T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANIZDA YANGIN DAVRANIŞI

Hüseyin ÇİNKO

Danışman	**Prof. Dr. Ömer KÜÇÜK**
Jüri Üyesi	**Prof. Dr. Ertuğrul BİLGİLİ**
Jüri Üyesi	**Dr. Öğr. Üyesi Kerim GÜNEY**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

KASTAMONU – 2018

TEZ ONAYI

Hüseyin ÇİNKO tarafından hazırlanan "**Anızda Yangın Davranışı** " adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve **oy birliği** ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Orman Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman	Prof. Dr. Ömer KÜÇÜK Kastamonu Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Ertuğrul BİLGİLİ Karadeniz Teknik Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi. Kerim GÜNEY Kastamonu Üniversitesi	.....

21/06/2018

Enstitü Müdürü V. Doç. Dr. Mehmet Altan KURNAZ .....

TAAHHÜTNAME

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildirir ve taahhüt ederim.

İmza

Hüseyin ÇİNKO

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ANIZDA YANGIN DAVRANIŞI

Hüseyin ÇİNKO
Kastamonu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ömer KÜÇÜK

Orman alanlarına bitişik olan tarım alanlarında meydana gelen anız yangınları orman yangınlarına sebep olmaktadır. Anız yangınlarının yayılma oranı ve yangın şiddetinin bilinmesi yapılacak müdahalenin başarısı için önemlidir. Bu çalışmada müdahale tarım alanlarında hasadı yapılan buğday ve arpa anızlarında farklı meteorolojik şartlar altında anız yangınları yapılmıştır. 44 adet anız yangını verilerine göre yayılma oranı ve yangın şiddetini tahmin eden regresyon modelleri geliştirilmiştir.

Deneme yangınları sırasında sıcaklık 28 ile 37 ^{o}C arasında değişirken, nispi nem ise %11- %37 arasında değişmiştir. Yangınlar sırasında ölçülen en yüksek rüzgâr hızı 23 km/sa olurken en düşük rüzgâr hızı ise 1 km/sa olmuştur. Anız yanıcı madde miktarı (AYMM) 0,200 kg/m^2 ile 0,640 kg/m^2 arasında değişirken, hasat sonrası alanda kalan anızın sahayı örtme derecesi göreceli olarak %70-%95 arasında değişmiştir. Hasattan sonra kalan tahıl artıklarının ortalama yüksekliği 10-35 cm arasında değişmiştir. Yangınlar sırasındaki anız yanıcı madde nem içeriği (AYMNİ) ise, %3-%19 arasında değişiklik göstermiştir.

Anız yangınlarında yayılama oranı (YO) 1 m/dak ile 30 m/dak arasında olmuştur. Yangın şiddeti (YŞ) değerleri ise 118 kW/m ile 4612 kW/m arasında gerçekleşmiştir. Analizler sonucunda rüzgâr hızı ve anızı yanıcı madde nem içeriği hem yayılma oranı (R^2: %723) hem de yangın şiddetindeki (R^2: %778) değişikliği açıklayan en etkili faktör olmuştur. Bu çalışmada geliştirilen regresyon modelleri benzer özellikteki anız yangınlarında yayılma oranı ve yangın şiddetinin tahmin edilmesinde kullanılabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Anız yangını, yangın yayılma oranı, yangın şiddeti, regresyon modeli

2018, 37 sayfa
Bilim Kodu: 1205

ABSTRACT

MSc. Thesis

FIRE BEHAVIOUR IN STUBLLE

Hüseyin ÇİNKO
Kastamonu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ömer KÜÇÜK

44 experimental stubble fires were conducted under the weather and fuel conditions to gather quantitative data on fire spread and fire intensity, and develop fire behavior models.

During the experimental stubble fires, air temperature varied from 28 to 37 ºC, relative humidity from 11 to 37%, and 10-m open wind speed from 1.0 to 23 km h^{-1}. Stubble fuel load ranged from 0,2 to 0.64 kg m^{-2}. After the agricultural harvest, range of stubble cover varid from 70% to 95%. Stubble fuel depth was changed 10 cm to 35 cm.Stubble fuel moisture content varied from 3% to 19%.

The rate of fire spread varied from 1.0 to 30 m min^{-1} in the stubble fires. Fire line intensity ranged from 118 to 4612 kW m^{-1}. Wind speed and stubble fuel moisture content were the most important factors on both rate of spread and fire line intensity and explained 72% of the observed variation in the rate of spread and 79% of the observed variation in fire line intensity respectively. These regression models should be useful for the prediction of rate of spread and fire intensitiy in similar stubble characteristics.

Key words: Stubble fire, rate of fire spread, fire intensity, regression model

2018, 37 pages
Science Code: 1205

TEŞEKKÜR

"Anızda Yangın Davranışı" isimli bu çalışma, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu çalışmanın planlanmasından bitimine kadar arazide, laboratuvarda ve tezin yazım aşamasında destek ve katkılarıyla çalışmamı yönlendiren, bilgi ve tecrübelerinden sürekli istifade ettiğim danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ömer KÜÇÜK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma, Kastamonu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından KÜBAP – 01 / 2013- 58 numaralı proje ile desteklenmiştir. Destekleri için Kastamonu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü teşekkür ederim.

Beypazarı Orman İşletme Şefliği sınırlarında gerçekleştirilen bu çalışmada her türlü desteği veren Orman İşletme Müdürlüğü çalışanlarına, Beypazarı Orman İşletme şefi Dilek ÇİNKO'ya, şeflik Orman Muhafaza memurları Mehmet Can UÇAN, İsmail DİZMAN, Mehmet YÜCEL ve özellikle video kayıtlarının alınmasında Maden Mühendisi Yüksel KURT'a teşekkürlerimi sunarım.

Arazi çalışmalarımda yardımcı olan Beypazarı Arozöz ve Yangın Ekibi işçilerine teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemde çok büyük emekleri geçen, hayatım boyunca bana her türlü konuda destek olan çok sevgili aileme teşekkür ederim.

Bu çalışmanın orman ve kırsal alan yangınlarıyla ilgilenen herkese faydalı olmasını ve yeni yapılacak araştırmalara katkı sağlamasını dilerim.

Hüseyin ÇİNKO
Kastamonu, Haziran, 2018

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
GRAFİKLER DİZİNİ	ix
TABLOLAR DİZİNİ	x
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ	xi
HARİTALAR DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER	5
2.1. Anız Yakmanın Toprağa Etkileri	8
2.2. Anız Yakmanın Hastalık, Zararlı ve Yabancı Otlara Etkisi	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM	9
3.1. Çalışma Alanının Tanıtımı	9
3.2. Arazi Çalışmaları	13
3.2.1. Yangın Öncesi Ölçümler	13
3.2.1.1. *Deneme Yangını Öncesi Anız Parsellerinin Hazırlanması*	13
3.2.1.2.*Yangın Öncesi Yanıcı Madde Ölçümleri*	14
3.2.1.3. *Meteorolojik Ölçümler*	16
3.2.2. Anız Yangınları Anındaki Ölçümler	16
3.3. Laboratuvar Çalışmaları	18
3.4. İstatistik Analizler	19
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	20
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	30
KAYNAKLAR	33
ÖZGEÇMİŞ	37

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AB	Alev Boyu
AYMNİ	Anız Yanıcı Madde Nem İçeriği
AYMM	Anız Yanıcı Madde Miktarı
DR^2	Düzeltilmiş R^2
Dak	Dakika
H	Yangın Şiddeti Reaksiyon Sabiti
Ha	Hektar
İYMM	İnce Yanıcı Madde Miktarı
Kg	Kilogram
M	Metre
MM	Milimetre
NN	Nispi Nem
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
OMGİ	Otomatik Meteorolojik Gözetleme İstasyonu
R	Rüzgâr
Sa	Saat
Sn	Saniye
SH	Standart Hata
THG	Tutuşma Hattı Genişliği
TYMM	Toplam Yanıcı Madde Miktarı
YHG	Yangın Hattı Genişliği
YM	Yanıcı Madde
YMD	Yanıcı Madde Derinliği
YMM	Yanıcı Madde Miktarı
YO	Yayılma Oranı
YŞ	Yangın Şiddeti

GRAFİKLER DİZİNİ

Sayfa

Grafik 4.1. Ölçülen ve tahmin edilen yayılma oranı arasındaki ilişki 24
Grafik 4.2. Ölçülen ve tahmin edilen yayılma oranı arasındaki logaritmik ilişki..... 25
Grafik 4.3. Ölçülen ve tahmin edilen yangın şiddeti arasındaki ilişki 27
Grafik 4.4. Yangın şiddetinin tahmin edilen değerleri ile ölçülen değerleri arasındaki logaritmik ilişki..... 28

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 1.1. Son Beş Yılda Çıkan Anız Yangınlarının Orman Bölge Müdürlüklerine Dağılımı 7
Tablo 3.1. Beypazarı Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan anız ve ot alanlarının ilçelere dağılımı 10
Tablo 3.2. On yıllık Ortalama (2003-2012) Meteorolojik Veriler 12
Tablo 3.3. Yıllık (2012) Meteorolojik Veriler 13
Tablo 4.1. Anız Yanıcı Madde Özellikleri Ve Hava Halleri İle Yangın Davranış Parametreleri Arasındaki Tanımlayıcı İstatistikler 21
Tablo 4.2. Anız Yangınlarındaki Sırasında Ölçülen Yanıcı Madde Hava Halleri İle Yangın Davranış Özellikleri 22
Tablo 4.3. Anız Yangınlarının Analizinde Kullanılan Değişkenler Arasındaki Korelasyon 23
Tablo 4.4. Anız Yangın Yayılma Oranını Tahmin Eden Regresyon Modelleri 27
Tablo 4.5. Anız Yangınlarında Yangın Şiddetini Tahmin Eden Regresyon Modelleri 29

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

Sayfa

Fotoğraf 3.1. Araştırma alanında hasat sonrası anız parselleri 11
Fotoğraf 3.2. Yanıcı madde parselinden görünüm..... 14
Fotoğraf 3.3. 50 × 50 cm ebatlarında yanıcı madde ölçümleri ve örnek alımı ... 15
Fotoğraf 3.4. Anız yanıcı madde derinliğinin ölçülmesi..... 15
Fotoğraf 3.5. Rüzgâr, sıcaklık, nem ölçümü 16
Fotoğraf 3.6. Arozöz ekibi 17
Fotoğraf 3.7. Deneme yangınlarından görünümler..... 18
Fotoğraf 3.8. Yangın sonrası parsellerden görünüm..... 18

HARİTALAR DİZİNİ

Sayfa

Harita 3.1. Araştırma Alanının Türkiye Üzerindeki Yeri ve Komşu Orman İşletmeleri..... 9

1. GİRİŞ

Çayır vejetasyonlarındaki canlı ve ölü bitki materyallerinin oranı yayılma oranının belirlenmesinde önemlidir (Cheney, Gould ve Catchpole, 1998). Çayır vejetasyonlarının yangına duyarlılığını anlamanın en önemli hususlarından birisi de, yıllık büyüme döngüsünü ve özellikle de yaşlanmanın yanma için mevcut biokütleyi nasıl etkilediğini bilmektir. Otlarda yaşlanma, eski bitki bileşenlerinden yeni yapraklara veya üreme gelişimini desteklemek için besin maddelerinin yeniden yıkanmasının bitki organlarının veya tüm bitkinin ölümüne yol açtığı ardışık bir süreçtir. Otsu bitkilerde yaşlanma, olgunlaşma süreci ilerledikçe diğer bir ifade ile kuru materyal miktarı arttıkça, yanıcı madde nem içeriği yavaş yavaş azalır ve ölü yanıcı madde oranı ve miktarı artar. Bu durum ise, çayır vejetasyonlarının yanıcı madde türünün genel yanabilirliğini arttırır (Cheney ve Sullivan, 2008). Çayırlık alandaki ölü yanıcı maddenin oranı tipik olarak yüzde (Luka ve McArthur, 1978; Anderson vd., 2011) veya ölü yanıcı madde miktarı olarak tanımlanır (Fosberg ve Schroder, 1971; Rothermel 1972). Otlardaki kuruma derecesinin yangın davranışı üzerinde önemli bir etkisi olduğu bulunmuştur (McArthur, 1966, Cheney, Gould ve Catchpole, 1998; Cruz vd., 2016). Otlakların ülkenin yaklaşık % 75'ini kapsadığı Avustralya'da (Cheney ve Sullivan, 2008), kuruma derecesi çayırlarda yangın tehlike derecelerinin (McArthur, 1966) ve çayır yayılımının hesaplanmasına girdi olarak kullanılmıştır (Cheney vd., 1998). Bu sebeple, kuruma derecesini doğru bir şekilde değerlendirme yeteneği, yıl boyunca yangın tehlikesini tahmin etmekten sorumlu olan yangın yöneticiler için önemlidir.

