



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

<http://dergi.toprak.org.tr>



Çanakkale (Eceabat, Akbaş Şehitliği) orman yangınıyla bazı fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin zamansal değişiminin belirlenmesi

Mehmet Parlak *

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lapseki Meslek Yüksekokulu, Lapseki, Çanakkale

Özet

Özellikle Akdeniz tipi ekosistemlerde yangınların neden olduğu toprakların fiziko-kimyasal özelliklerinin değişmesi arazi bozulmasına neden olan faktörlerden biri olarak düşünülmektedir. Araştırma alanı Güney Marmara Bölgesi'ndeki Çanakkale' nin Akbaş Şehitliği'nde Pinus brutia'nın baskın olduğu Akdeniz ekosisteminde yer almaktadır. Yangından 1 ay, 1 yıl, 2 yıl ve 3 yıl sonra yanan ve yanmayan alanlardan 0-5 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinde bünye, agregat stabilitesi, pH, elektriksel iletkenlik (EC), kireç (CaCO₃), organik madde ve yarıyışıl element (P, K, Ca ve Mg) analizleri yapılmıştır. Araştırma alanındaki yanan ve yanmayan toprakların kil, silt, kum yüzdeleri farklılık göstermemiştir. Akbaş'taki orman yangınında toprakların agregat stabilitesi ve pH'sı yanmayan alana göre yanan alanda daha yüksek olmasına rağmen istatistik olarak önemli fark bulunmamıştır. Çalışma alanında yanmayan topraklara göre yanan toprakların EC, organik madde, P, K, Ca ve Mg içerikleri artış göstermiştir. Akbaş'taki yanmayan alanlarda CaCO₃ 1.65 kat daha fazla saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Toprak özellikleri, yangın, Akdeniz ormanı

The determination of temporal changes in the some physical and chemical properties of soil due to forest fire in Canakkale (Eceabat)

Abstract

The change of the physico-chemical properties of soils caused by fires can be considered as one of the leading factor for land degradation, especially in a Mediterranean type ecosystems. The study sites is located in a Mediterranean ecosystem dominated by Pinus brutia southern Marmara, Turkey (Akbas, Canakkale). Soil samples were collected from the surface layer (0-5 cm depth) of the burnt and unburnt areas, 1 month, 1, 2 and 3 years after the wildfire. Texture, aggregate stability, pH, electrical conductivity (EC), lime (CaCO₃), organic matter and available element contents (P, K, Ca, and Mg) were analyzed in the soil samples. Differences were not observed in clay, silt and sand contents of burnt and unburnt soils in research site. Although aggregate stability and pH contents of burnt soils were higher than unburnt soils in Akbas, no statistically significant difference was found. EC, organic matter, P, K, Ca, and Mg contents of burnt soils compared to unburnt soils increased. CaCO₃ contents of unburnt sections of Akbas were respectively 1.65 times higher than burnt sections

Keywords: Soil properties, wildfire, Mediterranean forest

© 2018 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Ülkemizde her yıl orman yangınları binlerce hektarlık orman alanını etkileyerek trilyonlarla ifade edilen yangınla mücadele masrafına, can, mal ve kısa süre içerisinde yerine getirilmesi mümkün olmayan değer kayıplarına yol açmaktadır. Ayrıca, artan nüfus sonucu ormanlar üzerinde olan baskı artmakta ve ormanların hızla yok olmasına neden olmaktadır. Ormanların tahribi ve ormansızlaşma ise toprakların erozyon yoluyla kaybedilmesine, flora, fauna ve sahip olduğu genetik potansiyelin yok olmasına, iklim sisteminde değişikliklere (sera etkisi, küresel ısınma) atmosferik kirliliğe (SO₂, NO₂, CO ve partikül etkisi)

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0286 522 61 04

E-posta : mehmetparlak06@hotmail.com

Geliş Tarihi : 07 Şubat 2018

Kabul Tarihi : 02 Nisan 2018

e-ISSN : 2146-8141

neden olmakta, su düzeninin bozulması sonucunda çölleşme, sel, heyelan, çamur akışı, siltasyon, çığ ve kuraklık gibi felaketleri de beraber getirmektedir.

Türkiye’de 1988-2007 yılları arasındaki orman yangınlarının çıkış nedenleri dağılımına bakıldığında %58’inin ihmal (piknik ateşi, anız yakımı, sigara vb.), %17.3’ünün bilinmeyen nedenlerden, %14.4’ünün doğal (yıldırım) ve %10.3’ünün kasıtlı olduğu (kundaklama, tarla açma vb.) saptanmıştır (Anonim, 2007). Bu verilerden anlaşılacağı gibi ülkemizdeki orman yangınlarının esas nedenini insan faktörü oluşturmaktadır. Çanakkale ili orman yangınlarına hassaslık bakımından 1. derecede hassas bölge içerisinde yer almaktadır. Çanakkale’de son on yılda yangın başına düşen yanan alan miktarı 16.5 ha’ dır. 2006 yılında Çanakkale’de 49 orman yangını çıkmış ve 45.2 ha orman alanı zarar görmüştür (Anonim, 2009).

Yangının etkisi birçok faktöre göre değişmekle birlikte (vegetasyon tipi, yangın mevsimi, yangını takip eden hava halleri, yangının tekrarlanma derecesi, süresi ve şiddeti), toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini, organik ve mineral kaynaklarını ve mikrobiyal popülasyonunu değiştirir (Çepel, 1975). Yangın ekosistemlerde bitki besin maddelerinin serbest kalmasına, bitki besin maddelerinin alınabilirliğinin artmasına veya azalmasına neden olur. Yangın şiddeti, süresi, tekrarlama derecesi topraktaki değişimi yönlendiren esas faktörlerdir. Yangın sonrası bitki besin maddesi içeriği topoğrafya, vegetasyon, ölü örtünün kalınlığı ve toprak tipinden etkilenir. Farklı faktörler arasındaki etkileşim yanmış vejetasyondaki besin elementlerinin serbest kalmasına, besin elementlerinin formunda değişikliklere, besin elementlerinin uçucu halde atmosferik kayıplarına ve erozyonla bitki besin elementlerinin kaybı gibi süreçlere neden olur. Yangın kısa ve uzun dönemde toprak verimliliği ve çevreyi etkileyerek bitki besin maddesi kapsamını da etkiler (Caon ve ark., 2014).

