

**KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**NORMAL KAPALI KARAÇAM (*Pinus nigra* Arnold) MEŞCERELERİNDE HAVA HALLERİNE
BAĞLI OLARAK ÖLÜ ÖRTÜ NEM İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ**

Erdoğan KARAOĞLU

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KASTAMONU
2011**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Erdoğan KARAOĞLU tarafından hazırlanan “**Normal Kapalı Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) Meşcerelerinde Hava Hallerine Bağlı Olarak Ölü Örtü Nem İçeriğinin Belirlenmesi**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Kastamonu Üniversitesi Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç.Dr.Ömer KÜÇÜK

Eş Danışman :
(Varsa Yazılacak)

Jüri Üyeleri :

Prof. Dr. Ertuğrul BİLGİLİ

(KTÜ Orman Fakültesi, Trabzon)

Doç. Dr. Ömer KÜÇÜK

(KÜ Orman Fakültesi, Kastamonu)

Doç. Dr. Erol AKKUZU

(KÜ Orman Fakültesi, Kastamonu)

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Doç. Dr. Güran ÜNAL

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

NORMAL KAPALI KARAÇAM (*Pinus nigra* Arnold) MEŞCERELERİNDE HAVA HALLERİNE BAĞLI OLARAK ÖLÜ ÖRTÜ NEM İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ

Erdoğan KARAOĞLU
Kastamonu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ömer KÜÇÜK

Ölü ince yanıcı madde nem içeriği, yangının başlaması, gelişmesi ve davranışının tahmin edilmesi için hayati bir öneme sahip olduğundan dolayı yangın tehlike oranını etkileyen önemli faktörlerden birisidir. Ölü ince yanıcı madde nem içeriği, doğrudan veya dolaylı olarak yangın potansiyelini ve yangın davranışını etkiler. Yanıcı madde nem içeriği genellikle sıcaklık, nisbi nem, yağış ve rüzgara göre tahmin edilir. Ölü yanıcı maddelerin nem içerikleri ağaç türlerine ve yanıcı madde tiplerine göre değişebilir.

Bu çalışmanın amacı, hava hallerine bağlı olarak karaçam meşcerelerindeki ölü örtü ve humus yanıcı maddelerinin nem içeriği değişikliklerini araştırmak ve nem içeriklerini tahmin eden modeller geliştirmektir. Çalışma saf, normal kapalı (%80-90) ve aynı yaşlı Anadolu karaçamı meşcerelerinde yapılmıştır. Nem içeriklerinin ölçülmesi için yanıcı madde örnekleri rastgele alınmıştır. Yanıcı madde nem örnekleri Mayıs – Haziran ve Temmuz aylarında standart ölçüm zamanı olan 13.00’de (sadece Mayıs ayında 09.00 – 13.00 – 17.00’de) alınmıştır. Nisbi nem, sıcaklık, günlük toplam yağış ve rüzgar değerleri ölçülmüştür.

Yanıcı madde nem içeriklerini tahmin etmek için regresyon ve korelasyon analizleri yapılmıştır. İnce yanıcı madde nem içeriği üzerinde (ibre, ÇİYM, İYM) en etkili faktörler günlük toplam yağış ve nem olmuştur. İbre nem içeriğinde ki değişkenlik günlük toplam yağış ve nisbi neme bağlı olarak %52 - %88 oranında açıklanmıştır. Humus nem içeriği üzerinde yağıştan sonraki gün sayısı ve günlük toplam yağış etkili faktörler olmuştur. Sonuçlar, Ülkemizde tüm yangın amenajman uygulamaları (örneğin kontrollü yangınların planlanması, yangın tehlike oranları, yangın potansiyeli ve yangın davranışının anlaşılması) için kullanışlı olabilir.

2011, 74 sayfa

Anahtar kelimeler: Yanıcı madde nem içeriği, yangın potansiyeli, meteorolojik parametreler, regresyon modelleri, karaçam

ABSTRACT

MSc. Thesis

DETERMINATION OF MOISTURE CONTENT OF THE SURFACE FUELS DEPEND ON METEOROLOGICAL PARAMETERS IN NORMALLY CLOSURE ANATOLIAN BLACK PINE (*Pinus nigra* Arnold) STANDS

Erdoğan KARAOĞLU
Kastamonu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forestry Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Omer KUCUK

Fuel moisture content of dead fine fuels is one of the most important factors in fire danger rating as it has an important role in fire ignition, fire development and to predict fire behaviour. Moisture content of dead fine fuel directly or indirectly affects fire potential and fire behaviour. Fuel moisture content is generally estimated from relative humidity and temperature and also from rainfall and wind. The moisture content of dead fuel can vary with tree species and fuel types.

The principal objectives of this study were to investigate the changes in moisture contents of dead and duff fuels for Anatolian black pine based on weather conditions, and to develop a model to predict fuel moisture content. The study was conducted in pure, normally stocked (~80-90% crown closure), and even-aged Anatolian black pine (*P. nigra* J.F. Arnold *subsp. nigra* var. *caramanica* (Loudon) Rehder) stands. Moisture contents were measured on randomly taken fuel samples. The fuel samples were taken at 13:00 noon Local Standard Time (LST) during May, June, July (only May 09:00 h, 13:00 h and 17.00 h). Relative humidity, air temperature, 24 h accumulated rainfall, and wind speed were also measured.

Correlation and regression analysis were carried out to develop a relationship to predict fuel moisture content. The dominant factors influencing moisture content of dead fine fuels (needle, very fine fuels and fine fuels) were 24 h accumulated rainfall and relative humidity of the moisture content of the needle was explained between %52 ($P < 0.01$) and %88 ($P < 0.01$) of the by relative humidity and 24 h accumulated rainfall. The main factors affecting were number of days after the rain and 24 h accumulated rainfall on the duff moisture content. Results can be useful for all fire management practices such as planning of prescribed burning, fire danger rating and to understand fire behaviour in Turkey.

2011, 74 Pages

Key Words: Fuel moisture content, fire potential, meteorological parameters, regression models, Anatolian black pine

TEŞEKKÜR

“Normal Kapalı Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) Meşcerelerinde Hava Hallerine Bağlı Olarak Ölü Örtü Nem İçeriğinin Belirlenmesi” isimli bu çalışma, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır. Çalışma boyunca destek ve yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım sayın hocam Doç Dr. Ömer KÜÇÜK’e teşekkürü bir borç bilirim. Çalışmalarımın arazi ve laboratuvar aşamasında bilgi ve tecrübesinden faydalandığım Dr. Hakan ŞEVİK’e teşekkür ederim. Yine bu günlere gelmemde çok büyük emekleri olan, hayatım boyunca bana her türlü konuda destek veren çok sevgili aileme ve eşime teşekkür ederim. Bu çalışmanın orman yangınlarıyla ilgilenen herkese faydalı olması ve yapılacak yeni araştırmalara katkı sağlaması en büyük dileğimdir.

Erdoğan KARAOĞLU

Kastamonu, Şubat 2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER.....	6
2.1 Yangın Tehlike Oranları Sistemleri ve Yapıları	6
2.1.1 Meteorolojik Yangın İndeksi (MYİ) Sistemi.....	7
2.1.1.1 İnce Yanıcı Madde Nem Kodu	9
2.1.1.2 Humus Tabakası Nem Kodu.....	10
2.1.2 Yangın Davranışını Tahmin (YDT) Sistemi.....	10
2.2 Yangın Davranışına Etki Eden Faktörler	12
2.2.1 Yanıcı Madde Boyutu	12
2.2.2 Yanıcı Madde Nemi	13
2.2.3 Hava Halleri.....	13
2.2.3.1 Sıcaklık	14
2.2.3.2 Rüzgar.....	14
2.2.3.3 Nisbi nem.....	15
2.2.3.4 Yağış.....	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	20
3.1 Çalışma Alanının Tanıtımı	20
3.2 Arazide Yapılan Ölçümler.....	23
3.3 Nem İçeriği Ölçümleri.....	25
3.4 Meteorolojik Ölçümler	26
3.5 Laboratuvar Ölçümleri	26
3.6 İstatistik Analizler	27
4. BULGULAR.....	29
4.1 Mayıs 09.00' da Yapılan Yanıcı Madde Nem Ölçümlerine Ait Bulgular.....	29

4.2 Mayıs 13.00' de Yapılan Yanıcı Madde Nem Ölçümlerine Ait Bulgular.....	36
4.3 Mayıs 17.00' de Yapılan Yanıcı Madde Nem Ölçümlerine Ait Bulgular.....	42
4.4 Haziran 13.00' de Yapılan Yanıcı Madde Nem Ölçümlerine Ait Bulgular	48
4.5 Temmuz 13.00' de Yapılan Yanıcı Madde Nem Ölçümlerine Ait Bulgular	55
4.6 Mayıs – Haziran – Temmuz 13.00' de Yapılan Yanıcı Madde Nem Ölçümlerine Ait... Bulgular	61
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	68
5.1 Mayıs Sabah 09.00 Ölçümleri	68
5.2 Mayıs Öğle 13.00 Ölçümleri	69
5.3 Mayıs Akşam 17.00 Ölçümleri.....	71
5.4 Haziran Öğle 13.00 Ölçümleri.....	71
5.5 Temmuz Öğle 13.00 ölçümleri	72
5.6 Mayıs – Haziran – Temmuz Öğle 13.00 ölçümleri.....	72
KAYNAKLAR.....	75
ÖZGEÇMİŞ.....	80

SİMGELER DİZİNİ

KDS	Karar Destek Sistemi
YTOS	Yangın Tehlike Oranı Sistemi
UYTOS	Ulusal Yangın Tehlike Oranı Sistemi
MYİ	Meteorolojik Yangın İndeksi Sistemi
YDT	Yangın Davranışını Tahmin
YİT	Yangın İhtimalini Tahmin
YMNK	Yanıcı Madde Nem Kodu
BYİ	Başlangıç Yayılma İndeksi
BYMİ	Birikmiş Yanıcı Madde İndeksi
YSİ	Yangın Şiddeti İndeksi
İYM	İnce Yanıcı Madde (0 cm – 0.3 cm)
ÇİYM	Çok İnce Yanıcı Madde (0.3 cm– 0.6 cm)
OKYM	Orta Kalınlıktaki Yanıcı Madde (0.6 cm – 1 cm)
GTY	Günlük toplam yağış
YSGS	Yağıştan Sonraki Gün Sayısı
NN	Nisbi nem

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Yangın tehlike oranları sisteminin yapısı ve bileşenleri.....	7
Şekil 2.2 Meteorolojik yangın indeksi sisteminin yapısı ve bileşenleri.....	8
Şekil 2.3 Yangın Davranışı Tahmin Sisteminin Yapısı	11
Şekil 2.4 Çalışmanın kavramsal çerçeve.....	19
Şekil 3.1 Çalışma alanının Türkiye haritasındaki konumu	20
Şekil 3.2 Çalışma alanının meşcere haritasındaki konumu	21
Şekil 3.3 Çalışma alanının uydu görünümü	21
Şekil 3.4 Ölü örtü örneklerinin alındığı alandan bir görünüm	22
Şekil 3.5 Meşcere özelliklerinin ölçümü için kullanılan aletler	24
Şekil 3.6 Deneme alanı 30cm x 30cm.....	25
Şekil 3.7 Alınan örneklerin kurutma fırınında kurutulması	27
Şekil 3.8 Kurutulmuş örneklerin tartılması.....	27
Şekil 4.1 İbre nem içeriğinin ölçülen değeri ile nisbi nem ve günlük toplam yağış verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki logaritmik ilişki.	31
Şekil 4.2 Çok ince yanıcı madde nem içeriğinin ölçülen değeri ile nisbi nem ve günlük..... toplam yağış verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki logaritmik ilişki.....	32
Şekil 4.3 İnce yanıcı madde nem içeriğinin ölçülen değeri ile nisbi nem ve günlük toplam... yağış verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.	33
Şekil 4.4 Orta kalınlıktaki yanıcı madde nem içeriğinin ölçülen değeri ile nisbi nem ve..... günlük toplam yağış verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.....	34
Şekil 4. 5 Humus içeriğinin ölçülen değeri ile sıcaklık, günlük toplam yağış, yağış, YSGS.. ve nisbi nem verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki....	35
Şekil 4.6 İbre nem içeriğinin ölçülen değeri ile günlük toplam yağış ve sıcaklık verilerine... bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.	38
Şekil 4.7 Çok ince yanıcı madde nem içeriğinin ölçülen değeri ile günlük toplam yağış ve... nisbi nem verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.	39
Şekil 4.8 İnce yanıcı madde nem içeriğinin ölçülen değeri ile sıcaklık ve nisbi nem... verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.	40
Şekil 4.9 Humus nem içeriğinin ölçülen değeri ile yağıştan sonra geçen gün sayısı ve..... sıcaklık verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.	41
Şekil 4.10 İbre nem içeriğinin ölçülen değeri ile günlük toplam yağış verilerine bağlı..... olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.	44
Şekil 4. 11 İbre nem içeriğinin yüzde değişiminin ölçülen değeri ile sıcaklık ve nisbi nem... verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki logaritmik ilişki.	46
Şekil 4.12 Farklı sıcaklıklar ve farklı nem değişimlerine bağlı olarak model ile tahmin... edilen ibre nem yüzde değişimi.	47
Şekil 4.13 İbre nem içeriğinin ölçülen değeri ile nisbi nem verilerine bağlı olarak tahmin... edilen değerleri arasındaki ilişki.	50

Şekil 4.14 Çok ince yanıcı madde nem içeriğinin ölçülen değeri ile nisbi nem verilerine.... bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.....	51
Şekil 4.15 İnce yanıcı madde nem içeriğinin ölçülen değeri ile nisbi nem verilerine bağlı... olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.....	52
Şekil 4.16 Orta kalınlıktaki yanıcı madde nem içeriğinin ölçülen değeri ile günlük toplam... yağış verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.	53
Şekil 4.17 Humus nem içeriğinin ölçülen değeri ile günlük toplam yağış verilerine bağlı... olarak tahmin edilen değerleri arasındaki logaritmik ilişki.....	54
Şekil 4.18 İbre nem içeriğinin ölçülen değeri ile nisbi nem ve günlük toplam yağış... verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.	57
Şekil 4.19 Çok ince yanıcı madde nem içeriğinin ölçülen değeri ile günlük toplam yağış ve yağıştan sonra geçen gün sayısı verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri.. arasındaki ilişki.....	58
Şekil 4.20 İnce yanıcı madde nem içeriğinin ölçülen değeri ile günlük toplam yağış ve... yağıştan sonra geçen gün sayısı verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri... arasındaki ilişki.	59
Şekil 4.21 Orta kalınlıktaki yanıcı madde nem içeriğinin ölçülen değeri ile günlük toplam... yağış ve yağıştan sonra geçen gün sayısı verilerine bağlı olarak tahmin edilen... değerleri arasındaki ilişki.....	60
Şekil 4.22 İbre nem içeriğinin ölçülen değeri ile nisbi neme bağlı olarak tahmin edilen... değerleri arasındaki ilişki.	63
Şekil 4.23 Çok ince yanıcı madde nem içeriğinin ölçülen değeri ile günlük toplam yağış ve. nisbi nem verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki logaritmik... ilişki.....	64
Şekil 4.24 İnce yanıcı madde nem içeriğinin ölçülen değeri ile nisbi neme bağlı olarak... tahmin edilen değerleri arasındaki logaritmik ilişki.	65
Şekil 4.25 Orta kalınlıktaki yanıcı madde nem içeriğinin ölçülen değeri ile nisbi neme bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.....	66

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2. 1 Nisbi nem ve Yangın Tehlikesi Arasındaki İlişki	15
Çizelge 3.1 Yanıcı madde nem içeriği örneklerinin alındığı meşcerenin özellikleri	22
Çizelge 3. 2 Çalışma kapsamında yanıcı madde nem örneklerinin araziden alınma şekli ..	24
Çizelge 4.1 Mayıs ayı 09 00 saat diliminde alınan örneklere ait özet bilgiler	29
Çizelge 4.2 Mayıs 09.00'da alınan yanıcı madde nem örnekleri ile hava halleri arasındaki... korelasyon	30
Çizelge 4.3 Mayıs 09.00 da yapılan ölçümler sonucu meteorolojik parametrelere bağlı... yanıcı madde nem içeriklerini tahmin etmek için geliştirilen regresyon... modelleri.....	36
Çizelge 4.4 Mayıs ayı 13.00 saat diliminde alınan örneklere ait özet bilgiler	36
Çizelge 4.5 Mayıs 13.00'da alınan yanıcı madde nem örnekleri ile hava halleri arasındaki... korelasyon	37
Çizelge 4.6 Mayıs 13.00 da yapılan ölçümler sonucu meteorolojik parametrelere bağlı... yanıcı madde nem içeriklerini tahmin etmek için geliştirilen regresyon... modelleri.....	42
Çizelge 4.7 Mayıs ayı 17.00 saat diliminde alınan örneklere ait özet bilgiler	43
Çizelge 4.8 Mayıs 17.00'da alınan yanıcı madde nem örnekleri ile hava halleri arasındaki... korelasyon	43
Çizelge 4.9 Mayıs 17.00 de yapılan ölçümler sonucu meteorolojik parametrelere bağlı... yanıcı madde nem içeriklerini tahmin etmek için geliştirilen regresyon... modelleri.....	45
Çizelge 4.10 Haziran ayı 13.00 saat diliminde alınan örneklere ait özet bilgiler.....	48
Çizelge 4.11 Haziran ayı 13.00 saat diliminde alınan yanıcı madde nem örnekleri ile hava... halleri arasındaki korelasyon.....	49
Çizelge 4.12 Haziran 13.00 da yapılan ölçümler sonucu meteorolojik parametrelere bağlı... yanıcı madde nem içeriklerini tahmin etmek için geliştirilen regresyon... modelleri.....	54
Çizelge 4.13 Temmuz ayı 13.00 saat diliminde alınan örneklere ait özet bilgiler.	55
Çizelge 4.14 Temmuz ayı 13.00 saat diliminde alınan yanıcı madde nem örnekleri ile hava... halleri arasındaki korelasyon.....	56
Çizelge 4.15 Temmuz 13.00 da yapılan ölçümler sonucu meteorolojik parametrelere bağlı... yanıcı madde nem içeriklerini tahmin etmek için geliştirilen regresyon... modelleri.....	61
Çizelge 4.16 Mayıs – Haziran – Temmuz ayları 13.00 saat diliminde alınan örneklere ait... özet bilgiler.....	62
Çizelge 4.17 Mayıs – Haziran – Temmuz ayları 13.00 saat diliminde alınan yanıcı madde... nem örnekleri ile hava halleri arasındaki korelasyon	63
Çizelge 4.18 Mayıs - Haziran - Temmuz 13.00 da yapılan ölçümler sonucu meteorolojik... parametrelere bağlı yanıcı madde nem içeriklerini tahmin etmek için... geliştirilen regresyon modelleri.	67

1. GİRİŞ

Türkiye orman varlığı 21.6 milyon hektar civarındadır ve bu ormanlık alanların %35'i birinci, %23'ü ikinci, %22'si üçüncü, %15'i dördüncü ve %5'i ise beşinci derecede yangına hassas bölgelerde yer almaktadır. Özellikle, yazları sıcak ve kurak geçen bir iklime sahip olan Ege ve Akdeniz bölgesi yangına 1. derecede hassas alanların en fazla olduğu bölgelerdir. Kahramanmaraş'tan başlayıp Akdeniz ve Ege'yi takiben İstanbul'a kadar uzanan 1700 km'lik sahil bandının 160 km derinliğindeki bölümü ve bu alanda yayılış gösteren 12 milyon hektar (%58) ormanlık alan yangın bakımından birinci dereceden hassasiyet taşımaktadır. Özellikle bu yörelerimizde yaz aylarında çok miktarda orman yangını meydana gelmekte ve binlerce hektar ormanlık alan yok olmaktadır. Yangın istatistiklerinin tutulmaya başlandığı 1937 yılından 2009 yılı sonuna kadar meydana gelen 86769 adet orman yangınları ile toplam 1617701 hektar, yıllık ortalama olarak da 22468 hektar ormanlık alan yanmıştır. Son 10 yıllık periyot dikkate alındığında, 20906 adet orman yangınında ortalama olarak yılda 11045 hektar ormanlık alanın yandığı anlaşılmaktadır. Son 4 yıllık istatistiklere bakıldığında da; 2006 yılında 2227 adet yangına karşılık 7762 hektar alan yanmış, 2007 yılında ise 2829 adet yangın sonucunda 11664, 2008 yılında 2135 adet yangında 29749 hektar orman alanı yanmış, 2009 yılında ise 1793 adet orman yangınında 4679 hektar ormanlık alan yanmıştır (OGM 2009).

