

**KORUNAN SERİN İKLİM MERALARINDA
ORTAYA ÇIKAN YANGININ BİTKİ ÖRTÜSÜ
VE TOPRAK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ**

Ali Rıza SELİCİOĞLU

**Yüksek Lisans Tezi
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı
Çayır Mera ve Yem Bitkileri Bilim Dalı
Doç. Dr. Halil İbrahim ERKOVAN**

2014

Her hakkı saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KORUNAN SERİN İKLİM MERALARINDA ORTAYA ÇIKAN
YANGININ BİTKİ ÖRTÜSÜ VE TOPRAK ÖZELLİKLERİNE
ETKİSİ**

Ali Rıza SELİCİOĞLU

**TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
Çayır Mera ve Yem Bitkileri Bilim Dalı**

**ERZURUM
2014**

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**KORUNAN SERİN İKLİM MERALARINDA ORTAYA ÇIKAN YANGININ
BİTKİ ÖRTÜSÜ VE TOPRAK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

Doç. Dr. Halil İbrahim ERKOVAN danışmanlığında, Ali Rıza SELİCİOĞLU tarafından hazırlanan bu çalışma 02/12/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Tarla Bitkileri Anabilim Dalı – Çayır Mera ve Yem Bitkileri Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Halil İbrahim ERKOVAN

İmza

Üye : Doç. Dr. Serdar BİLEN

İmza

Üye : Doç. Dr. Mahmut DAŞCI

İmza

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu04/12/2014 tarih ve 48/1613 nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. İhsan EFEOĞLU
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KORUNAN SERİN İKLİM MERALARINDA MEYDANA GELEN YANGININ BİTKİ ÖRTÜSÜ VE TOPRAK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Ali Rıza SELİCİOĞLU

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı
Çayır Mera ve Yem Bitkileri Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Halil İbrahim ERKOVAN

Yangın sıcak ve nemli meralarda önemli bir ekolojik işlev ve yönetim aracıdır fakat serin iklim ve yarı kurak meralarda etkisi az bilinmektedir. Yarı kurak meralarda, bitkisel üretim, canlı ve ölü materyal, mikroorganizmalar, toprak nemi, organik madde vb. gibi özellikler üzerine yangının yıkıcı bir etkiye sahip olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmanın amacı yarı kurak ve yüksek rakımlı korunan mera alanlarında ortaya çıkan yangının botanik kompozisyon, toprağı kaplama oranı, bakteri ve mantar sayısı, toprak nemi ve reaksiyonu, organik madde, CO₂, elverişli toplam, nitrat ve amonyum azotu, P, K, Ca, Mg, Na ve katyon değişim kapasitesi üzerine etkilerini belirlemektir.

Yakılan alanda buğdaygiller familyasına dahil türlerin oranı önemli oranda azalırken baklagiller ve diğer familyalara dahil türlerin oranı artmıştır. Toprağı kaplama oranı yakılmayan alanda %94,00, yakılan alanda ise %82,40 olarak tespit edilmiştir. Hem bakteri hem de mantar sayısı yakma ile birlikte azalmıştır. Yakmayı takip eden büyüme sezonu sonunda toprak organik maddesinin miktarında ve pH'sında artış, nem içeriğinde ve CO₂ miktarında ise bir azalış tespit edilmiştir. Yangın toprağın elverişli toplam azot oranını artırırken, nitrat ve amonyum azotu oranını azaltmıştır. Toprakların P, Ca ve Mg içerikleri azalırken, K, Na ve katyon değişim kapasitesi yangını takip eden büyüme sezonu sonunda artmıştır.

2014, 39 sayfa

Anahtar Kelimeler: Yangın, Botanik kompozisyon, Toprağı kaplama oranı, Toprak özellikleri

ABSTRACT

Master Thesis

THE EFFECTS OF FIRE OCCURED IN EXCLOSURE COOL SEASONS RANGELANDS ON VEGETATIONS AND SOIL PROPERTIES

Ali Rıza SELİCİOĞLU

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Field Crops
Department of Pasture, Rangeland and Fodder Crops

Supervisor Assoc. Prof. Dr. Halil İbrahim ERKOVAN

Fire is an important ecological process in moist and temperature rangelands and management tool, but little is known of the effects of the cool temperature and semi-arid rangelands. In arid and semi arid rangelands, fire has considered to have a detrimental effect in crop production, living and dead material, microorganisms, soil moisture, organic matter etc. The objective of this study was to determine botanical composition canopy coverage, bacteria and fungi number, soil moisture, soil pH, organic matter, CO₂, available total, nitrate and ammonium nitrogen, P, K, Ca, Mg, Na and cation exchange capacity in exclosed rangelands of semi arid and high altitude.

In the burned area, while grasses' ratio significantly decreased, legumes and the other families' ratio increased. Canopy coverage was 94,00% in the unburned site, it was 82,40% in the burned site. Soil organic matter and pH increased but soil moisture and CO₂ decreased at the end of growing seasons following fire. While fire increased available total nitrogen, it decreased available nitrate and ammonium nitrogen ratio. At the end of growing seasons following fire, soil P, Ca and Mg content decreased but K, Na and cation exchange ratio increased.

2014, 39 pages

Keywords: Fire, Botanical composition, Canopy coverage, Soil properties

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum alışmanın planlanmasında, yürütülmesinde ve sonuçların değerlendirilmesinde yardımını ve desteğini esirgemeyen, benimle bıkmadan usanmadan ilgilenen değerli danışman hocam Sayın Do. Dr. Halil İbrahim ERKOVAN'a şükranlarımı sunmayı bir borç bilir, içtenlikle teşekkür ederim. Toprak analizlerinde ve değerlendirmesinde yardımlarını esirgemeyen Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Toprak Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Doç. Dr. Serdar BİLEN'e, çalışmaya her aşamada katkıda bulunan Sayın Yrd. Doç. Dr. Mehmet Kerim GÜLLAP'a ve emeği geçen herkese teşekkür ederim.

Ayrıca tüm hayatım boyunca desteğini esirgemeyen çalışmalarım süresince sabır göstererek beni daima destekleyen aileme sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Ali Rıza SELİCİOĞLU

Aralık, 2014

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	12
3.1. Materyal.....	12
3.2. Yöntem	13
3.2.1. Üzerinde çalışılan konular	13
3.2.1.a. Botanik kompozisyon ve toprağı kaplama oranı (TKO)	13
3.2.1.b. Bakteri mantar sayısı ve toprak solunumu	14
3.2.1.c. Toprak nemi ve reaksiyonu	14
3.2.1.d. Organik madde, elverişli toplam, nitrat ve amonyum azotu	14
3.2.1.e. Besin elementleri ve katyon değişim kapasitesi (K.D.K).....	15
3.2.2. İklim ve toprak özellikleri	15
3.2.2.a. İklim özellikleri	15
3.2.2.b. Toprak özellikleri	17
3.2.3. Sonuçların değerlendirilmesi.....	18
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	19
4.1. Botanik Kompozisyon ve Toprağı Kaplama Oranı (TKO).....	19
4.2. Bakteri, Mantar Sayısı ve Toprak Solunumu	20
4.3. Toprak Nemi ve Reaksiyonu	20
4.4. Organik Madde, Elverişli Toplam, Nitrat ve Amonyum Azotu.....	21
4.5. Besin Elementleri ve Katyon Değişim Kapasitesi (K.D.K).....	23
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	24
5.1. Botanik Kompozisyon ve Toprağı Kaplama Oranı (TKO).....	24
5.2. Bakteri, Mantar Sayısı ve Toprak Solunumu	255
5.3. Toprak Nemi ve Reaksiyonu	26

5.4. Organik Madde, Elverişli Toplam, Nitrat ve Amonyum Azotu.....	28
5.5. Besin Elementleri ve Katyon Değişim Kapasitesi (K.D.K)	30
KAYNAKLAR	344
ÖZGEÇMİŞ	400

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Erzurum ili uzun yıllar ortalaması ve araştırma yılına ait iklim verileri	16
Çizelge 3.2. Deneme alanına ait toprakların tekstürü	17
Çizelge 4.1. Korunan mera vejetasyonlarında yakmayı takip eden büyüme döneminde botanik kompozisyon ve toprağı kaplama oranları	19
Çizelge 4.2. Korunan mera vejetasyonlarında yakmadan sonraki büyüme döneminde topraktaki mikroorganizma varlığı ve toprak solunumu.....	20
Çizelge 4.3. Korunan mera vejetasyonlarında yakmayı takip eden büyüme döneminde toprak nem içeriğı ve reaksiyonu	21
Çizelge 4.4. Korunan mera vejetasyonlarında yakmadan sonraki büyüme döneminde toprak organik maddesi, topraktaki elverişli toplam, nitrat ve amonyum azotu miktarları	22
Çizelge 4.5. Korunan mera vejetasyonlarında yakmayı takip eden büyüme döneminde topraktaki bazı besin elementleri ve kation değışim kapasitesi.....	23

1. GİRİŞ

Doğu Anadolu Bölgesinin ekonomisinde hayvancılık önemli bir yere sahip olup, bölgenin iklimi ve ekolojik yapısı ekonomik değeri olan birçok kültür bitkisinin yetiştirilmesine izin vermemektedir. Hayvancılıkta ihtiyaç duyulan kaba yemin önemli bir kısmı bölge yüzölçümünün yarısından fazlasını kaplayan çayır ve meralardan karşılanmaktadır (Koç *et al.* 2012). Ancak yaz döneminde hayvan otlatılarak değerlendirilen doğal mera alanları farklı amaçlar için kullanılmak üzere otlatmaya kapatılmakta veya koruma altına alınmaktadırlar. Bunun bir sonucu olarak bu meralarda kuru madde birikimi artmaktadır. Korunan meralarda kuru madde birikimine bağlı olarak kontrolsüz yangınlar meydana gelmekte, yangın süresi ve şiddeti ise kuru madde miktarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Otlatılmamanın bir sonucu olarak kuru madde birikiminin yüksek olduğu bu alanlar kurak dönemlerde yangına maruz kalmaktadırlar. Bilhassa yazın kurak ve sıcaklığın daha yüksek olduğu bölgelerde yangınların görülme sıklığı daha fazladır. Karadeniz bölgesi gibi nemli ve yaz aylarında yağışın gerçekleştiği alanlarda daha az yangın görülmektedir. Sahil kuşakları dışında kalan otsu türlerin hâkim olduğu bozkır meralarda doğal yollarla yanma ihtimali düşüktür. Hatta bu bölgelerde ıslah ve bakım amacıyla kontrollü yakmalarda bile ek yakıt kullanılmadığı sürece tam yanma sağlamak zordur. Ancak son yıllarda meraların kapasitelerinin altında otlatılması, istilacı türlerin oranındaki artış, artan terör olayları, ağaçlandırma çalışmaları ve sıcak hava koşulları bu alanlarda da kuru madde birikiminin artması yangın riskini artıran önemli faktörler olmuştur.

Yangın organik maddeyi yakarak uzaklaştırması ve meydana getirdiği yüksek ısı nedeniyle ekosistemdeki bütün canlıların gelişiminde çok önemli bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Yangınlar kökeninde doğal olmasına karşın insan kökenli yangınların da önemli bir geçmişi vardır. İlk insanlar yangını bitki örtüsünü yönetmeye yardımcı bir araç olarak kullanmışlardır. Bu yüzden birçok bilim adamı yangınları meraların oluşumunda temel faktör olarak ileri sürmüş ve yangının etkisinin

görülmediği hiçbir mera örtüsünün bulunmadığını ifade etmişlerdir (Heady and Child 1994).

Yangının sık görüldüğü sıcak iklime sahip bölgelerdeki bazı bitki örtüsü tipleri uzun ömürlü mevcudiyetlerini yangına borçludur. Bunlar bazı çayır, mera, savan, bodur ağaç ve orman tipleridir. Değişen sıklık ve yoğunluktaki yangınların ekosistemlerin çoğunda özellikle de nemli bölge ekosistemlerinde etkisinin daha yüksek olduğu bilinmektedir (Altın vd 2005). Serin iklim meralarında ise yangın ölü materyalin yanarak uzaklaşmasına sebep olmaktadır. Bunun bir sonucu olarak güneş ışınları toprak yüzeyine daha fazla ve daha uzun süre etki etmekte ve toprakların ısınmasıyla birlikte besin elementi varlığında değişimler ortaya çıkmaktadır. Besin elementi artışına bağlı olarak verim ve botanik kompozisyonda da değişimler meydana gelmektedir (Scheintaub *et al.* 2009). Ölü materyalin kaybolması ve toprakların daha fazla ısınması nedeniyle toprak nemi azalmakta ve bunun bir sonucu olarak özellikle serin iklim meralarında verim azalmaktadır (Vermeire *et al.* 2005).