Giovannini ve ark. (1987) Sardinya (İtalya) toprağında yaptıkları kontrollü yangında, yangın öncesi ve sonrası fizikokimyasal toprak özelliklerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, yangından 3 yıl sonra organik madde ve agregat stabilitesinin yangın öncesi durumuna döndüğünü belirlemişlerdir. Kennard ve Gholz (2001) Bolivya’da ki tropikal ormanda kontrollü yangınların (şiddetli ve hafif) toprak özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Şiddetli ve hafif yangınların toprak pH’ sı, ekstrakte edilebilir Ca, K, Mg, P istatistik olarak önemli ölçüde artırdığını, hafif yangınların ise organik madde ve toprak fiziksel özelliklerini değiştirmediğini bildirmişlerdir. Badia ve Marti (2003) yangının şiddetinin artmasıyla 0-15 cm derinlikteki toprakta Mg ve K’un arttığını; Ca’un ise azaldığını saptamışlardır. Pardini ve ark. (2004) İspanya’da Girona ilindeki 5 farklı çevredeki orman yangınlarının toprak özelliklerinde, erozyonda ve besin maddesi kapsamında belirgin bir azalmaya neden olduğunu belirtmişlerdir.

Ekinci (2006) Çanakkale’nin Lapseki ilçesindeki yanmış ve yanmamış orman alanlarının bazı fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerini saptamıştır. Araştırmacı yanan alanlardaki toprak özelliklerinden elektriksel iletkenlik, alınabilir fosfor ve potasyumun yanmamış alanlardakine göre istatistik olarak önemli farklılık gösterdiğini belirtmiştir. Kara ve Bolat (2009) karaçam plantasyonundaki yangından 2 ay sonra toprak örnekleri almışlardır. Araştırmacılar yanmamış alanlara göre yanmış alanlarda organik karbon, toplam azot ve elektriksel iletkenlik değerlerini daha yüksek bulmuşlardır. Tavşanoğlu ve Gürkan (2010) kızılçamın (Pinus brutia Ten.) baskın olduğu Marmaris ormanında farklı zamanlarda yanmış 6 alan ve uzun zamandır yanmamış 2 alandaki toprakların kimyasal ve fiziksel özelliklerini saptamışlardır. Araştırılan alanda toprak bünyesinin değişmediğini; yanmamış alanlarda organik maddenin yüksekten yanmış alanlarda birbirine benzer olduğunu saptamışlardır. Değişebilir kanyonlar, elektriksel iletkenlik, pH, CaCO₃ bakımından 3 yıl önce yanmış alan ve diğer alanlar arasında istatistik olarak önemli bir fark olmadığı belirtilmiştir.

Yıldız ve ark. (2010) Batı Akdeniz Bölgesi’ndeki Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü sahasındaki 5 farklı zamanda yanmış (yanmamış, yeni yanmış, 1 yıllık yanmış, 2 yıllık yanmış ve 8 yıllık yanmış) alanlardaki toprakların C, N, P ve Mg konsantrasyonları bakımından istatistik olarak farklılık gösterdiğini saptamışlardır. Badia ve ark. (2014) kuzeydoğu İspanya’da Aleppo çam ormanındaki Rendzic Phaeozem’deki toprak organik karbonu ve bitki besin maddesi kapsamını cm ölçeğinde araştırmışlardır. Ciddi yangın tarafından etkilenen toprak derinliği yangından bir hafta ve bir yıl sonra araştırılmıştır. Yangından 1 hafta sonra yanmış alanlarda 0-1 cm derinlikte organik karbon önemli ölçüde azalmasına rağmen Ca, Mg, K ve P önemli ölçüde artmıştır. Yangından 1 yıl sonra üst 1 cm derinlikteki toprak organik karbonu yanmış alanlarda ve yanmamış alanlarda aynı düzeyde bulunmuştur. Berber ve ark. (2015) Uludağ’da (Bursa) kestane, doğu kayını ve kızılçamın mevcut olduğu ormandaki yüzey yangınının toprak özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Toprak azotu ve organik maddenin yangından etkilenmediğini, toprak derinliği ve mevsimden etkilendiğini belirtilmiştir. Elektriksel iletkenlik derin katmana (15-30 cm) göre yüzeyde (0-15 cm) daha yüksek bulunmuştur. Yangın toprak pH’sında artışa, alınabilir P’ da ise azalışa neden olmuştur. Toprak bünyesi

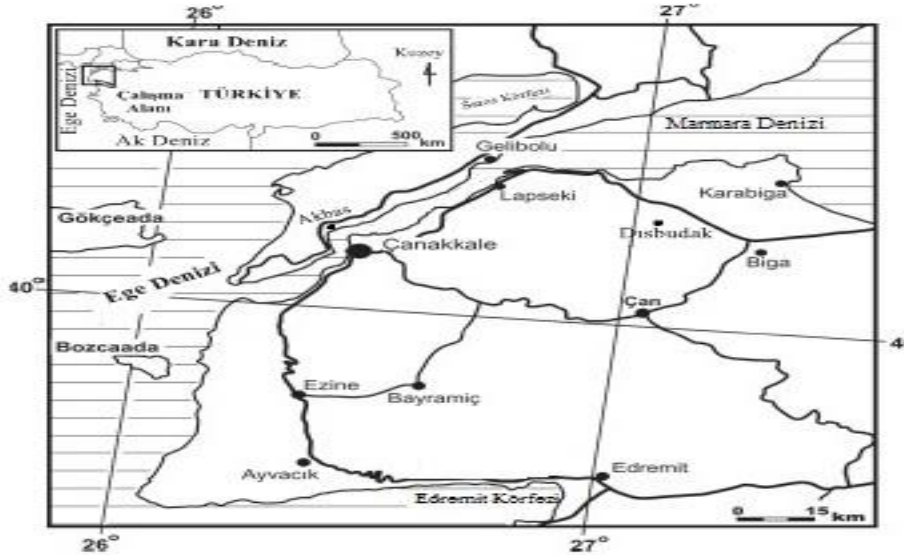
yangından sonra hafif ölçüde değişim göstermiştir. [Mirzaei \(2016\)](#) batı İran' da Zagros dağlarında meşenin baskın olduğu ormanlarda antropojenik (insan kaynaklı) yangınların toprağın çeşitli bileşenlerine etkisini belirlemek için bir araştırma yapmıştır. Bu amaç için birbirine yakın 3 homojen (kontrol, 2 yıl önce yanan ve 8 yıl önce yanan) alan seçilmiştir. Potasyum 8 yıl önce yanan alanda, magnezyum ise 2 yıl önce yanan alanda artış göstermiştir. Yangından sonraki 8 yıl toprak faunası için gerekli koşulları iyileştirmede yeterli bulunmamıştır. [Parlak \(2015\)](#) Çanakkale'nin Bayramiç ilçesindeki Doğançı Köyü'nde yaptığı çalışmada yanmamış ve yanan alanlardaki toprakların kum, kil, elektriksel iletkenlik ve organik madde kapsamalarının istatistik olarak önemli farklılık gösterdiğini bildirmiştir.