Otsu vejetasyon tiplerinden birisi de yıllık tarımsal hasat artıklarından oluşan anızlardır. Bilindiği gibi hububat sapı, buğdaygil bitkilerinin başağı alındıktan sonra kalan ana gövdesine denilmektedir. Anız kelimesi ise yurdumuzun farklı yörelerinde farklı anlamlarda kullanılmaktadır. Çeşitli anlamlara gelen anız; toprak içinde kalan bitki kökü, nadasa bırakılmaksızın ekilen tarla, mısır sapı, biçilmeden toprakta kalan saplar, tarla sınırındaki otlar, tarla bozumu, hasat zamanı, nadasa bırakılan tarla, iğde dikeni gibi anlamlar taşımakla birlikte en uygun olarak kullanılan anlamı ekinlerin

biçildikten sonra tarlada kalan köklü sap kısımlarıdır (Silme, Gümrükçü, Özkan, ve Baysal, 2015).

Orman yangınlarının sebepleri arasında anız yangınları önemli yer tutmaktadır. Orman yangınlarına etkin bir şekilde müdahale organizasyonunda, yangın davranışı tahmininin belirlenmesine ihtiyaç vardır. Değişik ağaç türlerine ait yangın yayılma oranları araştırmaları yapılmıştır. Ancak anız yangınlarına ait çalışma ülkemizde maalesef bulunmamaktadır.

Anız yakmanın amacı, genel olarak hasadı yapılan tarım arazisinin temizlenmesidir. Diğer bir ifade ile, yangını toprak işleme aracı olarak kullanarak anız ve yabani otları mümkün olduğu kadar temizlemektir. Diğer taraftan alanda yakılmadan bırakılan anız (arpa, buğday samanı vs.) toprakla karışıp toprağa bitki besin maddesi sağlar. Özellikle verimsiz olan topraklar için anızın yakılmadan alanda bırakılması son derece önemlidir. Çünkü kuvvetli rüzgârlarda, rüzgârın toprak yüzeyine yaptığı olumsuz etkiyi alanda bırakılan anız azaltmaktadır. Birçok çiftçi, anız yangını sırasında açığa çıkan ısının zeminde olan tüm yabancı ot tohumlarının canlılığını kaybetmesi için yeterli olduğunu, ancak toprakla örtülmüş olan tohumların aleve maruz kalmadıkça etkilemeyeceğini de bilir (Starch ve Kurtz, 1929).

2014 yılı verilerine göre Türkiye'de hububat ekim alanı, yaklaşık 14 milyon hektardır. Toplamda yaklaşık 28 milyon ton tahıl üretimi gerçekleştirilmektedir. Dört tahıl ürünü daha büyük ölçekte üretilmektedir. Bunlar; arpa, yulaf, buğday ve çavdardır (Akman, 2015). Tahıl hasadından sonra tarlada kalan hububat yaprakları, sapları ve tahıl kökleri anız olarak adlandırılmaktadır. Anız Türkiye'de yaygın olarak yakılmaktadır.

Türkiye, Orta Doğu'nun en büyük tahıl üreticisidir. Türkiye'de üretilen tarımsal ürünler ağırlıklı olarak buğday ve arpadır. Toplam tahıl biyokütlesinin (hububat samanı, bitkinin başak kalıntısı, yapraklar, saplar ve tahıl kökleri) %50-75'inin tahıl hasadından sonra alanda kaldığı ifade edilmektedir. Anızın toprak yüzeyinde birikmesi özellikle yağmur damlalarının etkisini tamponlayarak azaltmakta ve erozyonu engellemektedir. Aynı şekilde anız, rüzgârın toprak yüzeyindeki kurutucu

etkisini azaltmaktadır. Diğer taraftan anızın varlığı bitki kullanımı yağış infiltrasyonunu artırmakta, buharlaşma ile su kayıplarını azaltmaktadır. Tahıl samanının birikmesi, uzun vadede bitki besin maddelerinin kaybını azalmakta ve, organik madde girdilerini ile biyolojik aktiviteyi artırdığı ifade edilmektedir (Akman, 2015). Her farklı anız kalıntısının sürece katkıları da farklı olur. Ancak, bu faydalara rağmen, anız yakma kültürü Türkiye'de yaygın olarak uygulanmaktadır.

Tarım yapılabilir 23,9 milyon hektarlık alan içerisinde %49 ile en büyük payı tahıllar almaktadır. Toplam tahıl alanları içerisinde ise %67'lik pay ile ilk sırada buğday yer almaktadır. Buğdayı %24'lük pay ile arpa, %6'lık pay ile mısır, %1'lik pay ile çeltik takip etmektedir. Yulaf ve çavdar üretimimiz yeterli düzeyde olup alan olarak %1'lere karşılık gelen payı uzun yıllardır aynı seviyeyi korumaktadır (Anonim, 2016).

Ortalama anız ve tahıl kalıntılarının 1,5-2 ton/ha olduğu ve toplamda 3.7 milyon hektar anızın organik madde olmadan her yıl yakıldığı bildirilmektedir (Sayın 1989; Korucu, 2002).

Ülkemiz ormanları genellikle blok sahalar olmayıp, orman içerisinde veya orman parçaları arasında ziraat alanları ve orman içi açıklıklar mevcuttur. Ağaç türlerine ve maki formasyonuna göre belirlenen yangın davranış modellemesi yanında, orman içerisindeki tarım alanlarında ve orman içi açıklıklarda genellikle otluk alanlar yangın davranış modellemesine yönelik çalışma bulunmamaktadır.

Orman içi veya kenarı otluk veya anız alanlarda meydana gelen yangınların ormanlık alana sirayet edebilir. Yine devam eden büyük orman yangınları kontrol edilemedikleri zaman, parçalı ormanlık alanlar arasındaki kırsal alanda mevcut yanıcı maddeleri tüketerek diğer orman parçalarına yangının ulaşmasına neden olurlar. Bu sebeplerle kırsal alanlarda ot ve anız yangınlarının davranış modellemesine ihtiyaç duyulur.

Anız yangınlarının davranışı hakkında ülkemiz literatüründe herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Çalışmalar daha çok anız yangınlarının toprak özellikleri üzerine

yoğunlaşmaktadır. Bu durum orman alanlarına bitişik olan binlerce hektar tarım alanlarında çıkabilecek anız yangınlarının nasıl yayılış göstereceği hakkında soru işareti oluşturmaktır. Uygulamalarda görülen gerçek şudur; tarım alanlarında çıkan anız yangınlarını söndürmek orman teşkilatının görevi olmamasına rağmen, yangının ormana sirayet etmemesi için müdahalede bulunmasıdır. İşte tam da bu noktada orman yangınlarıyla mücadele ekiplerinin anız yangınına müdahalesi için bazı bilgilere ihtiyaç duymaktadırlar. Bunlar; çıkan anız yangının yayılma hızı ve açığa çıkardığı enerji (yangın şiddeti)'dir. Bu iki parametreden yayılma hızı yangının birim zamanda ne kadar hızla ilerlediği, eğer ormanlık alan bitişiğinde anız yangını meydana gelmişse ne kadar sürede ormanlık alana ulaşacağı ve ekiplerin yangına müdahalesi için en az ne kadar süreye ihtiyaç olduğunun bilinmesi ile ilgilidir. Yangın şiddeti ise, çıkan anız yangının hangi ekip ve ekipmanlarla söndürülmesi gerektiği ve ne kadar ekipmana ihtiyaç duyulduğunun belirlenmesi bakımından önemlidir. Çünkü yangınla mücadelenin etkin ve ekonomik yanını da göz ardı etmemek gerekir.

Bu çalışmada tarım alanlarında hasattan sonra kalan ve anız olarak tanımlanan tarımsal artıklarda çıkan anız yangınlarının yayılma oranı ve yangın şiddetini tahmin etmek için modeller geliştirilmiştir. Geliştirilen modeller yardımıyla ormana bitişik olan tarım alanlarında çıkabilecek anız yangınlarının davranışı tahmin edilebilecek, ayrıca bu tür potansiyel alanlarla için ileride oluşturulabilecek güncel potansiyel yangın tehlikesi algoritmalarını değerlendirmek için kullanılabilecektir.

2. KURAMSAL TEMELLER

Ot ve çayırlarda kuruma derecesi (kuru materyalin bulunma oranı), bitki materyalinin yaşlılığını, olgunluğunu ve kurumaya başlayacağını işaret eder. Mevsimsel hava halleri, türlere özgü fenolojik döngüler ve bitki kompozisyonu bu durumu etkileyen önemli faktörlerdendir. Kuruma derecesi (C) orantı olarak ve ölü otsu yanıcı maddenin (Cheney ve Sullivan, 1997) genel olarak yüzde (%) şeklinde ifade edilir. Her ne kadar C ölü materyalin toplam materyale oranı olarak hesaplansa da, Avustralya'da uygulamada genellikle görsel gözlemler kullanılarak tahmin edilmektedir.

Otların yıllık büyüme döngüsü hakkındaki bilgi, otsu alanlarda yangın ihtimalinin anlaşılmasında anahtar bir role sahiptir. Otlarda olgunlaşma arttıkça yanıcı madde nem içeriği yavaş yavaş azalmaya başlar, tam tersine olarak ta ölü materyal miktarı artmaya başlar. Dolayısıyla da anız ve ot yanıcı madde tiplerinde yanabilirlik yükselir (Cheney ve Sullivan, 2008). Ot tipi yanıcı maddelerde ölü yanıcı maddenin oranı kuruma seviyesi olarak tanımlanmaktadır (Anderson vd., 2011). Kuru otlar otsu alanlarda yangın davranışı üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir (McArthur, 1966).

Anız yakma erozyonunu teşvik eder, yakma sırasında oluşan sıcaklık değerleri, toprak nemini olumsuz etkiler. Anızın tutulmasının temel faydalarından biri de toprak erozyonunu azaltmasıdır. Diğer taraftan anızın tutulması, rüzgârın toprak yüzeyine yapacağı olumsuz etkiyi de azaltır. Toprak erozyonun olmaması için toprak yüzeyinin yaklaşık %50'sinin anızla örtülü olması gerektiği belirtilmektedir (Leonard, 1993).

Tahıl ve mahsul kalıntıları toprak için büyük bir organik madde kaynağıdır. Anızın korunması su tutma kabiliyetini arttırmak için önemlidir. Anız yakma gerçek bir çevresel problemdir. Özellikle komşu tarlalardaki, meyve bahçelerindeki ağaçları, buralardaki ahşap çitleri, telefon direklerini, yakındaki yerleşim yerlerini ve ormanları yok etmeye varan etkiler oluşturur. Kontrolsüz anız yakma orman yangınının önde gelen sebeplerinden birisidir. Anız yangınları da birçok hayvan

sakatlanmakta veya ölmektedir. Diğer taraftan yol kenarı alanlarda yakılan anızlarda zaman zaman yükselen dumanlar sebebiyle yollardaki görünürlüğün azaldığı ve trafik kazalarına bile yol açtığı ifade edilmektedir. Yukarıda açıklandığı gibi, anız yangını toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik kapasitesi üzerinde olumsuz etki yapar. Organik madde açısından toprağın fakir olduğu düşünülen ülkemizde, anız yakmanın rasyonel bir uygulama olmadığı söylenebilir. Anız yakma erozyon riskini daha fazla artırır. Çünkü anız yakma toprağın fiziksel direncini azaltır. Hem bugün hem de gelecekte birim alan başına daha fazla ürün almak, bunun yanında verimsiz arazinin verimliliğini artırmak ve verimli durumda tutmak tarımsal üretimin ana amacı olmalıdır.

Ülkemizde 27 Orman Bölge Müdürlüğünde son 5 yılda (2013-2017) meydana gelen anız yangınlarından kayıt altına alınmış olanların Bölge Müdürlüklerine göre dağılımı Tablo 1.1.'de verilmiştir (OGM, 2017).