Yangının mera vejetasyonlarında tür kompozisyonu üzerine önemli bir etkisinin olduğu bilinmektedir. Yangın mera vejetasyonlarını direk veya indirek etkileyerek tür kompozisyonun değişimine sebep olmaktadır (Anderson 1982). Örneğin sıcaklığa ve ışıklı ortamlara ihtiyaç duyan bitki türleri yangının çimlenmeyi teşvik edici etkisi nedeniyle, dormant durumdan çıkıp çimlenerek kompozisyondaki yerlerini almaktadırlar. Bununla birlikte özellikle tek yıllık türler çimlenerek kompozisyonda oranlarını artırmaktadır (Pase and Knipe 1977). Ancak yangının 200-450mm arasında yağış alan meralarda olumsuz etkilerinden söz etmek mümkündür. Bu yağış kuşağında yangını takip eden yıl verimde ciddi azalmalar görülmektedir (Oesterheld *et al.* 1999).

Yangının toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkilediği bilinmektedir. Ancak bu etki topoğrafya, rüzgarın hızı, hava sıcaklığı, nem, ölü materyal, canlı materyalin özellikleri ve doğasına bağlı olarak değişmektedir (Certini 2005). Yangın toprağın fiziksel olarak partikül büyüklüğü, pH, renk gibi özelliklerini, kimyasal olarak organik madde, besin elementleri, katyon değişim kapasitesi gibi özelliklerini, biyolojik

olarak ise mikrobiyal biomass ve omurgaluların varlığı gibi özelliklerini etkilemektedir (Certini 2005). Yangının toprak özelliklerine en önemli etkisi organik maddeyi uzaklaştırmasıdır. Organik maddenin yanması toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkilemektedir. Bununla birlikte azot ve karbon gibi temel besinlerde yangınla kaybolmaktadır. Azotun kaybolması üretimi ve botanik kompozisyonu etkilerken, karbonun kaybolması ise mikroorganizma popülasyonunu ve varlığını etkiler (Neary *et al.* 1999).

Yangınlar meralarda önemli ekolojik işlevlere sahiptirler. Ancak bu işlevleri kurak, yarı kurak ve serin iklimlerde çok az bilinmektedir. Serin iklim meralarında yeterli biomass birikiminin oluşması, zamanla kısa süreli yüzey yangınlarına sebep olmaktadır. Bu çalışma korunan serin iklim meralarında kuru madde birikimi nedeniyle meydana gelen yangınların vejetasyon ve toprak özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Meraların meydana gelmesinde iklim ve diğer faktörlerle birlikte yangın önemli bir araçtır. Yangın farklı iklim ve ekolojilerde yüksek varyabilite göstermekte veya yangını takiben vejetasyonlar (orman, mera, maki vb.) farklı tepkiler göstermektedir. Farklı iklim ve ekolojilerde yürütülen çalışmalardan kısa özetler aşağıda sunulmuştur.

Trlica and Schuster (1969) yakma uygulamalarının yarı kurak meralarda yakmayı izleyen birinci ve ikinci yılda üretimi önemli oranda azalttığını ve buğdaygillerin bitki boylarının yakma öncesine göre daha kısa olduğunu bildirmişlerdir.

Owensby and Wyrill (1973) yaptıkları bir çalışmada, yakılan mera topraklarının pH'sının değiştiğini tespit etmişlerdir. Kontrollü yakmanın meralarda verimi, mera otunun kullanımını ve elverişliliğini artırdığını, meradaki yabancı otları kontrol altına aldığını ve merada birikmiş bitki atıklarını yok ederek bitkilere daha iyi gelişme ortamı sağladığını belirtmişlerdir (Wright 1974).

Pase and Knipe (1977) yaptıkları bir çalışmada, yakma işlemi sonucunda meranın tek yıllık bitkilerinin ve geniş yapraklıların yoğunluğunda artışla birlikte ot veriminde de artış olduğunu tespit etmişlerdir. Yakmanın meralardaki etkilerinin incelendiği başka bir çalışmada ise yakmadan sonraki ilk yıllarda vejetasyonun dip kaplama alanında önemli azalmalar, ilerleyen yıllarda da bu etkilerin azalma gösterdiği tespit edilmiştir (Nimir and Payne 1978).

Afolayan (1978) yaptığı bir çalışmada, odunsu ve çalimsı türlerin yoğun olduğu meraların ıslahında yakma, bu türlerin bitki örtüsündeki oranlarını azaltmıştır. Bunun sonucu olarak bitki örtüsünde buğdaygillerin gelişmesinin arttığını belirtmiştir. Yangın sonrası bitki ve toprak su potansiyellerinin incelendiği başka bir çalışmada bitki ve toprak su stresinin Mayıs-Ağustos döneminin sonuna doğru hem yanmış hem de kontrol altındaki alanlarda arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca artan bitki su stresinin, yangından

sonraki üretkenlikteki düşüşün başlıca nedeni olduğu ifade edilmiştir (Redmann 1978).

Bailey and Anderson (1978) *Festuca-Stipa* buğdaygil merasında yürüttükleri bir çalışmada, yakmanın mevsimine, büyüme devresine bağlı olarak adi yumak (*Festuca scabrella*) bitkisinin vejetasyondaki kaplama yüzdesinin yakmayı izleyen 3 yılda azalma gösterdiğini, bitkiler dormant durumda iken yapılan yakmanın ise vejetasyonun veriminde herhangi bir değişikliğe neden olmadığını ve yakmayı izleyen üç yıl boyunca vejetasyonun botanik kompozisyonunun çok yıllık geniş yapraklılar lehine değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bununla birlikte yakma işleminin vejetasyondaki tür sayısında önemli bir değişikliğe neden olmadığını belirtmişlerdir.

Lewis *et al.* (1982) yaptıkları bir çalışmada, yem bitkilerinin lignin içeriğinin yakmadan sonraki dönemde en aza indiğini ve bu düşük lignin seviyesinin iki yıl süre ile sürdüğünü belirtmişlerdir. McKee and Lewis (1982) ise yaptıkları bir çalışmada, yakma sonrasında mineral toprakta yer alan organik maddenin ve besin elementlerinin artma eğilimi gösterebileceğini belirtmişlerdir.

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi meralarında 1981-1983 yılları arasında yürütülen çalışmada, toprağın hafifçe yırtılarak havalandırılması ve standart olarak 10kg azot ve 5kg fosfor ile gübrenmesi, doğal meralarda sonbahar yakması, ilkbahar yakması, selektif ve total herbisit uygulaması, mekanik yolla yabancı ot mücadelesi gibi mera ıslah yöntemlerinin etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, meranın kuru ot ve ham protein verimleri üzerine havalandırma ve gübrelemenin olumlu yönde etkisi olurken, yakma, herbisit uygulaması (2,4-D ve glyphosate) ve mekanik mücadelenin etkisi olmamıştır. Araştırmada en iyi sonuç, gübrelenen, havalandırılan ve sonbaharda yakılan mera vejetasyonuna yapılan, üstten tohumlama işleminden elde edilmiştir. Araştırmada, zayıf durumdaki bölge meralarının ıslahında dekara 10kg azotlu gübre uyguladıktan sonra toprakların hafifçe yırtılarak havalandırılması ve sonbahar yakması ile üstten tohumlamanın birlikte uygulandığı kombinasyon en iyi mera ıslah yöntemi olarak önerilmiştir (Gökkuş 1984).

Schacht and Stubbendieck (1985) Güney Nebraska'da Loess Tepeleri bozkırında yangınların etkilerini araştırmışlardır. Yangının serin mevsim türlerinin taban örtüsünü zayıflattığını ve ot verimini düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Ancak yangının serin iklim meralarının gelişmesinde sınırlı bir potansiyele sahip olabileceğini belirtmişlerdir.

Gökkuş (1987a) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi meralarında yürüttüğü bir çalışmada, mera parselleri gevşetilip gübrelendikten sonra (a) kontrol (gevşetme ve gübreleme), (b) sonbahar yakması, (c) ilkbahar yakması, (ç) selektif herbisit, (d) total herbisit ve (e) mekanik ot mücadelesi gibi ıslah yöntemlerini uygulamıştır. Daha sonra bu parseller yonca ve korunganın buğdaygillerle oluşturduğu karışımlar ile üstten tohumlanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; mera ıslah yöntemleri içinde en yüksek kuru ot verimi gevşetme, gübreleme ile sonbahar yakması uygulanan ve yonca-buğdaygiller karışımı ile üstten tohumlanan parsellerden elde edilmiştir. Benzer özellikteki meraların ıslahında sonbahar yakması, gevşetme ve gübreleme ile üstten tohumlama gibi yöntemlerin birlikte uygulanmasının daha başarılı olacağını ifade etmiştir.

Odunsu yapıya sahip çalı ve ağaçların otsu türlere göre yakmaya karşı daha duyarlı olduğu, otsu türlerden ise yumak oluşturan türlerin rizom ve stolonlu türlere göre daha duyarlı olduğu ifade edilmiştir. Sürgün gözleri toprak altında bulunan türlerin yakma zamanına bağlı olarak tohumla çoğalan türlere göre yakmaya karşı daha toleranslı olduğu belirtilmiştir. Yakmanın, yalnızca bitkisel özelliklere değil aynı zamanda toprak özelliklerine de etki etmekte olduğunu ve toprak organik maddesi, besin elementi, toprak reaksiyonu, mikroorganizma faaliyetlerine etkileri sebebiyle bitki türlerinin etkilendiğini bunun bir sonucu olarak kompozisyonda olumsuz şartları tolere edebilen türlerin baskın hale geldiği belirtilmiştir (Gökkuş 1987b).

Efe (1988) Çukurova koşullarında korunan bir mera ile uzun yıllar otlatılan ve yakılan bir merayı verim gücü ve botanik kompozisyon açısından karşılaştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, büyüme mevsimi başlangıcında korunan merada diğer familyalara dahil bitki türleri, otlatılan ve yakılan merada ise baklagillerin yoğun olduklarını

saptamıştır. Korunan merada bitki ile kaplılığın otlatılan ve yakılan meranın yaklaşık iki katı olduğunu, korunan merada buğdaygillerin yoğun olduğu buna karşılık otlatılan ve yakılan merada ise baklagil ve diğer familyalara dahil türlerinin yoğun olarak bulunduğunu tespit etmiştir.

Tükel and Hatipoğlu (1989) Çukurova Bölgesinde *Hyparrhenia hirta* (L.)'nin dominant olduğu bir merada yapmış oldukları çalışmada, yakmadan sonraki ilk yıl meranın ot verimi azalmıştır. Yakmanın geciktirilmesiyle *H. hirta*'nın verimi azalmış ve ilk yıl *H. hirta* oranında bir artış görülmüş, fakat bu etki 3. yılın sonunda ortadan kaybolmuştur. Avustralya'da yapılan başka bir çalışmada, yangının tür kompozisyonu üzerine etkilerinin mevcut otun miktarına, yangının mevsimine, yangının sıklığına, yangının yoğunluğuna ve yangını takip eden uygulamalara (otlatma, biçme vb.) bağlı olduğu belirtilmiştir (Lodge and Whalley 1989).

Doğu Nebraska çayırlarında ilkbaharda yakma (kontrol, erken, orta ve geç ilkbaharda), gübreleme (0,0, 6,7-2,3kg/da N-P) ve atrazine (0,0 ve 0,22g/da) uygulamışlardır. Yakılmayan ve ilkbahar ortasında yakılan alanlardaki koca sakal otu (*Andropogon gerardii* var. *gerardii* Vitman) yoğunluğu önceki yıla göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Geç ilkbahar yakmasında koca sakal otu üretimi 110kg/da olmasına rağmen, diğer yakma uygulamalarında 84kg/da olarak tespit edilmiştir. Geç ilkbahar yakma işlemi, erken ve orta dönemde yapılan yakma işlemlerine göre *Sporobolus heterolepis* ve *Sporobolus asper* türlerini %67 oranında azaltmıştır. İkinci yılda ise erken ve orta ilkbaharda yakılan alanda koca sakal otu verimi dekara 157kg olarak tespit edilmişken, yakılmayan veya orta ve geç ilkbaharda yakılan alanlarda 150kg olarak tespit edilmiştir (Mitchell *et al.* 1996).

Ortmann *et al.* (1998) Nebraska'da (ABD) yaptıkları çalışmada, meraların oluşumunda ve devamlılığında iklim ve diğer faktörlerle birlikte yangınında başlıca etkili faktörlerden olduğunu belirtmişlerdir.