Bu araştırmanın amacı Çanakkale' nin Ecebat İlçesi Akbaş Şehitliği'ndeki yanan ve yanmayan orman topraklarının 3 yıl boyunca bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini karşılaştırmaktır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı

Çanakkale ili, Türkiye' nin kuzey batısında, 40° 09' kuzey boylamı ile 26° 24' batı enlemleri arasında yer almaktadır (Şekil 1). Çanakkale tipik Akdeniz iklimine sahiptir ([Türkeş ve ark., 2002](#)). Bölgede uzun dönem ortalama yağış 629 mm, yıllık ortalama sıcaklık ise 14.9 °C dir (Anonim, 2008). Ecebat Akbaş Şehitliği ormanı %20-25 eğime sahip olup, ana materyali kum taşıdır. Toprak Kaynakları Dünya Referans Tabanına (WRB) göre Ecebat toprakları Rendzic Leptosol olarak sınıflandırılmıştır ([Jones ve ark., 2005](#)).



Şekil 1. Çalışma alanının konumu (Akbaş)

Ecebat- Akbaş Şehitliğindeki florayı oluşturan en önemli türler *Pinus brutia*, *Olea europae* var. *oleaster*, *Quercus coccifera* ve *Arbutus andrachne*' dir. Ecebat-Akbaş Şehitliğindeki orman yangını 10 Eylül 2006' da enerji nakil hattından çıkmış ve 18 hektarlık alan yangından zarar görmüştür. Bu yangında organik tabaka yanarak yok olmuş, mineral toprak yapısı ve rengi görülebilir şekilde (şiddetli derecede yangın) değişmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Ecebat-Akbaş Şehitliği orman yangını (A:1.yıl, B: 3.yıl)

Toprak örneklerinin alınması

Eceabat-Akbaş Şehitliğindeki toprak örnekleri hem yanmış hem de yanmamış alanlardan (kontrol) alınmıştır. Vejetasyon, yöney, yükseklik ve eğim bakımından benzer örnekleme noktaları seçilmiştir. Her örneklemede yanmış alandan 9, yanmamış alandan ise 9 olmak üzere toplam 18 toprak örneği GPS (coğrafi koordinat belirleme aleti) yardımıyla alınmıştır. Örnekleme rastgele örnekleme sistemine (random sampling) göre yapılmıştır. Toprak örnekleri alınmadan önce artık tabaka (litter) dikkatlice uzaklaştırılmış ve örnekler 0-5 cm derinlikten alınmıştır. Toprak örnekleri 2 mm' lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir. Örnekleme işlemi yangından sonraki farklı zamanlarda (1.ay, 1.yıl, 2.yıl, 3.yıl) yapılmıştır. Bu araştırma için alınan toprak sayısı 72 adettir (her bir örneklemede 18 tane x 4 farklı zaman x 1 çalışma alanı = 72).

Toprak analizleri

Toprak örneğinde yapılmış olan analizlerde standart yöntemler kullanılmıştır. Bünye analizi hidrometre metoduna göre yapılarak kum, silt ve kil miktarları belirlenmiştir (Gee ve Bauder, 1986). Agregat stabilitesi mikro agregatlarda (<0.25 mm) Yoder tipi ıslak eleme aletinde (Kemper ve Rosenau, 1986) yapılmıştır. Toprak reaksiyonu (pH) saturasyon çamurunda pH metre ile belirlenmiştir (Richards, 1954). Elektriksel iletkenlik (EC) saturasyon çamurunda EC metre aletiyle ölçülmüştür (Richards, 1954). Kireç Nelson (1982) tarafından bildirildiği şekilde Scheibler kalsimetresi ile volümetrik olarak tayin edilmiştir. Organik madde Smith ve Weldon metoduna göre Nelson ve Sommers (1982) tarafından bildirildiği şekilde yaş yakma yöntemine göre belirlenmiştir. Alınabilir fosfor Olsen ve Sommers (1982) tarafından bildirildiği şekilde 0.5 M sodyum bikarbonat (pH=8.5) ile ekstrakte edilerek ve askorbik asitte renklendirilerek spektrofotometrede standart seri eşliğinde okunmuştur. Alınabilir Ca, Mg ve K ekstrakt çözeltisi olarak 1 N amonyum asetat (pH=7.0) kullanılarak ekstrakta geçen potasyum miktarı alev-fotometrede, Ca ve Mg ise EDTA ile titrimetrik olarak (Thomas, 1982) yapılmıştır.

