsberg, J.D. & Neary, D.G. (2005). Wildland fire in ecosystems: Effects of fire on soil and water. Rocky Mountain Research Station Technical Report.

Bilgili, E. (2014a). Orman koruma dersi geçici ders notları. KTÜ Orman Fakültesi Orman koruma ders notları. (Online erişim: https://www.ktu.edu.tr/dosyalar/15_01_02_c2f03.pdf)

Bilgili, E. (2014b). Orman yangınlarının orman ekosistemleri üzerindeki etkileri. KTÜ Orman Fakültesi, Orman koruma ders notları. (Online erişim: http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/15_01_02_ab8fa.pdf)

Boydak, M., Işık, F. & Doğan, B. (1998). The effect of prescribed fire on the natural regeneration success of Lebanon Cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) at Antalya-Kaş locality. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, **22**, 399-404.

Caon, L., Vallejo, V.R., Ritsema, C.J. & Geissen, V. (2014). Effects of wildfire on soil nutrients in Mediterranean ecosystems. *Earth Sci. Rev.*, **139**, 47-58. DOI: 10.1016/j.earscirev.2014.09.001

Çepel, N. (1975). Antalya-Düzlerçamı orman topraklarının faydalanılabilir su kapasitesi ve azot miktarı ile bunların meşçere boy artımı üzerine etkileri. *İÜ Orm. Fak. Derg.*, **25**(1/A),42-60.

Çepel N. (1988). Orman Ekolojisi. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No:287, İstanbul.

Certini, G. (2005). Effects of fire on properties of forest soils: a review. *Oecologia*, **43**, 1-10.