Tablo 1.1. *Son Beş Yılda Çıkan Anız Yangınlarının Orman Bölge Müdürlüklerine Dağılımı*

Orman Bölge Müdürlüğü	**Anız Yangını Sayısı**
Adana	2432
Amasya	9
Ankara	255
Antalya	475
Balıkesir	3229
Bolu	36
Bursa	575
Çanakkale	657
Denizli	499
Elazığ	436
Erzurum	9
Eskişehir	110
Giresun	14
Isparta	392
İstanbul	342
İzmir	3366
Kahramanmaraş	144
Kastamonu	62
Kayseri	83
Konya	433
Kütahya	717
Mersin	2422
Muğla	1215
Sakarya	345
Şanlıurfa	59
Trabzon	7
Zonguldak	304
Toplam	**18627**

Yanma sürecini teşvik eden faktörler arasında, toprağı kısa sürede ikinci bir ürün için hazır hale getirmek yer almaktadır. Çünkü yanmadan bırakılan hasat artıklarının ayrışması için uzun bir zaman ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple, çiftçiler daha anızı yakarak toprağı hazır hale getirmede daha istekli oluyorlar. Anız yakmanın sebepleri olarak; toprakta anız ve kalıntılarını daha kolay ve daha az maliyetle kaldırma, böcek yumurtalarını ve mantar hastalıkları, kontrol etmek veya ortadan kaldırmak, toprak işlemeyi kolaylaştırmak, anız yangını sonucunda potasyum, fosfor ve diğer maddelerin toprağa geri dönüşümünü sağlamak, böylece tarımsal ilaçlara olan ihtiyacın azalması, anız yakma ile ilgili çiftçilerin bilgi yetersizliği, anız yakma işleminin toprak verimliliğini artırdığı fikri gösterilmektedir (Akman, 2015; Silme vd., 2015).

2.1. Anız Yakmanın Toprağa Etkileri

Toprağın verimlilikle ilgili unsurları, derinlere indikçe azalır. Anız yandığı zaman toprağın en verimli üst katmanlarında önemli verimlilik unsurları zarar görür. Anız yangınları sırasında 0-5 cm derinlikte 250 ^{0}C'ye ulaşan sıcaklığın etkisi ile bu bölgedeki biyolojik aktivite (biyosfer), nem (hidrosfer) ve verimlilik için en önemli parametrelerden biri olan organik madde yok olur. Toprakta genel olarak, bakteri, aktinomiset, fungus, alg, protozoa, böcek ve toprak solucanları bulunur. Bu canlıların sayısı ve aktivite düzeyi iklim, toprağın yapısı, reaksiyonu, su tutma kapasitesi, organik madde miktarı, tuz, azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve kükürt (S) içeriği ile toprak üzerinde bulunan bitki örtüsü gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterir. Toprak verimliliğinde çok önemli görevleri olan toprak canlılarını olumsuz etkileyen anız yakma gibi yanlış tarımsal uygulamalar, yukarıda sayılan organizmaların zamanla yok olmasına neden olur. Biyolojik çeşitliliği azaltan anız yangınlarının olumsuz etkileri zaman içerisinde topraklarda çoraklaşma meydana getirir (Kılıç, Doğan ve Görücü Keskin, 2013). Anız yakılan topraklarda hem biyolojik hem de rhizobiyal aktivitenin önemli düzeyde azaldığını ortaya konulmuştur (Coşkan ve Doğan, 2011; Doğan, Çelik, Gök ve Coşkan, 2011).

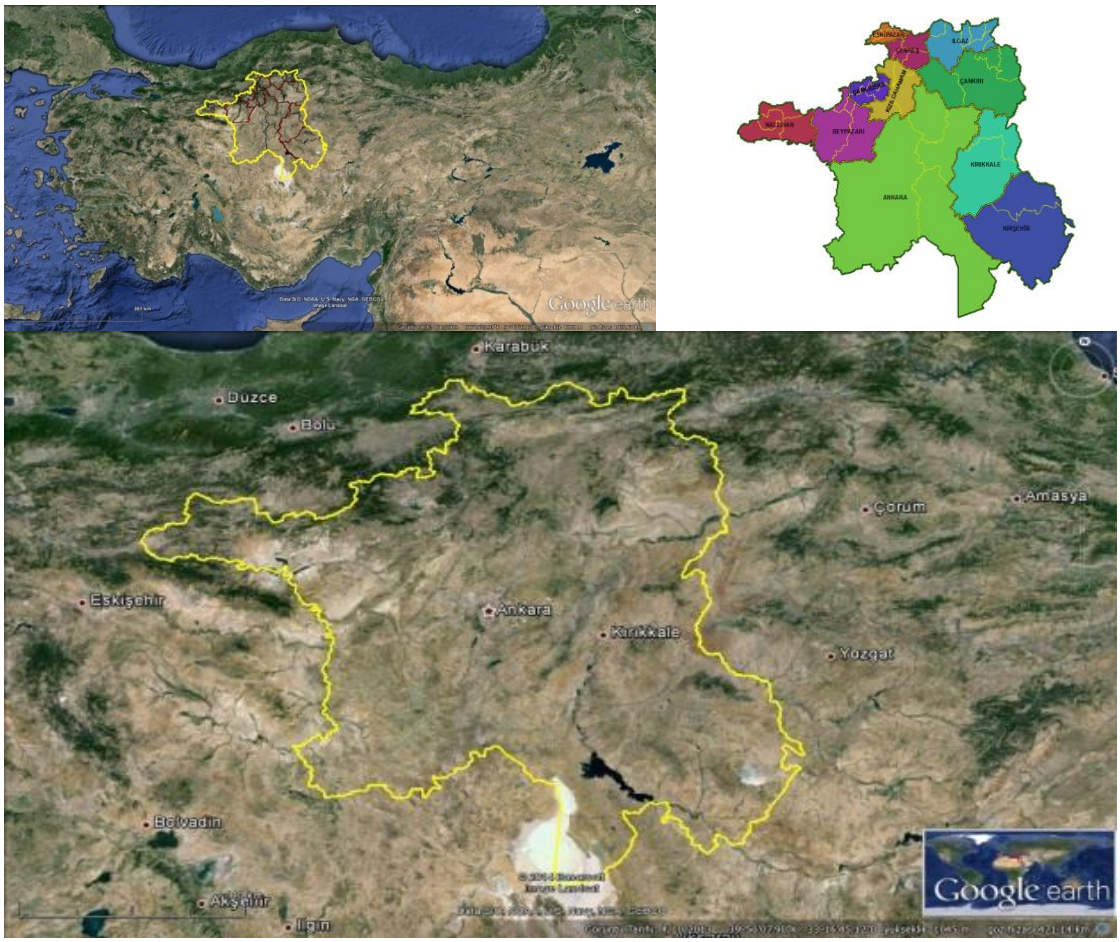
2.2. Anız Yakmanın Hastalık, Zararlı ve Yabancı Otlara Etkisi

Anızın yakılmasının hastalık ve böcek salgınlarını azalttığı belirtilmektedir. Diğer taraftan anız yangınlarının hastalık ve yabancı ot zararlıları üzerinde farklı etkiler gösterdiği ifade edilmektedir. Yangın sırasında ortaya çıkan sıcaklık toprakta homojen bir şekilde etki yapmadığı için yabancı otların ve organizmaların tamamen yok edilmesinin mümkün olmadığı belirtilmektedir. Silme vd. (2015)'nin belirttiğine göre, çeşitli araştırmacılar tarafından yangından sonra toprağın işlenmesiyle, toprak organik maddesinin, mikrobiyal aktivitenin azaldığı ve toprağın fiziksel özelliklerinde istenmeyen değişikliklerin olduğu tespit edilmiştir. Toprak işlemesiz tarım sistemlerinde anız yakma yoluyla yabani otların tohumları azaltılmaktadır. Bunun yanında fareler, böcek ve salyangoz istilaları da çoğunlukla anız yakma yoluyla kontrol altına alınabilmektedir (Silme vd., 2015).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanının Tanıtımı

Araştırma alanı, Ankara Orman Bölge Müdürlüğü Beypazarı Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde yer almaktadır. Beypazarı Orman İşletme Müdürlüğü İdari olarak 1945 yılında kurulmuş, 1950 yılında kapatılarak Ankara Orman İşletme Müdürlüğüne bağlanmış, 1953 yılında Beypazarı İlçesi mülki sınırlarında tekrar kurulmuştur. 1975 yılında kuruluş değişikliği yapılarak Güdül ve Ayaş ilçeleri Beypazarı Orman İşletme Müdürlüğüne bağlanmıştır. İşletme merkezi Beypazarı ilçesidir (Harita 3.1).



Harita 3.1. Araştırma Alanının Türkiye Üzerindeki Yeri ve Komşu Orman İşletmeleri

Beypazarı Orman İşletme Müdürlüğü; Beypazarı, Eğriova, Güdül, Kapaklı ve Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrol Şefliği olmak üzere 5 Şeflikten oluşmaktadır. İşletmenin; 39 382,8 ha normal koru, 28 345,0 ha bozuk koru olmak üzere toplam 67 727,8 ha ormanlık alanı, 253 741,0 ha açıklık alan olmak üzere toplam 321 468,8 ha genel alanı mevcuttur. Mevcut ormanlık alanın %58'i normal koru, %42'si bozuk korudur. İşletme Müdürlüğü yönetim alanının %78,9'u açıklık alan, %21,1'i ormanlık alandır (Anonim, 2005).

Beypazarı Orman İşletme Müdürlüğü; Kuzeyde; Kıbrısçık, Dörtdivan ve Çamlıdere, Güneyde; Ankara ve Mihalıççık, Doğuda; Kızılcahamam ve Ankara, Batıda ise Nallıhan ve Mihalıççık İşletme Müdürlükleri ile komşudur.

İşletme Müdürlüğü sınırları dâhilinde, Buğday, Arpa, Ayçiçeği, Nohut, Fiğ, Havuç, Marul, Ispanak, Soğan, Kabak, Domates vb. üretimi başlıca tarım faaliyetleri olarak ortaya çıkmaktadır. Anız ve Ot alanlarının İlçeler itibarı ile 2011 yılı dağılımı Tablo 3.1.'de gösterilmiştir (Anonim, 2011).

Tablo 3.1. *Beypazarı Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan anız ve ot alanlarının ilçelere dağılımı*

İLÇE	BUĞDAY (ha)	ARPA (ha)	MERA (ha)	**TOPLAM (ha)**
AYAŞ	23 800	8 500	10 000	**42 300**
GÜDÜL	10 000	5 000	690	**15 690**
BEYPAZARI	16 800	13 700	23 900	**54 400**
TOPLAM	**50 600**	**27 300**	**34 490**	**112 390**

Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan ilçeler içerisinde en fazla anız, ot ve mera alanına sahip ilçenin Beypazarı olduğu görülmektedir. Beypazarı Orman İşletme Müdürlüğü 500 ile 2000 m rakımlar arasında yer almaktadır. Anızı oluşturan buğday ve arpa gibi hububatların hasat zamanı rakım, bakı ve iklim şartları gibi etkenlere bağlı olarak haziran başlarından temmuz sonlarına kadar değişiklik gösterebilmektedir. Arpa hasadına, buğday hasadından yaklaşık 15 gün önce başlanmaktadır. Hasadın nadiren ağustos ayının ortalarına kadar uzadığı yıllar olabilmektedir. Otların da yanmaya uygun olmaya başladığı dönem bu aylardır.

Orman yangınlarında da bu dönem itibarı hem yangın sayılarında hem de yanan alan büyüklüklerinde artış görülmektedir. Deneme yangınları tarımsal üretimin yapıldığı ziraat alanlarında yapılmıştır. Araştırma alanı, Ankara Orman Bölge Müdürlüğü Beypazarı Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisindeki hasadı takiben tarlada bırakılan buğday ve arpa anızlarından oluşan sahaları kapsamaktadır.

Arpa ve buğday hasadından sonra sahada kalan anızlar yanıcı madde parselleri olarak değerlendirilmiştir (Fotoğraf 3.1).