İstatistiksel değerlendirme

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde Minitab istatistik programı (version 16.0 for Windows) kullanılmıştır. Yanan ve yanmayan alanlardaki toprak özelliklerinin karşılaştırılmasında eş yapma t testinden (normal dağılım gösterenlerde) ve Mann-Whitney U testinden (normal dağılım göstermeyenlerde) yararlanılmıştır. Tespit edilen özellikler bakımından normallik ön şartının sağlanıp sağlanmadığının test edilmesinde Shapiro-Wilk testinden, varyansların homojenliğinin test edilmesinde ise Levene testinden yararlanılmıştır. Bulunan ortalamalar arasındaki farkın önemlilik kontrolü Duncan testi ile yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Örnekleme alanı ve örnek alma zamanına bağlı olarak alınan toprak örneklerinin kil, silt, kum, agregat stabilitesi, pH, EC, CaCO₃, organik madde, alınabilir P, K, Ca ve Mg özelliklerinde t testi ve Mann-Whitney U testi ile yanmış ve yanmayan alanlar arasındaki ilişkiler: 1.ayda Akbaş ormanından alınan toprakların silt, EC, CaCO₃, organik madde, alınabilir P, K, Ca ve Mg içerikleri (p<0.05) yanmış ve yanmayan alan arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Aralarında farklılık önemsiz olmakla birlikte yanmış alanlarda pH ve agregat stabilitesi daha yüksek; yanmayan alanlarda ise kil ve kum daha yüksek bulunmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. Akbaş orman yangınındaki toprak örneklerine ait bazı özellikler (1.ay) (ortalama±standart sapma)*

Özellik	Yanan	Yanmayan	Bağımsız 2 grup için t testi (p)	Mann-Whitney U testi (p)
Kil (%)	12.99±2.90	13.83±3.87	0.5660	
Silt (%)	28.30±2.70	25.09±4.92		0.0114*
Kum (%)	58.70±4.55	61.07±4.42		0.1309
Agregat stabilitesi (%)	49.33±14.46	44.72±17.70		0.6272
pH	7.48±0.07	7.47±0.10		0.5365
EC (dS m ⁻¹)	1.11±0.22	0.45±0.06		0.0004*
CaCO ₃ (%)	10.55±2.33	23.66±5.33		0.0004*
Organik madde (%)	6.76±0.52	4.25±1.59		0.0015*
Alınabilir P (mg kg ⁻¹)	70.00±27.95	15.78±6.76	0.0000*	
Alınabilir K (mg kg ⁻¹)	502.33±140.70	262.20±75.90		0.0008*
Alınabilir Ca (mg kg ⁻¹)	7198.10±993.60	5108.2±667.90		0.0004*
Alınabilir Mg (mg kg ⁻¹)	649.33±121.80	350.22±61.12		0.0004*

* p < 0.05

1.yılda Akbaş orman yangınında yanan ve yanmayan alandan alınan toprak örneklerinde silt, kum, EC, CaCO₃, organik madde, alınabilir P, K, Ca, Mg yönünden p<0.05 düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Bu özelliklerden EC, organik madde, alınabilir P, alınabilir K, alınabilir Ca ve Mg değerleri yanan alanda yanmayan alana göre daha yüksek değerlere sahip olmuştur. Aralarındaki farklılığın önemli olmamasına karşılık toprakların agregat stabilitesi ve pH değerleri yanan alanda daha yüksek bulunmuştur (Tablo 2).

Tablo 2. Akbaş orman yangınındaki toprak örneklerine ait bazı özellikler (1.yıl) (ortalama±standart sapma)*

Özellik	Yanan	Yanmayan	Bağımsız 2 grup için t testi(p)	Mann-Whitney U testi(p)
Kil (%)	12.09±3.56	15.68±3.41		0.5660
Silt (%)	26.94±4.16	31.49±4.21		0.0423*
Kum (%)	60.97±5.95	56.15±4.72		0.0341*
Agregat stabilitesi (%)	56.92±17.46	42.00±14.29	0.0660	
pH	7.41±0.07	7.39±0.03		1.0000
EC (dS m ⁻¹)	0.90±0.17	0.56±0.15		0.0031*
CaCO ₃ (%)	14.26±3.36	19.19±1.33		0.0017*
Organik madde (%)	6.22±1.02	5.09±1.06		0.0273*
Alınabilir P (mg kg ⁻¹)	40.33±23.90	21.33±10.30		0.0490*
Alınabilir K (mg kg ⁻¹)	359.10±143.00	261.80±48.00		0.0305*
Alınabilir Ca (mg kg ⁻¹)	6604.00±822.00	5108.00±668.00		0.0020*
Alınabilir Mg (mg kg ⁻¹)	511.00±117.90	351.89±62.48		0.0104*

* p < 0.05

2. yılda yanan ve yanmayan alandan alınan toprak örneklerinin EC, CaCO₃, organik madde, alınabilir P, K, Ca, Mg arasındaki farklılık p<0.05 düzeyinde önemli olurken diğer toprak özellikleri arasında önemli fark bulunmamıştır (Tablo 3). İstatistik olarak önemsiz çıkan toprak özelliklerinden %kum değeri yanmayan alanda daha yüksek iken kil, silt, agregat stabilitesi ve pH yanan alanda daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 3. Akbaş orman yangınındaki toprak örneklerine ait bazı özellikler (2.yıl) (ortalama±standart sapma)*

Özellik	Yanan	Yanmayan	Bağımsız 2 grup için t testi(p)	Mann-Whitney U testi(p)
Kil (%)	14.12±2.71	12.85±3.06		0.3772
Silt (%)	27.02±2.07	25.90±4.09		0.3099
Kum (%)	59.85±3.48	61.24±3.73		0.5962
Agregat stabilitesi (%)	55.64±14.14	48.25±4.27		0.5962
pH	7.52±0.08	7.39±0.22		0.1223
EC (dS m ⁻¹)	0.80±0.10	0.52±0.15		0.0036*
CaCO ₃ (%)	13.77±3.54	19.81±4.68		0.0092*
Organik madde (%)	5.82±0.49	5.12±0.41		0.0081*
Alınabilir P (mg kg ⁻¹)	29.89±7.39	32.22±16.02		0.0480*
Alınabilir K (mg kg ⁻¹)	221.56±37.81	295.78±40.91		0.0020*
Alınabilir Ca (mg kg ⁻¹)	6617.10±570.10	5628.60±898.70		0.0341*
Alınabilir Mg (mg kg ⁻¹)	486.44±75.84	362.00±28.64		0.0027*

* p < 0.05

3. yılda Akbaş' taki yanan ve yanmayan alandan alınan toprakların silt, EC, CaCO₃, organik madde ve alınabilir P, Mg bakımından p<0.05 düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Bu özelliklerden EC ve silt dışındakilerde yanmayan alandakiler daha yüksek değerlere sahip olmuştur. Önemsiz olmakla birlikte yanmayan alandan alınan toprakların %kil, %kum ve K içerikleri yanan alandan alınan topraklardan daha yüksek belirlenmiştir (Tablo 4).