Guevara *et al.* (1999) Arjantin'in Güneydoğu Mendoza meralarında yaptıkları

çalışmada, bitki örtüsünün oluşum, sıklık, biokütle, üretkenlik ve taşıma kapasitesi üzerine yangının etkilerini araştırmışlardır. Yangın sonrasında otsu ve odunsu türler arasında daha dengeli ve daha uygun topluluklar oluştuğunu bildirmişlerdir. Yangın sonrası otlatmanın, istenmeyen türlerin oranında azalış gibi pozitif ve çıplak alanda artış gibi negatif etkileri olduğunu tespit etmişlerdir.

Gliessman (2000) yaptığı bir çalışmada, merada yakma işlemini uygulamanın hayvanlara daha yüksek kalitede yem temin etmek için kullanılabileceğini ifade etmiş. Ayrıca 20-30 dakika süren 200-300°C'lik yangın esnasında toprak organik maddesinde %85 oranında azalma olacağını tespit etmiştir.

Kanada-Aspen Parkland'da yapılan bir çalışmada, buğdaygil-baklagil karışım meralarında çeşitli ıslah metodlarının (tırmık çekme, yakma, biçme, suni tohumlama ve gübreleme (sıvı ve katı N, P, K, S) botanik kompozisyon üzerine etkilerini belirlemeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; biçme, derin çizi ve tohumlama uygulamaları botanik kompozisyon üzerine çok az etki etmiş, yakma işlemi ise 3. yılda yonca oranını artırırken mavi ayırık oranını azalttığı tespit edilmiştir (Lardner *et al.* 2001).

Kennard and Gholz (2001) Bolivya'nın susuz ormanlarında yürüttükleri bir çalışmada şiddetli ve düşük yoğunluklu yakma işleminin toprak özelliklerine etkisini belirlemişlerdir. Şiddetli yakma işlemi neticesinde toprağın pH'ında ve çözünebilir Ca, K, Mg, P ve N elementlerinde artışlar, toprak organik maddesinde ise azalış gözlemlenmiştir. Düşük yoğunluklu yakma işleminde ise şiddetli yakma işlemindeki kadar olmasada pH'da ve çözünebilir haldeki Ca, K, Mg, P ve N'de artışlar gözlemlenmiştir. Ancak toprak organik maddesinde herhangi bir değişiklik olmadığını belirtmişlerdir.

Altın vd (2005) hayvan sağlığına, hayvansal ürünlere ve çevreye zararlı olan bitkilerle yakma ile mücadele edilebileceğini, özellikle otlatma alanlarının düzenlenmesinde yakma işleminin bilinen en eski ıslah yöntemi olduğunu, aynı zamanda, bu yöntemin çalimsı türler gibi diğer yöntemlerle mücadelesi nispeten daha zor, zaman alıcı ve pahalı olan mücadelede büyük bir avantaj sağladığını belirtmişlerdir. Ateşin ortamdaki organik

maddeyi yakarak uzaklaştırdığını ve meydana getirdiği yüksek ısı ile ekosistemdeki bütün canlıları etkilediğini tespit etmişlerdir. Ateşin bitki ve hayvan topluluklarının oluşumunda ve gelişiminde çok önemli bir faktör olduğunu, bu yüzden de pek çok bilim adamının yangınların meraların oluşumunda temel faktör olduğunu ileri sürdüğünü belirtmişlerdir.

Certini (2005) orman yangınlarının toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkilediğini belirtmiştir. Bu etkilerin özellikle sıcaklığın şiddetine ve yangın süresine ilave olarak topoğrafya, rüzgarın hızı, hava sıcaklığı, nem, ölü materyal, canlı materyalin nemi ve doğasına bağlı olarak değiştiğini ifade etmiştir. Orman yönetiminde önceden planlanan düşük ve orta şiddetteki yangınların istenmeyen türlerin yok edilmesini, baskın bitki örtüsünün yenilenmesini, pH seviyesinin ve mevcut besinlerin geçici artışını sağladığını belirtmiştir. Şiddetli yangınların ise organik madde miktarının dikkate değer şekilde düşmesine, yapı ve porozitenin tahrip olmasına, buharlaşmayla önemli ölçüde su ve besin elementi kaybına, erozyona, mikroorganizma ve toprak kazıcı omurgasız canlıların miktarında ve yaşamında ciddi değişimlere neden olduğunu tespit etmiştir.

Avustralya'da yapılan bir çalışmada, yangın yönetim şeklinin (yenilik, sıklık ve mevsim) spinifeksin (*Triodia* spp.) hakim olduğu kum tepeliklerinin bitki örtüsünü değiştirmesini araştırmışlardır. Yangından sonra geçen kısa sürede geniş bir tür zenginliği sağlanmış olsada, tek yıllık buğdaygillerin, geniş yapraklı türlerin ve *Triodia* fidelerinin miktarlarının yangından sonraki yıllarda azalmış olduğu belirtilmiştir. Odunsu türlerin fideleri, kış yangınlarından sonraki yaz dönemlerinde daha çok olmasına rağmen, yangın sezonunun fonksiyonel bitki gruplarının çoğunu çok az etkilediği bildirilmiştir. Aynı şekilde geniş yapraklı türlerin, *Triodia* fidelerinin ve otsu klonal türlerin verimliliğinde bazı geçici etkiler gözlemlendiği belirtilmiştir. Kısa süreli yangınların çoğunun fonksiyonel bitki gruplarının popülasyon dinamiğinde çok az etkiye sahip olduğunu tespit edilmiştir (Wright and Clarke 2007a).

Wright and Clarke (2007b) Avustralya'nın Batı Çölü'nde yaptıkları bir çalışmada,

yangın sonrasında akasya bodurlarının yeniden filizlenmesine ve hayatta kalmasına yangının büyüklüğünün, sıklığının ve mevsiminin etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, yangın büyüklüğünün ve mevsimin hayatta kalmayı güçlü bir şekilde etkilediğini, ancak etkilerin büyüklüğü türler arasında çeşitlilik gösterdiği belirlenmiştir. Yangın aralığının hiç bir türün yeniden filizlenmesinde negatif etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca yangının mevsiminin bazı türlerin hayatta kalmasında etkili olduğunu, toprak ısınmasında ve toprağın nemindeki mevsimsel farklılıkların bu etkilerle dolaylı olarak ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir.

ABD Arid West'te yapılan bir mera iyileştirme çalışmasında, püsküllü çayır (*Bromus tectorum*) istilası ve sonrasında gelen yangın sıklığının, yerli bitki örtüsünün kaybına, hayvan besleme ve yaban hayatı için yem mevcudiyetinde eksikliğe ve yangınla mücadeleyle ilişkili maliyet ve risk artışına neden olacağını tespit etmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, yangın sonrası yeniden bitkilendirme, uzun dönemli yangın yönetim masraflarını ve yeniden bitkilendirme masraflarını karşılamaya yetecek kadar düşürdüğü, ayrıca bu sonuçlar; çevresel yararların sağlanmasına ek olarak, ekosistem için yangın sonrası yeniden bitkilendirme planının uzun dönemli maliyet yönetimini düşüreceği tespit edilmiştir (Epanchin-Niell *et al.* 2009).

Scheintub *et al.* (2009) yaptıkları bir çalışmada, kısa boylu bozkır bitki topluluğunun yangına tepkisini araştırmışlardır. Yangının etkilerini daha dikkatli biçimde incelemek için, kuzey Colorado bozkır otlaklarında bahar yangını uygulaması yapmışlardır. Kuru ot üretimi yangınla birlikte azalmış veya değişmeden kalmıştır. Tür kompozisyonunda ise birinci yılda tek yıllık türlerde artış ikinci yılda ise tek yıllık buğdaygil türlerinde azalma, tek yıllık buğdaygillerin dışındaki türlerde artma, uzun ömürlü türlerde ise artma olarak tespit etmişlerdir.

Stevens (2010) istilacı bir bitki olan *Juncus effusus L.* bitkisi ile mücadele amacıyla yürütülen bir çalışmada, yakmanın *Juncus effusus L.*'un yayılmasını teşvik ettiğini tespit etmiştir.

Kaptan (2011) yapmış olduğu bir çalışmada, orman yangınlarının topraktaki ısı iletimine ve nem miktarına etkisini araştırmıştır. Yangın sonucunda, toprağın yzey ısısının hızlı bir şekilde artmakta olduğunu ve toprağın alt tabakalarına doğru bir ısı akımı olduğunu belirtmiştir. Toprağın nem içeriğinin yzeydeki ani sıcaklık artışlarını önlediğini ve ısı iletkenliğini artırdığını belirtmiş olup toprağın nem içeriğini azalttığını ifade etmiştir.

Pelaez *et al.* (2013) Arjantin'in merkezindeki sık ve seyrek bitki örtüsünün hakim olduğu yarı kurak alanlarda farklı yangın frekanslarına çim türlerinin tepkisini araştırmışlardır. Yangın müdahaleleri sıklığa bakmaksızın, arzu edilen çim türlerinde ve yoğunluğunda artışa neden olurken orta seviyedeki arzu edilen çimlerde hiçbir değişikliğe neden olmadığı ve istenmeyen çimlerde ise düşüşe neden olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, kontrol altındaki tekrarlanabilen yangınların arzu edilen uzun ömürlü çimlerin üretimini artırabileceğini tespit etmişlerdir.

Erzurum'da yapılan bir çalışmada yakılan alanda kuru ot verimi daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Botanik kompozisyonda ise %39,2 azalıcı, %36,1 oğalıcı ve %25,0 istilacı bitki türü belirlenmiştir. Toprağı kaplama oranı ise yakılan mera kesiminde her iki yılda da daha yüksek bulunmuştur. Araştırma sonucunda uygun dönemde ve şiddette yapılan yakma işleminin mera vejetasyonu üzerine olumlu etki yapabileceği belirtilmiştir (Daşcı vd 2013).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırma sahasını ve kesimlerini belirlemek amacıyla 2011 yılı Eylül ayı başında Palandöken dağı eteklerinde meydana gelen yangını takiben yakılan ve yakılan alana komşu olan yakılmayan mera alanları tespit edilmiştir. Yakmayı takip eden büyüme mevsimi sonunda 2012 yılının Temmuz ayında arazi etüdüne çıkılmış ve 24-29 Temmuz tarihleri arasında vejetasyon etüdü çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmalarında, mera kesimlerinde vejetasyon etüdü yapılmış ve toprak örnekleri alınmıştır. Alınan toprak örnekleri Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü laboratuvarlarına taşınarak zaman geçirilmeden analizler yapılmıştır.

Araştırmanın yürütüldüğü bölgenin bitki örtüsü yüksek rakımlara adapte olmuş soğuğa dayanıklı türlerden meydana gelmektedir. Mera alanının dominant bitki türleri buğdaygiller familyasına dahil *Festuca ovina* ve *Agropyron intermedium* türleridir. Bitki örtüsü ilkbaharda sıcaklığın artmasıyla birlikte büyümeye başlamaktadır. Kurak yaz döneminde sıcaklığın ve kurağın etkisiyle verimliliğini büyük oranda kaybetmekte ve dormant hale gelmektedir. Sonbaharda ise yağışlarla birlikte yeniden büyümektedir. Bitki örtüsünün bazı özellikleri araştırma konusu olduğu için sonuçlar kısmında detaylıca ele alınmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Üzerinde çalışılan konular

3.2.1.a. Botanik kompozisyon ve toprağı kaplama oranı (TKO)

Araştırma sahasının botanik kompozisyonu belirlemek amacıyla modifiye edilmiş tekerlekli nokta metodu kullanılmıştır. Kontrol ve yangın alanlarından her hatta 100 nokta olacak şekilde toplam 10 hat ve 1000 nokta ölçülmüştür.

Vejetasyon etüdü meradaki hakim türlerin çiçeklenme döneminde yapılmıştır. Modifiye edilmiş tekerlekli nokta metodu ile tespit edilen her bir bitki türüne ait değerler toplam bitki sayısına oranlanarak türlerin botanik kompozisyondaki oranları bulunmuştur. Bu amaçla aşağıdaki formül kullanılmıştır (Gökkuş vd 1995).

$$\text{A Türünün Oranı (\%)} = \frac{\text{Rastlanan A Türü Sayısı}}{\text{Toplam Bitki Sayısı}} \times 100$$

Bitki türleri buğdaygil, baklagil ve diğer familyalara dahil türler olarak fonksiyonel bitki gruplarına göre sınıflandırılarak gruplandırılmıştır.