Orman yangınlarıyla ilgili giderek artan araştırmalar sayesinde geliştirilen yeni teknik ve uygulamaların yanı sıra, teknolojik yeniliklerin de kullanılmaya başlanmasıyla hem yangın adedinde hem de yanan alan miktarında büyük oranda azalma sağlanmıştır. Yangın söndürme çalışmalarının başarısı, yangının erken görülüp ilk müdahalenin çok kısa bir süre içinde yapılabilmesine bağlıdır. Yangınların erken görülebilmesi için yangın gözetleme kulelerinin ve diğer görevlilerin yangın potansiyelinin yüksek olduğu zamanlarda daha dikkatli olmaları gerekmektedir. Bunun için sabit ve değişken çevre faktörlerine bağlı olarak farklılık gösteren yangın potansiyelinin doğru bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Yangınla mücadele çalışmalarında, yanıcı madde özellikleri ve hava hallerinin yangın potansiyeli ve yangın davranışı üzerine olan etkilerinin çok iyi bilinmesi gerekmektedir. Özellikle kurutucu poyraz ve lodos rüzgarlarının olduğu sıcak günlerde,

yangınların ilk olarak başladığı ince yanıcı maddeler nem içerikleri çok hızlı bir şekilde kaybetmekte ve yanmaya elverişli hale gelmektedir. Böyle zamanlarda ormandaki diğer yanıcı maddelerin de kuruması sonucu bir biri ardına birçok yerde yangınlar çıkabilmektedir (Sağlam 2002). 2008 yılında çıkan ve Ülkemizdeki en büyük yangın olarak kayıtlara geçen Taşağıl yangını (15797 hektar) ekstrem hava koşullarında meydana gelmiştir (OGM 2008). Böyle ekstrem hava hallerinde yangın potansiyelinin belirlenebilmesi için, yangının ilk olarak başladığı ölü örtü tabakasına ait her türlü bilginin önceden bir araya getirilerek çok yönlü olarak değerlendirilebilmesi ve alternatif çözümlerin geliştirilebilmesi gerekmektedir.

Orman yangınları ilk olarak ormanın zemininde bulunan ölü örtü tabakasında başlar ve duruma göre gelişerek diğer yanıcı maddelerde etkili olur. Orman yangını, yeterli miktarda yanmaya elverişli ölü örtü tabakası bulunmadığı durumlarda tepe yangınına dönüşmez. Yangınların başlaması için gerekli olan şartlar, orman zemininde bulunan bu tür ince yanıcı maddeler ve humus tabakası nemiyle yakından ilişkilidir. Yanıcı maddelerin nem içerikleri yağış, hava sıcaklığı, nisbi nem ve buharlaşmaya bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Hava hallerindeki değişimler en fazla ince ölü yanıcı maddelerin nemini etkilemektedir. İnce ölü yanıcı maddeler içerisinde ise özellikle ibreler, hava hallerindeki küçük değişikliklerden bile etkilenirler. Hava hallerine bağlı olarak süratle kuruyan ibreler yanmaya elverişli bir örtü tabakası oluşturmaktadırlar. Yangın tehlike oranları sistemi içerisinde bir parametre olan ince yanıcı maddelerin nem içerikleri, günlük yangın potansiyelinin belirlenmesinde kullanılır. Alt tabakayı oluşturan humus ise, ince yanıcı maddelere oranla daha uzun ıslanma ve kuruma oranlarına sahiptirler. Humus tabakası ve kalın yanıcı maddeler daha ziyade nem içeriğindeki mevsimsel değişimleri yansıtmakta olup yanıcı madde tüketiminin belirlenmesinde kullanılır. Nem içeriği düşük olan yanıcı maddeler, yangın yayılma oranı, yangın şiddeti ve yanıcı madde tüketimini artırmaktadır. Özellikle tepe yangınlarında canlı yaprakların nem içerikleri yangın davranışı üzerinde etkili olmakta, nem içeriği düşük yapraklar yayılma oranı ve yangın şiddetini artırmaktadır (Sağlam 2002, Küçük vd. 2004, Küçük vd. 2009).

Yanıcı madde nemi özellikle yangınların başlamasında etkili olan bir faktördür. Yanıcı maddeler, nem içerikleri %35'lerin altında düşmedikçe, bir başka ifadeyle kurumadıkları müddetçe zor yanarlar. Nem içerikleri yüksek olan yanıcı maddeler kurumak için uzun

süreye ihtiyaç duyarlar, bu da yangınların başlamasını ve ilerlemesini yavaşlatan bir faktördür. Orman yanıcı maddelerinin tutuşabilirliği büyük oranda nem içeriği tarafından etkilenmektedir. (Olsen 1960, Schroeder and Buck 1970, Montgomery and Cheo 1971, Countryman 1974, Trabaud 1976).

Ülkemizde meydana gelen büyük yangınların birçoğu ilk müdahalede gecikildiği için kontrolden çıkıp büyüyen yangınlardır. Bu şekilde kontrolden çıkıp büyüyen yangınların davranış özellikleri önceden tahmin edilemediğinden kaynakların sevk ve idaresi oldukça zor olmaktadır. Yangınla mücadele çalışmalarında yanıcı madde özellikleri, hava halleri ve topoğrafik faktörlerin tümü yangın davranışını etkiler. Yangın davranışının doğru ve güvenilir bir şekilde tahmin edilebilmesi için, yangın davranışı üzerinde etkili olan faktörler iyi bilinmelidir. Bunun yanında, yangın çıkabilecek potansiyel alanların önceden bilinmesi de son derece önemlidir. Yangın potansiyeli üzerinde yanıcı madde özellikleri ve hava halleri önemli rol oynar. Yanıcı madde, ölü örtüde veya tepede bulunan tutuşup yanabilen, canlı veya ölü herhangi bir organik materyaldir. Toprakta, toprak üstünde ve daha yüksekte bulunabilen tutuşup yanabilen veya yanmaya tutuşmaya eğimli herhangi bir madde veya karışım olarak tanımlanan (Robertson 1971) yanıcı maddeler, yangının başlamasına ve yayılmasına zemin teşkil eder. Bu sebeple, yanıcı madde özelliklerinin yangın davranışı açısından ne anlama geldiğinin bilinmesi, yapılacak yangın öncesi planlamalarda ve yangınla mücadelede büyük önem arz eder.

İnce yanıcı maddeler, özellikle ibre, ince yanıcı dallar ve sürgünler tutuşma aşamasında rol oynadığı için orman yangınlarında son derece önemlidir. Yanıcı madde nem içeriği ve rüzgar genellikle yangın davranışını etkileyen temel iki faktördür. Bu konuda Avrupa dışında pek çok çalışma olmasına rağmen Johnson (1966), Simard (1968), Philpot and Mutch (1971), Loomis and Main (1980), Chrosciewicz (1986), Burgan (1987), Hatton et al. (1988), Viney and Hatton (1989), Hartford and Rothermel (1991). Akdeniz ekosistemleri için sınırlı sayıda çalışma Trabaud (1976), Caramelle and Clement (1978), Valette (1986), Vega and Casal (1986), Martin and Lara (1989), Viegas et al. (1998), Agudo et al. (2007), Gonzalez et al. (2009) bulunmaktadır.

Ülkemizde hali hazırda yanıcı madde nem içeriklerinin tahmin edilmesine yönelik bir sistem kullanılmamaktadır. Sadece meteorolojiden alınan bilgiler yorumlanıp günlük veya birkaç günlük yangın potansiyeli tahminleri yapılmaktadır. Bu ise tutuşmaya konu olan yanıcı madde nemi içeriklerindeki değişimin nasıl olduğunu yansıtmamaktadır. Bu eksikliğin giderilmesi için meteorolojik parametrelerle yanıcı madde nem içerikleri arasındaki etkileşimin belirlenmesi ve tahmin edilmesi büyük önem arz etmektedir. Yanıcı madde nem içeriklerinin tahmin edilmesi için birçok ülkede deneysel çalışmalara dayanan birçok model geliştirilmesine rağmen, ülkemizde ise bu yöndeki çalışmalar oldukça yeni ve azdır. Bu konuda, Sağlam (2002) tarafından yapılmış çalışma dışında bir çalışma bulunmamaktadır.

Avustralya'da bir kaç farklı yangın tehlike oranı kullanılmaktadır. Daha çok McArthur (1966, 1967) tarafından bu ülkedeki okaliptüs ormanları için geliştirilen yangın tehlike oranı her bölgede kullanılabilir. McArthur, 30 ile 60 dakikaya kadar yakılan 800 test yangınında ölçülen yangın davranışı verilerine dayanan bir sayaç oluşturmuştur. Böylece, Kanada sisteminde olduğu gibi, tam manasıyla arazi ölçümlerine dayanan deneysel kökenli bir sistem oluşmuştur. Sistem daha sonra indeksler ve eşitlikler haline sokulmuş (Noble et al. 1980) ve hesap makinesinde kullanılmak üzere programlanmıştır (Crane 1982). Avustralya sistemi aynı zamanda İspanya'nın Akdeniz bölgesinde test edilmiş ve kullanılmıştır.

Görülebileceği gibi orman yangınlarının büyük zararlara yol açtığı ülkelerin hemen hepsinde uzun yıllardan beri yangın tehlike oranları kullanılmaktadır. Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı gibi orman yangınlarına duyarlı A.B.D., Kanada ve Avustralya gibi ülkelerde kullanılan YTO sistemleri arasında bazı küçük farklılıklar olmasına rağmen genel olarak aynı değişkenleri (hava halleri, topografya ve yanıcı madde) kullanmaktadırlar. Bunlardan Kanada sisteminin yapısı daha basit olması ve ülkemiz şartlarına daha kolay adapte edilebileceğinden, ülkemize göre düzenlenerek ele alınmıştır.

Orman yangınları tehlike oranları sistemi orman yangınlarına hassas Kanada, A.B.D., Avustralya gibi bir çok ülkede geliştirilmiş ve uygulanmaktadır. Bunun yanında Yeni Zelanda, Fiji, Çin, Şili, Rusya gibi ülkelerde, mevcut sistemler kendi şartlarına

uygulanarak gerekli değişiklik ve ilaveler yapılarak kullanılmaya başlanmıştır. Tehlike oranları sistemi yangın amenajmanı çalışmalarında kullanılırken işletmelerin istekleri, yangın probleminin durumu, işletme arazisinin yapısı, yanıcı madde tipleri, mevcut kaynaklar ve bütçe imkanları dikkate alınmaktadır.

CBS gibi Karar Destek Sistemleri (KDS)'nden yararlanmayan yangın organizasyonlarının başarısının sınırlı ve pahalı olacağı açık bir gerçektir. Bunun bilincine varmış olan Kanada, A.B.D. ve Avustralya gibi ülkelerde bu sistemler geliştirilmiş ve ülke çapında uygulamaya konulmuştur. Ülkemizde de bu gibi sistemlerin uygulanması bir ihtiyaç halini almıştır. Kanada sisteminin yapısının daha anlaşılır ve ülkemize uyarlanmasının daha kolay olması nedeniyle bundan önceki çalışmalarda Kanada sistemi üzerinde durulmuştur. Kanada YTOS nin bir bölümü olan MYİ sisteminin temel alt bileşenlerinde ince yanıcı madde nem kodu, humus nem kodu, kuraklık kodu, başlangıç yayılma indeksi, birikmiş yanıcı madde indeksi ve meteorolojik yangın indeksi bulunmaktadır. Bunlardan özellikle, ince yanıcı madde nem kodu, başlangıç yayılma indeksi ve meteorolojik yangın indeksi yangınların başlaması için son derece önem arz etmektedir.

Her yıl binlerce hektar ormanlık alanı yangınlardan zarar gören ülkemizde, yangın potansiyelinin ve yangın davranışının doğru bir şekilde belirlenebilmesi dolayısıyla yangınlarla daha etkili bir şekilde mücadele yapılabilmesi için bir takım yardımcı sistemlere ihtiyaç vardır. Yangın Tehlike Oranları Sistemi (YTOS) bu konuda büyük bir boşluğu dolduracaktır. Bu çalışmada, karaçamda gün içerisinde farklı zamanlarda meteorolojik parametrelere bağlı olarak ölü örtü tabakası ve humus tabakasındaki yanıcı maddelerin nem içerikleri tahmin edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, ülkemiz için oluşturulmaya çalışılan Ulusal Yangın Tehlike Oranları Sisteminin (UYTOS) bir alt birimi olan meteorolojik yangın sistemi içerisinde günlük yangın potansiyelinin belirlenebilmesi için kullanılabilir.

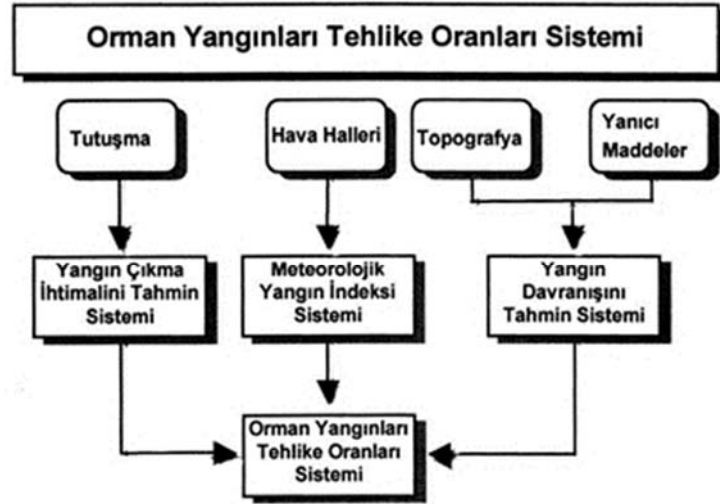
2. KURAMSAL TEMELLER

Yangınla mücadele çalışmalarında, yanıcı madde özellikleri ve hava hallerinin yangın davranışı üzerine olan etkilerinin çok iyi bilinmesi gerekmektedir. Özellikle, yanıcı madde özelliklerine bağlı olarak elde edilecek doğru ve güvenilir verilerle yanıcı madde tiplerinin ortaya konulması ve bu yanıcı madde tiplerine ait değişik hava şartlarındaki yangın davranışlarının modellenebilmesi yangınlarla mücadelede hayati bir öneme sahiptir. Bu ise ancak bir çok farklı bilgiyi bir arada değerlendirebilen bir sistem dahilinde gerçekleştirilebilir.

Yangın yöneticileri yangınlarla etkili bir şekilde mücadele edebilmek için, yapacakları planlamalara katkı sağlayacak her türlü kaynak, bilgi ve programdan faydalanmak durumundadırlar. Oluşturulan yangın organizasyonlarının başarı derecesi, yararlanılan Karar Destek Sistemleri (KDS)'nin gelişmişliğine ve Yangın Tehlike Oranı Sistemi (YTOS)'nin başarılı bir şekilde uygulanmasına bağlıdır (Bilgili 2000). Bu sistemlerden yararlanmayan yangın organizasyonları etkili kararlar alamayacakları gibi, başarıları sınırlı ve pahalı olacaktır.

2.1 Yangın Tehlike Oranları Sistemleri ve Yapıları

Yangın tehlikesi; topografya, hava halleri ve yanıcı maddeler gibi sabit ve değişken çevre faktörlerine bağlı olarak ortaya çıkan yangın potansiyelidir. Yangın Tehlike Oranı ise; herhangi bir yerde bir yangının çıkma potansiyeli, çıkan bir yangının yayılması, şiddeti, kontrol güçlüğü ve yanma sonrası etkilerinin belirlenmesi olarak tanımlanır (Bilgili 1999). Yangın tehlike oranları sistemi 1900'lü yılların başından beri çalışılarak geliştirilmiş ve günümüzde de sürekli yeni ilavelerle geliştirilmeye çalışılmaktadır. Sistemler yapılarında ve formülasyonlarında farklılıklar bulunmasına rağmen (MYİ) Sistemi, (YDT) Sistemi ve Yangın İhtimalini Tahmin (YİT) Sistemi olmak üzere üç ana bölümden oluşmaktadır (Şekil 2.1).



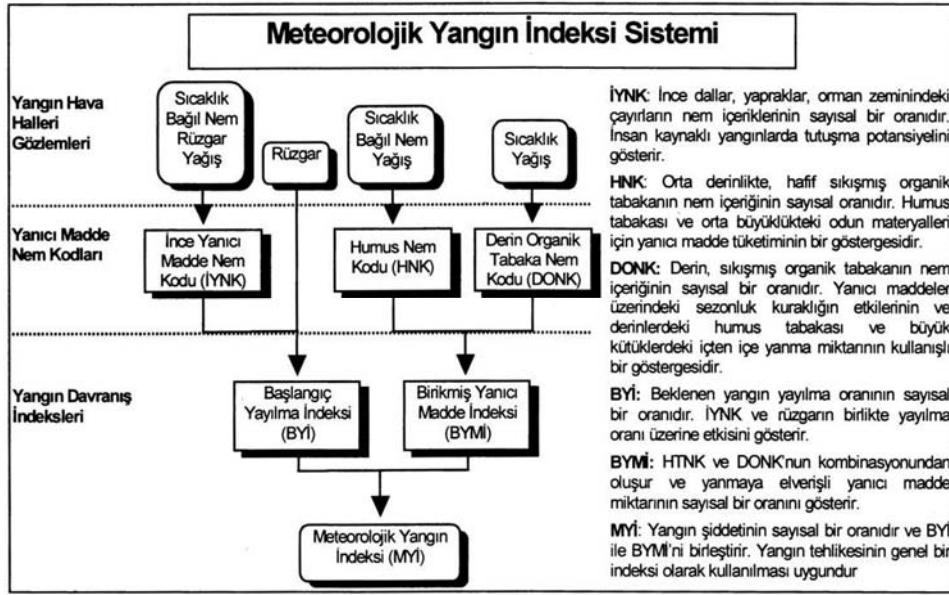
Şekil 2.1 Yangın tehlike oranları sisteminin yapısı ve bileşenleri

MYİ sistemi, sadece standart bir yanıcı madde tipi için yangın davranışı hakkında genel bir bilgi vermektedir. Bu durumda, diğer yanıcı madde tiplerinde yangın davranışının nasıl olacağı bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. Bu problem ise, YTO sisteminin diğer bir elemanı olan ve özel yanıcı madde tiplerindeki yangın davranışı hakkında bilgi veren YDT sistemi ile çözümlenmeye çalışılmıştır (Lawson et al. 1985). Özellikle ABD, Kanada ve Avustralya gibi orman yangınlarının etkili olduğu ülkeler YTO sisteminin öncülüğünün yapmakta olup, Yeni Zelanda, Çin ve bazı Avrupa ülkeleri bu sistemleri uygulamaya başlamışlardır (Beck 1998). Görüldüğü gibi orman yangınlarından büyük zararlar gören ülkelerin hemen hepsinde uzun yıllardan beri yangın tehlike oranları kullanılmaktadır. YTO sistemlerine bakıldığında özellikle Kanada, A.B.D. ve Avustralya sistemlerinde çok küçük farklılıklar olmasına rağmen genel olarak aynı değişkenleri (yanıcı madde, hava halleri, topografya) kullandıkları görülmüştür. Bu sistemlerden Kanada sisteminin yapısının daha basit olması ve ülkemiz şartlarına daha kolay adapte edilebileceğinden, ülkemize göre düzenlenerek ele alınmıştır.

2.1.1 Meteorolojik Yangın İndeksi (MYİ) Sistemi

MYİ sistemi standart bir yanıcı madde tipinde sadece hava hallerine bağlı olarak yangın çıkma potansiyeli ve yangın davranışı hakkında genel bilgi verir. Sistem altı bölümden oluşmaktadır (Şekil 2.2). Bunlar, teker teker veya kolektif olarak, sadece yanıcı madde

nemi ve rüzgarın yangın davranışı üzerindeki etkilerini açıklarlar. Bu bölümlerden üçü yanıcı madde nemini temsil eder ve Yanıcı Madde Nem Kodları (YMNK) adını alırlar. Bunlar geçmiş ve mevcut hava hallerinin yanıcı madde nemi üzerine olan etkilerini belirtir. Diğer üçü yangın davranışı ile ilgili sonuçlar ortaya koyarlar ve yangın davranış indeksleri adını alırlar. Bunlar, yangın yayılma oranının bir göstergesi olan Başlangıç Yayılma İndeksi (BYİ); yanıcı madde kaybı ve yangının toprağa olan etkisinin bir göstergesi olan Birikmiş Yanıcı Madde İndeksi (BYMİ) ile yangın şiddetinin bir göstergesi olan Yangın Şiddeti İndeksi (YŞİ)'dir. MYİ sistemi, ölü ve organik tabakanın nem içeriklerinin günlük olarak hesaplanması, uygulamaların yangın sezonu boyunca devam eden bir şekilde yapılması, en fazla yangının gözlemlendiği zaman için yangın davranışının durumunun tahmini, yanıcı madde nem kodları ve yangın davranış indekslerinden oluşur.