Araştırma alanındaki toprakların kil, silt ve kum miktarları üzerine örnekleme alanı, zaman ve örnekleme alanı ve zaman etkileşimi istatistik olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo 5). Yangın toprak strüktürü, tekstür, porozite, infiltrasyon oranı ve su tutma kapasitesi gibi fiziksel özellikleri değiştirebilir. Yangının toprak fiziksel özelliklerini değiştirmesi yangın yoğunluğu, yangın şiddeti ve yangının görülme sıklığına bağlıdır. Genellikle yangınların çoğu yeterli toprak sıcaklığında olmadığı için fiziksel özelliklerde önemli değişiklik yapmazlar.

Agregat stabilitesi toprak kalitesini yansıtan parametrelerden birisidir ve fiziksel, kimyasal ile biyolojik toprak özellikleri ile yakından ilişkilidir. Toprakların agregat stabilitesi değerleri üzerine örnekleme alanı, zaman ile örnekleme alanı ve zaman etkileşimi istatistik olarak önemli fark meydana getirmemiştir (Çizelge 5). Yanan alanlarda agregat stabilitesi %52.86, yanmayan alanlarda ise %46.12 olarak belirlenmiştir. Agregat stabilitesi yangını etkileyen organik madde kapsamı, toprak mikrobiyolojisi, su iticiliği ve toprak

mineralojisi gibi özelliklerle ilişkili olduğu için yangınların agregat stabilitesine etkisi karmaşıktır. Bazı araştırmacılar yüksek şiddetteki orman yangını sonrası agregat stabilitesinin azaldığını, bazıları da arttığını saptamışlardır (Mataix-Solera ve ark., 2011). Parlak (2012) toprağı ısıtmanın, Llovet ve ark. (2009) ise yangının agregat stabilitesini önemli ölçüde artırdığını belirlemişlerdir. Campo ve ark. (2008) yüksek şiddetteki yangından 1 yıl sonra toprakların ortalama tane çapının azaldığını saptamışlardır. Akdeniz orman topraklarında vejetasyon organik maddenin fazlalaşmasıyla birlikte genellikle makro agregat stabilitesinin ve agregat büyüklüğünün artmasına katkıda bulunur.

Tablo 4. Akbaş orman yangınındaki toprak örneklerine ait bazı özellikler (3.yıl) (ortalama±standart sapma)*

Özellik	Yanan	Yanmayan	Bağımsız 2 grup için t testi(p)	Mann-Whitney U testi(p)
Kil (%)	14.74±2.53	15.72±3.42		0.6588
Silt (%)	30.64±4.94	25.71±4.36		0.0380*
Kum (%)	54.61±5.49	58.56±6.12		0.1223
Agregat stabilitesi (%)	49.58±16.56	49.53±9.13		0.6911
pH	7.54±0.04	7.51±0.04		0.1711
EC (dS m ⁻¹)	0.65±0.17	0.47±0.03		0.0041*
CaCO ₃ (%)	11.99±5.76	20.53±2.47		0.0104*
Organik madde (%)	4.05±1.13	5.35±1.28		0.0423*
Alınabilir P (mg kg ⁻¹)	16.00±4.21	18.00±3.32		0.0488*
Alınabilir K (mg kg ⁻¹)	235.89±103.90	268.89±72.17		0.3314
Alınabilir Ca (mg kg ⁻¹)	5443.66±513.60	5026.80±753.30		0.2164
Alınabilir Mg (mg kg ⁻¹)	342.33±48.75	266.56±72.98		0.0217*

* p < 0.05

Tablo 5. Akbaş Şehitliğindeki yanan ve yanmayan orman toprağının bazı fiziksel özellikleri (ortalama±standart sapma)*

	1.Ay	1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl	Ortalama
Kil (%)					
Yanan	12.99±2.90	12.09±3.56	14.12±2.71	14.74±2.53	13.48
Yanmayan	13.83±3.87	15.68±3.41	12.85±3.06	15.72±3.42	14.52
Ortalama	13.42	13.88	13.48	15.23	
p	Uygulama=0.175 Zaman=0.300 Uy.xZa.=0.171				
Silt (%)					
Yanan	28.30±2.70	26.94±4.16	27.02±2.07	30.64±2.94	28.23
Yanmayan	25.09±4.92	31.49±4.21	25.90±4.09	25.71±4.36	27.05
Ortalama	26.69	29.92	26.46	28.17	
p	Uygulama=0.221 Zaman=0.147 Uy.xZa.=0.095				
Kum (%)					
Yanan	58.70± 4.55	60.97±5.95	59.85±3.48	54.61±5.49	58.53
Yanmayan	61.07±4.42	56.15±4.72	61.24±3.73	58.56±6.12	59.25
Ortalama	59.89	58.56	60.54	56.58	
p	Uygulama=0.532 Zaman=0.086 Uy.xZa.=0.059				
Agregat stabilitesi (%)					
Yanan	49.33±14.46	56.92±17.46	55.64±14.14	49.58±16.56	52.86
Yanmayan	44.72±17.70	42.00±14.29	48.25±4.27	49.53±9.31	46.12
Ortalama	47.02	49.45	51.94	49.55	
p	Uygulama=0.0512 Zaman=0.782 Uy.xZa.=0.462				

* p < 0.05

Araştırmada bazı kimyasal toprak özelliklerinde örnekleme zamanına göre meydana gelen değişimler Tablo 6' da verilmiştir. Tablo 6' da görüldüğü gibi, incelenen kimyasal toprak özelliklerinde uygulama, zaman ve uygulamaxzaman etkileşimi istatistik olarak önemli farklar meydana getirmiştir. Yanan alandan 4 farklı zamanda alınan toprak örneklerinin pH ve EC değerleri yanmayan alanlardan daha yüksek çıkmış, pH değeri zamana bağlı olarak artarken (1. ayda 7.48 iken 3.yılda 7.53), EC değeri yanan alanlarda 1. aydaki örnekleme zamanında en yüksek çıkmıştır (1.11 dS m⁻¹). Bunun nedeni organik maddenin yanmasının ardından oluşan

külün inorganik formda Ca^{+2} , Mg^{+2} ve K^{+} içermesi ve bu elementlerin pH ile EC değerlerini yükseltmesidir (Iglesias ve ark., 1997; Kara ve Bolat, 2009). Ulery ve ark. (1993) yanan toprakların yüzey horizonlarındaki yüksek pH değerlerinin oksitler, hidroksitler ile K ve Na karbonatların oluşumundan kaynaklandığını belirtmişlerdir. EC değeri bir süre sonra absorpsiyon, yıkanma ve erozyon nedeniyle azalmıştır.