Botanik kompozisyonun belirlenmesinde kullanılan veriler bitki örtüsünün toprağı kaplama oranının belirlenmesinde de kullanılmıştır. Toprağı kaplama oranını belirlemek amacıyla aşağıdaki formülden yararlanılmıştır (Gökkuş vd 1995).

$$\text{TKO (\%)} = \frac{\text{Bitkiye Rastlanan Transekt Alanı Sayısı}}{\text{Ölçülen Toplam Transekt Alanı Sayısı}} \times 100$$

3.2.1.b. Bakteri, mantar sayısı ve toprak solunumu

Araştırma sahasından alınan toprak örnekleri zaman kaybedilmeden Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü laboratuvarlarında analize hazır hale getirilmiştir. Topraktaki bakteri ve mantar sayısı Dilüsyon metoduna göre, inkübatörde 28°C’de 3-5 gün bekletildikten sonra besiyerinde gelişen bakteri ve mantarların koloni sayımı yapılarak belirlenmiştir (Germida 1993).

Toprak verimliliğinin göstergesi olan toprak solunumunun ölçümü, uzun periyotlu karbondioksit oranı ölçüm metoduna göre tespit edilmiştir (Anderson 1982).

3.2.1.c. Toprak nemi ve reaksiyonu

Araştırma sahasının 0-20cm toprak derinliğinden alınan toprak örneklerinin nem içerikleri gravimetrik olarak 105°C’de 24 saat fırında kurutularak yüzde olarak belirlenmiştir (Topp and Ferre 2002).

Alınan toprak örnekleri 2cm’lik eleklerden elendikten sonra toprakların pH’ları 1:2.5’luk toprak-su oranında cam elektrotlu Beckman pH metresi ile ölçülmüştür (Handershot *et al.* 1993).

3.2.1.d. Organik madde, elverişli toplam, nitrat ve amonyum azotu

Toprak örneklerindeki organik madde içeriği Smith-Weldon yöntemiyle belirlenmiştir (Nelson and Sommers 1982).

Toprak örneklerinin toplam azot içeriği, Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir (McGill and Figueiredo 1993).

Alınan toprak örneklerinin NO_3^- ve NH_4^+ azot içerikleri, toprak ekstraktlarında MgO-

Dewarda alloy buhar damıtma yöntemiyle tespit edilmiştir (Maynard and Karla 1993).

3.2.1.e. Besin elementleri ve katyon değişim kapasitesi (K.D.K)

Toprakların fosfor içerikleri molibdofosforik mavi renk yöntemine göre spektrofotometrede okunarak tespit edilmiştir (Schoenau and Karamanos 1993).

Toprakların değişebilir K, Ca, Mg ve Na katyonları Amonyum Asetat Ekstraksiyon metodu ile tespit edilmiştir (Simard 1993).

Katyon değişim kapasiteleri, toprak örneklerinin sodyum asetatla (1 N, pH=8,2) sodyum adsorbsiyonu sağlandıktan sonra amonyum asetatla (1 N, pH=7,0) ekstrakte edilen solüsyonlarında atomik adsorbsiyon spektrofotometresinde sodyum okuması yapılarak bulunmuştur (Rhoades 1982).

3.2.2. İklim ve toprak özellikleri

3.2.2.a. İklim özellikleri

Erzurum Doğu Anadolu Bölgesinde 39°55' kuzey enlemi ile 41°17' doğu boylamı üzerinde bulunan 1890m rakıma sahip bir ilimizdir. Türkiye'nin en yüksek ve en soğuk illerinden biri olan Erzurum'da sert karasal iklim hakimdir. Genel olarak kışlar çok soğuk ve karlı, yazlar ise sıcak ve kurak geçer. Gece-gündüz ve mevsimler arasında sıcaklık farkı çok fazladır.

Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden alınan verilere göre, bölgeye düşen yağış miktarının uzun yıllar ortalaması 395,6mm'dir. Araştırmanın yürütüldüğü yılda düşen yağış miktarı ise 313,4mm'dir. Düşen yağış miktarı ilin son 10 yıllık dönemde almış olduğu en düşük yağış miktarıdır (Çizelge 3.1).

Bitki yetiştiriciliğinde toplam yağış miktarıyla birlikte yağışın aylara göre dağılımında çok önemlidir. Yağışın dağılımına göre, uzun yıllar ortalamasının en fazla olduğu ay Mayıs, en düşük olduğu ay ise bitkilerin kurduğu ay olan Ağustos ayıdır. Araştırmanın yürütüldüğü yılda en yüksek yağış Mayıs ayında düşmesine karşın, en düşük yağış Haziran ayında olmuştur. Bitki yetiştiriciliğinde su probleminin olduğu Haziran–Eylül periyodunda yağış miktarı uzun yıllar ortalamasının oldukça altında kalmıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Erzurum ili uzun yıllar ortalaması ve araştırma yılına ait iklim verileri

Aylar	Aylık Toplam Yağış (mm)		Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)		Aylık Ortalama Nispi Nem (%)	
	2012	UYO	2012	UYO	2012	UYO
Ocak	6,7	16,7	-8,8	-10,6	83,6	78,6
Şubat	22,2	20,5	-14,6	-9,4	80,7	77,7
Mart	8,4	35,2	-6,7	-2,8	78,2	75,3
Nisan	37,2	60,1	7,2	5,2	66,7	68,0
Mayıs	73,0	66,7	11,4	10,4	68,0	63,9
Haziran	7,0	41,9	15,7	14,8	58,1	59,1
Temmuz	19,8	24,5	19,0	19,1	52,3	53,7
Ağustos	22,8	14,8	20,0	19,3	49,6	50,4
Eylül	11,0	20,2	15,0	13,9	48,4	52,7
Ekim	41,7	44,1	9,4	7,7	68,6	65,5
Kasım	34,2	28,1	3,8	-0,2	77,0	73,7
Aralık	29,4	22,8	-5,9	-7,2	86,3	79,4
Top/Ort	313,4	395,6	5,5	5,0	68,1	66,5

UYO=Uzun Yıllar Ortalamaları (1990-2012)

Erzurum ilinde sıcaklığın uzun yıllar ortalaması 5,0°C'dir. Araştırmanın yürütüldüğü yıl ise sıcaklık ortalaması 5,5°C olup, uzun yıllar sıcaklık ortalamasından 0,5°C yüksek olduğu görülmüştür. Şubat ve Mart aylarında sıcaklık ortalamaların altına düşmesine karşın, diğer aylarda ortalamaların genelde üstünde olmuştur. Temmuz ve Ağustos

ayları en sıcak aylar olurken, Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında sıcaklığın sıfırın altında olduğu tespit edilmiştir.

Nispi nem, bitkiler için en az yağış ve sıcaklık kadar önemli bir ekolojik olgudur. Bitki tür ve çeşitlerine göre değişmesine karşın, bitkilerin turgor basıncını dengeleyebilmeleri için nispi nemin %65'in altında olmaması gerekir (Eser 1986). Erzurum ilinde nispi nemin uzun yıllar ortalaması %66,5'tir. Araştırmanın yürütüldüğü yıl ise nispi nem ortalaması %68,1'dir. Nispi nem uzun yıllar ortalamasında ve araştırma yılında en çok aralık ayında en az ise Ağustos ve Eylül aylarında ölçülmüştür (Çizelge 3.1).

3.2.2.b. Toprak özellikleri

Deneme alanından 0-20cm derinlikten alınan toprak örnekleri toprağın fiziksel ve kimyasal durumunu belirleyebilmek için Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü laboratuvarlarında analiz edilmiştir. Toprak tekstürüne ait analiz sonuçları Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Deneme toprağının kum, silt ve kil içerikleri Bouyoucus Hidrometre yöntemiyle, tekstür sınıfı ise kum, silt ve kil içeriği kullanılarak tekstür üçgeni ile belirlenmiştir (Gee and Bauder 1986).

Çizelge 3.2. Deneme alanına ait toprakların tekstürü

Toprak Özellikleri	Mera Kesimleri	
	Kontrol	Yangın
Kum (%)	54,86	61,14
Kil (%)	19,61	17,52
Silt (%)	25,53	21,34
Toprak Tekstürü	Kumlu-Tınlı	Kumlu-Tınlı

Analiz sonuçlarına göre, mera toprakları kumlu-tınlı bünyeye sahip olduğu

belirlenmiştir. Toprakların bünyesinde bulunan kum oranı bakımından yangın kesiminin, kil ve silt oranları bakımından da kontrol kesiminin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

3.2.3. Sonuçların değerlendirilmesi

Araştırma sahasındaki kontrol ve yangın mera kesimlerinden alınan sonuçların karşılaştırılabilmesi için vejetasyon özelliklerinden elde edilen değerlere Arc Sinüs Açısı transformasyonu uygulandıktan sonra benzer olarak toprak özellikleri SPSS programında t testine tabi tutulmuştur (SPSS 1999).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Botanik Kompozisyon ve Toprağı Kaplama Oranı (TKO)

Araştırmanın yürütüldüğü merada fonksiyonel grup olarak familyalara göre botanik kompozisyon belirlenmiştir. Yakılmayan mera kesiminde buğdaygil oranı %54,46, yakılan kesimde %46,35 olarak tespit edilmiştir. Buğdaygil oranı istatistiksel olarak yanan alan ve yanmamış alan arasında çok önemli farklılık göstermiştir ($p<0,001$) (Çizelge 4.1). Çalışma sahasında mevcudiyet bakımından en az bulunan familya olan baklagiller ise yakılmayan mera kesiminde %18,75, yakılan kesimde %20,67 olarak tespit edilmiştir. Baklagil oranı da istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($p<0,001$) (Çizelge 4.1). Buğdaygilleri oran olarak diğer familyalara ait türler takip ederken yakılmayan mera kesiminde %26,79, yakılan kesimde ise oranları artmış ve %32,98 olarak belirlenmiştir. Diğer familyalara ait türlerin oranı istatistiksel olarak uygulamalar arasında çok önemli farklılık göstermiştir ($p<0,001$) (Çizelge 4.1). Yanan mera kesiminde buğdaygil oranı azalma gösterirken baklagil ve diğer familya ait türlerin oranları artış göstermiştir.

Çizelge 4.1. Korunan mera vejetasyonlarında yakmayı takip eden büyüme döneminde botanik kompozisyon ve toprağı kaplama oranları

Familya	Kontrol	Yangın	Ortalama	t Değeri	Önem Seviyesi
Buğdaygil (%)	54,46	46,35	50,41	41,080	***
Baklagil (%)	18,75	20,67	19,71	15,667	***
Diğer Familyalar (%)	26,79	32,98	29,89	21,340	***
TKO (%)	94,00	82,40	88,20	46,096	***

***= $p<0,001$

Ortalama toprağı kaplama oranı %88,20 olarak belirlenmiştir. Yakılmayan kesimde toprağı kaplama oranı %94,00, yakılan kesimde ise %82,40 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak uygulamalar arasında çok önemli farklılıklar bulunmuştur ($p<0,001$) (Çizelge 4.1).

4.2. Bakteri, Mantar Sayısı ve Toprak Solunumu

Ölü materyalin ayrışmasında ve besin elementlerinin alınabilir forma dönüşmesinde önemli rol oynayan toprak mikroorganizmalarından bakteri sayısı yakılmayan mera kesiminde $1,58E+08$ hücre/gr/toprak, yakılan kesimde ise $0,86E+08$ hücre/gr/toprak'tır. Yangın sonucu bakteri sayısı yaklaşık olarak %50 oranında azalma göstermiş ve istatistiksel olarak %0,001 önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Korunan mera vejetasyonlarında yakmadan sonraki büyüme döneminde topraktaki mikroorganizma varlığı ve toprak solunumu

	Kontrol	Yangın	Ortalama	t Değeri	Önem Seviyesi
Bakteri (hücre/gr/toprak)	1,58E+08	0,86E+08	1,22E+08	14,293	***
Mantar (hücre/gr/toprak)	4,68E+04	3,44E+04	4,06E+04	27,261	***
CO ₂ (mgCO ₂ /m ² /s)	20,39	13,20	16,80	19,859	***

***= $p<0,001$

Mantar sayısı ise ortalama $4,06E+04$ hücre/gr/toprak olarak tespit edilmiştir. Yakma neticesinde mantar sayısında da bakteri sayısında olduğu gibi yüksek oranda azalma gözlenmiş ve uygulamalar arasında istatistiksel olarak çok önemli farklılıklar belirlenmiştir ($p<0,001$) (Çizelge 4.2).

Bitki ve mikroorganizma solunumunun bir göstergesi olan toprağın CO₂ içeriği ise yakılmayan mera kesiminde 20,39mgCO₂/m²/s olarak belirlenmiştir. Yakılan kesimde ise yakılmayan mera kesimine göre daha düşüktür (Çizelge 4.2). Yangın sonucu CO₂ içeriği azalış göstermiş ve istatistiksel olarak %0,001 önemli bulunmuştur.