Fotoğraf 3.1. Araştırma alanında hasat sonrası anız parselleri

Çalışma alanı İç Anadolu geçiş iklim tipi özelliğini göstermektedir. Yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlıdır. 2003- 2012 yıllarına ait 10 yıllık meteoroloji kayıtlarına göre yangın sezonunun olduğu mayıstan kasıma kadar olan zaman diliminde ortalama sıcaklık 14,6-25,6 °C arasında değişmektedir (Tablo 2.2). Aynı döneme ilişkin aylık en yüksek sıcaklık ortalamaları 27,7-38,0 °C arasındadır. Aylık en yüksek sıcaklıklar ise 34,2-41,6 °C arasındadır. Bu döneme ilişkin aylık ortalama yağış 6,9-41,2 kg/m^2 olarak tespit edilmiştir. En az yağış, ağustos ayında 6,9 kg/m^2 ve temmuz ayında 10,0 kg/m^2 olmuştur. Yangın sezonu olan 6 ayda 10 yıllık

ortalama toplam yağış miktarı 135,5 kg/m^2 olarak ölçülmüştür. 10 yıllık ortalama yıllık yağış miktarı ise 404,3 kg/m^2 olmuştur.

Tablo 3.2. *On yıllık Ortalama (2003-2012) Meteorolojik Veriler*

İstasyon Adı :	BEYPAZARI											
İstasyon Rakımı:	682 m											
ÖLÇÜM PARAMETRELERİ	A Y L A R											
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	1,6	2,4	7,0	12,3	17,8	22,3	25,6	25,9	20,6	14,6	7,8	3,4
Nispi nem (%)	79,4	72,8	64,4	57,7	53,3	48,2	43,7	42,5	48,1	61,4	71,5	77,8
Aylık Ortalama Yağış (kg/m^2)	58,2	48,8	40,0	46,5	23,2	30,8	10,0	6,9	23,4	41,2	29,9	45,4
Aylık Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)	12,3	14,6	19,6	25,8	31,3	34,9	37,3	38,0	33,0	27,7	19,9	13,4
Aylık Minimum Sıcaklık Ortalaması (°C)	-9,6	-8,6	-4,3	0,6	6,3	10,5	13,8	14,4	8,8	3,4	-2,3	-6,2
Aylık Maksimum Sıcaklık (°C)	18,1	20,1	25,9	30,5	34,9	39,4	41,6	41,5	38,0	34,2	24,0	19,5
Aylık Minimum Sıcaklık (°C)	-19,2	-15,0	-9,6	-5,6	0,8	7,6	11,8	10,0	4,8	-2,0	-7,1	-10,0
Aylık Ortalama Rüzgar Hızı (km/h)	4,7	5,2	5,2	5,5	5,3	5,7	5,9	5,6	5,2	4,3	4,1	4,4
Aylık Maksimum Rüzgar Hızı (m/sn)	63,7	55,1	58,7	81,0	57,6	61,9	62,3	63,0	58,3	47,5	46,8	50,4
Aylık Hakim Rüzgar Yönü ve Yüzdesi (%)	NE 22.95	NE 20.81	NE 14.87	NE 14.07	NNE 12.73	NNE 13.32	SSW 13.28	SSW 15.00	NNE 13.32	NNE 16.54	NNE 22.41	NE 24.33

Deneme yangınlarının yapıldığı 2012 yılına ait meteorolojik veriler değerlendirildiğinde; yangın sezonu olan 6 aylık dönemde ortalama sıcaklık 17,3-27,3 ºC olarak ölçülmüştür. Aylık ortalama en yüksek sıcaklık 24,6-36,2 ºC arasında değişmiştir. Aylık ortalama nispi nem yangın sezonunda %37,8-58,9 arasındadır. Aylık ortalama en düşük nispi nem yangın sezonu boyunca %17,4-31,4 arasında değişmiştir. Aylık ortalama toplam yağış 0,4-36,8 kg/m^2 arasında değişmiş olup, 6 aylık yangın sezonunda toplam 108,6 kg/m^2 olarak ölçülmüştür. Aylık ortalama rüzgâr hızı yangın sezonunda 1,4-1,8 m/sn aralığında ölçülmüştür. Aylık en yüksek rüzgâr hızı ağustos ayında 17,4 m/sn ile batı-güneybatı yönünden estiği belirlenmiştir. Bunu 16,1 m/sn hızla temmuz ayında kuzey-kuzeybatı yönünden esen rüzgâr izlemiştir. 2012 yılı eylül ayında en hızlı esen rüzgâr kuzey yönünde ve 9,5 m/sn hızındadır (Tablo 3.3).

Tablo 3.3. *Yıllık (2012) Meteorolojik Veriler*

İstasyon: Beypazarı Rakım : 682 m												
ÖLÇÜM PARAMETRELERİ	AYLAR											
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)	2,8	3,9	11,1	22,5	25,0	33,0	36,2	32,9	31,6	24,6	14,2	6,9
Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	-0,6	-0,8	4,5	14,9	17,7	24,3	27,3	24,2	22,8	17,3	9,4	3,5
Aylık Ortalama Minimum Sıcaklık (°C)	-3,1	-4,4	-0,5	8,2	11,6	16,2	19,5	16,7	14,8	11,5	5,8	0,8
Aylık Ortalama Maksimum Nispi Nem (%)	93,7	94,6	87,2	80,9	83,4	64,3	62,4	62,7	59,8	75,0	90,2	97,0
Aylık Ortalama Nispi Nem (%)	86,6	82,4	65,7	52,3	58,9	41,5	39,5	39,9	37,8	54,5	76,8	87,9
Aylık ortalama Minimum Nispi Nem (%)	65,5	61,6	39	25,7	31,4	19,2	18,2	18	17,4	31,1	57,5	71,6
Aylık Maksimum Yağış (mm=kg/m²)_OMGİ	13,8	13,2	8	3,4	9	0,2	5,6	32	4,8	5,2	9	13,8
Aylık Toplam Yağış (mm=kg/m²) OMGİ	80,8	45,8	26,4	12,6	36,8	0,4	8,6	43,0	4,8	15,0	23,6	87,4
Aylık Ortalama Rüzgar Hızı (m/sn)	1,6	1,5	1,6	1,7	1,6	1,7	1,8	1,7	1,4	1,4	1,2	1,6
Aylık Maksimum Rüzgar Yönü ve Hızı (m/sn)	NE 9.5	NW 15.1	NW 11.6	SSE 22.5	SE 13.7	NE 12.8	NNW 16.1	WSW 17.4	N 9.5	NE 12.4	NE 10.5	NNE 10.7

3.2.Arazi Çalışmaları

3.2.1.Yangın Öncesi Ölçümler

3.2.1.1. *Deneme yangını öncesi anız parsellerinin hazırlanması*

Deneme yangınları 2012 yılı Temmuz-Ekim ayları arasında yapılmıştır. Anız yangınlarından önce, hasat yapılmış ziraat alanlarında parseller hazırlanmıştır. Toplam 44 adet anız parseli yakmalar için hazırlanmıştır. Hasattan sonra alandaki anızların boyları (yanıcı madde derinliği) 10-30 cm arasında değişmiştir. Parsel boyları 5 m ile 21 m arasında değişirken parsellerin genişlikleri 8.5 m ile 20 m arasında değişmiştir. Parsellerin uzun kenarlarının olduğu yön hakim rüzgar yönüne göre konumlandırılmıştır (Fotoğraf 3.2). Hakim rüzgar yönünü belirlemek için

yakmaların yapılacağı zaman dilimi dikkate alınarak bir hafta boyunca mobil meteoroloji aleti ile ölçüm yapılmıştır.



Fotoğraf 3.2. Yanıcı madde parselinden görünüm

3.2.1.2. Yangın öncesi yanıcı madde ölçümleri

Anız yanıcı madde miktarının belirlenmesi

Yangın öncesi anız yanıcı madde miktarını (AYMM) belirlemek için, deneme yangının yapılacağı alandan, basit rasgele olarak 50×50 cm ebatlarında 3 tekrarlı yanıcı madde örnekleri alınmış olup bunların ortalama değerleri kullanılmıştır (Fotoğraf 3.3). Anız yanıcı madde derinliği (YMD) şerit metre ile ölçülmüştür (Fotoğraf 3.4). Arazide anız yaş ağırlıkları hassas terazi ile tartılıp belirlenmiştir. Alınan bu yaş örnekler, yanıcı madde miktarının belirlenmesi için kullanılmıştır. Böylece her bir yanıcı madde parselindeki yanıcı madde miktarı hesaplanmıştır.



Fotoğraf 3.3. 50 × 50 cm ebatlarında yanıcı madde ölçümleri ve örnek alımı



Fotoğraf 3.4. Anız yanıcı madde derinliğinin ölçülmesi

Anız nem içeriğinin belirlenmesi

Deneme yangınlarından hemen önce anız nem içerikleri belirlenmiştir. Anız nem içeriğini belirlemek için, deneme yangınları yapılmadan hemen önce anız yanıcı madde örnekleri alınıp hassas terazide tartılarak bunların yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Alınan bu örnekler, nem içeriklerinin belirlenmesi için laboratuvara getirilmiştir.

3.2.1.3. *Meteorolojik Ölçümler*

Anız yangınlarının yapıldığı sezon boyunca meteorolojik veriler (sıcaklık, nispi nem, rüzgâr) deneme yangınları sırasında mobil meteorolojik el aleti olan Kestrel 3000 (Kestrel 3000, Pocket Weather Tracker) ile ölçülmüştür (Fotoğraf 3.5). Sıcaklık ve nem değerleri her bir deneme yangının başlangıcında ölçülürken, rüzgâr ölçümleri her yangında her 10 saniyede bir kayıt edilmiştir. Deneme yangınları anız sahalarında yapıldığı için rüzgar ölçüm değerleri yerden 1,5 m yükseklikte yapılmıştır. Arazide ölçülen bu veriler, daha sonra analizlerde kullanılmıştır.



Fotoğraf 3.5. Rüzgâr, sıcaklık, nem ölçümü

3.2.2. Anız Yangınları Anındaki Ölçümler

Deneme yangınları için anız parselleri farklı genişliklerde hazırlanmış ve yakmalar yapılmıştır. Yakmalar alev ibriği ile rüzgâr yönünde yapılmıştır. Bütün parsellerin yakılmasında hat genişliğince tutuşturma yapılarak yakmalar gerçekleştirilmiştir. Yangının başlangıcından alevin parsel sonuna kadar ulaşmasına kadar geçen sürede kayıtlar tutulmuştur. Yangının yayılma oranı değerlerinin belirlenmesi için parsellerin başlangıcından sonuna kadar ulaşması beklenmiş ve 10 saniye aralıklarla rüzgâr hızları ölçülmüş ve kaydedilmiştir (Fotoğraf 3.6). Elde edilen bu değerler,

yanma süreleri de dikkate alınarak yayılma oranları hesaplanmıştır. Yangın şiddetinin hesaplanmasında Byram (1959) yangın şiddeti formülü kullanılmıştır.

Yangın şiddeti (YŞ)= H×YO×YMM

YŞ: Yangın şiddeti = kW/m

H: Yangın şiddeti reaksiyon sabiti (18000 kJ/kg)

YO: Yayılma oranı (m/dak)

YMM: Yanıcı madde miktarı (kg/m^2)

Deneme yangınları sırasında pratikte yangın şiddetinin bir göstergesi kabul edilen alev boyları da ayrıca kayıt edilmiştir.

Yangınlar sırasındaki meteorolojik ölçümleri yapabilmek (sıcaklık, bağıl nem, rüzgâr) için Kestrel 3000 kullanılmıştır. Deneme yangınlarının yapıldığı süre boyunca, kontrol amaçlı olarak 1 arozöz ve 1 yangın ekibi hazır bulundurulmuştur (Fotoğraf 3.6, Fotoğraf 3.7, Fotoğraf 3.8).