Toprakların kireç ve organik madde kapsamı üzerine, örnekleme alanı ve zaman etkileşimi istatistiki olarak önemli çıkmıştır (Tablo 6). 4 farklı dönemde yanan alanlardan alınan toprak örneklerindeki kireç kapsamı yanmayan alanlara göre düşük çıkmıştır. Bunun nedeni karbonatların CO_2 şeklindeki kaybıdır. Yanmayan alanlarda 1. ayda alınan toprak örneklerinde %23.66 ile en yüksek kireç içeriği elde edilmiştir. Toprak organik maddesi ise, yanan topraklarda daha yüksek olup, bu alanda 1. ayda alınan toprak örneklerinde %6.76 ile en yüksek bulunmuştur. Orman yangınları toprak organik maddesinin volatilizasyon ile kaybına neden olmaktadır. Yangının neden olduğu sıcaklık artışı ile organik karbon topraktan karbondioksit ya da metan olarak uzaklaşır ve atmosfere geçer (Bauhus ve ark., 1993; Arocena ve Opio 2003; Martin ve ark., 2012). Toprak organik karbonunun artışı kömür oluşumu, külün toprağa dahil olması, kısmen yanan odunsu parçaların ayrışması ve vejetasyonun iyileşmesiyle ilişkilidir (Caon ve ark., 2014).

Tablo 6. Akbaş Şehitliğindeki yanan ve yanmayan orman toprağının bazı kimyasal özellikleri (ortalama±standart sapma)*

	1.Ay	1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl	Ortalama
pH					
Yanan	7.48±0.07	7.41±0.07	7.52±0.08	7.54±0.04	7.49
Yanmayan	7.47±0.10	7.39±0.03	7.39±0.22	7.51±0.04	7.44
Ortalama	7.48 AB	7.40 C	7.45 BC	7.53 A	
p	Uygulama=0.073 Zaman=0.004* Uy.xZa.=0.223				
EC (dS m⁻¹)					
Yanan	1.11±0.22 a	0.90±0.17 a	0.80±0.10 a	0.65±0.17 a	0.86 A
Yanmayan	0.45±0.06 b	0.56±0.15 b	0.52±0.15 b	0.47±0.03 b	0.50 B
Ortalama	0.78 A	0.73 AB	0.66 B	0.56 C	
p	Uygulama=0.000* Zaman=0.0000* Uy.xZa.=0.000*				
CaCO₃ (%)					
Yanan	10.55±2.33 b	14.26±3.36 b	13.77±3.54 b	11.99±5.76 b	12.64 B
Yanmayan	23.66±5.33 a	19.19±1.33 a	19.81±4.68 a	20.53±2.47 a	20.80 A
Ortalama	17.11	16.73	16.79	16.26	
p	Uygulama=0.000* Zaman=0.931 Uy.xZa.=0.012*				
Organik madde (%)					
Yanan	6.76±0.52 a	6.22±1.02 a	5.82±0.49 a	4.05±1.13 b	5.71 A
Yanmayan	4.25±1.59 b	5.09±1.06 b	5.12±0.41 b	5.35±1.28 a	4.95 B
Ortalama	5.50 A	5.65 A	5.47 A	4.70 B	
p	Uygulama=0.002* Zaman=0.0031* Uy.xZa.=0.000*				
Alınabilir P (mg kg⁻¹)					
Yanan	70.00±27.95 a	40.33±23.9a	29.89±7.39 b	16.00±4.21 b	39.05 A
Yanmayan	15.78±6.76 b	21.33±10.3b	32.22±16.02 a	18.00±3.32 a	21.83 B
Ortalama	42.88 A	30.83 B	31.05 B	17.00 C	
p	Uygulama=0.000* Zaman=0.0000* Uy.xZa.=0.000*				
Alınabilir K (mg kg⁻¹)					
Yanan	502.33±140.7 a	359.1±143 a	221.56±37.81 b	235.89±103.90 b	329.72 A
Yanmayan	262.2±75.9 b	261.8±48 b	295.78±40.91 a	268.89±72.17 a	272.17 B
Ortalama	382.28 A	310.44 B	258.67 B	252.39 B	
p	Uygulama=0.010* Zaman=0.0000* Uy.xZa.=0.000*				
Alınabilir Ca (mg kg⁻¹)					
Yanan	7198.1±993.6 a	6604±822 a	6617.1±570.1 a	5443.6±513.6 a	6465.7 A
Yanmayan	5108.2±667.9 b	5108±668 b	5628.6±898.7 b	5026.8±753.3 b	5215.3 B
Ortalama	6147.9 A	5856.2 A	6122.8 A	5235.2 B	
p	Uygulama=0.000* Zaman=0.002* Uy.xZa.=0.011*				
Alınabilir Mg(mg kg⁻¹)					
Yanan	649.33±121.80 a	511±117.9 a	486.44±75.84 a	342.33±48.75 a	497.27 A
Yanmayan	350.22±61.12 b	351.8±62.4b	362.00±28.64 b	266.56±72.98 b	332.66 B
Ortalama	499.78 A	431.44 B	424.22 B	304.44 C	
p	Uygulama=0.000* Zaman=0.000* Uy.xZa.=0.000*				