Şekil 2.2 Meteorolojik yangın indeksi sisteminin yapısı ve bileşenleri

Yukarıda belirtilen yanıcı madde nem kodlarının (YMNK) görevi aslında yağış miktarının muhasebesini yapmaktır. Yani, YMNK bir yağıştan sonra ne kadar yağış miktarının hangi yanıcı madde (ölü örtü) tabakalarında tutulduğunu ve kurumaya bağlı olarak bu tabakalardan ne kadar nem kaybı olduğunu açıklar. Nem indekslerinden her biri yağışla ıslanma ve yağıştan sonra kuruma olarak iki safhada incelenir. Çünkü bu yanıcı madde tabakaları birbirlerinden oldukça farklıdır. Humus tabakası ve derin organik tabaka

yağışlara karşı (ıslanma ve kuruma bakımından) yavaş reaksiyon gösterirler. Öte yandan ince üst tabaka tüm dış faktörlere açık olduğundan reaksiyonu daha hızlıdır. Örneğin, yoğun bir yağıştan sonra iki üç günlük güneşli, kurumaya elverişli bir durum, yüksek bir İnce Yanıcı Madde Nem Kodu (İYNK) meydana getirirken, Humus Nem Kodu (HNK) düşük seviyede kalır. Bunun tersi olarak uzun kurak geçen günlerden sonra, hafif bir yağış İYNK'nu düşürürken diğer nem kodları yüksek kalır (Sağlam 2002). Aşağıda, sadece bu çalışmaya konu olan ince yanıcı madde nem kodu ve humus nem kodu ile ilgili bilgiler verilmiştir.

2.1.1.1 İnce Yanıcı Madde Nem Kodu

İYNK içerdikleri ince dallar, yapraklar, orman zeminindeki çayırların nem içeriklerinin sayısal bir oranıdır. Bu yanıcı maddelerin çapları 0.6 cm'den küçük olup, 1-2 cm derinlikte bulunmaktadır. İYNK sıcaklık, rüzgar hızı, nisbi nem ve yağıştan etkilenmektedir. Bununla birlikte, yağışın orman vejetasyonu tarafından tutulması nedeniyle 24 saatlik toplam yağış 0.5 mm veya daha az olması durumunda ince yanıcı maddeler bundan etkilenmemektedirler. Dolayısıyla İYNK'nun etkilenmesi için minimum yağış miktarı 0.6 mm olmalıdır. İYNK hesaplamaları için yangın meteoroloji istasyonlarından alınacak gözlemler yerel saatle 13.00'de yapılmalıdır. Yeni bir hesaplama için ertesi gün beklenmelidir. İYNK'nun hesaplanmasında bir önceki günün değeri alınır, ayrıca o günkü sıcaklık, yağış, rüzgar hızı ve nisbi nem değerleri alınır. Normal hava şartlarında ince yanıcı maddeler nem içeriğinin 2/3'ünü 6 saatte kaybetmektedirler. Sabahleyin bir yağmurdan sonra ince üst tabakanın nem içeriği % 100'dür. Fakat aradan 6 saat geçtikten sonra ince yanıcı maddeler yanmaya elverişli bir hale gelecektir. Bu durum nem içeriklerinin % 35'lere düşmesi demektir ki, bu insanların neden oldukları yangınlarda tutuşma potansiyeline karar vermede önemli rol oynar. İYNK, ayrıca potansiyel yayılma ve meydana gelen yangının büyümesinde, yangın şiddetinin tespitinde dolaylı rol oynar (Sağlam 2002).

2.1.1.2 Humus Tabakası Nem Kodu

Humus tabakası nem kodu, 5-10 cm derinlikte bulunan, 0.6-5 cm çapındaki, hafif sıkışmış organik tabakanın nem içeriğinin sayısal oranıdır. Yağışın bir kısmının ince yanıcı maddeler ve orman örtüsü tarafından tutulmasından dolayı humus tabakasının etkilenebileceği 24 saatlik minimum yağış miktarı 1.5 mm'dir. Bu tabakanın ormanın zeminindeki ölü örtünün altında bulunmasından dolayı rüzgar hızı bu tür yanıcı maddelerin nem değişimine etki etmemektedir. Bu tür yanıcı maddeler nem içeriklerinin 2/3'ünü 12 günde kaybetmektedirler. HNK, yangının tutuşması, yanıcı madde yoğunluğunun derecesinin belirlenmesinde kullanılır ve yangın şiddeti indeksinde dolaylı rol oynar. Ayrıca, yangınla mücadele ve soğutma çalışmalarında karşılaşılabilecek zorluğun olduğu kadar, yangının toprağa olan etkisinin de bir göstergesidir.

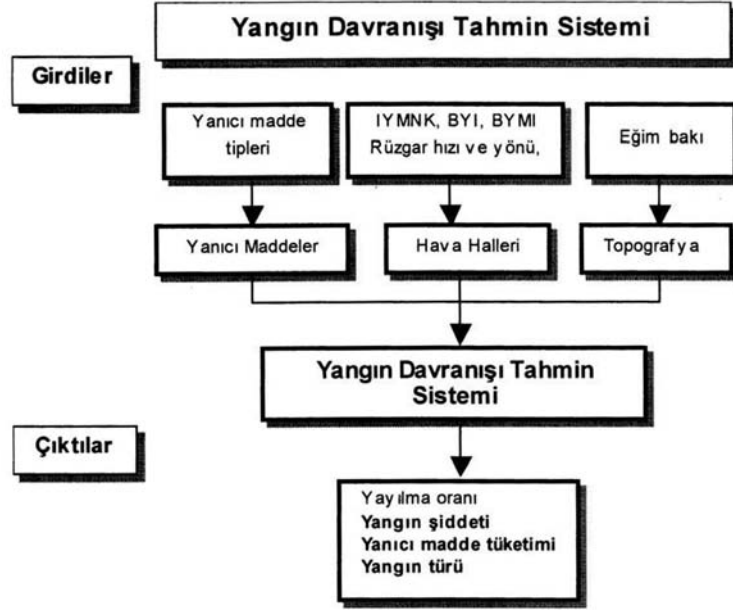
Yanıcı maddenin yangın davranışını etkileyen özelliklerinden birisi de yanıcı maddelerin içerdikleri nem miktarıdır. Ormandaki yanabilen maddelerde bulunan nem miktarı ne kadar az ise, yangın çıkma ve yayılma ihtimali o derece yüksek olur. Ormandaki yanıcı maddelerin kuruluşu yağış azlığına, hava sıcaklığının yüksekliğine, rüzgâr gibi faktörlere bağlıdır.

MYİ Sistemi yangın tehlikesini ortaya koymada önemli katkılar sağlamasına rağmen, standart bir yanıcı madde tipinde ve sadece hava hallerine bağlı olarak yangın davranışını hakkında genel bilgi vermesi, diğer yanıcı madde tiplerinde yangın davranışının ortaya konulmasında bir eksiklik olarak ortaya çıkmaktadır.

2.1.2 Yangın Davranışını Tahmin (YDT) Sistemi

Yangın Davranış Tahmini Sistemi her hangi bir yerde çıkabilecek bir yangının hava halleri, topografya ve yanıcı madde özelliklerinde bağlı olarak sergileyeceği davranışını sayısal olarak ortaya koyar. Elde edilen değerler, MYİ sisteminde elde edilen değerlerin aksine, sayısal (gerçek durumu ifade eden) değerlerdir. Yangın davranışını tahminin doğruluğu, yanıcı madde tipleri, topografya ve meteorolojik verilere ait kaliteli ve çok sayıda güvenilir bilgilere bağlıdır (McRae et al. 1979).

YDT sistemi dört ana tahminde bulunur. Bunlar; yayılma oranı (m/dak), yangın şiddeti (kW/m), yanıcı madde tüketimi (t/ha, kg/m), ve yangın türü (örtü, tepe)'dür (Şekil 2.3) Bunlarla birlikte, arka ve yan yangın yayılma oranı ve uzaklığı (m/dak ve m), yanan alan (ha) ve yangının çevre uzunluğu (km veya m) gibi değerler de sonuç olarak elde edilebilir (Küçük 2004).



Şekil 2.3 Yangın Davranışı Tahmin Sisteminin Yapısı

MYÎ Sisteminin özel yanıcı madde komplekslerine genişletilmesi olan YDT sistemi kontrollü ve kontrolsüz yangınlar için bir rehber durumundadır. YDT sistemi her ülkenin yanıcı madde tiplerine göre geliştirilmiş yangın davranış modellerinden oluşur. Bu modellerin çalışabilmesi için hava halleriyle birlikte topografya ve yanıcı madde özelliklerinin de bilinmesi gerekmektedir. Hava halleriyle ilgili veriler MYÎ sisteminden alınır. Yanıcı madde özellikleri, yanıcı madde tipleri olarak belirlenmiş ve değişik ülkelerde değişik sayıda olan yanıcı madde modelleri aracılığıyla hesaplamalara katılır. Meşcere yapısı, kompozisyonu, ölü ve diri örtü durumu, yanıcı madde tiplerinde kullanılan başlıca kriterlerdir.

Sonuç olarak; her hangi bir yerde çıkabilecek bir yangının mevcut hava halleri, topografya ve yanıcı madde özelliklerinde nasıl bir davranış sergileyeceği sayısal olarak ortaya konulur. Dolayısıyla, yangın davranışının doğru tahmin edilmesi sonucunda; yangın hattında doğru yerde, doğru zamanda hazırlık yapılır. Böylece söndürme faaliyetlerinde harcanan çaba ve güç en aza inmiş olur. Bu şekilde hem maliyet, hem de zarar minimize edilmiş olur.

2.2 Yangın Davranışına Etki Eden Faktörler

Yanıcı maddeler, hava halleri ve topoğrafik faktörlerin tümü yangın davranışını etkiler. Yangın davranışının doğru ve güvenilir bir şekilde tahmin edilebilmesi için, yangın davranışı üzerinde etkili olan faktörler çok iyi bilinmelidir. Bu faktörlerden, nem içeriğini doğrudan etkileyenler aşağıda açıklanmıştır.

2.2.1 Yanıcı Madde Boyutu

Yanıcı madde boyutu, yanıcı maddelerin yanma hızını belirleyen bir faktördür. İnce ve kaba yanıcı maddeler olmak üzere genelde iki grupta incelenirler. Yaprak, ince dal, ibre ve çayır gibi ince yanıcı maddeler çok hızlı nem alma ve verme özelliğine sahiptirler. Dolayısıyla çok kısa sürede kuruyarak tutuşmaya elverişli hale gelmektedirler. Kaba yanıcı maddeler incelene oranla daha büyük ebatlara sahip kök, devrilmiş gövdeler ve kalın çaplı kesim artıklarından oluşmaktadır. Bu tip yanıcı maddeler boyutlarından dolayı nemi daha yavaş alıp daha geç bırakırlar. Tutuşmaları için daha fazla ısıya ve yanmaları için daha fazla zamana ihtiyaç gösterirler. Dolayısıyla bu tip yanıcı maddelerin yangının başlaması ve yayılmasında önemli bir etkisi yoktur. Ancak, uzun süre kor halinde kalabildiklerinden yangının, mevcut sınırlarını aşip yanmamış alanlara geçerek tekrar başlamasını engellemek için, soğutma çalışmalarında bu tip yanıcı maddelere dikkat edilmeli ve tamamen söndürülmelidir.

Yanıcı madde boyutu, potansiyel yanıcı madde ağırlığının tahmin edilmesinde yeterli olmaktadır. Bununla birlikte tüketilebilir yanıcı madde miktarını tahmin etmek için, bazen hem canlı hem de ölü materyallerin dağılımının büyüklükleri ve hacimleri bilinmelidir. 1-2

cm'den daha kalın çaplara sahip olan ölü yanıcı maddeler yangının yayılması üzerinde hemen hemen hiç etkiye sahip olamamalarına rağmen, oransal olarak hem reaksiyon şiddetine hem de konvektif şiddetine katkıda bulunurlar. 2-5 cm çapından daha büyük olan canlı yanıcı maddeler nadir olarak tamamen yanarlar, fakat açığa çıkardıkları ısı ve enerji ile yangının yayılmasına artırıcı etki yaparlar (Chandler et al. 1991).

2.2.2 Yanıcı Madde Nemi

Yanıcı madde nemi, mevcut hava koşullarının farklılığına göre, yangının başlaması ve yayılması için limit bir faktördür. Yanıcı madde nemi yüksek olduğu zaman tutuşma zayıf, yayılma oranı düşük, bununla birlikte; yanıcı maddenin neminin düşük olması durumunda tutuşma kolay olup, yayılma oranı yüksektir (Shroder and Buck 1970, Blackmarr 1972, Chandler et al. 1991). Yangının yayılışının büyük ölçüde tepeye bağlı olduğu YM tiplerinde canlı yanıcı maddelerdeki (yaprak) nem, yangın davranışını etkileyen temel bir etmendir.

Yanıcı madde nem içeriği % 5'in altına düştüğünde ince ve kalın yanıcı maddelerde yangın aynı oranda yayılma eğilimindedir. Yanıcı madde nemi % 5-10 arasında iken ince yanıcı maddelerdeki yangınlar, kaba yanıcı maddelerdekinden daha hızlı yayılır. Nem oranı %10'un yukarısına çıktığında ince ve kaba yanıcı maddelerde yayılma oranları tekrar eşitlenme eğilimi gösterirler. Ancak; nem içeriği %15'in geçince ince yanıcı maddeler kendi kendilerine söneceklerken, kaba ve kalın yanıcı maddeler yanmaya devam edeceklerdir (Chandler et al. 1991).

2.2.3 Hava Halleri

Zaman ve konum açısından çok büyük değişkenlikler göstermeleri ve bundan dolayı yanıcı madde nemi ve yangının yayılması üzerine olan etkileriyle, yangın davranışını etkileyen en önemli faktör hava halleri kabul edilebilir. Yangın meteorolojisindeki değerlerin değişmesi; tutuşmayı, yangının yayılmasını ve şiddetini etkiler. Yapılan araştırmalar sonucunda, orman yangınları üzerinde en fazla etkili olan hava elemanlarının; sıcaklık, rüzgâr, nisbi nem ve yağış olduğu ortaya çıkmıştır (Byers 1944, Gisborne 1941,

Defant 1951, Byram 1954, Schroeder and Buck 1970, Fischer and Hardy 1976, Williams 1963, Countryman 1971, Ryan 1977).

2.2.3.1 Sıcaklık

Yanıcı maddelerin sahip oldukları ısı ve buldukları ortamdaki sıcaklık, orman yangınlarının nasıl başlayıp nasıl yayılacağına belirlenmesindeki anahtar faktörlerden birisidir. Yanıcı maddenin tutuşması için gerekli olan ısı miktarı (320 °C, 608 F), tutuşma kolaylığını etkilemekte olup, yanıcı maddenin başlangıçta sahip olduğu sıcaklığa bağlıdır (Burgan and Rothermel 1984). Sıcaklığın orman yangınları açısından önemi, yanıcı madde nemi ve sıcaklığı üzerine olan etkisinden kaynaklanmaktadır. Yanıcı maddeler radyasyonla güneşten ve konveksiyonla çevresindeki havadan ısı alırlar. Hava sıcaklığı yüksek olduğu zaman yanıcı maddelerin de sıcaklıkları yüksek olacağından tutuşmaları için daha az bir ısıya ihtiyaç duyacaklardır. Yüksek sıcaklıklar, yanıcı maddelerin nem içeriklerini düşürerek kurumalarını ve yangında kolay yanmalarını sağlayacaktır. Devam eden bir yangın böyle kuru bir hal almış yanıcı maddelere ulaştığında hızını arttırarak ilerleyecektir (Bilgili vd. 2002).

2.2.3.2 Rüzgar

Genelde yangın şeklini belirleyen etkenlerin en önemlisi rüzgardır. Yangının yayılma oranı, alanı ve çevre değerlerine ait tahminler için geliştirilen modellerde çoğunlukla rüzgar hızı esas değişken olarak alınmaktadır. Rüzgar, yangının ön cephesinin gelişmesini, alevin önündeki yanmamış yanıcı maddelere radyasyon yoluyla sıcak hava taşıyarak tutuşma ve yanmayı arttırarak destekler. (Burgan and Rothermel 1984, Chandler et al. 1991).

Orman yangınları başlangıçta dairesel bir gelişme göstermelerine rağmen, daha sonra rüzgar, eğim ve diğer çevresel faktörlerin etkisiyle elips veya başka bir şekil alırlar (Bilgili vd. 2002). Rüzgar hızının belli bir düzeyin üzerine çıkması durumunda, yanıcı madde özelliklerindeki farklılıkların yangın davranışı üzerine olan etkileri ortadan kalkmakta, özellikle yangın yayılma oranını belirleyen tek faktör durumuna

geçebilmektedir. Dolayısıyla, rüzgar yangın davranışındaki kararsızlığı ve düzensizliği etkilemektedir.

2.2.3.3 Nisbi nem

Yanıcı madde nem içeriğini etkileyen nisbi nem, gün içerisinde sıcaklığın artmasına bağlı olarak öğle saatlerinde en düşük seviyelere iner. Buna bağlı olarak yanıcı maddelerin nem içerikleri azalarak kuru bir hal alırlar. Bu sebeple, nisbi nemin düşük olduğu zamanlar orman yangınları açısından tehlikeli zamanlardır. Ayrıca, nisbi nem, yangın potansiyelinin ortaya konulmasında kullanılan kriterlerdendir (Küçük ve Sağlam 2004). Kolaylıkla ölçülebilir olması nedeniyle, yangın tehlikesinin ortaya konulmasında temel kriter olarak kullanılmaktadır (Çizelge 2.1).

Nisbi nem	Yangın Tehlikesi
% 40'dan Fazla	Az
% 26-40	Orta
% 15-16	Tehlikeli
% 15'den Düşük	Çok Tehlikeli

Çizelge 2. 1 Nisbi nem ve Yangın Tehlikesi Arasındaki İlişki

2.2.3.4 Yağış

Yağışın yangın davranışına olan etkisi, yanıcı madde nemine olan etkisinden kaynaklanmaktadır. Yangının başlayabilmesi ve gelişebilmesi için, yanıcı madde neminin belirli bir düzeyin altında olması gereklidir. Genel olarak %30'luk nem oranı yangının başlayıp gelişebilmesi için üst sınır olarak kabul edilmektedir (Bilgili vd. 2002). Yağmur, yanan materyali hemen ıslattığı için, özellikle ince ve orta derecede kalın materyalde gerçekleşen yangının yayılışını hemen durdurucu etki yapar. Öyle ki, ısrarlı bir şekilde devam eden yağışlar, yangın tehlikesini sıfıra indirebilir (Çanakçıoğlu 1993).

Görüleceği gibi, yanıcı madde nem içerikleri genelde standart bir yanıcı madde tipinde, sıcaklık, nisbi nem, rüzgar hızı ve yağış miktarı gibi hava halleri verilerinin hepsi veya bir kaçına bağlı olarak tahmin edilmektedir. Yanıcı madde nem içeriğinin tahmin edilmesinde kullanılacak modeller, geniş alanlarda yayılış gösteren ve yangınlar açısından tehlike oluşturan ormanları ve yanıcı madde özelliklerini çok iyi temsil etmelidir. Yanıcı madde nemi tahminlerinin hızlı ve her şeyden önemlisi doğru bir şekilde yapılabilmesi gerekmektedir. Bunun için geliştirilecek modeller, çevre şartları ve yanıcı madde özellikleri benzer olan diğer alanlarda rahatlıkla uygulanabilir olmalıdır.

İnce yanıcı madde nem içeriğinin tahmin edilmesi, yangın davranış modellerinin anahtar bir bileşenidir. Bu konuda uygulamaya yönelik birçok çalışma bulunmaktadır. Deniz seviyesinden 2200 m alanda yaptığı çalışmada üç farklı yanıcı madde tipine ait ölü örtü örneği ve sekiz farklı otsu yanıcı madde nem içeriğinin Nelson (2000) un fiziksel modelini, Markov performans modeli kullanarak tahmin etmiştir. Çalışma sonucunda sadece Nelson'un fiziksel modeli kullanarak bu yanıcı madde tiplerindeki nem içeriğindeki değişimi 0.75 belirtme katsayısı ile açıklamıştır. Bu tür alanlar için modelin araziye çıkmadan yanıcı madde nem içeriğini tahmin etmesi uygulayıcılar için büyük bir avantaj sağlamıştır.