4.3. Toprak Nemi ve Reaksiyonu

Hem bitki büyümesinin hem de topraktaki mikroorganizma faaliyetlerinin büyük oranda bağlı olduğu toprağın nem içeriği kontrol parselinde %22,02, yakılan parselde ise %15,14 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Yangın toprağın nem kaybına sebep olmuş ve istatistiki açıdan çok önemli farklılıklar belirlenmiştir (p<0,001).

Çizelge 4.3. Korunan mera vejetasyonlarında yakmayı takip eden büyüme döneminde toprak nem içeriği ve reaksiyonu

	Kontrol	Yangın	Ortalama	t Değeri	Önem Seviyesi
%Nem	22,02	15,14	18,58	22,231	***
pH	7,13	7,58	7,36	97,564	***

***= p<0,001

Besin maddelerinin alınabilirliğini etkileyerek bitki beslemesi üzerine etkili olan toprak reaksiyonu mera kesimlerinden alınan örneklerden elde edilen sonuçlara göre istatistiki açıdan uygulamalar arasında çok önemli farklılıklar belirlenmiştir (p<0,001). Yakılmayan mera kesiminden alınan toprakların pH'sı 7,13 yakılan mera kesiminden alınan toprakların pH'sı ise 7,58 bulunmuştur (Çizelge 4.3). Ortalama toprak pH'sı 7,36 olup, toprakların hafif alkali karakterde olduğu tespit edilmiştir.

4.4. Organik Madde, Elverişli Toplam, Nitrat ve Amonyum Azotu

Toprak parçacıklarının agregatlaşmasını, toprak yapısının gelişmesini, havalanma ve su tutma kapasitesinin artmasını, kaymak bağlamanın engellenmesini, nem kaybının

engellenmesini, besin maddelerinin depolanmasını ve toprağın fiziksel, kimyasal, biyolojik olarak iyileşmesini sağlayan özellikleri etkileyen organik madde yakılan kesimde yakılmayan kesime göre daha yüksek tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Toprakların ortalama organik madde miktarı %3,49 olurken istatistiksel olarak yakılmayan ve yakılan meralar arasında çok önemli farklılıklar belirlenmiştir ($p<0,001$).

Topraklarda eksikliği en fazla hissedilen besin elementi azot elementi olup, araştırma sahasından alınan toprakların toplam azot içeriği yakılmayan alanda %0,0161, yakılan alanda %0,0202 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Yakma toprağın toplam azot içeriğini artırmış ve istatistiki açıdan uygulamalar arasında çok önemli farklılıklar belirlenmiştir ($p<0,001$).

Çizelge 4.4. Korunan mera vejetasyonlarında yakmadan sonraki büyüme döneminde toprak organik maddesi, topraktaki elverişli toplam, nitrat ve amonyum azotu miktarları

	Kontrol	Yangın	Ortalama	t Değeri	Önem Seviyesi
Organik Madde (%)	3,09	3,89	3,49	34,566	***
N (%)	0,0161	0,0202	0,01815	34,303	***
NO ₃ ⁻ (%)	0,0055	0,0034	0,00445	14,772	***
NH ₄ ⁺ (%)	0,0058	0,0035	0,00465	17,253	***

***= $p<0,001$

Nitrat azotu yakılmayan mera kesiminde %0,0055, yakılan mera kesiminde %0,0034 olarak belirlenmiştir. Amonyum azotu nitrat azotuna benzer olarak yakılmayan mera kesiminde %0,0058 tespit edilirken, yakılan mera kesiminde %0,0035 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Yangın toprakların NO₃⁻ ve NH₄⁺ içeriklerinin azalmasına sebep olmuş ve istatistiksel olarak %0,001 önemli bulunmuştur.

4.5. Besin Elementleri ve Katyon Değişim Kapasitesi (K.D.K)

Topraklarda hem inorganik hem de organik olarak bulunan fosfor elementi bitkiler tarafından yalnızca organik formdan alınmaktadır. Organik fosforun en önemli kaynağı ise anakaya ve ölü materyaldir. Yapılan çalışmada fosfor içerikleri kontrol parselinde dekara 4,38kg, yangın parselinde 2,34kg/da olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Yakma toprağın fosfor içeriğinde azalmaya neden olmuş ve istatistiksel olarak çok önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0,001$).

Çizelge 4.5. Korunan mera vejetasyonlarında yakmayı takip eden büyüme döneminde topraktaki bazı besin elementleri ve katyon değişim kapasitesi

	Kontrol	Yangın	Ortalama	t Değeri	Önem Seviyesi
P (kg/da)	4,38	2,34	3,36	13,708	***
K (me/100gr)	0,34	1,07	0,71	3,547	***
Ca (me/100gr)	16,39	14,89	15,64	72,693	***
Mg (me/100gr)	4,86	4,27	4,57	56,376	***
Na (me/100gr)	0,24	0,28	0,26	42,773	***
KDK(me/100gr)	22,04	23,10	22,57	42,852	***

***= $p<0,001$

Yangın toprakta bulunan Ca ve Mg içeriklerini azaltırken, K ve Na içeriğinde bir artışa sebep olmuştur. En dikkat çekici değişim ise K'da gözlenmiştir. Ortalama besin elementi içeriği K, Ca, Mg ve Na sırasıyla 0,71, 15,64, 4,57 ve 0,26me/100gr olarak tespit edilmiştir. İstatistiki açıdan K, Ca, Mg ve Na %0,001 önemli bulunmuştur (Çizelge 4.5).

Katyon değişim kapasitesi ise kontrol parselinden alınan örneklerde 22,04me/100gr, yakılan parselden alınan örneklerde 23,10me/100gr olarak tespit edilmiş ve uygulamalar arasında istatistiki açıdan çok önemli farklılıklar bulunmuştur ($p<0,001$) (Çizelge 4.5). Yangın KDK'da artışa neden olmuş ve ortalama 22,57me/100gr olarak tespit edilmiştir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1. Botanik Kompozisyon ve Toprağı Kaplama Oranı (TKO)

Dünya meralarında olduğu gibi ülkemiz meralarında da dominant bitki türleri buğdaygiller familyasına ait türlerdir. Kullanım özelliklerine bağlı olarak değişmekle birlikte botanik kompozisyonda buğdaygillerin oranı %90'a kadar çıkabilir. Özellikle korunan meralarda buğdaygillerin oranı yüksek olmaktadır (Erkovan vd 2011). Aşırı otlatma, toprak işleme ve vafının değişmesi gibi bir müdahale buğdaygillerin kompozisyondaki oranının azalma eğilimi göstermesine sebep olmaktadır. Yapılan çalışmada da görüldüğü gibi yangın sonrasında buğdaygillerin kompozisyondaki oranlarında bir azalma meydana gelmiştir. Yakma sonucunda buğdaygillerin oranı yaklaşık olarak %10 azalmıştır. Yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Ford and Johnson 2006; Scheintaub *et al.* 2009). Yangınlar serin iklimlerde yumak oluşturan buğdaygiller üzerinde daha fazla tahrip edici etkiye sahiptir. Çoğunluğu yumak oluşturan buğdaygiller, yangınlarda yumakların yavaş yavaş ve içten içe yanması nedeniyle daha fazla zarar görmektedir (Altın vd 2005).

Baklagiller familyasına dahil bitki türleri lezzetli bitki türleri olup daha çok otlatmadan zarar görmektedir. Kazık köke sahip olmaları nedeniyle şiddetli olmayan yangınlardan zarar görmeden kurtulabilirler. Buna ilaveten tohumlarındaki sert tohum dormansisi nedeniyle yangından sonra çimlenme oranları yükselmektedir (Erkovan *et al.* 2013). Ayrıca rekabet gücü zayıf olan baklagil türleri azalan rekabet baskısı nedeniyle daha iyi gelişebilmektedir. Bunlara ilave olarak baklagiller familyasına dahil türler iklim ve toprak şartlarını diğer bitki türlerine göre çok daha iyi değerlendirebilmektedirler (Venterink 2011). Hem olumsuz çevresel etkileri iyi değerlendiren hemde tohum çimlenmesinde iyi olan baklagiller familyasına dahil bitki türleri korunan alanlarda yangın, toprak işleme veya vasıf değiştirme gibi bir olumsuz şartlardan sonra kompozisyondaki oranlarını hızla artırmaktadırlar. Nitekim yaptığımız çalışmada da yangın sonrası baklagillerin oranlarında artış olduğu görülmüştür.

Hayvanlar tarafından tercih edilmeyen ve olumsuz çevresel faktörleri en iyi değerlendiren bitki türleri diğer familyalara dahil türler olup yangından sonra oluşan ortamı iyi değerlendirmektedirler. Hem rekabet güçlerinin yüksek olması hem de yangından sonra toprak yüzeyinde oluşan boş alanları doldurmalarıyla kompozisyondaki oranlarında artışlar olmaktadır. Ayrıca diğer familyalara dahil bitki türleri bol miktarda tohum üretilip topraktaki tohum stoklarında uzun yıllar canlılıklarını koruyabilmektedirler (Koç *et al.* 2013). Yangın sonrasında toprak yüzeyinin daha iyi ısınması, toprak yüzeyine ulaşan ışık miktarının artması ve diğer bitki türlerinin olumsuz etkilerinden kurtulması nedeniyle diğer familyalara dahil türlerin tohumlarının çimlenmesi artmaktadır (Connor *et al.* 2011; Koç *et al.* 2013). Yapılan çalışmada olumsuz şartları iyi değerlendiren diğer familyalara dahil türlerin kompozisyondaki oranı artmıştır. Benzer veriler Efe (1988), Scheintaub *et al.* (2009) tarafından da elde edilmiştir.

Toprağın yerinde tutulmasında koruma kalkanı olan toprağı kaplama oranı; otlama, toprak işleme, yangın vb. gibi yıkıcı etkiler nedeniyle azalmaktadır. Yangın, toprak yüzeyinde bulunan canlı ve ölü bitki örtüsünü yok ederek toprağı kaplama oranını azaltmaktadır. Yanmaya karşı dayanıklı, adaptasyon kabiliyetleri yüksek ve hızlı büyüyen türler zaman içerisinde toprak yüzeyini yeniden kaplamaktadırlar. Bazı bitki türlerinin tamamen yanarak uzaklaşması, bazılarının da yavaş gelişmelerinden dolayı toprağı kaplama oranı yeniden eski seviyesine ulaşması için zaman gerekmektedir. Yürüttüğümüz çalışmada da görüldüğü gibi yarı kurak mera vejetasyonlarında yangın sonrası toprağı kaplama oranı azda olsa azalmaktadır. Elde edilen sonuçlar Nimir and Payne (1978), Schacht and Stubbendieck (1985), Efe (1988) ve Guevera *et al.* (1999)'ın çalışmalarıyla paralellik göstermektedir.

5.2. Bakteri, Mantar Sayısı ve Toprak Solunumu

Kısa veya uzun süreli yangınlar toprak mikroorganizmalarını önemli oranda etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Yangının süresi ve şiddetiyle birlikte mikroorganizmaların türleri de büyük önem arz etmektedir. Çünkü kısa süreli ve hızlı

yanan bir alanda toprak yüzeyine yakın olan ve sıcağa hassas olan mikroorganizmalar daha fazla etkilenmektedirler (Certini 2005). Ancak bazı mikroorganizmalar ise hiç etkilenmeden hayatlarını sürdürmektedirler. Yangının süresine ve şiddetine ek olarak yangından sonraki toprak ve iklim şartlarının da mikroorganizma popülasyonlarının düşmesine neden olduğu tespit edilmiştir (DeBano *et al.* 1977). Örneğin toprak neminin yüksek olması yangını takiben toprakların daha fazla ısınmasına ve mikroorganizmaların daha fazla zarar görmesine neden olmaktadır (Certini 2005). Buna ilave olarak yanan organik madde ve ölü materyal nedeniyle mikroorganizmaların besin kaynağı olan karbon ortamdan uzaklaşır. Karbon kaynağının sınırlanması mikroorganizma faaliyetini ve popülasyonunuda sınırlandırmaktadır (Pietikainen and Fritze 1995; Prieto-Fernandez *et al.* 1998). Ayrıca yangın organik maddelerin modifikasyona uğramasına ve mikroorganizmalar tarafından kullanımının kısıtlanmasına neden olur (Monleon and Cromack 1996). Nitekim yapılan çalışmalarda yangını takiben mikrobiyal karbon oranının %70, organik karbon oranının da %30 azaldığı bunu takibinde mikroorganizma sayısının %50 düştüğü belirtilmiştir (Prieto-Fernandez *et al.* 1998). Bunlara ilave olarak toprak yüzeyindeki ölü materyalin kaybolması ve canlı materyalinde azlığı nedeniyle güneş ışınlarının toprak yüzeyine ulaşması daha hızlı ve etkisi daha fazla olmaktadır. Böylece kuruyan toprak yüzeyinde bakteri ve mantar sayısında azalmalar gözlenmektedir (Certini 2005). Korunan serin iklim meralarında yangının etkisinin incelendiği çalışmada bakteri ve mantar sayısında önemli oranda bir düşüş tespit edilmiştir. Yürüttüğümüz çalışmada yangını takip eden büyüme mevsimi sonunda topraktaki bakteri ve mantar sayısında belirgin bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda benzer sonuçlar elde edilmiştir (Mickovsky 1967; Dunn and DeBano 1977; Eron ve Gürbüzler 1988; Prieto-Fernandez *et al.* 1998; Certini 2005).