* p < 0.05

Toprakların alınabilir fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) değerleri örnekleme alanı ve zamanın etkileşimine bağlı olarak değişmiş, bu değişim istatistiki olarak ($p < 0.05$ düzeyinde) önemli farklılıklar meydana getirmiştir (Tablo 6). Toprakların bu element içerikleri yanan topraklarda 1. aydaki örnekleme zamanında en yüksek çıkmış, buna göre 70 mg kg^{-1} P, $502.33 \text{ mg kg}^{-1}$ K, $7198.1 \text{ mg kg}^{-1}$ Ca ve $649.33 \text{ mg kg}^{-1}$ Mg olarak belirlenmiştir. Yanmış ve yanmamış toprakların P kapsamı 2. ve 3. yılda istatistiki olarak farklılık göstermiş, K kapsamı ise 1.20 kat artış göstermiştir. [Pardini ve ark. \(2004\)](#) yüksek intensitedeki yangından 6 ay sonra meşe ağaçları altındaki 0-10 cm derinlikteki toprakta alınabilir P kapsamının arttığını bildirmişlerdir. [Badia ve Marti \(2003\)](#) yangından sonra alınan toprak örneklerinde alınabilir P kapsamında önemli artış görüldüğünü saptamışlardır. A horizonundaki P artışının nedenleri alınabilir fosforun hızlıca mineral fosfora dönüşmesi ile apatit gibi çözünemeyen fosfor formlarından kaynaklanmaktadır ([Kutiel ve Shaviv, 1992](#)). Toprak fosfor kapsamındaki değişim genellikle yangın sırasındaki toprak sıcaklığına göre değişir ve yanan topraklarda artma eğilimindedir ([Parlak, 2012; Marcos ve ark. 2007](#)). Yanan topraktaki fosfor artışı iki etkenle ilişkilidir: 1) Külde fosfor kapsamının artması 2) Isınma nedeniyle organik fosforun mineralizasyonu. Yakma organik fosforu bitkilere yararlı formda olan ortafosfata dönüştürür ([Badia ve ark., 2014; Marcos ve ark., 2007](#)). Yangının fosfor yayırlılığı bakımından olumlu etkisi aylar ile yıllar aralığında değişebilir ([Certini, 2005](#)). Yanmamış alana göre yanmış alandaki potasyumun arttığı sonucu [Ekinçi \(2006\)](#) tarafından da bulunmuştur.

Toprakların Ca kapsamı, yanan alanlarda zamana göre gittikçe azalırken, yanmamış alanlarda istatistiki olarak aynı grupta bulunmalarına rağmen rakamsal olarak artmıştır. Mg içeriği ise yanmış ve yanmamış alanlardaki 4 örnekleme zamanında da azalma göstermiştir (Tablo 6). [Norouzi ve Ramezanzpour \(2013\)](#) İran'daki çam ormanlarında yaptıkları araştırmada yangının K, Ca, Mg ve alınabilir P kapsamını artırdığını bildirmişlerdir. A ve O horizonundaki katyon (Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , Na^+) kayıpları yangından sonra toprak yüzeyinde biriken külün kaybına neden olan erozyon süreciyle ilişkilidir. Topraktaki katyonlar yüksek volatilizasyon sıcaklıkları nedeniyle kaybolmazlar, fakat yüzey akış ve erozyonla kaybolurlar ([Caon ve ark. 2014](#)). [Tomkins ve ark. \(1991\)](#) okalıptüs ormanında yangından sonra yüzey toprağındaki K, Mg konsantrasyonlarının değişimlerinin 6 ay kadar sürdüğünü, Ca konsantrasyonunun ise 2 yıldan sonra normal hale döndüğünü belirtmişlerdir.

Sonuç

Akbaş Şehitliği'ndeki şiddetli orman yangını yanmış ve yanmamış alanlardaki toprakların bünyesi, agregat stabilitesi ve pH'sı bakımından farklılık oluşturmamıştır. Yanmış alanda bazı katyonların (K, Ca ve Mg) artması sonucu elektriksel iletkenlik artış göstermiştir. Akbaş' ta yanan ve yanmayan topraklar arasında elektriksel iletkenlik, CaCO_3 , organik madde, alınabilir P, K, Ca ve Mg bakımından istatistik olarak fark saptanmıştır.

Yangının toprak özelliklerine etkisinin zamana bağlı olarak değiştiği saptanmıştır. Yangının etkisi zamanla beraber yangının şiddetine, yangının süresine, yangın sıcaklığına, toprak tipine ve vejetasyona göre değişebilir. Yangın toprak verimliliğini geçici olarak iyileştirir. Fakat organik madde zamanla yok olacağından eğimin de etkisiyle toprak erozyonu hızlanır, su kaynaklarında kirlenme, sediment birikimi başlar ve böylece orman ekosistemlerinde bozulma hızlanır.

Orman ekosistemlerinde yangının etkisini azaltmak için toprak stabilizasyon ve rehabilitasyon yöntemlerine başvurulmalıdır. Akbaş'taki araştırma alanında eğimin fazla olması nedeniyle yangından sonra toprağa sentetik polimer püskürtülmeli, tohumlama ve malçlama yapılmalı, yangına dayanıklı olan ağaç türleri yetiştirilmelidir.

Teşekkür

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: 2011/119.

Kaynaklar

- Anonim, 2007. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ormanlık İstatistikleri. Yayın no: 371, 59s.
- Anonim, 2008. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Çanakkale İklim Verileri (yayınlanmamış).
- Anonim, 2009. Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü Orman İşletme Şeflikleri Amenajman Planlaması, Çanakkale.
- Arocena JM, Opio C, 2003. Prescribed fire-induced changes in properties of sub-boreal forest soils. *Geoderma* 113(1-2): 1-16.
- Badia D, Marti C, 2003. Plant ash and heat intensity effects on chemical and physical properties of two contrasting soils. *Arid Land Research and Management* 17(1): 23-41.