Fotoğraf 3.6. Arazöz ekibi



Fotoğraf 3.7. Deneme yangınlarından görünümler



Fotoğraf 3.8. Yangın sonrası parsellerden görünüm

3.3. Laboratuvar Çalışmaları

Araziden alınan örnekler daha sonra laboratuvarda 24 saat süre ile 105 ^{o}C' de kurutma fırınlarında fırın kurusu hale getirilerek hassas (1/100 gr) terazide

tartılmıştır. Hem yanıcı madde miktarının hem de yanıcı maddelere ait nem içeriklerinin belirlenmesinde fırın kurusu ağırlık değerleri kullanılmıştır.

$$\text{Anız nem içeriği (\%)} = \frac{Yaş\ ağırlık - fırın\ kurusu\ ağırlık}{fırın\ kurusu\ ağırlık} \times 100$$

Arazide yanıcı madde üzerinde yapılan ölçümler ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen fırın kurusu ağırlıklarına ait veriler, analiz edilmek ve değerlendirilmek üzere bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

3.4. İstatistik Analizler

Arazi ve laboratuvarda yapılan çalışmaların sonucunda elde edilen veriler bilgisayarda istatistik yöntemlerle değerlendirilmiştir. İstatistik analizler SPSS 22.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Yangın davranış özellikleri ile hava halleri ve yanıcı madde özellikleri arasındaki ilişkiler korelasyon ve regresyon analizleri ile ortaya konulmuştur. Regresyon analizlerinde yanıcı madde özellikleri ve meteorolojik parametreler bağımsız değişken, yangın davranış parametreleri (yayılma oranı ve yangın şiddeti) ise bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. Regresyon analizleri sonucunda yayılma oranı ve yangın şiddetini tahmin eden modeller geliştirilmiştir.

$$(Y) = a + b(X_i) + \ldots.. + n(X_i) \qquad (3.1)$$

Y = Bağımlı değişken,

X, X_i = bağımsız değişkenler,

a = modelin sabit katsayısı

b, n = regresyon katsayıları

Geliştirilen regresyon modelleri içerisinde belirtme katsayısı en yüksek olanlar ve pratikte kolay uygulanabilir olanlar seçilmiştir. İstatistiksel sonuçlar $\alpha = 0.05$ önem düzeyine göre değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Ziraat alanlarında hasadı yapılmış arpa ve buğday anızlarında toplam 44 adet deneme yangını yapılmıştır. Deneme yangınları sırasında sıcaklık 28 ile 37 ^{o}C arasında değişirken, nispi nem (NN) ise %11- %37 arasında değişmiştir. Yangınlar sırasında ölçülen en yüksek rüzgâr (R) hızı 23 km/sa olurken en düşük rüzgâr hızı ise 1 km/sa olmuştur. Anız yanıcı madde miktarı (AYMM) 0,200 kg/m^2 ile 0,640 kg/m^2 arasında değişmiştir. Diğer bir ifade ile hektardaki anız miktarının 2 ton ile 6,4 ton arasında değiştiği ifade edilebilir. Ortalama tahıl kalıntılarının 1,5-2 ton/ha olduğu bildirilmektedir (Sayın, 1989; Korucu, 2002; Akman, 2015). Bu miktarlardaki farklılıklar tahıl ürünleri hasat edilirken hasat yüksekliğinden anızın sahayı örtme derecesindeki farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Bu çalışmada anızın sahayı örtme derecesi göreceli olarak %70-%95 arasında değişmiştir. Anızın yüksekliği 10-35 cm arasında değişmiştir. Avustralya'da otlarda yapılan bir çalışmada ise ince otların tahmin edilen miktarının 2.5 ton/ha olduğu belirtilmektedir (McArthur, 1964).

Yangınlar sırasındaki anız yanıcı madde nem içeriği (AYMNİ) ise, %3-%19 arasında değişiklik göstermiştir. AYMNİ değerlerinin düşük olduğu ifade edilebilir. Yanıcı madde nem içeriği yanıcı maddenin tutuşması için en temel parametrelerden birisidir. Nem içeriğinin nispeten yüksek olduğu parsellerde yayılma oranı değerlerinin biraz daha düşük olduğu görülmektedir (Tablo 3.1.). Diğer taraftan rüzgârın yayılma oranı üzerinde en etkili parametre olduğu bilinen bir gerçektir. Yayılma oranı (YO) üzerinde tutuşma hattı genişliğinin (THG) etkisinin olup olmadığını anlamak için farklı tutuşma hattı genişlikleri kullanılmıştır. Tutuşma hattı genişliğinin yayılma oranı üzerine etkisi söz konusudur (Wotton vd., 1999; Üzümcü, 2018). Bu çalışmada bu etki ortaya konulamamıştır. Bunun sebebinin birbirine yakın değerlerde THG'nin kullanılması olabilir. Bu etkiyi görebilmek için çok daha geniş değerlerde deneme yangınlarının yapılması gerekmektedir.

Yanıcı madde miktarındaki farklılığın yangın gelişimine etkisinin olup olmadığı ortaya koymak için yapay olarak oluşturulan yanıcı madde parsellerinde farklı yanıcı madde miktarları kullanılmıştır. THG 8,5 m ile 30 m arasında değişmiştir. Yanıcı madde derinliği (YMD) ise 10-35 cm arasında değişmiştir (Tablo 4.1.).

Tablo 4.1. *Anız yanıcı madde özellikleri ve hava halleri ile yangın davranış parametreleri arasındaki tanımlayıcı istatistikler*

	N	Aralık	Min	Max	Ortalamalar	SH	SS
Sıcaklık	44	9	28	37	30,99	,275	1,826
NN	44	26	11	37	19,64	1,198	7,948
Rüzgar	44	21	1	23	7,64	0,693	4,594
AYMNİ	44	16,00	3,00	19,00	8,6136	0,60931	4,04174
AYMM	44	0,45	0,20	0,64	0,4130	0,00860	0,05705
YMD	44	20,00	15,00	35,00	22,1591	0,61684	16,742
YMT	44	0,45	,20	0,64	0,4078	0,00867	0,05754
THG	44	21,50	8,50	30,00	12,8523	0,67078	4,44943
AB	44	2,50	0,50	3.00	1,7773	0,10347	0,68637
YO	44	29,00	1,00	30,00	10,9932	0,94153	6,24539
YŞ	44	4494,88	118,07	4612,95	1401,0577	144,68678	959,74349

**SH: Standart hata, SS: Standart sapma*

Anız deneme yangınları sırasında arazide gözlemlenen alev boylarında farklılıklar görülmüştür. Hem arazide hem de daha sonra yangınlara ait video çekimlerinin incelenmesi sırasında alev boylarının (AB) 0,5 m ile 3 m arasında değiştiği tespit edilmiştir. Anız yangınlarında yayılama oranı (YO) 1 m/dak ile 30 m/dak arasında olmuştur. Yangın şiddeti (YŞ) değerleri ise 118 kW/m ile 4612 kW/m arasında gerçekleşmiştir (Tablo 4.2.). Otlarda yangın yayılışını tahmin etmek için yapılan bir ve 1965-1990 yılları arasını kapsayan çalışmada rüzgar hızları 27-78 km/saat arasında değişirken yayılma oranı 4-23 km/saat arasında değişmiştir (Cheney vd., 1998).

Tablo 4.2. *Anız yangınlarındaki sırasında ölçülen yanıcı madde hava halleri ile yangın davranış özellikleri*

Yangın no	Sıcaklık (^{0}C)	Nisbi nem (%)	Rüzgar (km/sa)	AYMNİ (%)	AYMM (kg/m^2)	YMD (cm)	AB (m)	YMT (kg/m^2)	YO (m/dak)	YŞ (kW/m)
1	37	15	6	15	0,20	20	1,5	0,20	12,6	736,28
2	35	32	22	19	0,42	20	2	0,42	11,54	1457,44
3	31	32	23	3	0,49	20	2	0,49	30	4408
4	30	37	20	5	0,64	20	1,5	0,64	24	4612,95
5	37	23	4	10	0,50	20	1	0,47	6,67	998,58
6	31	29	5	11	0,33	25	2	0,33	4,44	445,77
7	32	26	11	5	0,35	30	2,5	0,35	10	1059,49
8	30	26	10	3	0,36	25	2	0,36	10,91	1186,63
9	30	26	7	5	0,35	25	3	0,35	10,91	1159,48
10	28	27	6	7	0,35	35	2,5	0,35	10	1045,14
11	32	14	11	4	0,43	25	3	0,43	20	2579,81
12	32	14	8	4	0,43	30	3	0,43	22,5	2902,29
13	32	14	8	3	0,43	25	3	0,42	21	2735,1
14	32	14	11	6	0,42	30	2	0,42	15	1897,29
15	31	14	13	7	0,42	30	2,5	0,42	14,4	1803,36
16	28	30	7	6	0,45	25	1,5	0,42	16,8	2252,01
17	28	30	9	9	0,40	25	1	0,36	13,2	1592,36
18	30	29	10	12	0,42	25	1,5	0,36	10,5	1335,94
19	29	27	4	14	0,42	25	1	0,42	5	624,8
20	29	34	11	12	0,39	25	1,5	0,39	7,5	884,19
21	29	31	8	10	0,43	20	2	0,43	10	1295,04
22	29	31	9	15	0,41	20	2	0,41	7,5	928,68
23	30	16	6	10	0,41	15	1,5	0,41	11,25	1371,48
24	30	16	7	6	0,42	20	2,5	0,42	18	2266,92
25	32	16	9	10	0,41	20	2,5	0,39	17	2072,47
26	32	16	3	10	0,41	20	1	0,41	5	609,55
27	30	16	5	12	0,4	20	1	0,38	6,4	767,33
28	30	16	3	13	0,4	20	1	0,38	4,67	554,81
29	32	11	1	5	0,43	20	0,5	0,43	2,22	285,75
30	32	11	1	15	0,39	20	0,5	0,39	1	118,07
31	32	11	6	12	0,41	20	0,7	0,41	5	607,86
32	32	11	5	5	0,43	20	1,5	0,43	10	1285,86
33	32	11	5	5	0,43	20	2	0,43	11,25	1446,59
34	32	11	4	7	0,42	20	3	0,42	10	1262,48
35	32	11	6	5	0,43	20	1,5	0,43	10	1285,86
36	31	11	5	5	0,43	20	1,5	0,43	9,3	1195,85
37	31	11	6	5	0,43	20	1,5	0,43	7,64	981,93
38	32	16	7	10	0,41	20	1	0,41	3,91	482,37
39	32	16	8	4	0,44	20	1,5	0,44	18	2352,04
40	30	16	4	10	0,41	20	2	0,41	6,32	778,56
41	30	16	7	15	0,39	20	2	0,39	4,29	507,18
42	30	16	8	8	0,42	20	2	0,42	13,2	1659,74
43	30	16	5	12	0,40	20	2	0,4	3,53	426,38
44	30	18	7	10	0,41	15	1,5	0,41	11,25	1386,82

Anız yangınlarında, yangın davranış özelliklerini (Yayılma oranı ve yangın şiddeti) belirlemek için yangın davranış özellikleri ile hava halleri ve yanıcı madde özellikleri arasındaki korelasyon ve regresyon analizleri yapılmıştır. Korelasyon analizleri sonucunda rüzgar hızı, ve anız yanıcı madde miktarı ile yayılma oranı arasında

kuvvetli ilişkiler görülmüştür. Korelasyon analizi sonucunda yayılma oranı (YO) ile rüzgar (r = 0,664; P < 0,01) ve anız yanıcı madde miktarı (r = 0,376; P < 0,05), arasında kuvvetli bir ilişki çıkmıştır.

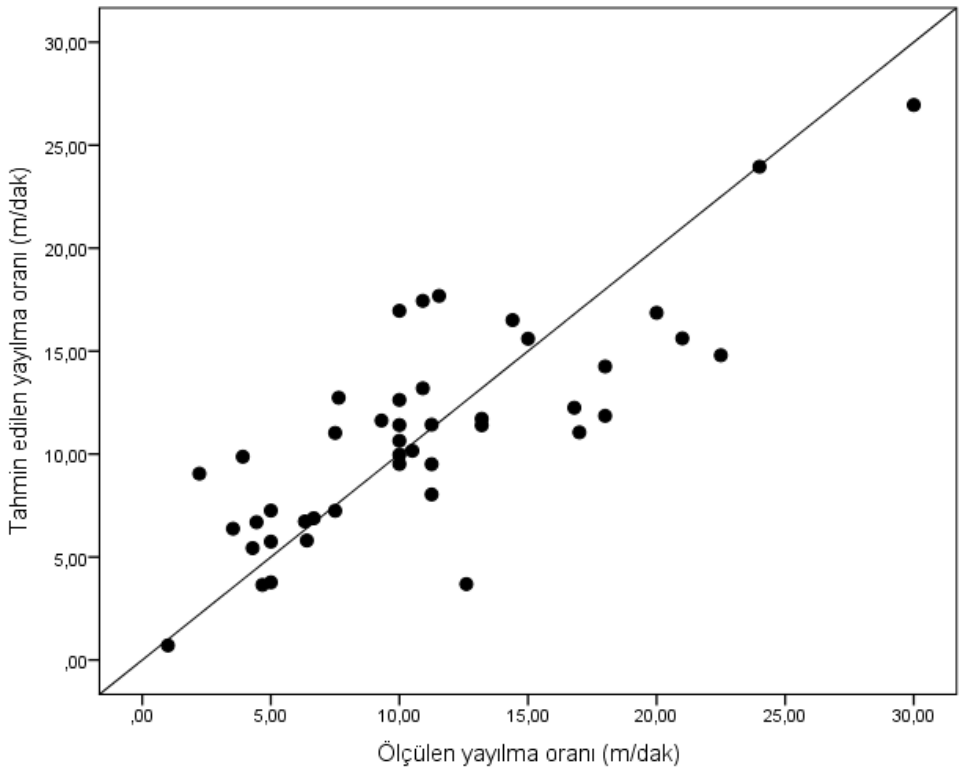
Benzer şekilde yangın şiddeti (YŞ) ile rüzgâr (r = 0.702; P < 0.01), alev boyu (r = 0.410; P < 0.01), anız yanıcı madde miktarı (r = 0.600; P < 0.01) ve yanıcı madde tüketimi (r = 0.590; P < 0.01) arasında kuvvetli bir ilişki çıkmıştır.