Bitkilerin kök solunumunun bir göstergesi olan toprakların CO₂ içeriği ortamdaki bitki sıklığına, büyümesine ve mikroorganizma faaliyetlerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Pietikainen and Fritze 1995). Yangının şiddetinin artması ve toprak neminin yüksek olması topraktaki CO₂ oranının azalmasına sebebiyet vermektedir. Ayrıca yangını takip eden büyüme mevsimi sonunda bitki tür sayısının, topraktaki

bakteri ve mantar sayısının azalması toprakların CO₂ oranının azalmasına neden olmaktadır. Bunlara ilaveten yakılan alanda bitki büyümesi yavaş ve üretilen materyal az olduğu için topraktaki CO₂ oranı azalma göstermektedir. Pietikainen and Fritze (1995)'nin yürütmüş olduğu çalışmada yanma sonucunda CO₂'de azalma tespit edilmişken; Zepp *et al.* (1996), Pinto *et al.* (2002) ve Livesley *et al.* (2011)'in çalışmalarında yanma CO₂'de herhangi bir değişikliğe neden olmadığı tespit edilmiştir. Yürüttüğümüz çalışmada Pietikainen and Fritze (1995)'nin sonuçlarına benzer olarak CO₂ oranında bir azalma tespit edilmiştir.

5.3. Toprak Nemi ve Reaksiyonu

Yangın toprak nemi üzerine direkt olarak bir etkiye sahiptir. Ancak yürütülen çalışma yangını takip eden yılda yapıldığı için daha çok çevresel faktörlerin etkisi vardır. Yangın sonucu ölü materyalin bulunmaması ve canlı materyalin azlığı nedeni ile toprak nemi azalmaktadır. Bununla birlikte güneş ışınlarının toprak yüzeyine direkt olarak vurması toprak yüzeyinin daha fazla ısınmasına ve topraktaki nemin kaybolmasına neden olmaktadır (Connor *et al.* 2011). Ayrıca yağın tutulamaması veya daha az tutulması sonucunda toprakta su birikimi azalmaktadır (Shaoqing *et al.* 2010). Nitekim yürüttüğümüz çalışmada, yakılan mera alanının yangını takip eden yılki toprak nemi yakılmayan kesime göre daha düşük olarak bulunmuştur. Benzer sonuçlar Anderson *et al.* (1970) ve Kaptan (2011) tarafından tespit edilmiştir.

Toprak reaksiyonu besin maddesi alımını etkileyerek bitki tür ve mikroorganizma kompozisyonunda önemli değişikliklere neden olmaktadır. Yakma sonucu yükselen toprak sıcaklığı topraktaki organik asitlerin değişim göstermesine, organik ve mineral maddelerin meydana getirdiği kimyasal değişim ile de toprakta bulunan bazı iyonların serbest kalmasına sebep olmaktadır. Bunun bir sonucu olarak yakılan alanlarda toprak pH'sı yükselmektedir. Başka bir ifade ile organik asitlerin form değiştirmesi sonucunda ortaya çıkan K ve Na oksitler, hidroksitler ve karbonatlar toprak nemine bağlı olarak ortamın pH'sını artırabilmektedir (Certini 2005). Yürüttüğümüz çalışmada toprak pH'sının yangını takip eden yılda arttığı tespit edilmiştir. Nitekim Owensby ve Wyrill

(1973), DeBano *et al.* (1977), Vogl (1979), Gifford (1981), Şengönül (1985), Eron ve Gürbüzler (1988), Vallentine (1989), Neyişçi (1989), Boydak vd (1996), Schacht *et al.* (1996), Kennard and Gholz (2001) ve Certini (2005)'de yürütmüş oldukları çalışmalarda toprak pH'sının yakmayı takiben arttığını tespit etmişlerdir.

5.4. Organik Madde, Elverişli Toplam, Nitrat ve Amonyum Azotu

Organik madde toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine önemli etkiye sahiptir. Organik maddenin tahribatı toprak yapısında bozulmalara ve mikroorganizma popülasyonunda değişiklere neden olmaktadır. Yangının toprak özellikleri üzerine etkisi yangının şiddetine ve organik maddenin tahrip derecesine bağlı olarak değişmektedir. Yangının şiddetine bağlı olarak toprak yüzeyine yakın organik madde miktarında azalmaların olduğu ancak toprak derinliği arttıkça ve yangın şiddeti azaldıkça organik madde miktarında değişme olmadığı yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir (DeBano *et al.*1977). Yakma işlemi ölü veya canlı bitki örtüsünün tamamını yok etmemektedir. Ayrıca yangın sırasında belirgin bir şekilde organik madde kaybı olabilmesine karşın, toprak organik maddesinde ilerleyen zamanlarda kayıp telafi edilmektedir. Benzer olarak yapılan başka bir çalışmada organik madde miktarının yakmadan hemen sonra azaldığı ancak bir yıl sonra yakmanın etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (DeByle 1976). Bunlara ilave olarak organik maddenin 100°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda tahribatı daha fazla olmakta ve telafisi güç olmaktadır. Nitekim ülkemizin sıcak bölgelerinden olan Akdeniz bölgesinde yapılan bir çalışmada yangından hemen sonra organik madde miktarı azalmış ancak yangını takip eden ikinci yılın sonunda yakılan alanın organik madde miktarı daha yüksek olarak bulunmuştur (Neyişçi 1989). Sıcak iklimlerde dahi yangının şiddeti düşük olduğunda toprak organik maddesinde önce azalma meydana gelmektedir. Ancak büyüme mevsimini takiben organik madde miktarı yangından önceki seviyesine çıkabilmektedir. Nitekim yürüttüğümüz çalışmada da yangını takiben büyüme mevsimi sonunda organik madde miktarı yakılan alanda daha yüksek olarak tespit edilmiştir. DeByle (1976) ve Neyişçi (1989)'nin çalışmalarıyla benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Bitki büyümesini sınırlayan besin elementlerinin başında gelen azot yangın sırasında ya gaz olarak uzaklaşmakta ya da form değiştirerek bitkilerin yararlanabileceği forma dönüşmektedir (Dunn and DeBano 1977). Çünkü topraktaki azotun tamamına yakını organik maddede bağlı olarak bulunmaktadır. Organik madde kısmında da bahsedildiği gibi yangın organik maddeyi parçalayarak besin elementlerinin açığa çıkmasına yardım etmektedir. Organik maddede olduğu gibi daha çok, yüksek sıcaklıklarda (200°C üzerinde) kayıplar olmaktadır. Bununla birlikte yangının süresi de önemli bir etkidir. Yangını takip eden iklim şartları özellikle yağışlar, kaybolan veya gaz halinde ortamdan uzaklaşan azotun toprak tarafından tekrar tutulmasına katkı sağlamaktadır. Nitekim yangın sonrasında azot oranında azalmalar kaçınılmaz olmaktadır. Ancak toprakların toplam azot içeriği yangın sonrası kısmen azalmasına karşılık, yangını takip eden daha sonraki dönemlerde artmakta ve yanmamış alanlardaki azot içeriğinden daha yüksek olmaktadır (Viro 1974; Neyişçi 1989). Ayrıca bozulmuş alanlarda en erken gelişen ve ortamı en iyi değerlendiren bitki türleri olan baklagiller familyasına dahil bitki türlerinin (Venterink 2011), yakılan alanlarda oranları hızla artmaktadır. Bunun bir sonucu olarak artan baklagil oranıyla birlikte toprakların azot kazancıda artmaktadır. Bunlara ilave olarak toplam azot üzerine mikroorganizma faaliyetinin etkisi de göz ardı edilememektedir. Yürüttüğümüz çalışmada yangını takip eden büyüme mevsimi sonunda topraktaki toplam azot miktarı yakılan alandan daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Hilmon and Hughes (1965), DeBano *et al.* (1977), Gifford (1981), Şengönül (1985) ve Gürlevik (2009) yangını takip eden yıllarda toprakların toplam azot içeriğinin arttığını belirtmişlerdir. Yürüttüğümüz çalışmada da yangını takip eden büyüme sezonu sonunda toprakların azot oranında bir artış tespit edilmiştir.

Yakma sonucunda yalnızca total azot değil organik ve inorganik azot miktarı da değişiklik göstermektedir. Çünkü yakılan alanlarda yüksek oranda toplam azot bulunurken çok daha düşük oranda inorganik (NO_3^- ve NH_4^+) azotta bulunmaktadır. Yakılan alanlarda az miktarda da olsa gaz halinde inorganik azot kaybı yaşanmaktadır. Gaz halinde kaybolan inorganik azot formları yağışlarla bir miktar toprağa geri kazandırılrsa bile kaybedilen miktardan daha azdır. Yapılan çalışmalarda nemli topraklarda NO_3^- ve NH_4^+ azotunda yangını takiben bir kayıp olmazken, yarı kurak

veya kurak alanlarda yangını takiben NO_3^- ve NH_4^+ oranında azalmanın olduğu tespit edilmiştir (Viro 1974; Neyişçi 1989). Nitekim yürüttüğümüz çalışmada da yangını takip eden büyüme sezonu sonunda NO_3^- ve NH_4^+ oranlarında bir azalma olduğu bulunmuştur.

5.5. Besin Elementleri ve Katyon Değişim Kapasitesi (K.D.K)

Bitkide kök gelişimini, bitki olgunlaşmasını, erken tohum oluşturmayı ve döllenmeyi teşvik eden fosfor, yangının yüzeyde bulunan ölü ve canlı materyali yakması sonucu ilk etapta artış gösterir. Fosforun yanarak buharlaşma meyilinin olmaması (Wells 1971) ve yandıktan sonra kül tabakasında birikmesi (DeBano and Conrad 1978) nedeniyle artış göstermektedir. Bu artış sürekli olmayıp ilerleyen dönemde yanmadan önceki miktara düşmektedir. DeBano *et al.* (1977), Thompson and Troeh (1973), Anderson and Bailey (1980), Gifford (1981), Bara and Vega (1983), Eron ve Gürbüzer (1985), Neyişçi (1989) ve Kennard and Gholz (2001) yaptıkları çalışmalarda bitkilerin yararlanabileceği fosfor miktarında yangından hemen sonra artış olduğunu bildirmişlerdir. Yürüttüğümüz çalışmada ise fosfor miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Bu da çalışmanın yangını takip eden büyüme mevsimi sonunda yapılmasından, iklimsel (rüzgar ve yağmur gibi) ve çevresel etkenlerden dolayı kül tabakasının ortamdan uzaklaşmasından kaynaklanmaktadır.

Ülkemiz topraklarında bol miktarda bulunan potasyum yakmayı takip eden büyüme mevsimi sonunda belirgin oranda artmaktadır. Potasyum, azot ve fosfor elementlerinden farklı olarak %70 oranında canlı ve ölü materyale bağlı olarak bulunur (DeBano *et al.* 1977). Yangının canlı ve ölü materyali yakması sonucu topraktaki potasyum miktarında artış gözlenmektedir. Yanan materyalin miktarına ve yıllara bağlı olarak potasyum miktarının yakılmayan alana göre 3 kat daha fazla olabildiği bildirilmiştir (Neyişçi 1989). Yürüttüğümüz çalışmada da yakmayı takip eden büyüme mevsiminde potasyum miktarında belirgin artışlar olduğu tespit edilmiştir.

Toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine etkisinin yanında, eksikliğinde

bitki büyümesini yavaşlatan kalsiyum yakılan alanda yakılmayan alana göre daha düşüktür. Kalsiyum toprak içerisinde genellikle yeterince bulunmaktadır. Buharlaşma ısı (1240°C) yüksek olduğu için yakma ile buharlaşarak uzaklaştırılmamaktadır (DeBano *et al.* 1977). Bu nedenle yakmayı takiben toprak yüzeyinde biriken kül tabakasında kalsiyum seviyesi yükselmektedir. Ancak yakmayı takip eden yılda kalsiyum oranında belirgin azalmanın olduğu tespit edilmiştir. Toprak üst tabakasındaki kalsiyum yüksek hareket kabiliyetiyle ve yağışların etkisiyle kül tabakasından hızla mineral toprağa yıkanmaktadır (Neyişçi 1989). Bunun sonucu olarak toprağın üst katmanlarında bulunan kalsiyum sonraki yıllarda hızla azalır. Kalsiyum elementine benzer bir etki gösteren magnezyum, yakmadan hemen sonra artış ve takip eden dönemlerde hızlı bir azalma göstermektedir. Nitekim yürütmüş olduğumuz çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Kasyon değişim kapasitesi en zayıf element olan sodyum yakmayı takiben bir artış göstermiştir. Sodyum elementi yakma zamanına bağlı olarak değişim göstermektedir. Yakma işlemi kurak dönemde yapılırsa sodyum yıkanmayıp toprak yüzeyinde birikirken, yağışlı dönemin başında yapılırsa yüksek oranda yıkanma meydana gelmektedir. Yürüttüğümüz çalışmada yakma işlemini takiben yağışlı bir dönem olmadığı için sodyum elementi toprakta birikmiştir. Ancak sodyumun yıkanması kışın ve ilkbaharda yağın yağışlarla da mümkün olabilmektedir. İklim verileri incelendiğinde de anlaşılacağı üzere yangını takip eden yılda kışın ve bitki büyüme döneminde düşen yağış miktarı azdır. Az düşen yağış sodyum elementinin yıkanmadan kalmasına neden olmuş olabilir. Bu nedenle yanmış alanda Na miktarı artmış olabilir.

Bitki büyümesini sınırlayan, toprağın fiziki, kimyevi ve biyolojik özelliklerini etkileyen unsurların başında gelen fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve sodyum elementleri yakmanın etkisiyle önce artış göstermektedir. Zamanla bu artış azalarak birkaç yıl içerisinde denge sağlanır ve eski seviyesine kadar düşer (DeByle 1976; DeBano *et al.* 1977; Gifford 1981; Şengönül 1985; Eron ve Gürbüzler 1988; Neyişçi 1989; Boydak vd 1996; Certini 2005). Serin iklimlerde sıcak iklimlere göre biomass miktarı çok daha az olmaktadır. Bu yüzden yangın düşük şiddetli, daha yüzeysel ve

daha kısa sürmektedir. Ayrıca biomasın az olmasından dolayı yangın sonrasında daha az bitki artığı toprak bünyesine karışmaktadır. Bu yüzden yangından hemen sonra besin elementlerinde az bir artış gözlenir. Yürüttüğümüz çalışmanın yangını takip eden büyüme mevsimi sonunda gerçekleşmesi ve yangın sonrasındaki ölü ve diri materyallerden geriye kalan besin elementlerini barındıran küllerinde zaman içerisinde yağış ve rüzgar gibi iklimsel ve çevresel faktörlerin de etkisiyle taşınmasıyla azalma eğilimi göstermesi kaçınılmazdır.

Katyon değişim kapasitesinin, hafif yanmış veya yanmamış alanlarda genel olarak düşük seviyelerde kaldığını, orta veya ağır yanmış alanlarda ise önemli seviyede yükseldiğini, bu artışın da yangın sonrasında mineral toprağın kil ve organik maddece zenginleşmesiyle alakalı olduğunu belirtmişlerdir (Eron ve Gürbüzler 1985; Neyişçi 1989). Nitekim yürütmüş olduğumuz çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Sonuç olarak araştırmanın yürütüldüğü, Palandöken Dağı eteklerindeki uzun yıllar korunan meralarda familyalara göre botanik kompozisyon belirlenmiş ve ülkemiz meralarında dominant bitki türleri olan buğdaygiller familyasına ait türler yakma sonrasında azalma göstermiş ancak hakimiyetlerini sürdürmüştür. Zor şartlara daha iyi adapte olabilen, iklim ve toprak şartlarını çok iyi değerlendiren lezzetli bitki türleri olan baklagiller ve hayvanlar tarafından tercih edilmeyen diğer familyalara ait türler ise yakmayı takiben artış göstermişlerdir. Erozyona karşı direncin göstergesi ve toprağın yerinde tutulmasında koruma kalkanı olan toprağı kaplama oranında ise yakmayı takiben bir azalma gözlenmiştir.

Besin elementlerinin alınabilir forma dönüşmesinde ve ölü materyalin ayrışmasında önemli rol oynayan toprak mikroorganizmalarından bakteri ve mantar sayısı yakma neticesinde önemli miktarda azalma göstermiştir. Bitki ve mikroorganizma solunumunun bir göstergesi olan toprağın CO₂ içeriğinde ise azalma tespit edilmiştir. Hem bitki büyümesine hem de topraktaki mikroorganizma faaliyetlerine büyük oranda etki eden toprağın nem içeriğinde de yakma ile azalma gözlenmiştir. Besin maddelerinin

alnabilirliğini etkileyen ve bitki beslemesi üzerine etkili olan toprak reaksiyonunda ise artış tespit edilmiştir.

Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine önemli etkiye sahip olan organik madde yakma sonrasında artış göstermiştir. Topraklarda eksikliği en fazla hissedilen ve bitki büyümesini sınırlayan besin elementlerinin başında gelen azot yangın sonrasında toplam olarak artarken, amonyum ve nitrat formlarında azalış gözlenmiştir.

Bitkide kök gelişimini, bitki olgunlaşmasını, erken tohum oluşturmaya ve döllenmeyi teşvik eden fosforda yangından sonra azalma gözlenmiştir. Bitki büyümesini sınırlayan, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkileyen unsurların başında gelen bitki besin elementlerinden kalsiyum ve magnezyum yakmanın etkisiyle azalırken potasyum ve sodyum artış göstermiştir. Katyon değişim kapasitesinde ise bir artış tespit edilmiştir.

Kontrollü veya kontrolsüz olarak oluşan yangın çeşitli amaçlarla korunan meralarda vejetasyon ve toprak özelliklerini etkilemektedir. Yangının can ve mal güvenliğine sebebiyet vermemesi için bu alanlarda biomass birikiminin kontrol edilmesi ve oluşabilecek yangın riskinin azaltılması gerektiği görülmektedir. Hem vejetasyon hem de toprak özelliklerinin etkilenmemesi ve süksesyon seyrinin bozulmaması için serin iklim meralarında bile bazı önlemlerin alınmasının kaçınılmaz olduğu tespit edilmiştir. Özellikle besin elementi döngüsünü sekteye uğratabilecek olan yangının biyolojik ve fizyolojik etkiye neden olduğu belirlenmiştir. Korunan serin iklim meralarında yangının etkilerinin tam olarak belirlenebilmesi için farklı ekolojiye sahip meralarda daha uzun süreli ve periyodik olarak örneklemelerin yapılmasının gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Afolayan, T. A., 1978. Savanna Burning in Kainji Lake National Park, Nigeria East African Journal of Ecology, 16 (4), 245-255.
- Altın, M., Gökkuş, A., Koç, A., 2005. Çayır Mera Islahı. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretimi Geliştirme Genel Müdürlüğü. Ankara, 468 s.
- Anderson, H. G., Bailey, A. W., 1980. Effects of annual burning on grassland in the aspen parkland of east-central Alberta. Canadian Journal of Botany, 58 (8), 985-996.
- Anderson, J. P. E., 1982. Soil Respiration, Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Second Edition. ed: Miller, R. H., Keeney, D. R., American Society of Agronomy, Soil Science Society of America- Madison, Wisconsin, USA. 831-871.
- Anderson, K. L., Smith E. F., Owensby C., 1970. Burning bluestem range. Journal of Range Management, 23: 81-92.
- Bailey, A. W., Anderson, M. L., 1978. Prescribed burning of a *Festuca-Stipa* grassland. Journal of Range Management, 31 (6), 446-449.
- Bara, S., Vega, J. A., 1983. Effects of wildfires on forest soils in the northwest of Spain. In DFG Symposium Fenerkologie. Freiburger Waldschutz Abhandlungen. Freiburg Univ. 181-195.
- Boydak, M., Eler, Ü., Pehlivan, N., 1996. Antalya – Elmalı yöresi sedirlerinin (*Cedrus libani* A. Rich.) gençleştirilmesinde denetimli yakma ve diğer bazı faktörlerin başarı üzerine etkileri. BAOAM, Teknik Rapor No: 2, Antalya, 42 s.
- Certini, G., 2005. Effects of fire on properties of forest soils: a review. Oecologia, 143 (1), 1-10.
- Connor, D. J., Loomis, R. S., Cassman, K. G., 2011. Crop ecology: productivity and management in agricultural systems. Cambridge University Press, New York, 544s.
- Daşcı, M., Fayetörbey, D., Çomaklı, B., 2013. Yangının meranın verim ve tür kompozisyonu üzerine etkileri. Türkiye 10. Tarla Bitkileri Kongresi, Konya, 544-550.
- DeBano, L. F., Dunn, P. H., Conrad, C. E., 1977. Fire's Effects on Physical and Chemical Properties of Chaparral Soils. USDA Forest Service General Technical Report, WO-3, 65-74.
- DeBano, L. F., Conrad, C. E., 1978. The effect of fire on nutrients in a chaparral ecosystem. Ecology, 59 (3), 489-497.
- DeByle, N. V., 1976. Soil fertility as affected by broadcast burning following clearcutting in northern Rocky Mountain larch/Douglas-fir forests. In: Tall Timbers fire ecology conference No. 14; 1974 October 8-10; Missoula, MT. Tallahassee, FL: Tall Timbers Research Station: 447-464.
- Dunn, P. H., DeBano, L. F., 1977. Fire's effect on the biological properties of chaparral soils. International Symp. on the Environmental Consequences of Fire and Fuel Management in Mediterranean-Climate Ecosystems. USDA Forest Service, General Technical Report, WO-3, 75-84.
- Efe, A., 1988. Çukurova'da yakılan ve otlatılan bir mera ile korunmuş bir meranın bitki

- örtüsü ve verim güçlerinin saptanması üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, 53s.
- Epanchin-Niell, R., Englin, J., Nalle, D., 2009. Investing in rangeland restoration in the arid west, USA: countering the effects of an invasive weed on the long-term fire cycle. *Journal of Environmental Management*, 91 (2), 370-379.
- Erkovan, H. İ., Koç, A., Aksakal, E. L., Öztaş, T., Özgül, M., 2011. Mera bitki örtüsünün koruma ve farklı otlatma sistemi uygulamalarına tepkisi. *Türkiye 9. Tarla Bitkileri Kongresi, Bursa, 1751-1756.*
- Erkovan, H. I., Clarke, P. J., Whalley, R. D. B., 2013. Seed bank dynamics of *Acacia farnesiana* (L.) Willd. and its encroachment potential in sub-humid grasslands of eastern Australia. *The Rangeland Journal*, 35 (4), 427-433.
- Eron, Z., Gürbüz, 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.*
- Eser, D., 1986. *Tarımsal Ekoloji. Ankara Üniv. Zir. Fak. No: 975, Ders Kitabı No:287, Ankara, 176s.*
- Ford, P. L., Johnson, G. V., 2006. Effects of dormant-vs. growing-season fire in shortgrass steppe: biological soil crust and perennial grass responses. *Journal of Arid Environments*, 67 (1), 1-14.
- Gee, G. W., Bauder, J. W., 1986. *Particle Size Analysis Methods of Soil Analysis Part 1. Physical and Mineralogical Methods. Second Edition. ed: Klute, A., American Society of Agronomy, Soil Science Society of America- Madison, Wisconsin, USA. 383-409.*
- Germida, J. J., 1993. *Cultural Methods for Soil Microorganisms Soil Sampling and Methods of Analysis. Chapter:27, ed: Carter, M. R., Canadian Society of Soil Science. Lewis Publishers, USA. 263-275.*
- Gifford, G. F., 1981. Impact of burning pinyon-juniper debris on select soil properties. *Journal of Range Management*, 34, 357-359.
- Gliessmann, S. R., 2000. *Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture. Lewis Publisher, NY, 133-137.*
- Gökkuş, A., 1984. *Değişik Islah Yöntemleri Uygulanan Erzurum Tabii Meralarının Kuru Ot ve Ham Protein Verimleri ile Botanik Kompozisyonları Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum, 161s.*
- Gökkuş, A., 1987a. *Değişik Islah Yöntemleri Uygulanan ve Üstten Tohumlanan meraların Kuru ot ve Ham Protein Verimleri ile Botanik Kompozisyonları Üzerinde Bir Araştırma. Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, 11 (2), 348-361.*
- Gökkuş, A., 1987b. *Çayır-mera ıslahında yakmanın önemi. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Dergisi, 18, 149-155.*
- Gökkuş, A., Koç, A., Çomaklı, B., 1995. *Çayır-Mera Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 142, Erzurum, 139s.*
- Guevara, J. C., Stasi, C. R., Wuilloud, C. F., Estevez, O. R., 1999. Effects of fire on rangeland vegetation in south-western Mendoza plains (Argentina): composition, frequency, biomass, productivity and carrying capacity. *Journal of Arid Environments*, 41 (1), 27-35.
- Gürlevik, N., Özkan, K., Gülcü, S., 2009. *Kontrollü yakma ve mekanik arazi*