- Coşkan, A., Gök, M. & Doğan, K. (2006). Anız yakılmış ve yakılmamış parseller üzerine uygulanan tütün atığının soyada biyolojik azot fiksasyonuna ve verime etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, **12**(3), 239-245.
- Daubenmire, R.F. (1974). *Plant and environment*. A Texbook of Plant Autecology. J. Wiley and Sons, Newyork.
- Doğanay, H. & Doğanay, S. (2004). Türkiye’de orman yangınları ve alınması gereken önlemler. *Doğu Coğrafya Dergisi*, **9**(11), 31-48.
- Downing, T.A., Imo, M., Kimanzi, J. & Otinga, A.N. (2017). Effects of wildland fire on the tropical alpine moorlands of Mount Kenya. *CATENA*, **149**, 300-308.
- Ekinci, H., Kavdır, Y., Yüksel, O., İlay, R., Yiğini, Y. & Sungur, A. (2011). Çanakkale ve çevresinde meydana gelen orman yangınlarının toprak özelliklerine etkisi. *Çanakkale Tarımı Sempozyumu*. Çanakkale.
- Eron, Z. & Gürbüzler, E. (1988). Marmaris 1979 yılı orman yangını ile toprak özelliklerinin değişimi ve kızılçam gençliğinin gelişimi arasındaki ilişkiler. OAE Teknik Bülten No: 195, Ankara, 50 s.
- Fernandes, P., Matt Davies, G., Fernández, C., Moreira, F., Rigolot, E., Stoof, C., Vega, J.A. & Molina, D. (2013). Prescribed burning in southern Europe: developing fire management in a dynamic landscape. *Front. Ecol. Environ.*, **11**, 4-14.
- Fernández-García, V., Marcos, E., Fernández-Guisuraga, J.M., Taboada, A., Suárez-Seoane, S. & Calvo, L. (2019a). Impact of burn severity on soil properties in a *Pinus pinaster* ecosystem immediately after fire. *Int J Wildland Fire*, **28**(5), 354-364.
- Ferran, A., Delitti, W. & Vallejo, V.R. (2005). Effects of fire recurrence in *Quercus coccifera* L. shrublands of the Valencia Region (Spain) II. plant and soil nutrients. *Plant Ecology* **177**, 71-83.
- Franco, M., Stefanuto, E.B., Úbeda, X. & Pereira, P. (2019). Long-term impact of prescribed fire on soil chemical properties in a wildland-urban interface. Northeastern Iberian Peninsula. *Sci Total Environ*, **689**, 305-311.
- Fultz, L.M., Moore-Kucera, J., Dathe, J., Davinic, M., Perry, G., Wester, D., Schwilk, D.W. & Rideout-Hanzak, S. (2016). Forest wildfire and grassland prescribed fire effects on soil biogeochemical processes and microbial communities: two case studies in the semi-arid Southwest. *Appl Soil Ecol.*, **99**, 118-128.
- Granged, A.J.P., Jordán, A., Zavala, L.M., Muñoz-Rojas, M. & Mataix-Solera, J. (2011). Short-term effects of experimental fire for a soil under eucalyptus forest (SE Australia). *Geoderma*, **167-168**, 125-134.
- Gülcur, F., (1974). *Toprağın fiziksel ve kimyasal analiz metodları*. İ.Ü.Orman Fakültesi Yayın No: 201, İstanbul.
- Heydari, M., Rostamy, A., Najafi, F. & Dey, D.C. (2017). Effect of fire severity on physical and biochemical soil properties in Zagros oak (*Quercus brantii* lindl.) forests in Iran. *J. For. Res.*, **28**, 95-104. DOI: 10.1007/s11676-016-0299-x.
- Hosseini, M., Geissen V., González-Pelayo, O., Serpa, D., Machado, A.I., Ritsema, C. & Keizer J.J. (2017). Effects of fire occurrence and recurrence on nitrogen and phosphorus losses by overland flow in maritime pine plantations in north-central Portugal. *Geoderma*, **289**, 97-106.
- Kalra, Y.P. & Maynard, D.G. (1991). Methods manual for forest soil and plant analysis. *Forestry Canada Northern Forestry Publication*. Alberta, Canada.
- Kara, E. & Sezer, İ. (1992). Anız Yakma. *Ekoloji*, **5**, 18-22.
- Kantarci, M.D. (1987). *Toprak İlimi*. İstanbul Üniversitesi: Orman Fakültesi Yayınları, No: 3444, O.F. Yay. No: 370 s.
- Kemper, W.D. & Rosenau, R.C. (1986). *Aggregate Stability and Size Distribution*. In: Klute, A., Ed., *Methods of Soil Analysis*. Part 1. Physical and Mineralogical Methods, 2nd Edition, Soil Science Society of America Agronomy Monograph No. 9, 425-442.
- Kılıç, Ş., Doğan, K. & Görücü Keskin, S. (2013). Yanlış arazi kullanımı ve anız yakma sorununa çözüm önerileri. *Adnan Menderes Üniversitesi Tralleis Elektronik Dergisi*, **1**, 36-44.
- Kurt, B. (2014). *Türkiye’de orman yangınlarının coğrafi dağılışı*. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Lizundia-Loiola, J., Franquesa, M., Khairoun, A. & Chuvieco, E. (2022). Global burned area mapping from Sentinel-3 synergy and VIIRS active fires. *Remote Sens. Environ.* **282**, 113298.
- Moya, D., González-De Vega, S., Lozano, E., García-Orenes, F., Mataix-Solera, J., Lucas-Borja, M.E. & de Las, H.J. (2019). The burn severity and plant recovery relationship affect the biological and chemical soil properties of *Pinus halepensis* Mill. stands in the short and mid-terms after wildfire. *J Environ Manage*, **235**, 250-256.