Matthews (2006) yaptığı bir çalışmada, *Eucalyptus obliqua* ormanlarının ölü örtü tabakasının yanıcı madde nemini tahmin edilmiştir. Çalışma alanının ölü örtü kalınlığı 3-5 cm arasında değişmiş ölü örtüyü yaprak, kabuk ve sürgünlerden oluşmuştur. Yine aynı ortamda 0.5 m boyunda maki tabakasının yer aldığı belirtilmektedir. Sabah 06.00'dan akşam 22.00'ye kadar her iki saatte bir örneklerin alındığı ve nemli ve kuru periyotların olduğu dönemlerde yapılan bu çalışmada ölü örtüde ki nem içeriği ile meteorolojik parametreler arasında doğrusal bir ilişki ortaya konulmuştur. Çalışma sonucunda nemli koşullarda yanıcı madde gerçek neminin tahmin edilenin üzerinde gerçekleştiği belirtilmektedir (Matthews 2006).

Viney (1991) yaptığı çalışmada, ölü örtü tabakasındaki ince yanıcı madde nem içeriğindeki değişim araştırılmıştır. Yanıcı madde nem içeriğini tahmin etmek için geliştirilen modellerde sıcaklık, nisbi nem ve yanıcı madde içerisinde ki denge nem içeriği etkili

faktörler olmuştur. İnce yanıcı madde nemin içeriğinin belirlenmesi için yaptığı çalışmada ise, yanıcı maddenin sahip olduğu sıcaklık, nem içeriği ve rüzgarın etkili faktörler olduğu belirtilmiştir. Van Wagner (1969) iki farklı ölü örtü tipinde yaptığı başka bir deneysel çalışmada, rüzgar hızı ve güneş radyasyonuna bağlı olarak örtüdeki sıcaklığın değişimini tanımlamıştır. Simard (1968), odunsu ince yanıcı maddedeki (0-0.6 cm) denge rutubetini belirlemek için üç farklı regresyon modeli geliştirmiştir. Regresyon modellerinde yanıcı madde nem içeriğindeki en etkili faktörlerin sıcaklık ve nisbi nem olduğu görülmüştür. Odunsu ince yanıcı madde nem içeriğindeki değişim 0.98 – 0.995 arasında belirtme katsayısıyla tahmin edilmiştir. Van Wagner (1972) laboratuvar koşullarında orman ölü örtüsünden aldığı ince yanıcı madde örneklerinin nem içeriğini belirlemiştir. Yine bu çalışmada da nem içeriğindeki en etkili parametreler sıcaklık ve nisbi nem olmuştur. Yanıcı madde nem içeriğini belirlemek için doğrusal olmayan model geliştirmiştir. *Pinus ponderosa* ibrelerindeki nem içeriğinin belirlemek için regresyon modelleri geliştirilmiştir. %20-%95 nisbi nem oranlarının gerçekleştiği ve ortalama sıcaklık koşulları altında ki bu çalışmada nem içeriği üzerindeki en etkili parametreler yine diğer çalışmalarda olduğu gibi sıcaklık ve nisbi nem olmuştur. Nelson (1984)' nun yarı deneysel olarak yanıcı maddedeki denge rutubetini belirlemek için yaptığı çalışmada, logaritmik regresyon modelleri geliştirmiş modellerde yine en etkili parametrelerin sıcaklık ve nisbi nem ile birlikte yanıcı madde tipinin olduğunu belirtmiştir. Geliştirilen bu modellerin normal sıcaklık koşulları altında ve %10 - %90 nisbi nem koşulları altında geçerli olduğu vurgulanmıştır.

Pinus radiata meşcerelerinin ince yanıcı maddelerinde yapılan çalışmada, yanıcı madde nem içeriğinin belirlemek için temel bir indeks geliştirmişlerdir. Geliştirilen indekste a, b ve c katsayıları pozitif değerlikli katsayılar olmuştur. Modelde temel parametreler yine nisbi nem ve sıcaklık olmuştur. (Pook et al. 1993)

$$\dot{I}YMN\dot{I} = a + b \times (\text{nisbi nem}) - c \times (\text{sıcaklık})$$

a, b, c pozitif katsayılar.

Bu çalışmadan sonra ince yanıcı madde nem indeksi formülü şu hale getirilmiştir.

$$\dot{I}YMN\dot{I} = 10 - 0.25 \times (\text{sıcaklık} - \text{nisbi nem})$$

$$a= 10$$

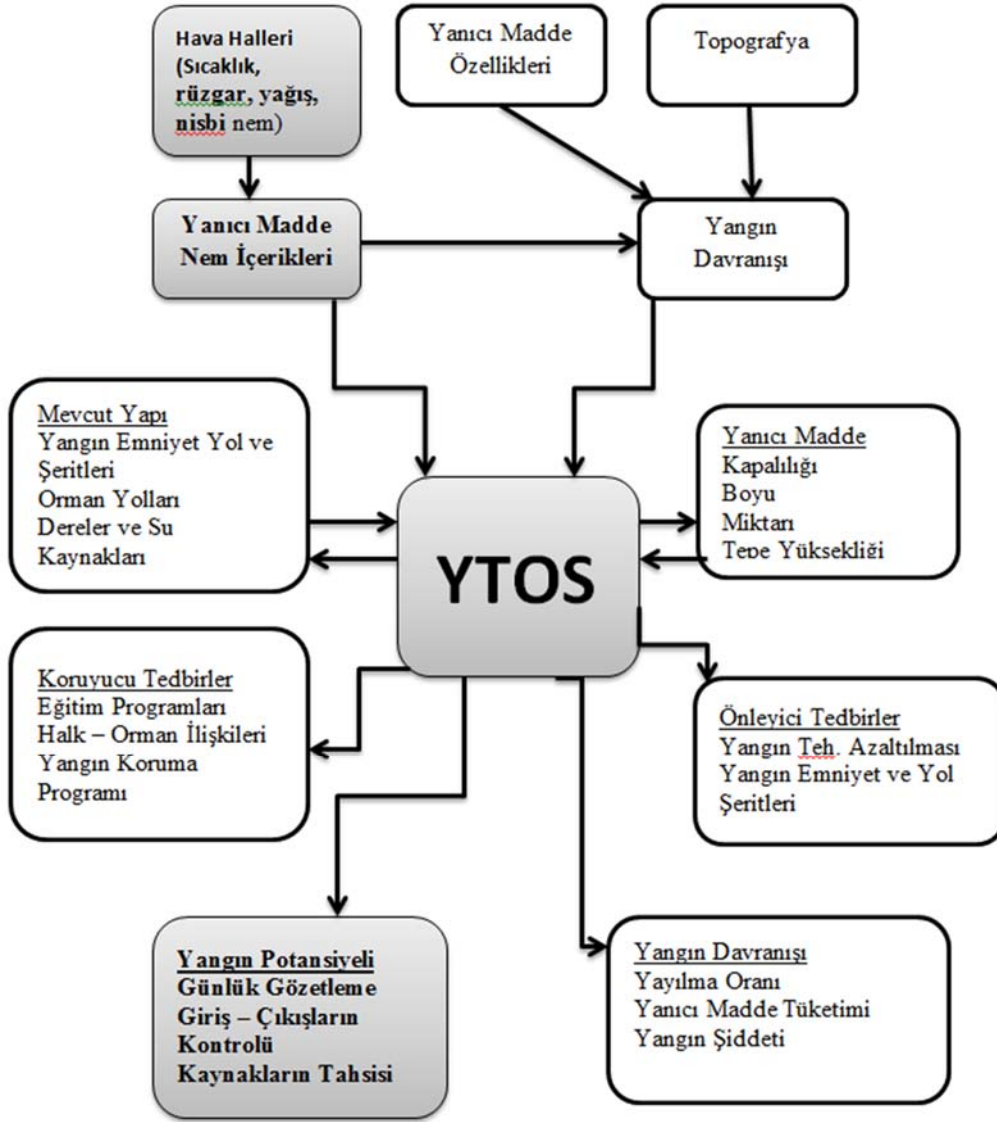
$$b= c= 0.25$$

Yapılan deneysel bir çalışmada *P. radiata* ve *P. maritima* meşcerelerinde ölü örtü nem içeriklerini belirlemişlerdir. *Pinus radiata*da ölü ince yanıcı madde nem içeriği %8 - %26.9 arasında, *Pinus maritima* meşcerelerinde ölü ince yanıcı madde nem içeriği %8 - %22.8 arasında değişmiştir. Geliştirilen doğrusal olmayan modelde, ölü ince yanıcı madde nem içeriği üzerindeki en etkili faktörlerin sıcaklık ve nisbi nem olduğu ifade edilmektedir. (Gonzalez et al. 2009)

Orta İspanya'da Cabaneros Milli Park'ında 1998- 2003 yılları arasında ölü örtüdeki ince yanıcı madde nem içeriğinin belirlenmesi için bir çalışma yapılmıştır. Çalışma sonucunda, ölü ince yanıcı madde nem içeriğini etkileyen parametrelerin sıcaklık ve nisbi nem olduğu belirtilmektedir. İnce yanıcı madde nem içeriğindeki değişiklik $R^2=0.57$ belirtme katsayısıyla bu değişkenlere bağlı olarak açıklanmıştır. (Aguado et al. 2007)

Yanıcı madde nem içerikleri ile ilgili geliştirilen algoritmaların çoğunda yangın tehlike oranları sistemi içinde de dahil edilen ve gün içerisinde değişik durumlar sergileyen sıcaklık ve nisbi nem değişkenlerinin kullanılmaktadır. Bununla birlikte, özellikle yağış ve rüzgarın ölü yanıcı maddelerdeki kuruma oranları üzerindeki fonksiyonu belirlenmemiştir. Halbuki bu parametreler ince yanıcı madde nem içeriğini etkilediği gibi yanıcı madde tüketimini de önemli ölçüde etkilemektedir. Özellikle kontrollü yakmalar için son derece önemli değişkenler olmaktadır (Ferguson et al. 2002).

Görüldüğü gibi birçok ülkede yanıcı madde nem içeriğinin belirlenmesi için çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışma kapsamında da meteorolojik parametrelere bağlı olarak yanıcı madde nem içerikleri belirlenmiştir. Yanıcı madde nem içerikleri YTOS içerisinde yangın potansiyelinin belirlenmesinde kullanılan önemli parametrelerden birisidir. Şekil 2.4'te yapılan çalışmanın kavramsal çerçevesi görülmektedir.

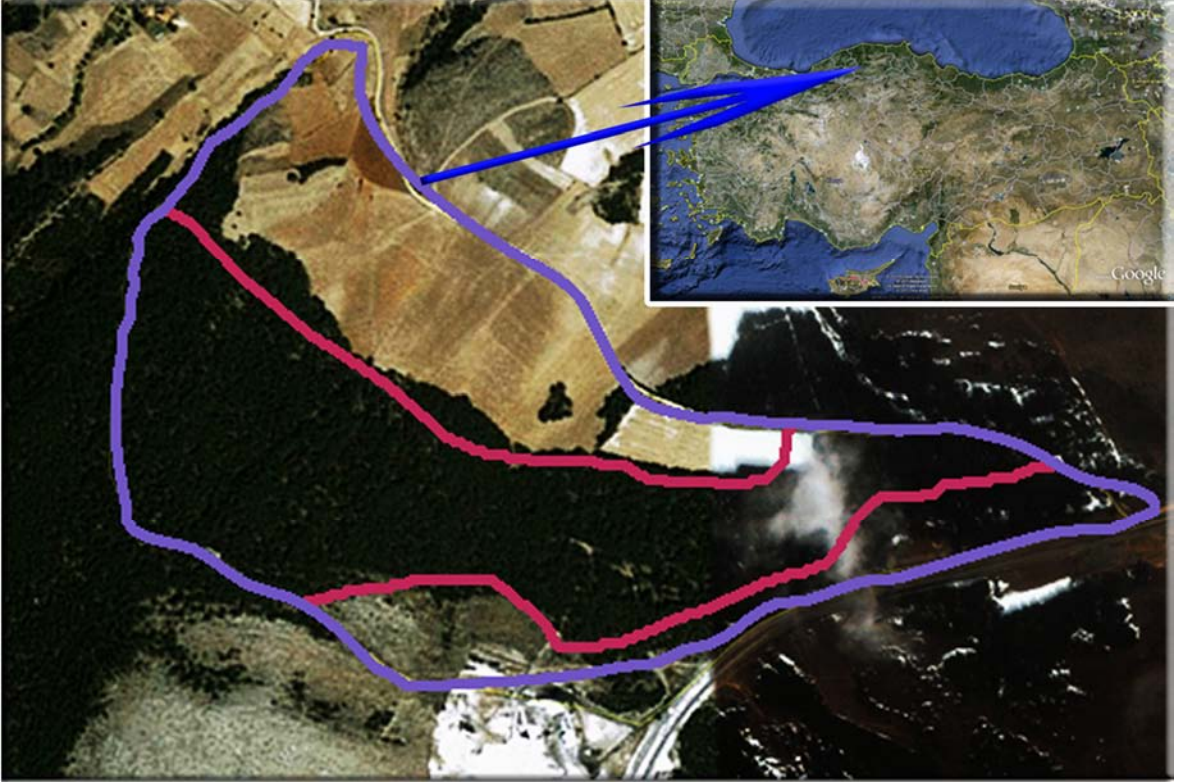


Şekil 2.4 Çalışmanın kavramsal çerçeve

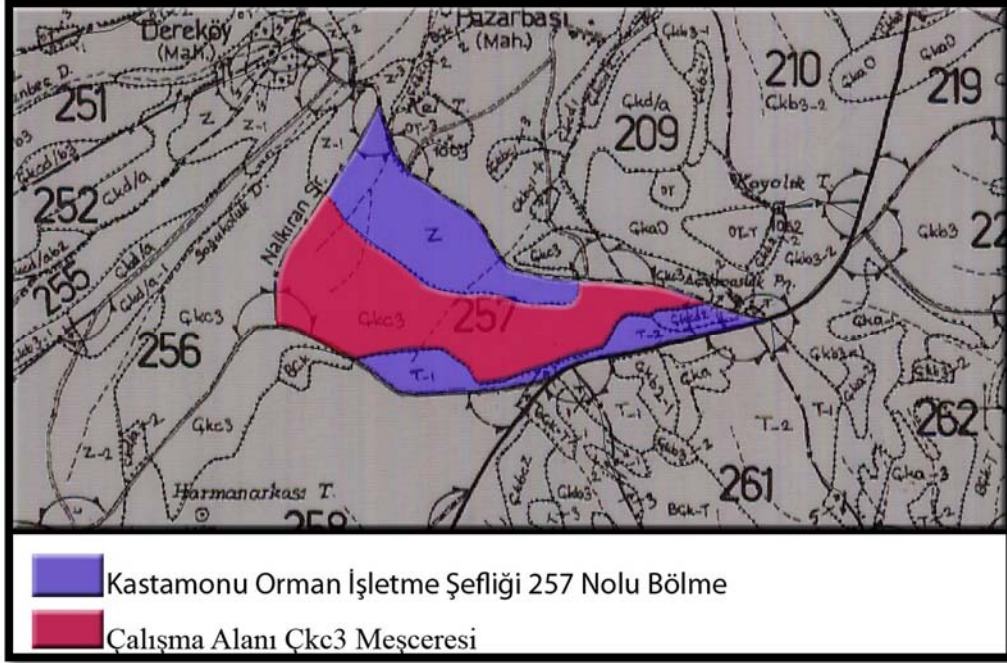
3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Çalışma Alanının Tanıtımı

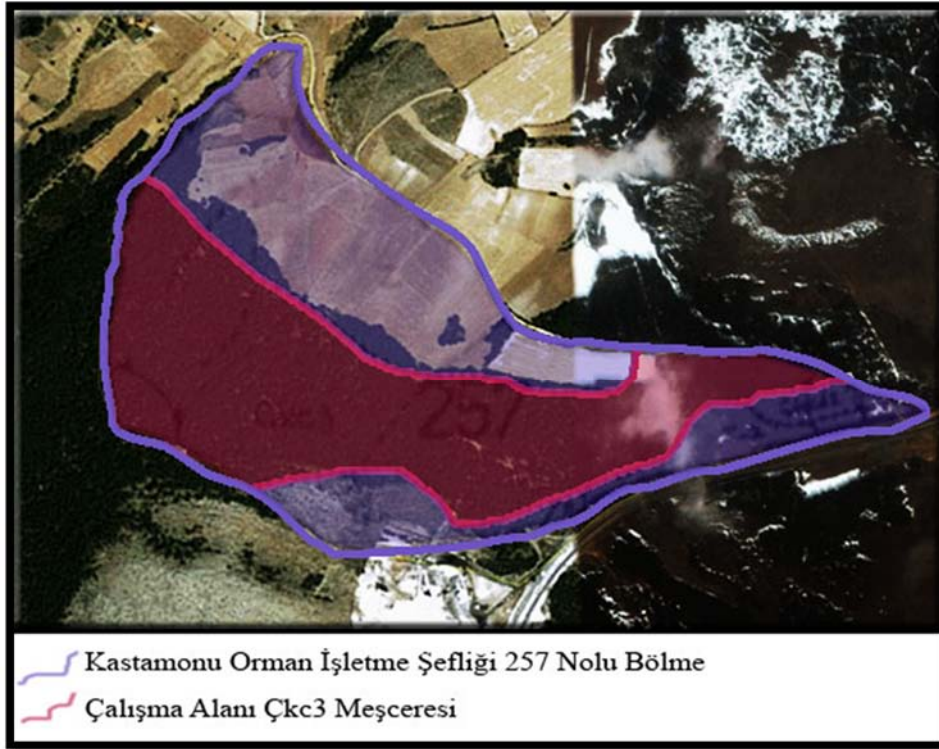
Araştırma alanı Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, Kastamonu Orman İşletme Şefliği normal kapalı karaçam Çkc3 meşceresidir. Çalışma alanının Türkiye haritası üzerindeki durumu Şekil 3.1’te, 1/25000 ölçekli amenajman planındaki durumu Şekil 3.2’de ve uydu görüntüsü Şekil 3.3’de verilmiştir.



Şekil 3.1 Çalışma alanının Türkiye haritasındaki konumu



Şekil 3.2 Çalışma alanının meşcere haritasındaki konumu



Şekil 3.3 Çalışma alanının uydu görünümü

Çalışma alanı 1043 metre yükseklikte olup, eğim % 10-20 arasındadır. Ağaç boyları genel itibariyle 15-20 m arasında değişmektedir (Şekil 3.4, Çizelge 3.1). Yanıcı madde örneklerinin alındığı yerde ölü örtü derinliği 2-11 cm arasında değişmiştir.

Çizelge 3.1 Yanıcı madde nem içeriği örneklerinin alındığı meşcerenin özellikleri

Ortalama					
Toplam Ağaç Sayısı	Kapalılık	Boy	Yaş	d 1,30	Meşcere Tipi
60	3	15 - 20	54	20	Çkbc3

Söz konusu meşcerenin ortalama yaş, boy, ağaç sayısı, d 1,30 çapları 20m x 20m'lik (400 m²) meşcereyi temsil edebilecek beş adet deneme alanından ölçülerek elde edilmiştir. (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Ölü örtü örneklerinin alındığı alandan bir görünüm

Ağaçların ortalama yaşlarını tespit edebilmek için beş deneme alanındaki toplam 25 ağaçtan artım burgusu ile ağaçların toprağa en yakın kısımlarından örnekler alınmıştır.

Deneme alanındaki toplam 300 adet ağacın $d_{1.30}$ çapları çap ölçer ile ölçülmüş ve ortalamaları alınmıştır.