- hazırlığının Isparta yöresinde bir kermes meşesi sahasında toprak özelliklerine etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A, Sayı: 1, ISSN: 1302-7085, 24-37.
- Handershot, W. H., Lalande, H., Duquette, M., 1993. Soil Reaction and Exchangeable Acidity. Soil Sampling and Methods of Analysis. Chapter:16, ed: Carter, M. R., Canadian Society of Soil Science. Levis Publishers, USA. 141-145.
- Heady, F. H., Child, R. D., 1994. Rangeland Ecology and Management. Westview Press, Inc., Colorado, USA. 519p.
- Hilmon, J. B., Hughes, R. H., 1965. Forest Service research on the use of fire in livestock management in the South. In Proceedings, Fourth Tall Timbers Fire Ecology Conference. 18-19.
- Kaptan, H., 2011. Orman Yangınlarının Topraktaki Isı İletimi ve Nem Miktarına Etkisi. KSÜ Doğa Bil. Der., Özel Sayı. 271-280.
- Kennard, D. K., Gholz, H. L., 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.
- Koç, A., Tan, M., Erkovan, H. İ., 2012. An overview of fodder resources and animal production in Turkey. 14th Meeting of the FAO-CIHEAM Sub-Network on Mediterranean Pastures and Fodder Crops, Samsun, 15-22.
- Koç, A., Güllap, M. K., Erkovan, H. I., 2013. The soil seed bank pattern in highland rangelands of Eastern Anatolian Region of Turkey under different grazing systems. Turkish Journal of Field Crops, 18 (1), 109-117.
- Lardner, H. A., Wright, S. B. M., Cohen, R. D. H., Curry, P., MacFarlane, L., 2001. The effect of rejuvenation of Aspen Parkland ecoregion grass-legume pastures on botanical composition. Canadian Journal of Plant Science, 81 (4), 673-683.
- Lewis, C. E., Grelen, H. E., Probasco, G. E., 1982. Prescribed burning in southern forest and rangeland improves forage and its use. Southern Journal of Applied Forestry, 6 (1), 19-25.
- Livesley, S. J., Grover, S., Hutley, L. B., Jamali, H., Butterbach-Bahl, K., Fest, B., Beringer, J., Arndt, S. K., 2011. Seasonal variation and fire effects on CH₄, N₂O and CO₂ exchange in savanna soils of northern Australia. Agricultural and Forest Meteorology, 151, 1440-1452.
- Lodge, G. M., Whalley. R. D. B., 1989. Native and natural pastures on the Northern Slopes and Tablelands of New South Wales. Technical Bulletin - New South Wales Agriculture and Fisheries. Sydney. Australia, 35.
- Maynard, D. G., Karla, Y. P., 1993. Soil Sampling and Methods of Analysis. Chapter:4, Nitrate and Exchangeable Amonium Nitrogen, ed: Carter, M. R., Canadian Society of Soil Science. Levis Publishers, USA. 25-38.
- McGill, W. B., Figueiredo, C. T., 1993. Soil Sampling and Methods of Analysis. Chapter:22, Total Nitrogen, ed: Carter, M. R., Canadian Society of Soil Science. Levis Publishers, USA. 201-211.
- McKee, W. H., Lewis, C. E., 1982. Influence of burning and grazing on soil nutrient properties and tree growth on a Georgia coastal plain site after 40 years. Proceedings of the Second Biennial Southern Silvicultural Research Conference, Atlanta, Georgia, 79-86.
- Mickovsky, M., 1967. Effects of burnt straw on the microflora of soil. Annu. Fac. Agric. Univ. Skopje, 20, 55-68.

- Mitchell, R. B., Masters, R. A., Waller, S. S., Moore, K. J., Young, L. J., 1996. Tallgrass prairie vegetation response to spring burning dates, fertilizer, and atrazine. *Journal of Range Management*, 49, 131-136.
- Monleon, V. J., Cromack, Jr. K., 1996. Long-term effects of prescribed underburning on litter decomposition and nutrient release in ponderosa pine stands in central Oregon. *Forest Ecology Management*, 81, 143-152.
- Neary, D. G., Klopatek, C. C., DeBano, L. F., Ffolliott, P. F., 1999. Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis. *Forest ecology and management*, 122 (1), 51-71.
- Nelson, D. W., Sommers, L. E., 1982. Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter. *Methods of Soil Analysis Part 2, Chemical and Microbiological Properties*. ed: Miller, R. H., Keeney, D. R., Madison, Wisconsin, USA. 539-579.
- Neyişçi, T., 1989. Kızılçam orman ekosistemlerinde denetimli yakmanın toprak kimyasal özellikleri ve fidan gelişimi üzerine etkileri. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No: 205, Ankara*, 56s.
- Nimir, M. B., Payne, G. F., 1978. Effects of spring burning on a mountain range. *Journal of Range Management*, 31 (4), 259-263.
- Ortmann, J. A., Beran, D. D., Masters, R. A., Stubbendieck, J. L., 1998. Grassland management with prescribed Fire. University of Nebraska, Institute of Agriculture and Natural Resources, Cooperative Extension, EC 98-148-A, 9p.
- Oesterheld, M., Loreti, J., Semmartin, M., Paruelo, J.M., 1999. Grazing, fire and climate effects on primary productivity of grasslands and savannas, ed: Walker, L., *Ecosystems of Disturbed Ground*. Elsevier, Amsterdam, 287-306.
- Owensby, C. E., Wyrill, J. B., 1973. Effects of range burning on Kansas Flint Hills soil. *J. Range Manage*, 26 (3), 185-188.
- Pase, C. P., Knipe, O. D., 1977. Effect of winter burning on herbaceous cover on a converted chaparral watershed. *Journal of Range Management*, 20 (5), 340-349.
- Peláez, D. V., Andrioli, R. J., Elia, O. R., Bontti, E. E., Tomas, M. A., Blazquez, F. R., 2013. Response of grass species to different fire frequencies in semi-arid rangelands of central Argentina. *The Rangeland Journal*, 35 (4), 385-392.
- Pietikainen, J., Fritze, H., 1995. Clear-cutting and prescribed burning in coniferous forest: comparison of effects on soil fungal and total microbial biomass, respiration activity and nitrification. *Soil Biol Biochem*, 27, 101-109.
- Pinto, A. D. S., Bustamante, M. M. C., Kisselle, K., Burke, R., Zepp, R., Viana, L. T., Varella, R. F., Molina, M., 2002. Soil emissions of N₂O, NO and CO₂ in Brazilian Savannas: effects of vegetation type, seasonality, and prescribed fires. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 107 (D20), LBA57, 1-9.
- Prieto-Fernandez, A., Acea, M. J., Carballas, T., 1998. Soil microbial and extractable C and N after wildfire. *Biol Fertil Soils* 27 (2), 132-142
- Redmann, R. E., 1978. Plant and soil water potentials following fire in a northern mixed grassland. *Journal of Range Management*, 31 (6), 443-445.
- Rhoades, J. D., 1982, Cation Exchange Capacity, *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. Second Edition. ed: Miller, R. H., Keeney, D. R., American Society of Agronomy, Soil Science Society of America- Madison, Wisconsin, USA. 149-157.
- Schacht, W., Stubbendieck, J., 1985. Prescribed burning in the Loess Hills mixed prairie of southern Nebraska. *Journal of Range Management*, 38 (1), 47-51.

- Schacht, W. H., Volesky, J. D., Waller, S. S., 1996. Proper livestock grazing distribution on rangeland. University of Nebraska Cooperative Extension Service, Lincoln. G80-504-A, 11p.
- Scheintaub, M. R., Derner, J. D., Kelly, E. F., Knapp, A. K., 2009. Response of the shortgrass steppe plant community to fire. *Journal of Arid Environments*, 73 (12), 1136-1143.
- Schoenau, J. J., Karamanos, R. E., 1993. Soil Sampling and Methods of Analysis. Chapter:7 Sodium Bicarbonate-Extractable: P, K and N, ed: Carter, M. R., Canadian Society of Soil Science. Levis Publishers, USA. 51-58.
- Shaoqing, C., Shaolin, P., Baoming, C., Danting, C., Juhua, C., 2010. Effects of fire disturbance on the soil physical and chemical properties and vegetation of *Pinus massoniana* forest in south subtropical area. *Acta Ecologica Sinica* 30, 184-189.
- Simard, R. R., 1993. Soil Sampling and Methods of Analysis. Chapter:5, Ammonium Acetate-Extractable Elements, ed: Carter, M. R., Canadian Society of Soil Science. Levis Publishers, USA. 39-42.
- SPSS Inc, 1999. SPSS for Windows: Base 11.0 application guide. Chicago, Illinois.
- Stevens, M., 2010. PlantGuide (Soft rush, *Juncus effusus* L. L.). USDA NRCS, http://plants.usda.gov/plantguide/pdf/cs_juef.pdf (01.01.2014).
- Şengönül, K., 1985. Orman yangınları ile toprak ısınması arasındaki ilişkiler ve yangınların toprak özellikleri üzerine etkileri. *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, B35 (2), 89-107.
- Thompson, L. M., Troeh, F. R., 1973. Soils and Soil Fertility McGraw-Hill Book Corp. New York. 495 p.
- Topp, G. C., Ferré, P. A., 2002. Methods for Measurement of Soil Water Content, ed: Dane, J. H., Topp, G. C., Methods of Soil Analysis. Part: 4, Physical Methods, SSSA Book Series 5. Soil Science Society of America, Inc, Madison, Wisconsin, USA, 422-534.
- Trlica, M. J., Schuster, J. L., 1969. Effects of fire on grasses of the Texas high plains. *Journal of Range Management*, 22 (5), 329-333.
- Tükel, T., Hatipoğlu, R., 1989. Research on the Effects of Different Burning Dates and Nitrogen Fertilization on the Yield and Botanical Composition of a Range of Vegetation Dominated by *Hyparrhenia hirta* (L.) Stapf. in Çukurova. *Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, Ankara, 13 (2), 438-449.
- Vallentine, J. F., 1989. Range Development and Improvements (No. Ed. 3). Academic Press Inc., San Diego, California, 524 p.
- Venterink, H. O., 2011. Does phosphorus limitation promote species-rich plant communities?. *Plant and soil*, 345 (1-2), 1-9.
- Vermeire, L. T., Wester, D. B., Mitchell, R. B., Fuhlendorf, S. D., 2005. Fire and grazing effects on wind erosion, soil water content, and soil temperature. *Journal of Environmental Quality*, 34 (5), 1559-1565.
- Viro, P. J., 1974. Effect of Forest Fire on Soil. *Fire and Ecosystems*. Academic Press. New York, 7-46.
- Vogl, R. J., 1979. Some basic principles of grassland fire management. *Environmental Management*, 3 (1), 51-57.
- Wells, C. G., 1971. Effects of Prescribed Burning on Soil Chemical Properties and Nutrient Availability Prescribed Burning Symposium. USDA Forest Service Southeastern Forest Experiment Station. Charleston S. C., 86-99.

- Wright, H. A., 1974. Range burning. *Journal of Range Management*, 27 (1), 5-11.
- Wright, B. R., Clarke, P. J., 2007a. Fire regime (recency, interval and season) changes the composition of spinifex (*Triodia* spp.) - dominated desert dunes. *Australian Journal of Botany*, 55 (7), 709-724.
- Wright, B. R., Clarke, P. J., 2007b. Resprouting responses of Acacia shrubs in the Western Desert of Australia—fire severity, interval and season influence survival. *International Journal of Wildland Fire*, 16 (3), 317-323.
- Zepp, R. G., Miller, W. L., Burke, R. A., Parsons, D. A. B., Scholes, M. C., 1996. Effects of moisture and burning on soil-atmosphere exchange of trace carbon gases in a southern African savanna. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres* 101 (D19), 23699–23706.

ÖZGEÇMİŞ

Çorum'un Sungurlu ilçesinde 1985 yılında doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Sungurlu ilçesinde tamamladıktan sonra 2007 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde yüksek öğretime başladı ve 2011 yılında bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı. Halen yüksek lisans eğitimini sürdürmektedir.