Tablo 4.3. *Anız yangınlarının analizinde kullanılan değişkenler arasındaki korelasyon*

	Sıcaklık	NN	R	AYMNİ	AYMM	YMD	AB	YMT	YO	YŞ	THG
Sıcaklık	1										
NN	-,367*	1									
R	,018	,559**	1								
AYMNİ	,079	,179	-,097	1							
AYMM	-,144	,177	,383*	-,317*	1						
YMD	-,213	,246	,154	-,279	-,188	1					
AB	-,060	,043	,311*	-,383*	-,082	,424**	1				
YMT	-,112	,119	,384*	-,347*	,975**	-,212	-,039	1			
YO	-,003	,208	,664**	-,561**	,376*	,194	,522**	,367*	1		
YŞ	-,058	,269	,702**	-,552**	,600**	,115	,410**	,590**	,960**	1	
THG	-,129	-,141	,102	-,223	,017	,529**	,466**	,032	,262	,205	1

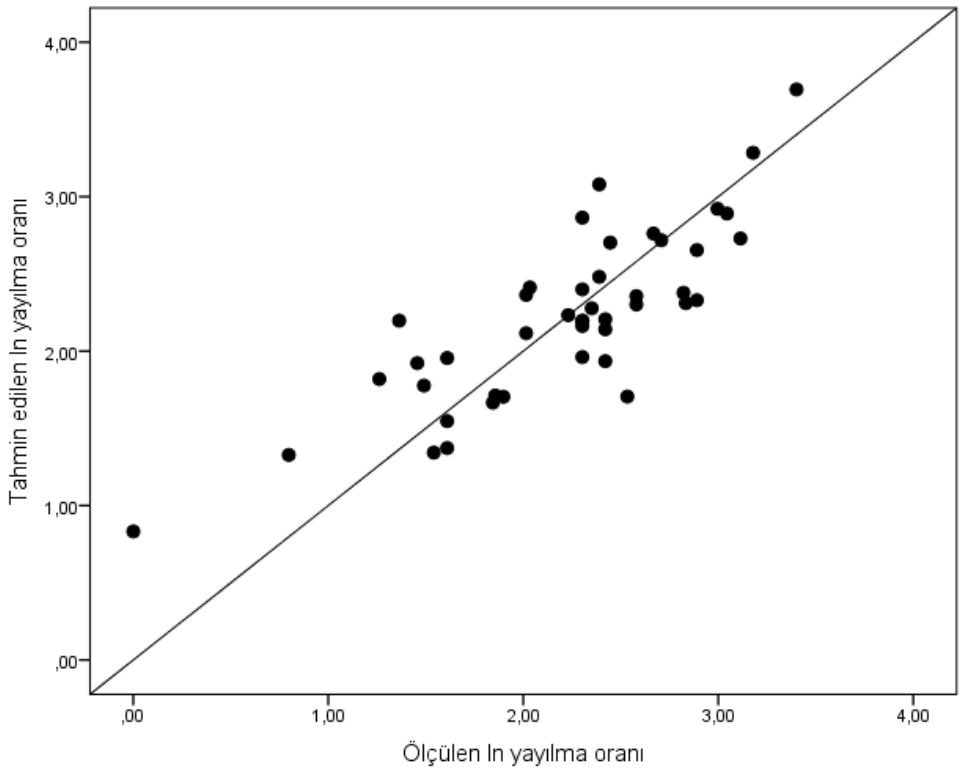
**Korelasyon %99 seviyesinde anlamlı
*Korelasyon %95 seviyesinde anlamlı

Regresyon analizlerinde yanıcı madde özellikleri ve meteorolojik parametreler bağımsız değişken, yangın davranış parametreleri (yayılma oranı ve yangın şiddeti) ise bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. Bağımlı değişkenler ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin derecesini ortaya koymak için regresyon analizleri yapılmıştır. Yayılma oranının tahmin edilmesi için yapılan analizde dağılımın homojen olmadığı, verilerin normal dağılım göstermediği görülmüştür (Grafik 4.1.).



Grafik 4.1. Ölçülen ve tahmin edilen yayılma oranı arasındaki ilişki

Bunun üzerine, bu değerlere logaritmik dönüşüm uygulanarak doğal logaritmaları alınmıştır. Bu şekilde elde edilen yeni değerlerle yapılan analizlerde dağılımın normal olduğu görülmüştür. Rüzgâr hızı ve yanıcı madde nem içeriğine bağlı olarak tahmin edilen ile ölçülen yangın yayılma oranı arasındaki logaritmik ilişki Grafik 4.2.'de verilmiştir.



Grafik 4.2. Ölçülen ve tahmin edilen yayılma oranı arasındaki logaritmik ilişki

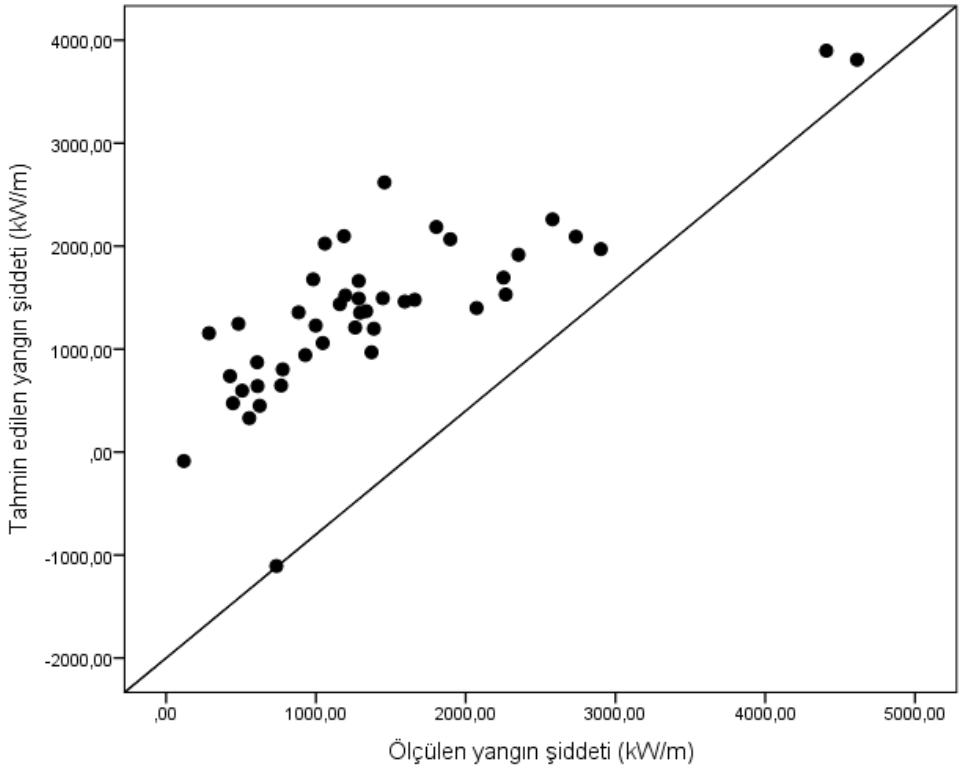
Logaritmik dönüşüm yapılarak yapılan analizlerde yayılma oranını tahmin eden doğrusal ve doğrusal olmayan modeller geliştirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda anız yangını yayılma oranı üzerinde en etkili faktörün rüzgâr hızı olduğu tespit edilmiştir. Rüzgâr hızının tek başına yayılma oranındaki değişikliğin % 56 (R^2= 0,559; YO model 1)'ini açıkladığı görülmektedir (Grafik 4.2.). Benzer şekilde yangın yayılma oranının tahmin edilmesi için yapılan bir çok çalışmada yayılma oranı üzerinde etkili faktörün rüzgar olduğu belirlenmiştir (Rothermel, 1972; Van Wagner, 1992; Cheney vd., 1993; Cheney ve Gould, 1995; Cheney vd., 1998; Wotton vd., 1999; Catchpole vd., 2002; Nelson, 2002; Bilgili ve Saglam, 2003; Küçük vd., 2007; Fernandes, 2009; Sullivan, 2009; Küçük, 2012; Andrews, Cruz ve Rothermel, 2013; Üzümcü, 2018). Benzer şekilde Burrows vd., (2018) çayırlık alanlarda yangın davranışının tahmini için yaptıkları çalışmada rüzgar hızının yayılma oranı üzerinde en etkili faktör olduğunu, yayılma oranındaki açıklanan değişkenliğin%60'nın sadece rüzgara bağlı olarak (R^2= 0.60) tahmin edildiği ortaya konulmuştur. Modelde ikinci değişken olarak yanıcı madde nem içeriği kullanıldığında yayılma oranındaki açıklanan değişkenliğin %77'ye yükseldiği ifade edilmektedir. Bu çalışmada da

modele ikinci bir değişken olarak yanıcı madde nem içeriği dahil edildiğinde yayılma oranında tahmin edilmesinde açıklanan değişkenliğin %71 (R^2= 0,709; YO model 2)'e yükseldiği görülmektedir. Bu özellikler bakımından bu çalışma literatürde yer alan ilgili çalışmalarla büyük benzerlik göstermektedir. Yanıcı madde nem içeriği özellikle ince yanıcı maddelerin tutuşmasında ve yangının yayılmasında son derece önemli bir faktördür. Benzer şekilde yanıcı madde nem içeriğinin yayılma oranı üzerine olan etkisi çok değişik yanıcı madde tiplerinde tespit edilmiştir. İnce yanıcı madde nem içeriğinin yangın yayılma oranı üzerine önemli bir etkisi söz konusudur. Anızı oluşturan tahıl artıkları çok ince materyallerden oluşmaktadır. Bu çalışmada AYMNİ'nin yayılma oranı üzerinde ciddi bir etkisinin olduğu görülmüştür. Yanıcı madde nem içeriğinin YO üzerinde etkisi literatür çalışmalarında da yer almaktadır (Dimitrakopoulos ve Mateeva, 1998; Viegas, 1998a; Viegas et al., 1998b; Catchpole et al., 1998; Burrows, 1999; Matthews, 2014**)**. Çayırlık alanlardaki otsu yanıcı maddelerdeki kurumalar, yaşlanma sürecini ifade eder ve birçok yıllık otsu bitkilerin yaşam döngüleri, otların yıl içerisinde kuruma derecesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Cheney ve Sullivan, 2008). Ot ve çayırlardaki yangınlarda otların kuruma yüzdesinin %50'nin altında olması durumunda (%50 siniden fazlasının yaş olması durumunda) yangın yayılmasının çok zor olduğu ifade edilmektedir. Örneğin Avustralya'da çayırlık alanlarda yayılma modeli % 50'nin altındaki kuruma değerleri için yangının yayılmadığını varsayar (Cheney vd., 1998). Geliştirilen yayılma modellerinde yapılan yeni revizyonlarla örneği Kanada'daki ot ve çayırlık alanlarda yayılma modellerinin kuruma derecesinin %50'nin altında olduğu durumlarda ancak sıcak ve kuru şartlarda sınırlı bir yayılma gösterdiği belirtilmektedir (Wotton vd., 2009). Bu çalışmada, AYMNİ değerleri oldukça düşük bir aralıkta değiştiği için bu durum gözlenememiştir. Deneme yangınları sırasında ilerlemeyen veya duran bir yangın olmamıştır. Ölü ince yanıcı maddeler, özellikle otsu ve anız yanıcı maddeleri boyutlarından dolayı bünyelerindeki nem içeriğini ortam şartlarına bağlı olarak çok çabuk değiştirebilmektedir.