3.2 Arazide Yapılan Ölçümler

Arazide yapılan ölçümler yanıcı madde nem içeriğinin belirlenmesi ve meteorolojik parametrelerin ölçülmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Arazide ölü örtü (ibre, 0-0.3 cm (ÇİYM), 0.3-0.6 cm (İYM), 0.6-1 (OKYM) cm çaplarındaki materyaller) ve humus tabakasından, alanın çeşitli yerlerinden 30×30 ebadındaki deneme alanlarından rasgele olarak alınmıştır. Mayıs ayında standart ölçüm zamanı olan 09.00 – 13.00 – 17.00 saatlerinde üç tekrarlı, Haziran ve Temmuz aylarında ise sadece saat 13.00'te yine 3 tekrarlı olarak alınmıştır. Her bir tekrarda beşer örnek (ibre, 0.03 cm, 0.3-0.6 cm, 0.6-1 cm ve humus) alınmıştır. Bu şekilde saat 09.00'da 3 tekrar × 5 örnek = 15 örnek, saat 13.00'da 3 tekrar × 5 örnek = 15 örnek ve saat 17.00'da 3 tekrar × 5 örnek = 15 örnek olmak üzere bir günde toplam 45 örnek alınmıştır. Mayıs ayında 25 gün boyunca örnekler alınmış olup toplamda 25 gün × 45 örnek = 1125 örnek alınmıştır. Örnek alma işlemi Haziran ve Temmuz aylarında sadece saat 13.00 da yapılmış olup söz konusu aylarda günde 15 örnek alınmıştır. Haziran ayında 7 gün boyunca örnekler alınmış olup 7 gün × 15 örnek = 105 örnek alınmıştır. Son olarak Temmuz ayında 11 gün boyunca örnek alınmış olup 11 gün × 15 örnek = 165 örnek alınmıştır. Bahsi geçen üç ay boyunca toplam 1395 örnek alınmıştır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3. 2 Çalışma kapsamında yanıcı madde nem örneklerinin araziden alınma şekli

Gün	Tekrar Sayısı ve Saatle	Yanıcı Madde Kısımları	Örnek Adedi
1. Gün	09.00 - 1. Deneme Alanı (1. Tekrar)	İbre 0.03cm 0.3-0.6cm 0.6-1cm Humus	5 Örnek
	09.00 - 2. Deneme Alanı (2. Tekrar)	İbre 0.03cm 0.3-0.6cm 0.6-1cm Humus	5 Örnek 15 Örnek
	09.00 - 3. Deneme Alanı (3. Tekrar)	İbre 0.03cm 0.3-0.6cm 0.6-1cm Humus	5 Örnek
	13.00 - 1. Deneme Alanı (1. Tekrar)	İbre 0.03cm 0.3-0.6cm 0.6-1cm Humus	5 Örnek
	13.00 - 2. Deneme Alanı (2. Tekrar)	İbre 0.03cm 0.3-0.6cm 0.6-1cm Humus	5 Örnek 15 Örnek
	13.00 - 3. Deneme Alanı (3. Tekrar)	İbre 0.03cm 0.3-0.6cm 0.6-1cm Humus	5 Örnek
	17.00 - 1. Deneme Alanı (1. Tekrar)	İbre 0.03cm 0.3-0.6cm 0.6-1cm Humus	5 Örnek
	17.00 - 2. Deneme Alanı (2. Tekrar)	İbre 0.03cm 0.3-0.6cm 0.6-1cm Humus	5 Örnek 15 Örnek
	17.00 - 3. Deneme Alanı (3. Tekrar)	İbre 0.03cm 0.3-0.6cm 0.6-1cm Humus	5 Örnek

1 Günde 45 Örnek

Örnekler yağmur yağdığına her gün alınmış olup bu işlem yağmursuz geçen 3 gün boyunca da tekrar edilmiştir.



Şekil 3.5 Meşcere özelliklerinin ölçümü için kullanılan aletler

3.3 Nem İçeriği lümleri

Arazide alınan ölü örtü (ibre, 0-0.3 cm, 0.3-0.6 cm, 0.6-1 cm çaplarındaki materyaller) ve humus tabakasından, 30×30 ebadındaki alanlardan alınan örnekler (Şekil 3.6), alanın çeşitli yerlerinden 3 tekrarlı alınıp tartımları 0.01gr hassasiyetindeki terazi ile arazide tartılmıştır. Alınan örnekler poşetlenip ve etiketlendikten sonra fırın kurusu ağırlıkları alınmak üzere laboratuvar götürüldü. Ölçümler Mayıs ayından başlayıp Temmuz ayı sonuna kadar devam etmiştir. Yağıştaki değişkenliğin yakalanması ve yanıcı madde nem içeriğine etkisinin yansımalarını temsil edebilmek için Mayıs ayı boyunca her gün sabah öğle ve akşama doğru olmak üzere 3 kez yanıcı madde örnekleri alınmıştır. Diğer aylarda sadece öğlen saat 13.00 te, 3-4 günde bir, yağmur olması durumunda yağmuru takip eden 3-4 gün boyunca alınmıştır.



Şekil 3.6 Deneme alanı 30cm x 30cm

3.4 Meteorolojik Ölçümler

Araştırma alanının meteorolojik verileri (nisbi nem, sıcaklık, rüzgar) kestrel ölçüm cihazı ile 09.00 - 13.00 - 17.00 saatlerinde ölçülerek kaydedildi. Ölçümler sırasında nisbi nem, sıcaklık, rüzgar verilerinin ortalama değerlerinin doğru okunabilmesi için kestrel ölçüm cihazı 30 dakika boyunca açık bırakılarak değerlerin değişmediği ya da en az değiştiği zamanda okunan değerler kaydedildi. Bu okumalar her örneğin alınma sırasında kaydedilmiştir. Aynı zamanda Kastamonu Meteoroloji Müdürlüğünden Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz aylarına ait nisbi nem, sıcaklık, rüzgar ve yağış değerleri alındı. Bu ölçümler sonucu toplamda 558 adet veri elde edilmiştir.

3.5 Laboratuvar Ölçümleri

Alınan örnekler laboratuvar getirilip kurutma fırınında 105 °C' de 24 saat süre ile ağırlıklarında bir değişme olmayıncaya kadar kurutulduktan (Şekil 3.7) sonra 0.01gr hassasiyetindeki terazi ile tartılarak kuru ağırlıkları belirlendi (Şekil 3.8). Yanıcı maddenin yağ ağırlığı ile kuru ağırlığı arasındaki ilişkiye göre her bir yanıcı madde kategorisine ait nem içeriği belirlenmiş oldu. Her bir yanıcı madde kısmının nem içeriğinin belirlenmesinde aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\text{Yanıcı Madde Nem İçeriği} = ((\text{Yaş Ağırlık} - \text{Kuru Ağırlık}) / (\text{Kuru Ağırlık})) \times 100$$



Şekil 3.7 Alınan örneklerin kurutma fırınında kurutulması



Şekil 3.8 Kurutulan örneklerin tartılması.

3.6 İstatistik Analizler

SPSS 13.0 paket programına yanıcı madde nem içeriğine ait veriler (kuruma yüzdeleri) ile meteorolojik (nisbi nem, sıcaklık, rüzgar, yağış) veriler girilerek bu veriler arasında ilişki olup olmadığını belirlemek için korelasyon analizi, yanıcı madde nem içeriğinin tayini için regresyon analizi yapılmıştır. Yanıcı madde nem içeriklerini tahmin etmek için doğrusal ve

doğrusal olmayan regresyon modelleri geliştirilmiştir. Regresyon modeli için aşağıdaki model formatı kullanılmıştır:

$$Y = a + b(X_1) + c(X_2) + \dots + n(X_n)$$

Y= bağımlı değişken (nem içeriği tahmin edilmek istenen yanıcı madde kısmı)

a= sabit katsayı

b,c n = regresyon katsayıları

X_1, X_2, X_n = bağımsız değişkenler

Tüm modeller %95 güven düzeyinde geliştirilmiş olup, her bir modele ait standart hata ve belirtme katsayısı (R^2) verilmiştir.

4. BULGULAR

Yanıcı madde nem içeriklerine ait bulgular Mayıs, Haziran ve Temmuz ayı olarak ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Ayrıca, Mayıs ayı kendi içerisinde 09.00, 13.00 ve 17.00’de yapılan ölçümler olmak üzere üç farklı zaman dilimine göre yanıcı madde nem içeriği değerleri ele alınmıştır. Bunun yanında, bu üç ay içerisinde saat 13.00 de yapılan ölçümler birlikte ele alınarak değerlendirilmiştir. Mayıs ayında örneklerin standart ölçüm zamanı olan 09.00 – 13.00 – 17.00 saatlerinde üç tekrarlı olarak alınmıştır. Elde edilen veriler SPSS paket programında sıcaklık, nisbi nem, rüzgar, yağış, günlük toplam yağış ve yağıştan sonraki gün sayısı verileri ile descriptive, korelasyon ve regresyon analizleri yapılmıştır.

4.1 Mayıs 09.00’ da Yapılan Yanıcı Madde Nem Ölçümlerine Ait Bulgular

Mayıs ayı 09.00 saat diliminde yapılan ölçümlere göre sıcaklık 6.8 - 24.2 °C arasında, nisbi nem % 35 - %89 arasında, rüzgar 0.7 - 3.9 km/sa arasında, yağış 0-0.40 mm arasında, günlük toplam yağış 0 - 11.50 mm arasında değişmiştir. Yanıcı madde nem içeriği değerleri ise; ibre % 8.1 - % 141.3 arasında ÇİYM nem içeriği % 9.12 - % 112 arasında, İYM nem içeriği % 9.82 - % 169 arasında, OKYM nem içeriği %11.9 - %170.2 arasında humus nem içeriği ise, %81.7 - %196.4 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Mayıs ayı 09 00 saat diliminde alınan örneklere ait özet bilgiler

	Örnek Sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama Standart Hata	Standart Sapma	Varyans
İbre	25	8,140	141,380	7,707	38,535	1484,923
ÇİYM	25	9,120	112,070	6,117	30,586	935,496
İYM	25	9,820	169,030	7,220	36,102	1303,382
OKYM	25	11,920	170,220	7,169	35,846	1284,909
Humus	25	81,710	196,440	6,757	33,786	1141,522
Sıcaklık	25	6,800	24,200	1,029	5,147	26,496
Rüzgar	25	,700	3,900	,184	,920	,846
NN	25	35,000	89,000	2,770	13,848	191,757
GTY	25	,000	11,500	,472	2,360	5,570
Yağış	25	,000	,400	,016	,080	,006
YSGS	25	,000	9,000	,574	2,868	8,227

Bağımsız değişken olarak adlandırılan meteorolojik parametreler ile bağımlı değişkenler olan yanıcı madde kategorileri nem içerikleri arasında ilişki olup olmadığını belirlemek için korelasyon analizleri yapılmıştır. Mayıs ayında 09.00 saat diliminde alınan örnekler üzerinde yapılan korelasyon analizleri sonucunda sıcaklık ile ibre, ÇİYM, İYM ve OKYM nem içeriği arasında negatif yönde bir ilişki olduğu görülmektedir ($r = -0.485$, $r = -0.437$, $r = -0.433$, $r = -0.449$; $P < 0.05$). Sıcaklık ile humus nemi üzerinde negatif yönde kuvvetli bir ilişki bulunmuştur ($r = -0.721$; $P < 0.01$). Nisbi nem ile ibre ($r = 0.724$; $P < 0.01$), ÇİYM nem içeriği ($r = 0.715$; $P < 0.01$), İYM nem içeriği ($r = 0.495$; $P < 0.05$), OKYM nem içeriği ($r = 0.492$; $P < 0.05$) ve humus nem içeriği ($r = 0.429$; $P < 0.05$) arasında ilişki olduğu görülmektedir. Özellikle nisbi nem ile ibre ve ÇİYM nem içeriği arasında kuvvetli bir ilişki söz konusudur. Yağış ile humus nem içeriği hariç yanıcı madde nem içerikleri arasında herhangi bir korelasyon bulunmazken, günlük toplam yağış ile tüm yanıcı madde kategorileri nem içerikleri arasında ($r = 0.561$ - 0.851 arasında; $P < 0.01$) kuvvetli bir ilişki söz konusudur (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 Mayıs 09.00'da alınan yanıcı madde nem örnekleri ile hava halleri arasındaki korelasyon

	İbre	ÇİYM	İYM	OKYM	Humus	Sıcaklık	Rüzgar	NN	GTY	Yağış	YSGS
İbre	1										
ÇİYM	,969**	1									
İYM	,910**	,877**	1								
OKYM	,892**	,855**	,993**	1							
Humus	,689**	,676**	,685**	,688**	1						
Sıcaklık	-,485*	-,437*	-,433*	-,449*	-,721**	1					
Rüzgar	,199	,295	,078	,058	,393	-,333	1				
NN	,724**	,715**	,495*	,492*	,429*	-,455*	,251	1			
GTY	,615**	,561**	,842**	,851**	,556**	-,298	,003	,245	1		
Yağış	-,050	-,067	-,070	-,081	-,296	,020	-,273	,294	-,077	1	
YSGS	-,283	-,274	-,305	-,297	-,665**	,547**	-,153	-,291	-,361	-,195	1

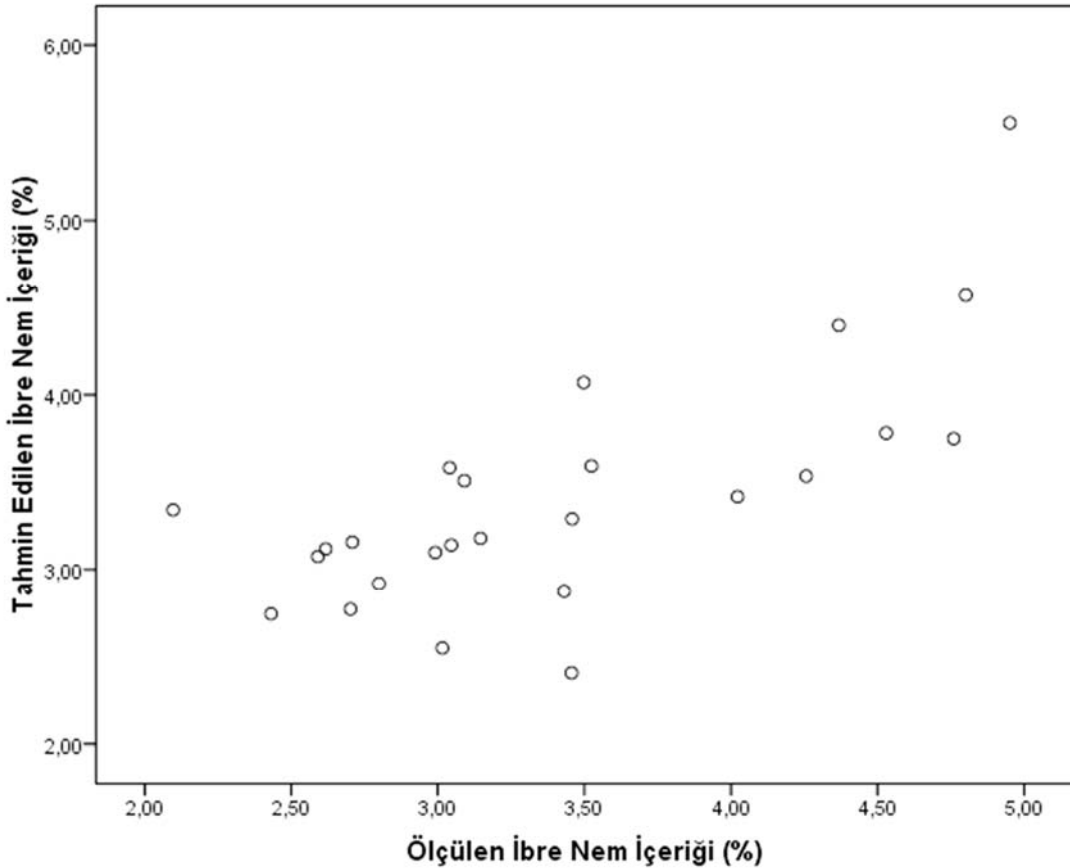
** . Korelasyon % 99 düzeyinde anlamlı.

* . Korelasyon % 95 düzeyinde anlamlı.

Bağımsız değişken olarak adlandırılan meteorolojik parametreler ile bağımlı değişkenler olan yanıcı madde kategorileri nem içerikleri arasında ilişkinin derecesini belirlemek için regresyon analizleri yapılmıştır. Regresyon analizlerinde Stepwise metodu kullanılarak

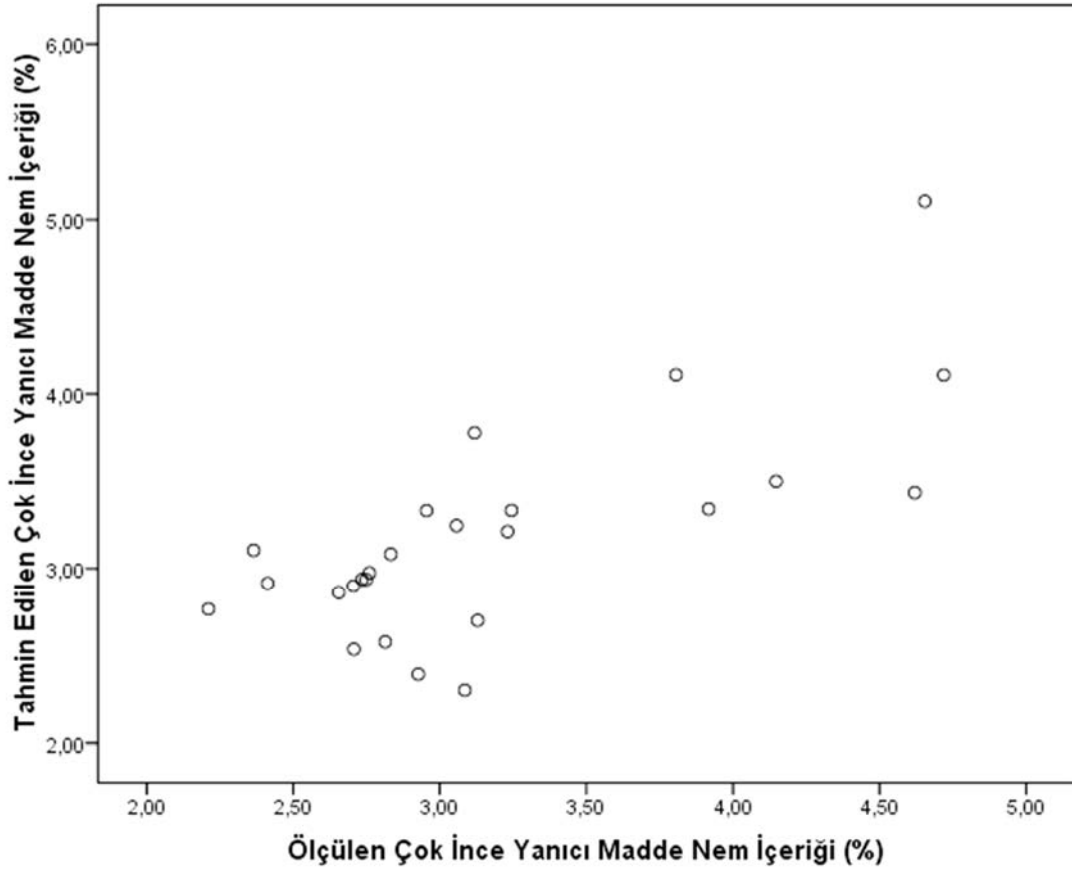
bağımlı değişkenler üzerinde en etkili olan bağımsız değişkenler ve bu değişkenlere ait katsayılar belirlenmiştir. olup olmadığını belirlemek için korelasyon analizleri yapılmıştır.

Mayıs saat 09.00 için yapılan regresyon analizleri sonucunda da yapılan ölçümlerde ibre nem içeriğindeki en etkili faktörün nisbi nem ve günlük toplam yağış miktarının etkili olduğu görülmüştür. İbre nem içeriğinin tahmin edilmesi için yapılan analizde dağılımın homojen olmadığı görülmektedir. Bunun üzerine bu değerlere logaritmik dönüşüm uygulanarak doğal logaritmaları alınmıştır. Bu şekilde elde edilen yeni değerlerle yapılan analizlerde dağılımın normal olduğu görülmektedir. Logaritmik dönüşüm yapılarak yapılan analizlerde ibre nem içeriğindeki değişkenliğin %49'u ($R^2 = 0.490$; $P < 0.01$) tek başına nisbi nem tarafından açıklanmaktadır. Analize ikinci bir değişken olarak günlük toplam yağış miktarı eklendiğinde ibre nem içeriğindeki değişkenliğin açıklanan kısmının % 61'e ($R^2 = 0.613$; $P < 0.01$) yükseldiği görülmektedir (Şekil 4.1).