- Badia D, Marti C, Aguirre AJ, Aznar JM, Gonzalez-Perez JA, Rosa JMDL, Leon J, Ibarra P, Echeverria 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.
- Bauhus J, Khanna PK, Raison RJ, 1993. The effect of fire on carbon and nitrogen mineralization and nitrification in an Australian forest soil. *Australian Journal of Soil Research* 31(5): 621-639.
- Berber AS, Tavşanoğlu Ç, Turgay OC, 2015. Effects of surface fire on soil properties in a mixed chestnut-beech-pine forest in Turkey. *Flamma* 6(2): 78-80.
- Campo J, Gimeno-García E, Andreu V, Gonzalez-Pelayo O, Rubio JL, 2008. Aggregation of under canopy and bare soils in a Mediterranean environment affected by different fire intensities. *Catena* 74(3): 212-218.
- Caon L, Vallejo VR, Ritsema CJ, Geissen V, 2014. Effects of wildfire on soil nutrients in Mediterranean ecosystems. *Earth-Science Reviews* 139: 47-58.
- Certini G, 2005. Effects of fire on properties of forest soils: A review. *Oecologia* 143(1): 1-10.
- Çepel N, 1975. Orman yangınlarının mikroklima ve toprak özellikleri üzerine yaptığı etkiler. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 25(1): 71-93.
- Ekinci H, 2006. Effect of forest fire on some physical, chemical and biological properties of soil in Çanakkale, Turkey. *International Journal of Agriculture and Biology* 8(1): 102-106.
- Gee GW, Bauder JW, 1986. Particle-size analysis. In: *Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods* (ed. Klute A), ASA, SSSA, Agronomy No: 9. Madison, Wisconsin, USA, pp. 383-412.
- Giovannini G, Lucchesi S, Giachetti M, 1987. The natural evolution of a burned soil: A three-year investigation. *Soil Science* 143(3): 220-226.
- Iglesias T, Cala V, Gonzales J, 1997. Mineralogical and chemical modifications in soils affected by a forest fire in the Mediterranean area. *Science of The Total Environment* 204(1): 89-96.
- Jones A, Montanarella L, Jones R, 2005. Soil Atlas of Europe. European Soil Bureau Network. European Commission, 128 p.
- Kara O, Bolat I, 2009. Short-term effects of wildfire on microbial biomass and abundance in black pine plantation in Turkey. *Ecological Indicators* 9(6): 1151-1155.
- Kemper WD, Rosenau RC, 1986. Aggregate stability and size distribution. In: *Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods* (ed. Klute A), ASA, SSSA, Agronomy No: 9. Madison, Wisconsin, USA, pp. 425-442.
- Kennard DK, Gholz HL, 2001. Effects of high- and low-intensity fires on soil properties and plant growth in a Bolivian dry forest. *Plant and Soil* 234(1): 119-129.
- Kutiél P, Shaviv A, 1992. Effects of soil type, plant composition and leaching on soil nutrients following a simulated forest-fire. *Forest Ecology and Management* 53(1-4): 329-343.
- Llovet J, Ruiz-Valera M, Josa R, Vallejo VR, 2009. Soil responses to fire in Mediterranean forest landscapes in relation to previous stage of land abandonment. *International Journal of Wildland Fire* 18: 222-232.
- Marcos E, Tarrega R, Luis E, 2007. Changes in a Humic Cambisol heated (100-500 °C) under laboratory conditions: The significance of heating time. *Geoderma* 138(3-4): 237-243.
- Martin A, Diaz-Ravin M, Carballas T, 2012. Short and medium term evolution of soil properties in Atlantic forest ecosystems affected by wildfires. *Land Degradation and Development* 23: 427-439.
- Mataix-Solera J, Cerda A, Arcenegui V, Jordan A, Zavala LM, 2011. Fire effects on soil aggregation: A review. *Earth-Science Reviews* 109(1-2): 44-60.
- Mirzaei J, 2016. Impacts of two spatially and temporally isolated anthropogenic fire events on soils of oak-dominated Zagros forests of Iran. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 40: 109-119.
- Nelson DW, Sommers LE, 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties* (eds: Page, AL, Miller RH, Keeney, DR), ASA, SSSA, Agronomy No: 9. Madison, Wisconsin, USA, pp. 539-580.
- Nelson RE, 1982. Carbonate and gypsum. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties* (eds: Page AL, Miller RH, Keeney DR). ASA, SSSA, Agronomy No: 9. Madison, Wisconsin, USA, pp. 181-198.
- Norouzi M, Ramezani H, 2013. Effect of fire on soil nutrient availability in forestes of Gulian, North of Iran. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences* 8(1): 157-170.
- Olsen SR, Sommers LE, 1982. Phosphorus. In: *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbial Properties* (eds: Page AL, Miller RH, Keeney DR), Agronomy Monograph 9. ASA and SSSA, Madison, Wisconsin, USA, pp. 403-430.
- Pardini G, Gispert M, Dunjo G, 2004. Relative influence of wildfire on soil properties and erosion processes in different Mediterranean environments in NE Spain. *Science of The Total Environment* 328(1-3): 237-246.
- Parlak M, 2012. Effect of heating on some physical, chemical and mineralogical aspects of forest soil. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 13(19): 143-152.
- Parlak M, 2015. Effects of wildfire on runoff and soil erosion in the Southeastern Marmara Region, Turkey. *Ekoloji* 24(94): 43-48.
- Richards LA, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. United States Salinity Laboratory Staff, USDA. Handbook 60, Washington 25, D.C. 160 p.
- 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 (1): 71-76.

-
- Thomas GW, 1982. Exchangeable cations. In: Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbial Properties (eds: Page AL, Miller RH, Keeney DR), Agronomy Monograph 9. ASA and SSSA, Madison, Wisconsin, USA, pp.159-166.
- Tomkins IB, Kellas JD, Tolhurst KG, Oswin DA, 1991. Effects of fire intensity on soil chemistry in a eucalypt (*Eucalyptus* sp.) forest. *Australian Journal of Soil Research* 29(1): 25-47.
- Türkeş M, Sümer UM, Demir İ, 2002. Re-evaluation of trends and changes in mean, maximum and minimum temperatures of Turkey for the period 1929-1999. *International Journal of Climatology* 22: 947-977.
- Ulery AL, Graham RC, Amrhein C, 1993. Wood-ash composition and soil pH following intense burning. *Soil Science* 156(5): 358-364.
- Yıldız O, Esen D, Sargıncı M, Toprak B, 2010. Effects of forest fire on soil nutrients in Turkish pine (*Pinus brutia*, Ten) ecosystems. *Journal of Environmental Biology* 31(1-2): 11-13.