Tablo 4.4. *Anız yangın yayılma oranını tahmin eden regresyon modelleri*

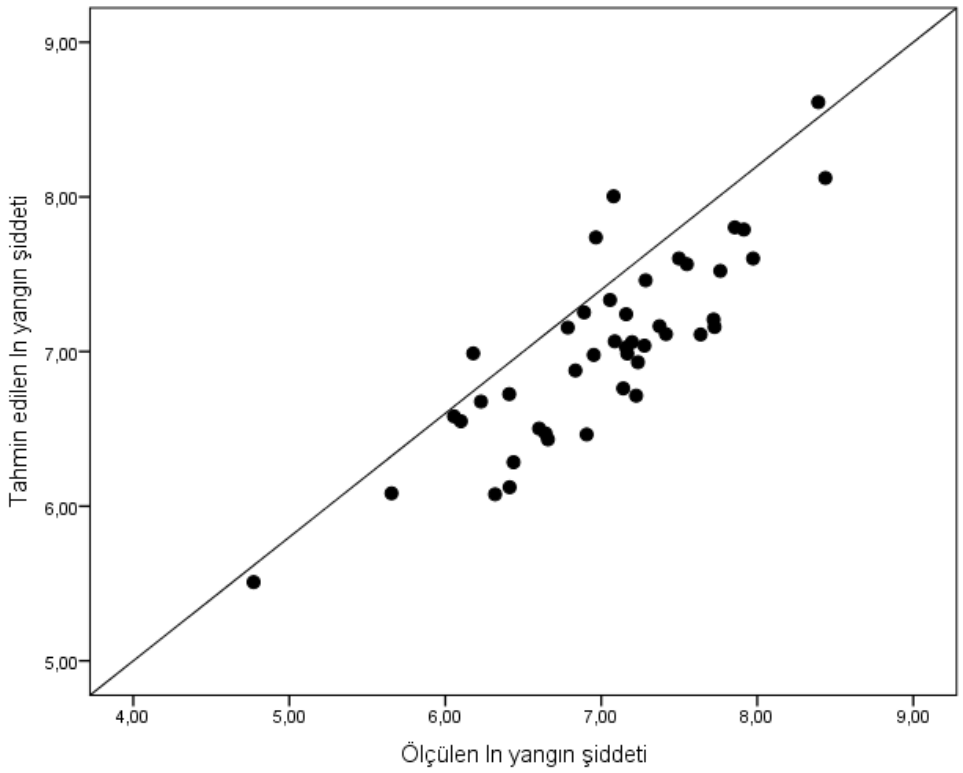
Bağımlı Değişken	Model	Standardize edilmemiş Katsayılar		Standardize edilmiş katsayılar	t	Sig.	R^2	Düzeltilmiş R^2	SH
		B	Std. Hata	Beta					
lnYO	1 (Sabit)	0.631	0.223		2.829	.007	0.569	0.559	0.440
	*ln*Rüzgar	0.846	0.114	0.754	7.446	.000			
	2 (Sabit)	1.908	0.323		5.899	.000			
	*ln*Rüzgar	0.745	0.095	0.664	7.864	.000	0.723	0.709	0.357
	*ln*ymnem	-0.533	0.112	-0.402	-4.765	.000			

Anız yangınlarında yangın şiddetinin tahmin edilmesi için yapılan analizde dağılımın homojen olmadığı, verilerin normal dağılım göstermediği görülmüştür (Grafik 4.3).



Grafik 4.3. Ölçülen ve tahmin edilen yangın şiddeti arasındaki ilişki

Normal dağılım göstermeyen bu değerlere logaritmik dönüşüm uygulanarak doğal logaritmaları alınmıştır. Bu şekilde elde edilen yeni değerlerle yapılan analizlerde dağılımın normal olduğu görülmüştür. Rüzgâr hızı ve yanıcı madde nem içeriğine bağlı olarak tahmin edilen ile ölçülen yangın şiddeti arasındaki logaritmik ilişki Grafik 4.4'te verilmiştir.



Grafik 4.4. Yangın şiddetinin tahmin edilen değerleri ile ölçülen değerleri arasındaki logaritmik ilişki

Yangın şiddeti ile ilgili regresyon modellerinin yer aldığı Tablo 6 bakıldığında *ln* rüzgârın tek başına yangın şiddetindeki değişkenliğin %60'ünü (R^2=0.600; P<0.01; YŞ model 1) açıkladığı görülmektedir. Rüzgar ile birlikte analize *ln* yanıcı madde nem içeriği, analize ikinci bir bağımsız değişken olarak dahil edildiğinde, yangın şiddetindeki değişkenliğin açıklanan kısmı %76 (R^2=0.756; P<0.01; YŞ model 2) olmuştur.

Tablo 4.5. *Anız yangınlarında yangın şiddetini tahmin eden regresyon modelleri*

Bağımlı Değişken	Model	Standardize edilmemiş katsayılar		Standardize edilmiş katsayılar	t	Sig.	R^2	Düzeltilmiş R^2	SH
		B	Std. Hata	Beta					
lnYŞ	1 (Sabit)	5.175	0.296		17.502	.000	0.618	0.600	0.488
	ln Rüzgar	1.016	0.170	0.786	5.964	.000			
	2 (Sabit)	6.868	0.493		13.920	.000	0.778	0.756	0.381
	ln Rüzgar	0.856	0.139	0.662	6.142	.000			
	*ln*ymnem	-0.688	0.177	-0.418	-3.883	.000			

Yangın şiddetindeki rüzgardan kaynaklana artış aslında yayılma oranının bir fonksiyonu olarak görülmektedir. Çünkü yayılma oranı üzerinde en etkili faktör bu çalışmada rüzgar olarak belirlenmiştir. Anız nem içeriği de yangın şiddetinin etkilemiştir. İnce yanıcı maddeler özellikle nisbi nem rüzgar ve sıcaklıktan çok çabuk etkilenmektedir. Tarımsal ürünlerin hasadından sonra kalan anı materyali ince olduğundan gün içerisinde yapılacak yakmalar saatlere göre bile farklılık gösterebilmektedir. Sıcaklığın en yüksek, nisbi nemin en düşün olduğu öğle saatleri çıkabilecek anız yangının şiddetini doğrudan etkileyebilecektir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Anız yangınlarında yayılma oranı ve yangın şiddetinin regresyon modelleri geliştirilerek tahmin edilmesine yönelik ülkemizde yapılan bu çalışma, bu konuda ilk olma özelliğini taşımaktadır. Bu çalışmada 44 adet anız deneme yangını yapılmış, bu yangınlardaki veriler üzerinden yayılma oranı ve yangın şiddetini tahmin eden regresyon modelleri geliştirilmiştir. Hem yayılma oranı (*YO* model 1, 2) hem de yangın şiddeti (*YŞ* model 1, 2) üzerinde en etkili parametrelerin rüzgâr ve anız yanıcı madde nem içeriği olduğu belirlenmiştir.

Rüzgâr hızının ve yanıcı madde nem içeriğinin anız yayılma oranını etkileyen en önemli faktörler olduğu ortaya çıkmıştır. Bu yüzden kırsal alanlarda arzu edilmemesine rağmen anızın yakılacağı zamanlarda kuru ve rüzgârlı havalardan kesinlikle kaçınılmalıdır. Ormana olan mesafenin 4 km den fazla olması durumunda yetkililere mutlaka bilgi verilmelidir. Anız yakılırken şeritler halinde yakmanın uygulanmasının doğru olacağı değerlendirilmektedir. Diğer taraftan rüzgâr istikametinin tersine yakmalar planlanarak anız alanı birkaç şerit haline yakılmalı, alanın bütün olarak yakılmasından sakınılmalıdır. Zira, yangın sırasında şiddetli rüzgârlar ile anız materyalleri çok uzak mesafelere süratli ve kolaylıkla taşınabilir ve ormanlık alanların yanmasına sebebiyet verebilir. Nitekim orman yangınlarına sebebiyet veren anız yangınlarıyla ilgili kayıtların olduğu bilinmektedir. Anız yakılacak alanın etrafı mutlaka mineral toprak açığa çıkarılacak şekilde sürülmelidir. Özellikle ormana yakın veya sınır olan tarım arazilerinde bu hususa çok dikkat edilmelidir.

Doğal ekosistemin devamlılığı için topraktaki makro ve mikro organizmalar topraktaki organik maddenin parçalanması, besin maddelerinin tekrar topraklara kazandırılması, havadaki azotun bitkilerce alınabilir formlara dönüştürülmesi açısından çok önemlidir. Anızın yakılması bu döngünün bozulmasına ve toprakta verimliliğin azalmasına neden olmaktadır. Bu nedenlerle topraktaki organik maddenin kaynağını oluşturan bitki artıklarının yakılmadan toprak işleme sistemleri ile yönetimi, sürdürülebilir toprak verimliliği ve topraklarda sürdürülebilir biyolojik ve fiziksel korunması için gereklidir. Hasat sonrası ürün artıklarının özellikle

erozyon riski yüksek olan bölgelerde yukarıda söz edilen uygun sistemler seçilerek tamamen veya kısmen toprak yüzeyinde bırakılması önerilmektedir.

Ülkemizde 6831 Sayılı Orman Kanunu'na göre, ormana 4 km yakınlıkta ve ayrıca iskâna açık yerlerde anız ve ot örtüsü yakmak suçtur. Bunun suç olarak kabul edilmesinin sebebi anız yangının kontrol edilememesi sonucu ormanlarda yangına sebep olması veya yerleşim yerleri yakınında yapılması dolayısıyla bu bölgede yaşayan insanlar için sis ve koku yaratması itibariyle rahatsız edici olmasıdır. Ancak orman ve iskân alanı olmayan yerlerde anız yakımı uygulaması özellikle yabancı ot, böcek ve hastalıklarla mücadelede iyi bir amenajman aracı olduğu da unutulmamalıdır. Özellikle bu hususun göz önüne alınarak orman yangınına ve diğer tarımsal alanlara zarar vermeyecek şekilde her türlü tedbir alındıktan sonra kontrol altında ve uygun şartlarda anız yakmanın yapılabileceğine yönelik çalışmaların yapılmasının yerinde olacağı değerlendirilmektedir.

Anız yangınlarında birçok çevresel faktörün etkili olduğu bilinmektedir. YO tahmin etmek için geliştirilen modellerde yer alamayan diğer değişkenlerin de yayılma oranı üzerinde etkilerinin olduğu bilinen bir gerçektir. Eğim değerlerinin değişkenlik gösterdiği şartlarda yapılacak deneysel çalışmalar ile bu etkinin belirlenmesi mümkündür.

Anız yangınlarında yangın şiddeti üzerinde rüzgârın diğer bir ifade ile yayılma oranının bir fonksiyonu olan rüzgârın etkisi görülmüştür. Bununla birlikte ince yanıcı madde nem içeriği diğer önemli bir etken olmuştur. Yangın şiddetin de yayılma oranı ve ince yanıcı madde miktarı son derece önemlidir. Yanmaya katılan ince materyal ve bu materyalin özellikleri (miktarı ve nem içeriği) yangın şiddetini etkilemektedir. Anız yanıcı maddelerinin çok ince yapıda olduğu ve yangın sırasında tamamen tüketilebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

THG'nin yayılma oranı üzerinde etkisinin olup olmadığını belirlemek için farklı genişlikler kullanılmıştır. Hat şeklindeki tutuşturmalarda yangın kısa sürede yayılmaya başlamaktadır. Tek başına THG'nin YO üzerinde etkisinin olmadığı, görülmüştür (YO Model 2). Arazi çalışmalarında ise hat genişliğinin etkisinin daha

iyi görülebilmesi için yangını etkileyen diğer şartlar sabit veya benzer olmak şartıyla farklı hat genişlikleri kullanılabilir.

Bu çalışmada düşük ölçekte de olsa farklı eğim dereceleri kullanılmış ancak, yapılan regresyon analizinde kullanılan stepwise yönteminin sonucuna göre eğimin yangın yayılma oranı üzerindeki etkisi görülmemiştir. Eğimin yayılma oranı üzerindeki etkisi yayılma oranı üzerinde etkili olan rüzgar ve yanıcı madde nem içeriğinin altında kaldığı ifade edilebilir. Diğer bir ifade ile, düşük nem değerlerinde (<%10) ve belirli değerin üzerindeki rüzgar hızında (>5 km/sa), yangında eğimin yayılma oranı üzerine etkisi belirlenememiştir. Benzer şartlarda farklı eğimlerdeki arazilerde rüzgarın olmadığı durumlarda yapılacak deneme yangınları sonucunda eğimin yayılma oranı üzerine olan etkisi belirlenebilir. Yayılma oranını etkileyen diğer faktörler içerisinde değişkenliğin fazla olmadığı durumlarda eğimin etkisini görmek mümkün olabilir.