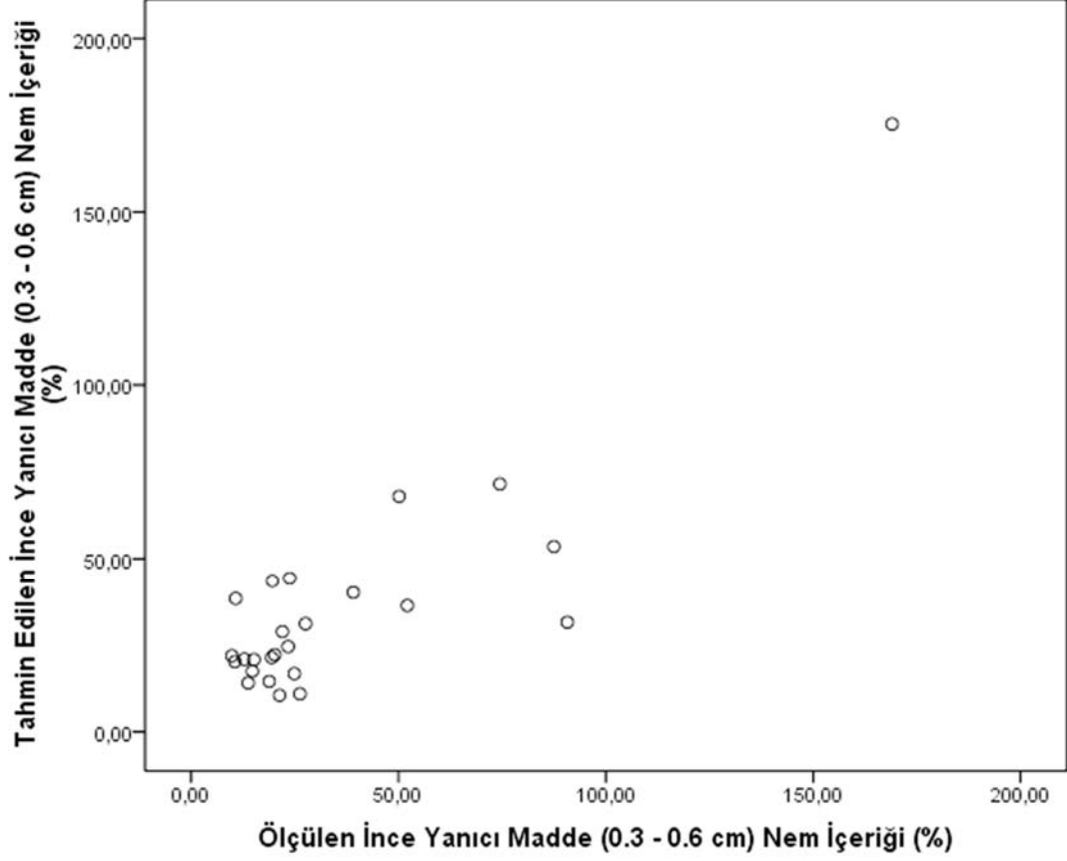
Şekil 4.1 İbre nem içeriğinin ölçülen değeri ile nisbi nem ve günlük toplam yağış verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki logaritmik ilişki.

Çok ince yanıcı madde nem içeriğinin tahmin edilmesi için yapılan analizde dağılımın homojen olmadığı görülmektedir. Bunun üzerine bu değerlere logaritmik dönüşüm uygulanarak doğal logaritmaları alınmıştır. Bu şekilde elde edilen yeni değerlerle yapılan analizlerde dağılımın normal olduğu görülmektedir. Mayıs saat 09.00 da yapılan ölçümlerde çok ince yanıcı madde nem içeriğindeki en etkili faktörün yine nisbi nem ve günlük toplam yağış miktarının etkili olduğu görülmüştür. Logaritmik dönüşüm yapılarak yapılan analizlerde çok ince yanıcı madde nem içeriğinin %49'u ($R^2 = 0.492$; $P < 0.01$) tek başına nisbi nem tarafından açıklanmaktadır. Analize günlük toplam yağış ikinci bir değişken olarak eklendiğinde çok ince yanıcı madde nem içeriğindeki değişkenliğin açıklanan kısmının %64'e ($R^2 = 0.635$; $P < 0.01$) yükseldiği görülmektedir (Şekil 4.2).



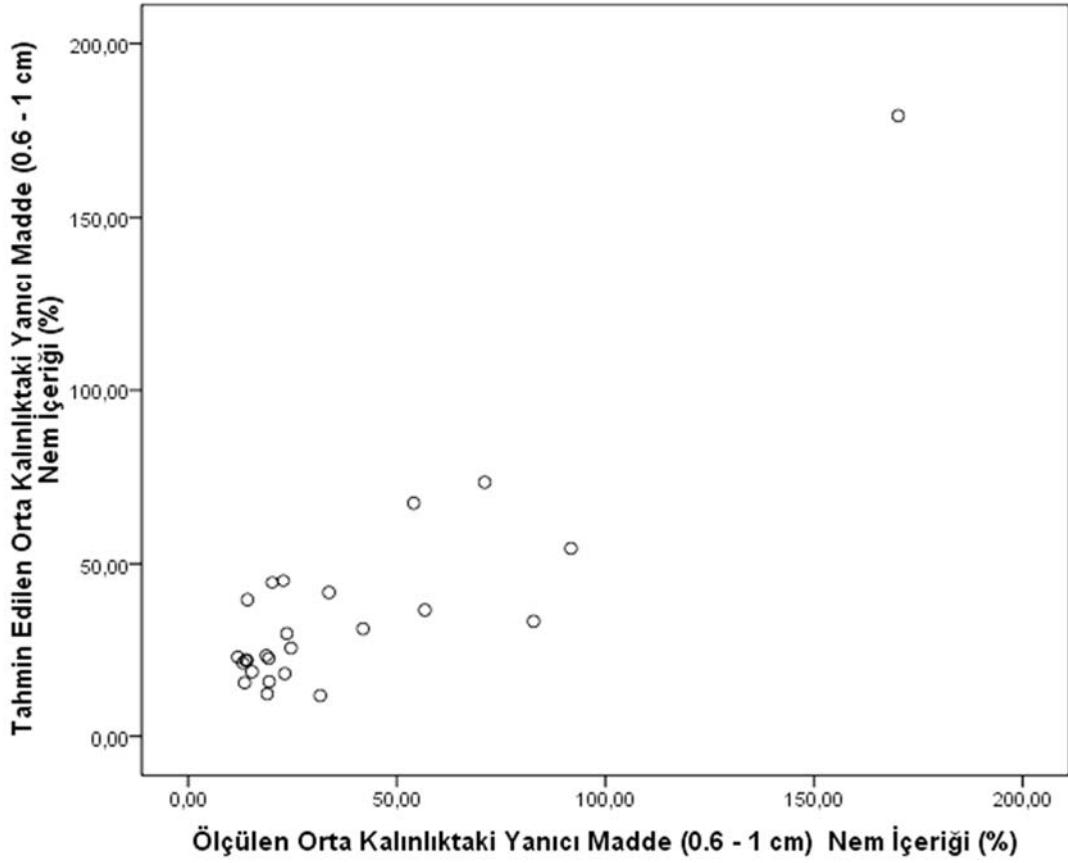
Şekil 4.2 Çok ince yanıcı madde nem içeriğinin ölçülen değeri ile nisbi nem ve günlük toplam yağış verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki logaritmik ilişki.

Mayıs saat 09.00 da yapılan ölçümlerde İnce yanıcı madde nem içeriğindeki değişkenliğin %71'lik kısmı ($R^2 = 0.709$; $P < 0.01$) tek başına nisbi nem ile açıklanmaktadır. Analize günlük toplam yağış ikinci bir değişken olarak konulduğunda değişkenliğin açıklanan kısmının %80'e ($R^2 = 0.797$; $P < 0.01$) yükseldiği görülmektedir (Şekil 4.3).



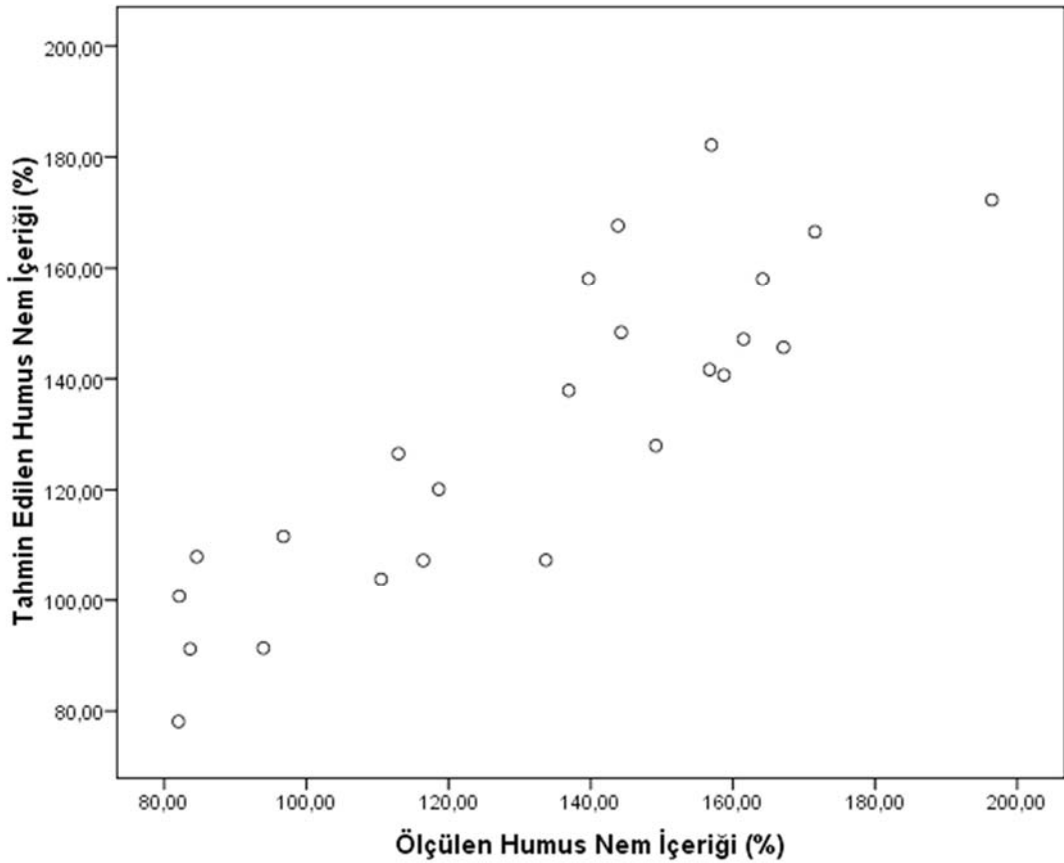
Şekil 4.3 İnce yanıcı madde nem içeriğinin ölçülen değeri ile nisbi nem ve günlük toplam yağış verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.

Mayıs saat 09.00 da yapılan ölçümlerde orta kalınlıktaki yanıcı madde nem içeriğindeki en etkili faktörlerin günlük toplam yağış ve nisbi nem miktarının olduğu görülmüştür. Orta kalınlıktaki yanıcı madde nem içeriğindeki değişkenliğin %72 lik kısmı ($R^2 = 0.724$; $P < 0.01$) tek başına günlük toplam yağış ile açıklanmaktadır. Analize nisbi nem ikinci bir değişken olarak eklendiğinde değişkenliğin açıklanan kısmının %81'e ($R^2 = 0.809$; $P < 0.01$) yükseldiği görülmektedir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 Orta kalınlıktaki yanıcı madde nem içeriğinin ölçülen değeri ile nisbi nem ve günlük toplam yağış verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.

Mayıs saat 09.00 saat diliminde yapılan ölçümlerde humus nem içeriğindeki en etkili faktörlerin sıcaklık, günlük toplam yağış, yağış, YSGS ve nisbi nem miktarının olduğu görülmüştür. Humus nem içeriğindeki değişkenliğin %52' lik kısmı ($R^2 = 0.520$; $P < 0.01$) tek başına sıcaklık ile açıklanmaktadır. Analize günlük toplam yağış ikinci bir değişken olarak konulduğunda değişkenliğin açıklanan kısmının % 65'e ($R^2 = 0.648$; $P < 0.01$) yükseldiği görülmektedir. Analize Yağış üçüncü bir değişken olarak konulduğunda değişkenliğin açıklanan kısmının %71'e ($R^2 = 0.712$; $P < 0.01$) yükseldiği, analize yağıştan sonraki gün sayısı dördüncü değişken olarak konulduğunda değişkenliğin açıklanan kısmının % 82'ye ($R^2 = 0.819$; $P < 0.01$) yükseldiği, beşinci değişken olarak nisbi nem analize dahil edildiğinde değişkenliğin açıklanan kısmının % 86'ya ($R^2 = 0.857$; $P < 0.01$) yükseldiği görülmektedir (Şekil 4.5).



Şekil 4. 5 Humus içeriğinin ölçülen değeri ile sıcaklık, günlük toplam yağış, yağış, YSGS ve nisbi nem verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.

Çizelge 4.3 Mayıs 09.00 da yapılan ölçümler sonucu meteorolojik parametrelere bağlı yanıcı madde nem içeriklerini tahmin etmek için geliştirilen regresyon modelleri.

Bağımlı Değişik	Model	Sabit		Katsayılar				F	Sig.	R ²	Std. Hata
		a	b	c	d	e	f				
İbre	Y=a+b(NN)	-63,290	2,015	-	-	-	-	25,354	0,000	490	27,148
	Y=a+b(NN)+c(GTY)	-53,295	1,697	7,608	-	-	-	29,509	0,000	613	20,973
ÇİYM	Y=a+b(NN)	-50,356	1,578	-	-	-	-	23,989	0,000	492	21,858
	Y=a+b(NN)+c(GTY)	-43,361	1,356	5,324	-	-	-	22,251	0,000	635	18,374
İYM	Y=a+b(GTY)	24,626	12,877	-	-	-	-	55,945	0,000	709	19,905
	Y=a+b(GTY)+c(NN)	-16,384	11,728	0,801	-	-	-	43,308	0,000	797	16,970
OKYM	Y=a+b(GTY)	25,515	12,923	-	-	-	-	60,323	0,000	724	19,238
	Y=a+b(GTY)+c(NN)	-14,421	11,801	0,780	-	-	-	46,705	0,000	809	16,346
Humus	Y=a+b(Sıcaklık)	198,940	-4,733	-	-	-	-	24,919	0,000	520	23,910
	Y=a+b(Sıcaklık)+c(GTY)	183,516	-3,999	5,632	-	-	-	20,235	0,000	648	20,941
	Y=a+b(Sıcaklık)+c(GTY)+d(Yağış)	185,600	-4,006	5,074	-108,505	-	-	17,428	0,000	713	19,335
	Y=a+b(Sıcaklık)+c(GTY)+d(Yağış)+e(YSGS)	181,362	-2,691	3,676	-147,546	-4,900	-	22,579	0,000	819	15,759
	Y=a+b(Sıcaklık)+c(GTY)+d(Yağış)+e(YSGS)+f(NN)	142,164	-1,977	3,118	-180,889	-5,133	0,580	22,777	0,000	857	14,358

4.2 Mayıs 13.00' de Yapılan Yanıcı Madde Nem Ölçümlerine Ait Bulgular

Mayıs ayı içerisinde öğlen 13.00'da yanıcı madde nem örneklerinin alındığı zamanlarda sıcaklık 12.3 – 26.9 °C arasında, nisbi nem % 24 - % 72 arasında, rüzgar 0.60 – 6.20 km/sa arasında ve günlük toplam yağış 0.0 – 11.5 mm arasında değişmiştir. Yanıcı madde nem içeriği değerleri ise; ibre % 6.9 – % 75.6 arasında, ÇİYM nem içeriği % 8.9 -% 88.1 arasında, İYM nem içeriği % 10.3 -% 56.3 arasında, OKYM nem içeriği % 12.5- % 63.7 arasında humus nem içeriği ise, % 78.4 - % 168.7 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 Mayıs ayı 13.00 saat diliminde alınan örneklere ait özet bilgiler

	Örnek Sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama Standart Hata	Standart Sapma	Varyans	
İbre	25	6,930	75,620	25,137	3,055	15,275	233,318
ÇİYM	25	8,940	88,110	28,626	3,912	19,562	382,671
İYM	25	10,370	56,360	27,711	3,144	15,722	247,183
OKYM	25	12,570	63,730	31,657	3,576	17,879	319,653
Humus	25	78,470	169,750	114,936	4,769	23,843	568,506
Sıcaklık	25	12,300	26,900	19,236	,929	4,647	21,599
Rüzgar	25	,600	6,200	2,588	,326	1,632	2,663
NN	25	24,000	72,000	42,900	2,301	11,503	132,325
GTY	25	,000	11,500	,892	,471	2,355	5,547
Yağış	25	,000	,000	,000	,000	,000	,000
YSGS	25	,000	9,000	2,680	,574	2,868	8,227

Mayıs ayında 13.00 saat diliminde alınan örnekler üzerinde yapılan korelasyon analizleri sonucunda sıcaklık ile ibre, ÇİYM, İYM, OKYM ve humus nem içeriği arasında negatif yönde bir ilişki olduğu görülmektedir ($r = -0.635$, $r = -0.541$, $r = -0.749$, $r = -0.734$, $r = -0.682$; $P < 0.05$). Sıcaklık ile ibre, ÇİYM, İYM, OKYM ve humus nemi üzerinde negatif yönde kuvvetli bir ilişki bulunmuştur ($r = -0.635$, $r = -0.541$, $r = -0.749$, $r = -0.734$, $r = -0.682$; $P < 0.05$) (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5 Mayıs 13.00'da alınan yanıcı madde nem örnekleri ile hava halleri arasındaki korelasyon

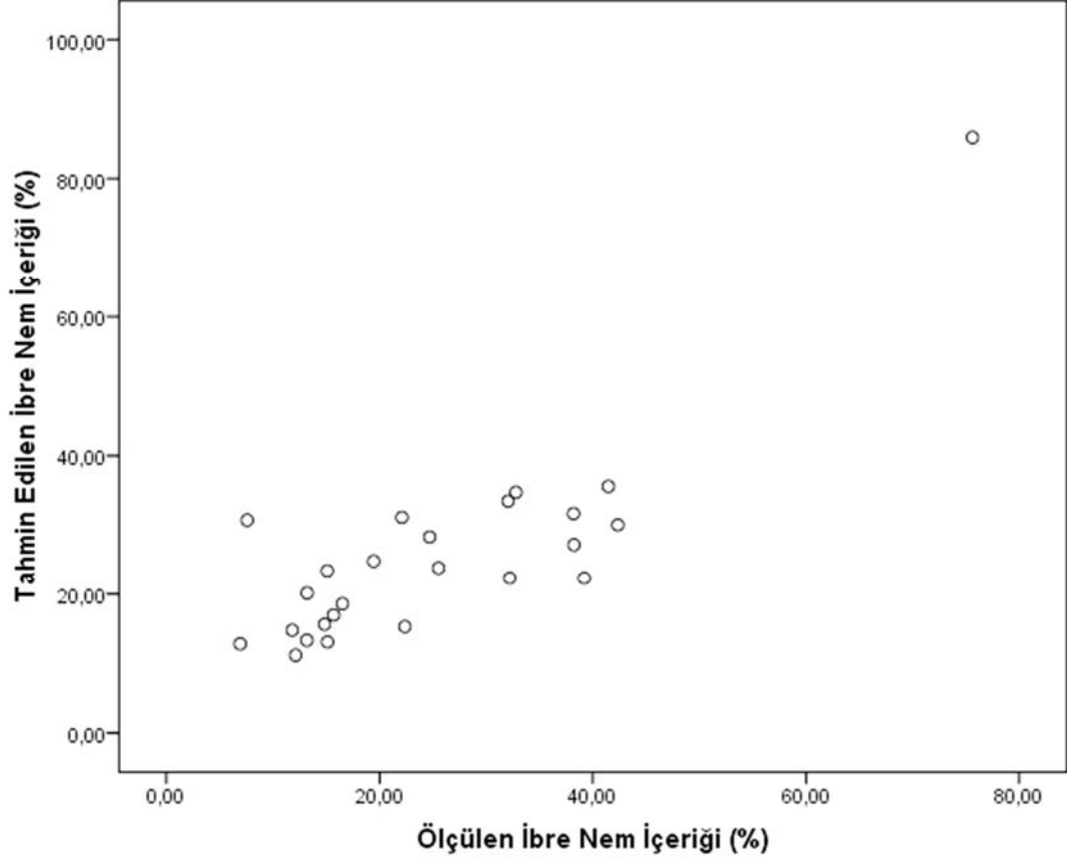
	İbre	ÇİYM	İYM	OKYM	Humus	Sıcaklık	Rüzgar	NN	GTY	Yağış	YSGS
İbre	1										
ÇİYM	,813**	1									
İYM	,754**	,781**	1								
OKYM	,727**	,837**	,945**	1							
Humus	,523**	,501*	,599**	,619**	1						
Sıcaklık	-,635**	-,541**	-,749**	-,734**	-,682**	1					
Rüzgar	-,224	-,105	-,310	-,261	-,515**	,317	1				
NN	,399*	,409*	,693**	,606**	,170	-,605**	-,265	1			
GTY	,779**	,665**	,428*	,436*	,320	-,368	-,079	,112	1		
Yağış	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a	1	
YSGS	-,433*	-,250	-,282	-,283	-,714**	,418*	,484*	,111	-,369 ^a	.a	1

** . Korelasyon % 99 düzeyinde anlamlı.

* . Korelasyon % 95 düzeyinde anlamlı.