- Neary, D.G., Ryan, K.C. & DeBano, L.F., (2005).** *Wildland fire in ecosystems: effects of fire on soils and water* (No. RMRS-GTR-42-V4). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Ft. Collins, CO. DOI: [10.2737/RMRS-GTR-42-V4](https://doi.org/10.2737/RMRS-GTR-42-V4)
- Neyişçi, T. (1989).** Kızılçam orman ekosistemlerinde denetimli yakmanın toprak kimyasal özellikleri ve fidan gelişimi üzerine etkileri. *Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten*, **205**, 56 sayfa Ankara.
- Norouz, M. & Ramezanzpour, H. (2013).** Effect of fire on chemical forms of iron and manganese in forest soils of Iran. *Environ. Forensics*, **14**, 169-177.
- Özyuvacı, N. (1978).** *Kocaeli Yarımadası topraklarında erozyon eğiliminin hidrolojik toprak özelliklerine bağlı olarak değişimi*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi. Orman Fakültesi Yayın No: 233. İstanbul.
- Pereira, J.M.C., Oom, D., Silva, P.C. & Benali, A. (2022).** Wild, tamed, and domesticated: three fire macroregimes for global pyrogeography in the anthropocene. *Ecol. Appl.*, **32**(6), e2588
- Pereira, P., Übeda, X., Mataix-Solera, J., Martín, D., Oliva, M. & Novara, A. (2013).** Short-term spatio-temporal spring grassland fire effects on soil colour, organic matter and water repellency in Lithuania. *Solid Earth Discuss*, **5**(2), 2119-2154.
- Rahimi, S., Sharif, Z. & Mastrolonardo, G. (2020).** Comparative study of the effects of wildfire and cultivation on topsoil properties in the Zagros forest. *Iran Eurasian Soil Sci.*, **53**(11), 1655-1668.
- Savcı, S. & Bağdatlı, M.C. (2016).** Anız Yakmanın Çevre Üzerine Olan Etkileri ve Çözüm Önerileri. *I. Uluslararası Şehir, Çevre ve Sağlık Kongresi*, 11-15 Mayıs, s.109-113.
- Scharenbroch, B.C., Nix, B., Jacobs, K.A. & Bowles, M.L. (2012).** Two decades of low-severity prescribed fire increases soil nutrient availability in a Midwestern, USA oak (*Quercus*) forest. *Geoderma*, **183**, 80-91.
- Shrestha, B.M. & Chen, H.Y. (2010).** Effects of stand age, wildfire and clearcut harvesting on forest floor in boreal mixedwood forests. *Plant Soil*, **336**(1), 267-277.
- Silme, R. S., Gümrükçü, E., Özkan, C. F. & Baysal, Ö. (2015).** Anız Yakmanın Toprakta Mikroflora Dinamiğine Olan Etkileri. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR*, **13**(1), 47-51.
- Tüfekcioglu, A., Kucuk, M., Saglam, B., Bilgili, E. & Altun, L. (2010).** Soil properties and root biomass responses to prescribed burning in young corsican pine (*pinus nigra* arn.) stands. *Journal of Environmental Biology*, **31**, 369-373.
- Ulery, A.L. & Graham, R.C. (1993).** Forest fire effects on soil color and texture. *Soil Science Society of America Journal*, **57**, 135-140.
- URL 1. (2016).** <http://www.tema.org.tr/Sayfalar/CevreKutuphanesi/> Toprak Erozyonu.
- Valkó, O., Deák, B., Magura, T., Török, P., Kelemen, A., Tóth, K., Horváth, R., Nagy, D.D., Debnár, Z., Zsigrai, G., Kapocsi, I. & Tóthmérész, B. (2016).** Supporting biodiversity by prescribed burning in grasslands - A multi-taxa approach. *Sci. Total Environ.*, **572**, 1377-1384.
- Varela, M.E., Benito, E. & Keizer, J.J. (2015).** Influence of wildfire severity on soil physical degradation in two pine forest stands of NW Spain. *Catena*, **133**, 342-348
- Weninger, T., Filipović, V., Mešić, M., Clothier, B. & Filipović, L. (2019).** Estimating the extent of fire induced soil water repellency in Mediterranean environment. *Geoderma*, **338**, 187-196.
- Yılmaz, E. (2016).** Yanan orman alanlarının rehabilitasyonu ve yangına dirençli ormanlar tesis projesi (YARDOP) üzerine bir inceleme. *Ormanlık Araştırma Dergisi*, Sayfa 14-28.
- Yusiharni, E. & Gilkes, R.J. (2012).** Changes in the mineralogy and chemistry of a lateritic soil due to a bush fire at wundowie, Darling range, Western Australia. *Geoderma*, **191**, 140-150. DOI: [10.1016/j.geoderma.2012.01.030](https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2012.01.030).