Kurutucu etkiye sahip şiddetli lodos ve poyraz rüzgarlarının olduğu zamanlarda, kesinlikle anız yakma işleminden kaçınılmalıdır. Tarımsal ürünün hasadından sonra alanda kalan anızın kuruma derecesi, zamansal olarak değişiklik gösterebilmektedir. Sözgelimi haziran ayında hasadı yapılan tarımsal üründen kalan anızın sahip olduğu kuruma derecesi, eylül ayındaki kuruma derecesi ile benzerlik göstermeyebilir. Bu zaman zarfında yaz şartlarındaki kuru ve sıcak hava hallerine bağlı olarak kuruma miktarında sürekli bir artış, diğer bir ifade ile sahip olduğu nem değerlerinde azalış olmaktadır. Bu çalışmada anızda zamana bağlı olarak meydana gelen kuruma derecesinin yayılma oranı üzerine etkisi tespit edilmemiştir. Kuruma derecesinin yayılma oranı üzerine olan etkisini belirlemek için bundan sonra benzer çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKLAR

Anonim. (2005). Beypazarı Orman İşletme Şeflikleri Amenajman Planları

Anonim. (2011). Ankara Tarım İlçe Müdürlüğü Verileri.

Anonim. (2016). Toprak mahsulleri ofisi 2016 yılı hububat raporu. 207 s. Ankara.

Akman, Z. (2015). An Assessment Of Cereal Stubble Burning In Turkey. *Hungarian Agricultural Engeneering* (28). pp. 23-24. ISSN 0864-7410

Albini, F.A. (1997). An overview of research on wildland fire. *Fire Safety Science* 5: 59-74. doi:10.3801/IAFSS.FSS.5-59

Anderson, S.A.J., Anderson, W.R., Hollis, J.J., Botha, E.J. (2011). A simple method for field-based grassland curing assessment. *International Journal of Wildland Fire* 20, 804-814.

Andrews, P.L., Cruz, M.G., Rothermel, R.C. (2013). Examination of the wind speed limit function in the Rothermel surface fire spread model. *International Journal of Wildland Fire* 22, 959–969. doi:10.1071/WF12122.

Bilgili, E., Saglam, B. (2003). Fire behavior in maquis in Turkey. *Forest Ecology and Management* 184, 201-207.

Burrows, N.D. (1999). Fire behavior in Jarrah Forest fuels 1. Laboratory Experiments. *Calm science* Vol:3, Issue 1, page:31-56.

Burrows, N., Gill, M., Sharples, J. (2018). Development and validation of a model for predicting fire behaviour in spinifex grassland of arid Australia. *International Journal of Wildland Fire* 27, 271–279. doi:10.1071/WF17155.

Byram, G.M. (1959). Combustion of forest fuels, In: Davis, K.P. (Ed.), Forest fire control and use. pp. 61-89. (McGraw-Hill: New York)

Catchpole, W.R., Catchpole, E.A., Rothermel, R.C., Morris, G.A., Butler, B.W. and Latham, D.J. (1998). Rate of spread of free burnings fires in woody fuels in a wind tunnel. *Combust Sci. Technol*. 131:1-37.

Catchpole, W.R., Catchpole, E.A., Tate, A.G., Butler, B., Rothermel, R.C. (2002). A model for the steady spread of fire through a homogeneous fuel bed. *In 'Proceedings of the 4th International Conference on Forest Fire Research and 2002 Wildland Fire Safety Summit'.* (Ed. DX Viegas) (Millpress Science Publishers: Rotterdam)

Cheney, N.P., Gould, J.S., Catchpole, W.R. (1993). Influence of fuel, weather and fire shape variables on fire-spread in grasslands. *International Journal of Wildland Fire*3, 31-44. doi:10.1071/WF9930031.

Cheney, N.P., Gould, J.S. (1995). Fire growth in grassland fuels. *International Journal of Wildland Fire* 5, 237-247. doi: 10.1071/WF9950237.

Cheney, P., Sullivan, A. (1997). Grassfires. Fuel, Weather and fire behaviour. Csiro Australia, 102s.

Cheney, N.P., Gould J.S., Catchpole, W.R. (1998). Prediction of fire spread in grassland. *International Journal of Wildland Fire* 8(1), 1-13.

Cheney, P., Sullivan, A. (2008). Grassfires. Fuel, Weather and fire behaviour. Csiro publishing ISBN: 9780643093836, Australia.

Coşkan, A., Doğan, K., (2011). Symbiotic nitrogen fixation in soybean. Soybean Physiology and Biochemistry, Edited by Hany A. El-Shemy p. cm. www.intechopen.com ISBN 978-953-307-534-1. Chp. 9.p.167-182.

Cruz, M.G., Sullivan, A., Kidnie, S., Hurley, R., Nichols, D. (2016). The effect of grass curing and fuel structure on fire behaviour: final report. 72 s. Country fire authority of Victora, Australia.

Dimitrakopoulos, A.P., Mateeva, V. (1998). Effect of moisture content on the ignitability of Mediterranean species. *In 'Proceedings of the 3rd International Conference on Forest Fire Research&14th Conference on Fire and Forest Meteorology'*, November 1998, Luso-Coimbra, Portugal. (Ed.DX Viegas) pp. 455–466. (ADAI, University of Coimbra: Coimbra, Portugal)

Dogan, K., Celik, I., Gok, M., Coskan, A. (2011). Effect of different soil tillage methods on rhizobial nodulation, biyomas and nitrogen content of second crop soybean. African Journal of Microbiology Research Vol. 5(20), pp. 3186-3194.

Dupuy, J.L., Marechal, J., Portier, D., Valette, J.C. (2011). The effects of slope and fuel bed width on laboratory fire behavior. *International Journal of Wildland Fire* 20(2), 272–288. doi: 10.1071/WF09075.

Fernandes, P.M. (2009). Examining fuel treatment longevity through experimental and simulated surface fire behaviour: a maritime pine case study. *Canadian Journal of Forest Research* 39, 2529-2535. doi: 10.1139/X09-145.

Fernandes, P.M. (2014). Upscaling the estimation of surface-fire rate of spread in maritime pine (*Pinus pinaster* ait.) forest. i*Forest* 7, 123-125 [online 2014-01-10] URL: http://www.sisef.it/iforest/contents/?id=ifor0992-007.

Fosberg, M.A., Schroder, M.J. (1971). Fine herbacus fuels in fire-danger rating. U.S. Department of Agriculture Forest Service Research note, RM-185, 7 s. Colorado.

Kılıç, Ş., Doğan, K., Görücü Keskin, S. (2012). Yanlış Arazi Kullanımı ve Anız Yakma Sorununa Çözüm Önerileri Tralleis Elektronik Dergisi http://dergi.etralleis.com e-TRALLEIS 1 (2013) 36-44.

Korucu, T. (2002). Çukurova Bölgesinde İkinci Ürün Mısırın Doğrudan Ekim Olanaklarının Araştırılması. Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi*, Adana.

Küçük, Ö., Bilgili, E., Baysal, İ. (2007). Fire development from a point source in surface fuels of a mature Anatolian black pine stand. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 31, 263-273.

Küçük, Ö., Bilgili, E., Bulut, S., Fernandes, M. (2012). Rates of surface fire spread in a young calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) plantation. *Environmental Engineering and Management Journal* 11(8), 1475-1480.

Leonard, L. (1993). Managing for stubble retention. Bulletin 4271, Department of Agriculture, Western Australia.

Luke, R.H. and McArthur, A.G. (1978). Bnshfires in Australia. Australian Government Publishing Service. 359 pp.

Matthewss, S. (2014). Dead fuel moisture Research: 1191-2012.*International Journal of Wildland Fire* 23(1) 78-92. https://doi.org/10.1071/WF13005.

McArthur, A.G. (1964). Fire behaviour studies. (d) Grasslands. Common wealth Forestry and Timber Bureau, Annual Report. page 17.

McArthur, A.G. (1966). Weather and grassland fire behaviour. Department of National Development, Forestry and Timber Bureau, Canberra. Leaflet 100. 23 pages.

Morandini, F., Santoni, P.A., Balbi, J.H. (2001). Fire front width effects on fire spread across a laboratory scale sloping fuel bed. *Combustion Science and Technology* 166(1), 67-90. doi: 10.1080/00102200108907820

Morvan, D. (2014). Wind effects, unsteady behaviors, and regimes of propagation of surface fires in open field. *Combustion Science and Technology* 186(7), 869-888. doi: 10.1080/00102202.2014.885961.

Nelson, R.M. (2002). An effective wind speed for models of fire spread. *International Journal of Wildland Fire* 11, 153–161.

OGM. (2017). Orman Genel Müdürlüğü, Ormancılık İstatistikleri, Orman Yangınları.

Rothermel, R.C. (1972). A mathematical Model for Predicting Fire Spread in Wildland Fuels, Res, *U.S. Department of Agriculture, Forest Service*,Res.,pp 40, INT-115, Ogden.

Sayın, S. (1989). Çeşitli yönleri ile anızların yakılması. Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enst. Müd. Yayın No:165154.

Silme, R.S., Gümrükçü, E., Özkan, C.F., Baysal, Ö. (2015). Anız yakmanın toprakta mikroflora dinamiğine olan etkileri. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi* Yıl: 2015 Cilt: 13 Sayı: 1, (47-51).

Starch, E., Kurtz, L.D. (1929). Stubble Burning. Montana State College of Agriculture and Mechanic Arts Exitension Service, no 99.

Sullivan, A.L. (2009). Wildland surface fire spread modeling, 1990–2007. 2. Empirical and quasi-emprical models. *International Journal of Wildland Fire*18(4), 369–386. doi: 10.1071/WF06142.

Üzümcü, R. (2018). Müdahale görmüş karaçam (*Pinus nigra* Arnold) kesim artıklarında yangın davranışı, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu, 55 s.

Van Wagner C.E. (1993). Prediction of crown fire behavior in two stands of Jack pine. Can. J. For. Res, 23: 442-449.

Viegas, D.X. (1998). Weather, fuel status and fire occurrence: predicting large fires, in JM Moreno ed., Large forest fires. Leiden, Backhuys Publishers, p. 31-48.

Viegas, D.X., Pinol, J., Viegos, M.T., Ogaya, R. (1998). Moustire content of living forest fuels and their relationship with meteorological indices in the Iberian Peninsula, In Viegas DX (ed*) III International Conference on Forest Fire Research-14 th Conference on Fire and Forest Meteorology*, ADAI, Luso-Coimbra, pp 1029-1046.

Wotton, B.M., McAlpine, R.S., Hobbs, M.W. (1999). The effect of fire front width on surface fire behaviour.*International Journal of Wildland Fire* 9, 247-253. doi: 10.1071/WF00021.

ÖZGEÇMİŞ



Adı Soyadı : Hüseyin ÇİNKO
Doğum Yeri ve Yılı : Anamur-1965
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : huseyincinko@ogm.gov.tr

Eğitim Durumu

Lise : Anamur Lisesi
Lisans : Karadeniz Üniversitesi Orman Mühendisliği Bölümü

Mesleki Deneyim

İş Yeri : OGM, Diyarbakır Orman İşletme Müdürlüğü (1987-1988)
İş Yeri : OGM, Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü (1988-1989)
İş Yeri : OGM, Erdemli Orman İşletme Müdürlüğü (1991-1992)
İş Yeri : OGM, Marmaris Orman İşletme Müdürlüğü (1992-1998)
İş Yeri : OGM, Mut Orman İşletme Müdürlüğü (1998-2001)
İş Yeri : OGM, Taşağıl Orman İşletme Müdürlüğü (2001-2004)
İş Yeri : OGM, Beypazarı Orman İşletme Müdürlüğü (2004-2010)
İş Yeri : OGM, Çayıralan Orman İşletme Müdürlüğü (2010)
İş Yeri : OGM, Beypazarı Orman İşletme Müdürlüğü (2010-2012)
İş Yeri : OGM, Ankara Orman Bölge Müdürlüğü (2012- halen)