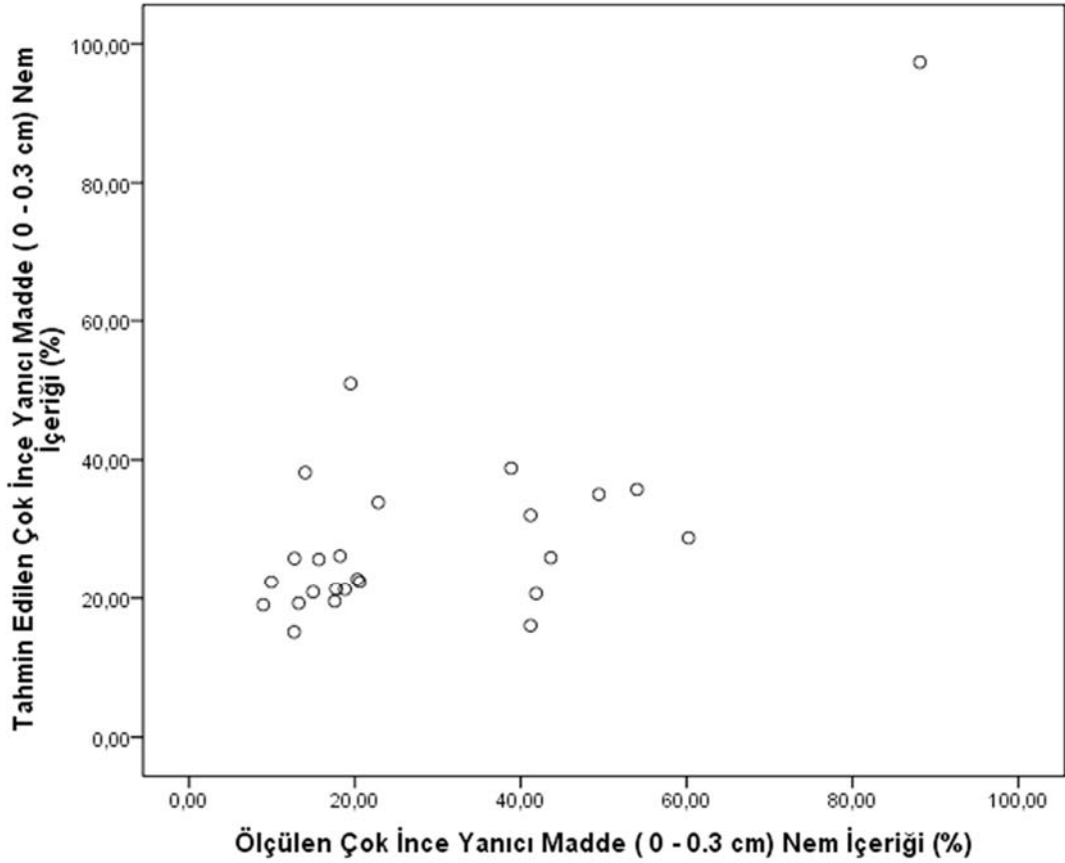
a. Anlamsız

Mayıs saat 13.00'de yapılan ölçümlerde ibre nem içeriğindeki değişkenliği etkileyen en faktörlerin günlük toplam yağış ve sıcaklık olduğu görülmüştür. İbre nem içeriğindeki değişkenliğin % 61'lik kısmı ($R^2 = 0.606$; $P < 0.01$) tek başına günlük toplam yağış ile açıklanmaktadır. Analize sıcaklık ikinci bir değişken olarak eklendiğinde değişkenliğin açıklanan kısmının % 75'e ($R^2 = 0.747$; $P < 0.01$) yükseldiği görülmektedir (Şekil 4.6).



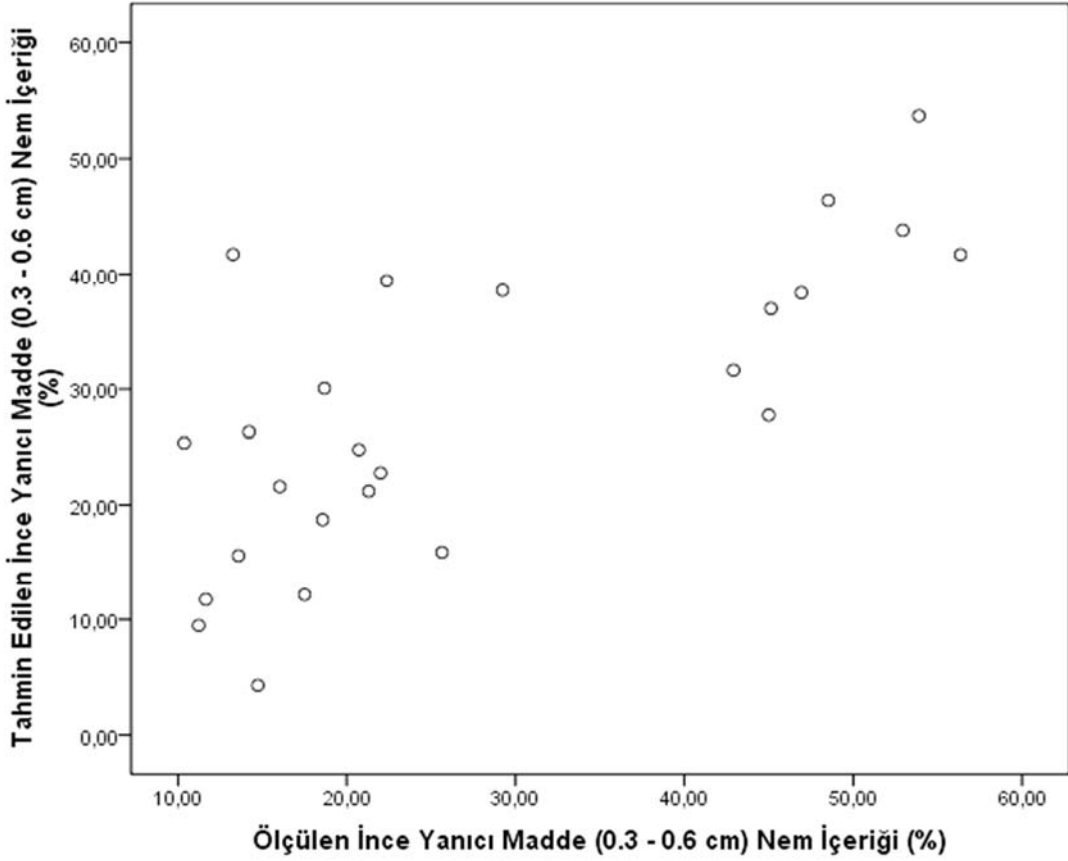
Şekil 4.6 İbre nem içeriğinin ölçülen değeri ile günlük toplam yağış ve sıcaklık verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.

Mayıs saat 13.00'de yapılan ölçümlerde çok ince yanıcı madde nem içeriğindeki değişikliği etkileyen faktörlerin günlük toplam yağış miktarı ve nisbi nemin olduğu görülmüştür. Çok ince yanıcı madde nem içeriğindeki değişkenliğin % 44'lük kısmı ($R^2 = 0.443$; $P < 0.01$) tek başına günlük toplam yağış ile açıklanmaktadır. Analize nisbi nem ikinci bir değişken olarak ilave edildiğinde değişkenliğin açıklanan kısmının %56'ya ($R^2 = 0.556$; $P < 0.01$) yükseldiği görülmektedir (Şekil 4.7)



Şekil 4.7 Çok ince yanıcı madde nem içeriğinin ölçülen değeri ile günlük toplam yağış ve nisbi nem verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.

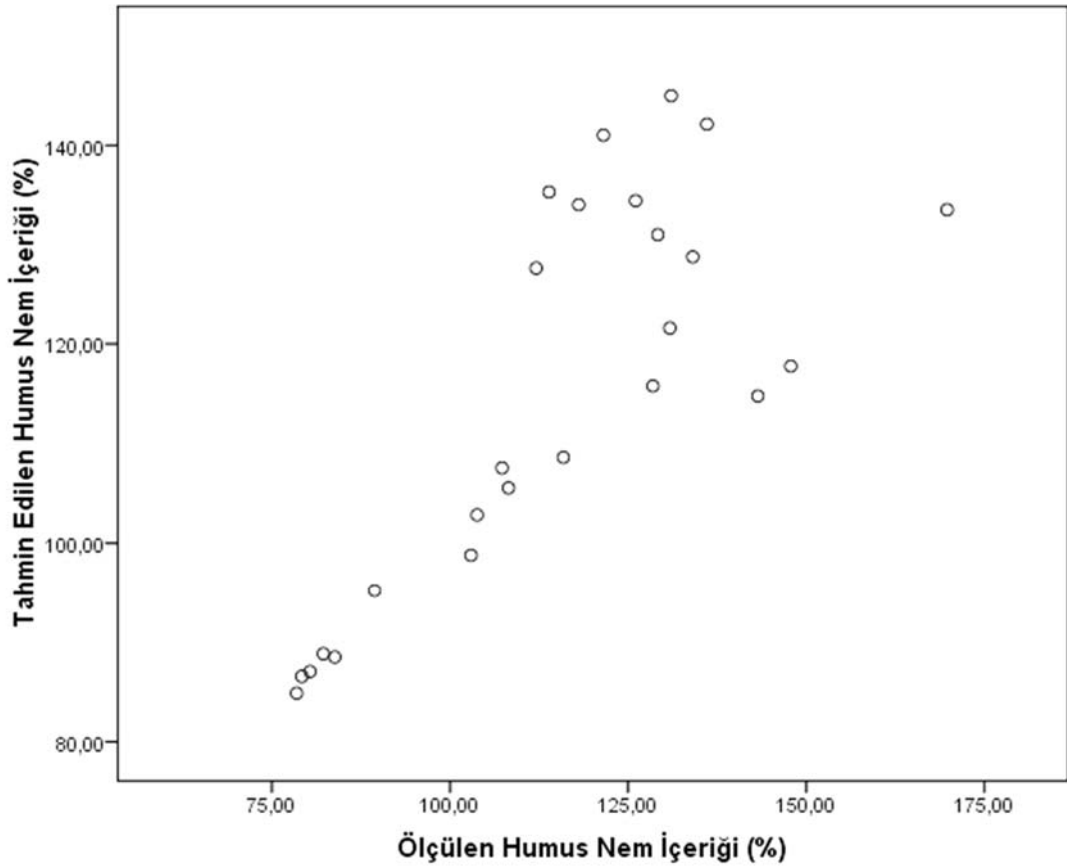
Mayıs saat 13.00'de yapılan ölçümlerde ince yanıcı madde nem içeriğindeki değişikliği etkileyen faktörlerin sıcaklık ve nisbi nem olduğu görülmüştür. İnce yanıcı madde nem içeriğindeki değişkenliğin % 56'lık kısmı ($R^2 = 0.561$; $P < 0.01$) tek başına sıcaklık ile açıklanmaktadır. Analize nisbi nem ikinci bir değişken olarak konulduğunda değişkenliğin açıklanan kısmının % 65'e ($R^2 = 0.652$; $P < 0.01$) yükseldiği görülmektedir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8 İnce yanıcı madde nem içeriğinin ölçülen değeri ile sıcaklık ve nisbi nem verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.

Mayıs saat 13.00'de yapılan ölçümlerde orta kalınlıktaki yanıcı madde nem içeriğindeki değişikliği etkileyen faktörün sadece sıcaklık olduğu görülmüştür. Diğer bağımsız değişkenlerin etkisi görülmemiştir. Bu yanıcı madde kategorisindeki nem içeriğini tahmin etmek için çok sayıda ve daha farklı koşullarda örnekleme yapılarak diğer parametrelerin etkisi belirlenebilir. Orta kalınlıktaki yanıcı madde nem içeriğindeki değişkenliğin % 54'lük kısmı ($R^2 = 0.539$; $P < 0.01$) tek başına günlük toplam sıcaklık ile açıklanmaktadır.

Mayıs saat 13.00 da yapılan ölçümlerde humus nem içeriğini etkileyen en önemli faktörler yağıştan sonraki gün sayısı ve sıcaklık olmuştur. Humus nem içeriğindeki değişkenliğin %51'lik kısmı ($R^2 = 0.510$; $P < 0.01$) tek başına yağıştan sonra geçen gün sayısı ile açıklanmaktadır. Sıcaklık analize ikinci bir değişken olarak eklendiğinde değişkenliğin açıklanan kısmının % 69'e ($R^2 = 0.688$; $P < 0.01$) yükseldiği görülmektedir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9 Humus nem içeriğinin ölçülen değeri ile yağıştan sonra geçen gün sayısı ve sıcaklık verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.

Çizelge 4.6 Mayıs 13.00 da yapılan ölçümler sonucu meteorolojik parametrelere bağlı yanıcı madde nem içeriklerini tahmin etmek için geliştirilen regresyon modelleri.

Bağımlı Değişken	Model	Sabit a	Katsayılar		F	Sig.	R ²	Std. Hata
			b	c				
İbre	Y=a+b(GTY)	20,633	5,049	-	35,394	0,000	606	9,792
	Y=a+b(GTY)+c(Sıcaklık)	46,994	4,086	1,326	32,422	0,000	747	8,028
ÇİYM	Y=a+b(GTY)	23,697	5,526	-	18,266	0,000	443	14,918
	Y=a+b(GTY)+c(NN)	-0,772	5,210	0,576	13,765	0,000	556	13,616
İYM	Y=a+b(Sıcaklık)	76,469	-2,535	-	29,441	0,000	561	10,636
	Y=a+b(Sıcaklık)+c(NN)	39,386	-1,760	0,517	20,624	0,000	652	9,684
OKYM	Y=a+b(Sıcaklık)	85,983	-2,824	-	26,885	0,000	539	12,401
Humus	Y=a+b(YSGS)	130,839	-5,934	-	23,895	0,000	510	17,057
	Y=a+b(YSGS)+c(Sıcaklık)	172,359	-4,319	2,383	24,215	0,000	688	13,918

4.3 Mayıs 17.00' de Yapılan Yanıcı Madde Nem Ölçümlerine Ait Bulgular

Mayıs ayı 17.00 saat diliminde yapılan ölçümlere göre sıcaklık 7.2 – 22.9 °C arasında, nisbi nem % 42.00 – % 94.0 arasında, rüzgar 0.0 – 6.8 km/sa arasında, yağış 0.0 – 0.2 mm arasında ve günlük toplam yağış 0.0 – 9.00 mm arasında değişmiştir. Yanıcı madde nem içeriği değerleri ise; ibre % 8.5 – % 115.8 arasında, ÇİYM nem içeriği % 11.3 – % 89.1 arasında, İYM nem içeriği % 12.5 – % 92.5 arasında, OKYM nem içeriği % 13.3 - % 92.0 arasında, humus nem içeriği ise, % 65.7 - % 186.8 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7 Mayıs ayı 17.00 saat diliminde alınan örneklere ait özet bilgiler

	Örnek Sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama Standart hata	Standart Sapma	Varyans
İbre	25	8,540	115,810	4,444	22,219	493,688
ÇİYM	25	11,380	89,170	3,342	16,710	279,229
İYM	25	12,500	92,560	5,212	26,062	679,241
OKYM	25	13,350	92,060	4,487	22,434	503,302
Humus	25	65,790	186,860	6,778	33,892	1148,667
Sıcaklık	25	7,200	22,900	,920	4,602	21,175
Rüzgar	25	,000	6,800	,371	1,857	3,450
NN	25	42,000	94,000	3,022	15,109	228,273
GTY	25	,000	11,500	,472	2,360	5,570
Yağış	25	,000	,200	,008	,040	,002
YSGS	25	,000	9,000	,574	2,868	8,227

Mayıs ayında 17.00’de alınan örnekler üzerinde yapılan korelasyon analizleri sonucunda, günlük toplam yağış ile ibre nemi ve ÇİYM nemi ve İYM nem içerikleri arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu görülmektedir ($r = 0.895$, $r = 0.824$, $r = 0.513$; $P < 0.01$). Özellikle günlük toplam yağış ile İbre nemi ve ÇİYM nem içeriği arasında pozitif yönde kuvvetli bir ilişki bulunmuştur. Yağıştan sonra geçen gün sayısı ile humus nemi arasında negatif yönde bir ilişki olduğu görülmüştür. ($r = -0.643$; $P < 0.01$) (Çizelge 4.8).

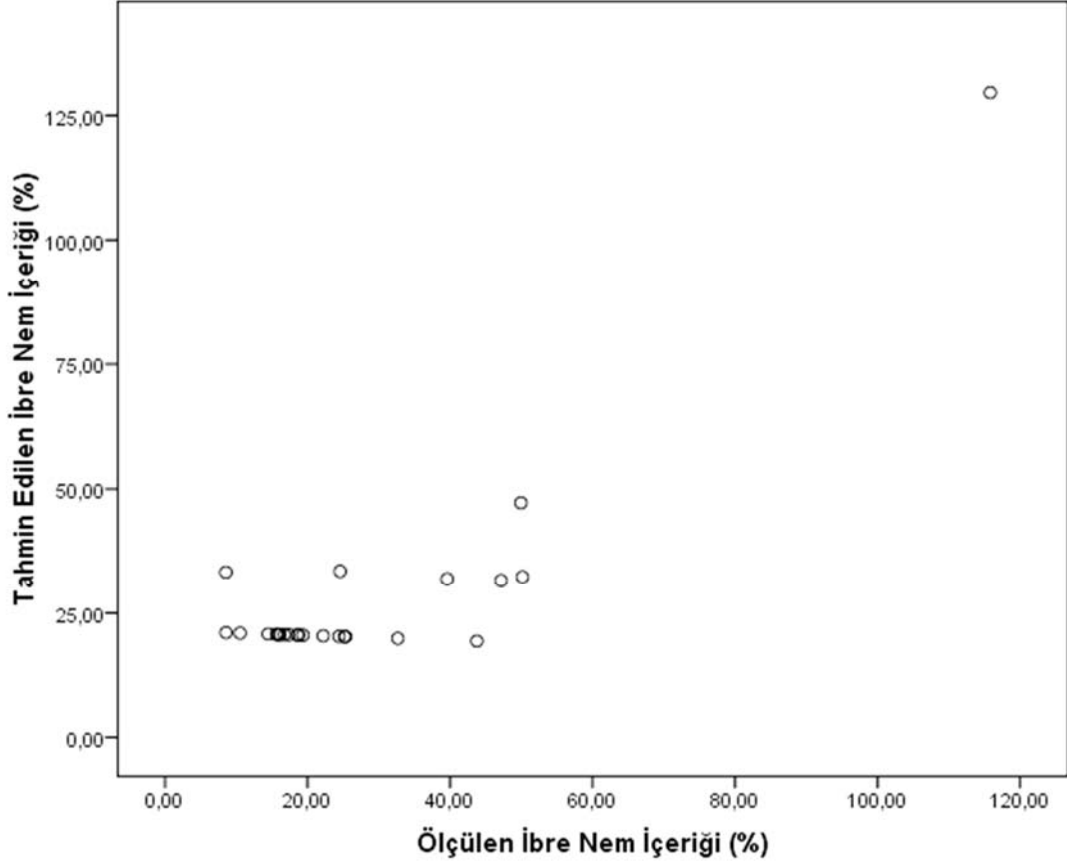
Çizelge 4.8 Mayıs 17.00’da alınan yanıcı madde nem örnekleri ile hava halleri arasındaki korelasyon

	İbre	ÇİYM	İYM	OKYM	Humus	Sıcaklık	Rüzgar	NN	GTY	Yağış	YSGS
İbre	1										
ÇİYM	,915**	1									
İYM	,708**	,792**	1								
OKYM	,566**	,667**	,942**	1							
Humus	,410*	,403*	,550**	,564**	1						
Sıcaklık	-,420*	-,244	-,196	-,169	-,481*	1					
Rüzgar	,313	,336	,143	,108	-,187	,196	1				
NN	,517**	,431*	,322	,202	,388	-,660**	-,354	1			
GTY	,895**	,824**	,513**	,330	,251	-,348	,401*	,476*	1		
Yağış	-,099	-,157	-,110	,008	,064	-,192	-,107	,272	-,077	1	
YSGS	-,345	-,274	-,271	-,233	-,643**	,604**	,332	-,618**	-,361	-,195	1

** . Korelasyon % 99 düzeyinde anlamlı.

* . Korelasyon % 95 düzeyinde anlamlı.

Mayıs saat 17.00'da yapılan ölçümlerde ibre nem içeriğindeki en etkili faktörün günlük toplam yağış miktarı olduğu görülmüştür. İbre nem içeriğindeki değişkenliğin %80'lik kısmı ($R^2 = 0.801$; $P < 0.01$) tek başına günlük toplam yağış ile açıklanmaktadır (Şekil 4.10).



Şekil 4.10 İbre nem içeriğinin ölçülen değeri ile günlük toplam yağış verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.

Mayıs saat 17.00 da yapılan ölçümlerde çok ince yanıcı madde nem içeriği üzerinde en etkili faktörün günlük toplam yağış miktarı olduğu görülmüştür. Çok ince yanıcı madde nem içeriğindeki değişkenliğin % 68'lik kısmı ($R^2 = 0.678$; $P < 0.01$) tek başına günlük toplam yağış ile açıklanmaktadır. Mayıs saat 17.00 da yapılan ölçümlerde ince yanıcı madde nem içeriğindeki değişkenlik yeterli düzeyde ($R^2 = 0.263$; $P < 0.01$) açıklanamamıştır. Bu durum örneklemeden veya ölçümden kaynaklanan hatadan olabilir. Bununla birlikte, çok farklı şartlarda daha fazla örnek sayısı ile yapılacak analizler sonucu,

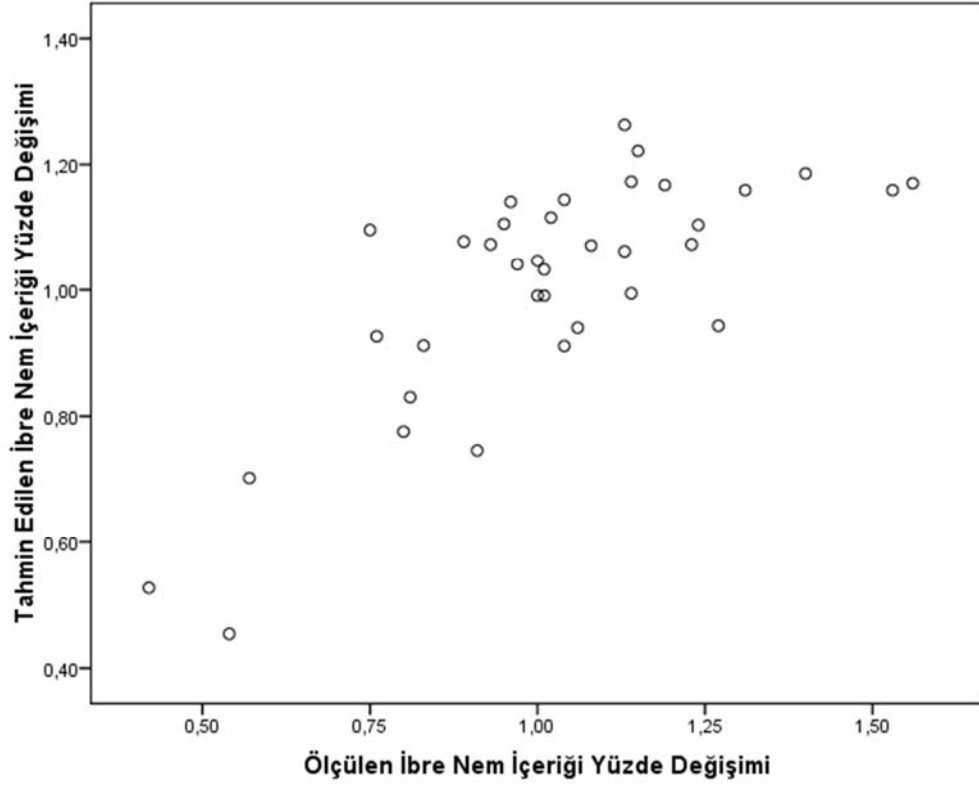
bu yanıcı madde kategorisi üzerinde etkili olabilecek meteorolojik parametreler belirlenebilir. Mayıs saat 17.00 de yapılan ölçümlerde humus nem içeriğindeki en etkili faktörün yağıştan sonra geçen gün sayısı olduğu görülmüştür. Humus nem içeriğindeki değişkenliğin % 41'lik kısmı ($R^2 = 0.413$; $P < 0.01$) tek başına yağıştan sonra geçen gün sayısı ile açıklanmaktadır.

Çizelge 4.9 Mayıs 17.00 de yapılan ölçümler sonucu meteorolojik parametrelere bağlı yanıcı madde nem içeriklerini tahmin etmek için geliştirilen regresyon modelleri.

Bağımlı Değişken	Model	Sabit a	Katsayılar b	F	Sig.	R ²	Std. Hata
İbre	$Y=a+b(GTY)$	20,503	8,426	92,600	0,000	801	10,124
ÇİYM	$Y=a+b(GTY)$	22,407	5,831	48,496	0,000	678	9,681
İYM	$Y=a+b(GTY)$	30,845	5,665	8,214	0,009	263	22,853
Humus	$Y=a+b(YSGS)$	145,282	-7,594	16,185	0,001	413	26,524

Mayıs ayı sabah, öğle ve akşam zaman dilimlerinde yapılan ölçümlerde ibre nemi üzerindeki en etkili faktörlerin sıcaklık ve nisbi nem olduğu görüşmüştür. Ölçülen verilerin sabahtan öğlene, öğlenden akşama değişim yüzdeleri tespit edilmiştir. Aynı şekilde sıcaklık ve nisbi nemin sabahtan öğlene, öğlenden akşama değişim yüzdeleri tespit edilmiştir. Analizin daha iyi sonuç vermesi ve hem sıcaklığın hem de nemin analize katılmasını sağlamak amacı ile SPSS programı ile sıcaklık/nem dönüşümü yapılmıştır. Elde edilen dönüşüm ile ibre nem içeriğinin sabah, öğle ve akşam değişim yüzdeleri arasında korelasyon ve regresyon analizleri yapılmıştır.

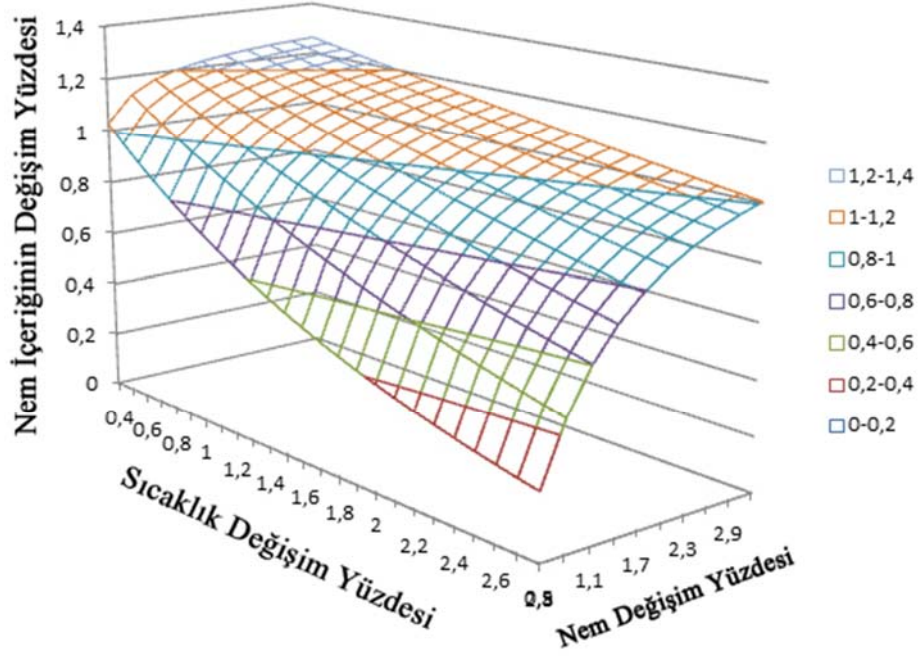
Mayıs ayı sabah, öğle ve akşam zaman dilimlerinde yapılan ölçümlerde ibre nem değişimi tek başına % 66 ($R^2 = 0.659$; $P < 0.01$) oranında sıcaklık/nem tarafından açıklanmıştır (Şekil 4.11).



Şekil 4. 11 İbre nem içeriğinin yüzde değişiminin ölçülen değeri ile sıcaklık ve nisbi nem verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki logaritmik ilişki.

İbre nem içeriğindeki yüzde değişimini, sıcaklık ve nem değişimine bağlı olarak modellemek üzere Regresyon modeli oluşturulmuştur. Bu modellerin elde edilmesinde ilk önce bağımlı değişken ile bağımsız değişkenin doğal logaritma (e tabanında), on tabanında logaritma, kare, ters ve küp dönüşümleri yapılmıştır. Regresyon analizi bu dönüşümlerle elde edilen değişkenlerle gerçekleştirilmiştir. Böylece değişkenler arasındaki ilişkiler daha iyi analiz edilmiştir. Modeller elde edildikten sonra özellikle model sapmaları analiz edilmiş, modelin tahmin gücünü (belirtme katsayısı, R^2) olumsuz yönde etkileyen veriler analiz aşamasında çıkarılmıştır. Bunun için model oluşturmada kullanılan tüm verilere karşılık gelen tahmin değerleri elde edilmiş, daha sonra bu verilerin gözlem değerleri ile tahmin değerleri arasındaki farka göre hesaplanan sapma değerleri (residual value) hesaplanmıştır. Bu sapma değerlerine göre değerlendirme yapılmış, sapma değerleri yüksek olan veriler analiz aşamasında çıkarılmıştır. Sapan değerlerin çıkarılmasıyla model sonuçları daha iyi ve modelin tahmin gücünün daha güçlü olduğu (daha yüksek belirtme katsayısı) olduğu gözlemlenmiştir. (Şekil 4.11)

Mayıs Ayında Farklı Sıcaklıklar ve Farklı Nem Değişimlerine Bağlı Olarak Model ile Tahmin Edilen İbre Nem Yüzde Değişimi.



Şekil 4. 12 Farklı sıcaklıklar ve farkı nem değişimlerine bağlı olarak model ile tahmin edilen ibre nem yüzde değişimi.

Şekil 4.12’de görüldüğü üzere, sıcaklık değişimi arttıkça ibredeki nem değişim yüzdesi azalmakta diğer taraftan nem değişimi arttıkça ibredeki nem değişim yüzdesi artmaktadır.

Bağımlı Değişken	Model Formu	Sabit	Katsayılar	F	Sig.	R ²	Std. Hata
			B				
İbre	$\ln Y = a + b \ln(\text{sıcaklık/nem})$	0,273	-0,306	65,639	0	0,659	0,1615

4.4 Haziran 13.00' de Yapılan Yanıcı Madde Nem Ölçümlerine Ait Bulgular

Haziran ayı 13.00 saat diliminde yapılan ölçümlere göre sıcaklık 19.7 – 27.6 °C arasında, nisbi nem % 44 - % 67 arasında, rüzgar 1.1 – 3.20 km/sa. arasında, yağış 0.0 mm ve günlük toplam yağış 0.0 – 27.00 mm arasında değişmiştir. Yanıcı madde nem içeriği değerleri ise; ibre % 16.4 – % 79.5 arasında, ÇİYM nem içeriği % 14.1 - % 106.27 arasında, İYM nem içeriği % 12.7 - % 99.7 arasında, OKYM nem içeriği % 13.3 - % 117.9 arasında humus nem içeriği ise, % 73.8 - % 181.9 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10 Haziran ayı 13.00 saat diliminde alınan örneklere ait özet bilgiler

	Örnek Sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama Standart hata	Standart Sapma	Varyans
İbre	7	16,430	79,570	9,444	24,985	624,269
ÇİYM	7	14,110	106,270	13,688	36,214	1311,442
İYM	7	12,720	99,700	14,763	39,059	1525,611
OKYM	7	13,310	117,990	17,325	45,837	2101,029
Humus	7	73,800	181,940	14,471	38,288	1465,961
Sıcaklık	7	19,700	27,600	1,159	3,067	9,408
Rüzgar	7	1,100	3,200	,268	,709	,502
NN	7	44,000	67,000	3,945	10,438	108,952
GTY	7	,000	27,000	4,292	11,355	128,928
Yağış	7	,000	,000	,000	,000	,000
YSGS	7	,000	6,000	,845	2,236	5,000

Haziran ayı 13.00 saat diliminde alınan örnekler üzerinde yapılan korelasyon analizleri sonucunda sıcaklık ile ibre, ÇİYM, İYM, OKYM ve humus nem içeriği arasında negatif yönde bir ilişki olduğu görülmektedir ($r = -0.516$, $r = -0.524$, $r = -0.490$, $r = -0.404$, $r = 230$; $P < 0.05$). Nisbi nem ile ibre ($r = 0.938$; $P < 0.01$), ÇİYM nem içeriği ($r = 0.926$; $P < 0.01$), İYM nem içeriği ($r = 0.934$; $P < 0.01$), OKYM nem içeriği ($r = 0.897$; $P < 0.01$) ve humus nem içeriği ($r = 0.835$; $P < 0.01$) arasında pozitif yönde kuvvetli bir ilişki olduğu görülmektedir. Günlük toplam yağış ile ibre ($r = 0.854$; $P < 0.01$), ÇİYM nem içeriği ($r = 0.839$; $P < 0.01$), İYM nem içeriği ($r = 0.913$; $P < 0.01$), OKYM nem içeriği ($r = 0.942$; $P < 0.01$) ve humus nem içeriği ($r = 0.949$; $P < 0.01$) arasında yine pozitif yönde kuvvetli bir ilişki bulunmuştur. Nisbi nem ile günlük toplam yağış tüm yanıcı madde kategorileri nem

içerikleri arasında ($r = 0.854 - 0.949$ arasında; $P < 0.01$) kuvvetli bir ilişki söz konusudur (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11 Haziran ayı 13.00 saat diliminde alınan yanıcı madde nem örnekleri ile hava halleri arasındaki korelasyon

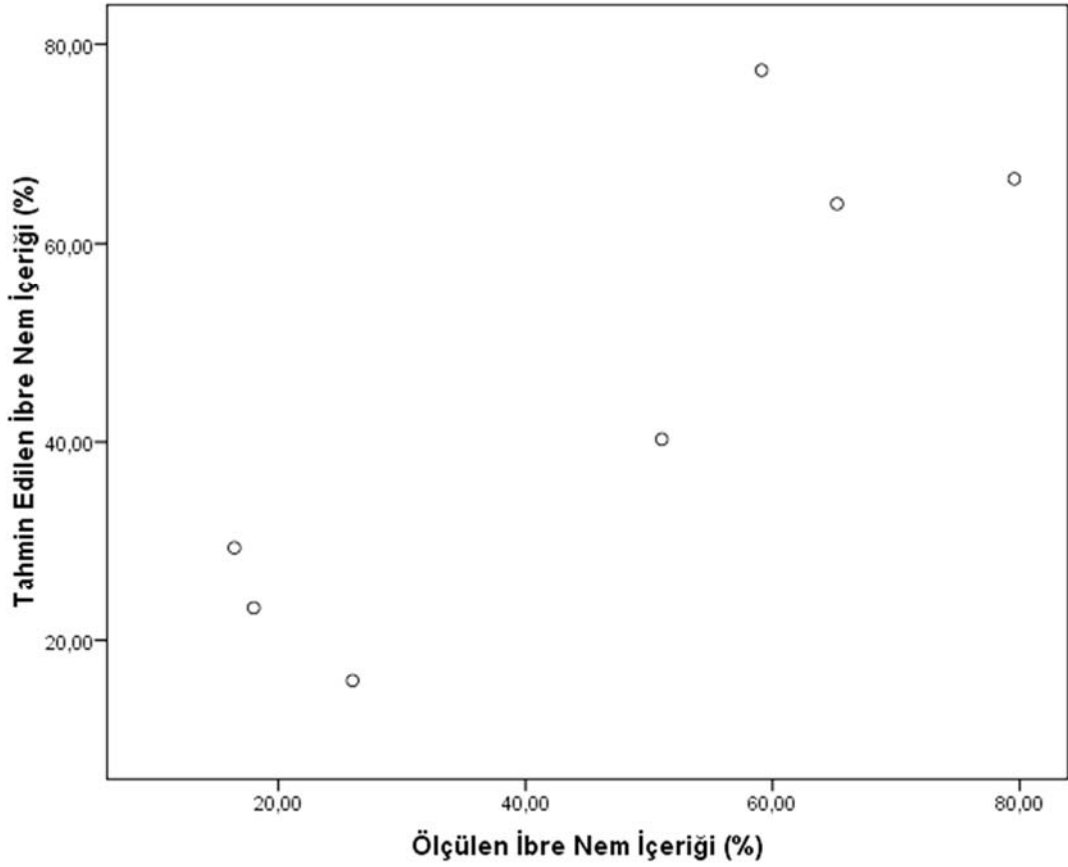
	İbre	ÇİYM	İYM	OKYM	Humus	Sıcaklık	Rüzgar	NN	GTY	Yağış	YSGS
İbre	1										
ÇİYM	,998**	1									
İYM	,983**	,979**	1								
OKYM	,957**	,948**	,991**	1							
Humus	,767*	,738	,823*	,854*	1						
Sıcaklık	-,516	-,524	-,490	-,404	-,230	1					
Rüzgar	,458	,488	,326	,222	-,168	-,628	1				
NN	,938**	,926**	,934**	,897**	,835*	-,593	,329	1			
GTY	,854*	,839*	,913**	,942**	,949**	-,292	-,029	,837*	1		
Yağış	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a	1	
YSGS	-,238	-,205	-,332	-,358	-,407	,442	,168	-,407	-,306	.a	1

** . Korelasyon % 99 düzeyinde anlamlı.

* . Korelasyon % 95 düzeyinde anlamlı.

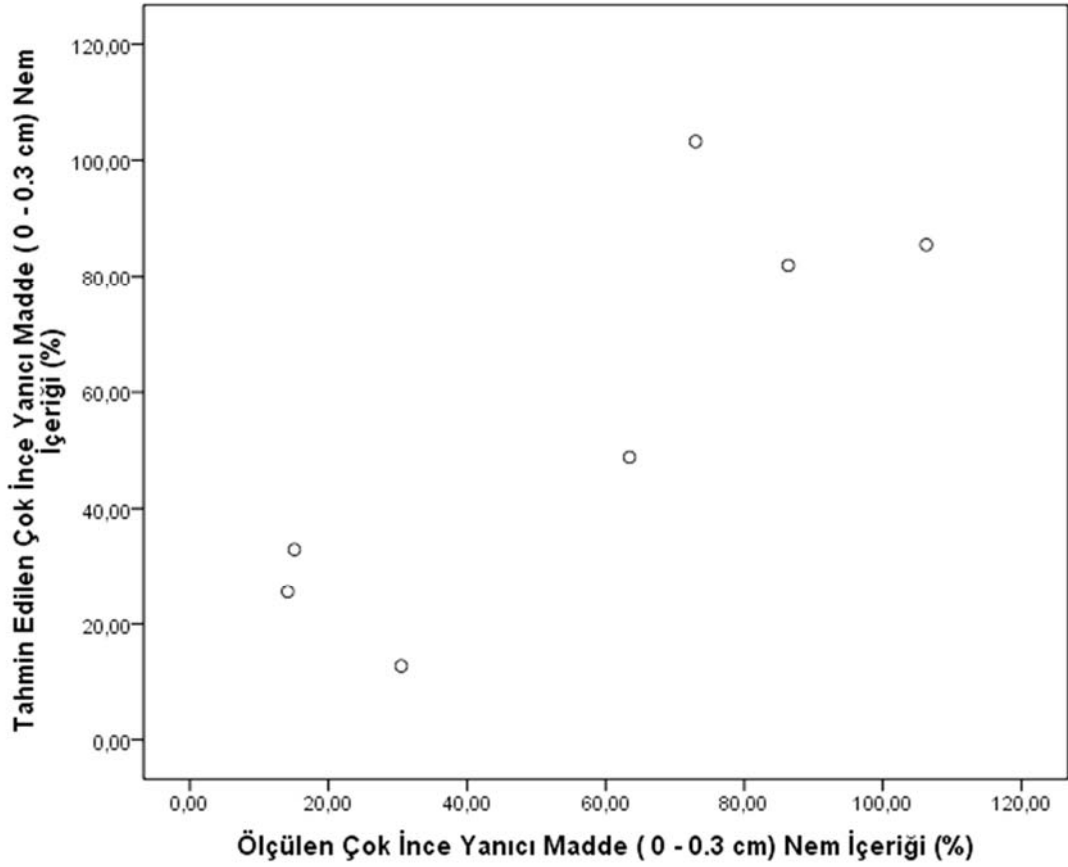
a. Anlamsız

Haziran ayı 13.00 saat diliminde yapılan ölçümlerde, ibre nem içeriğindeki değişkenliği etkileyen en etkili faktörün nisbi nem olduğu görülmüştür. İbre nem içeriğindeki değişkenliğin % 88'lik kısmı ($R^2 = 0.880$; $P < 0.01$) tek başına nisbi nem ile açıklanmaktadır (Şekil 4.11).



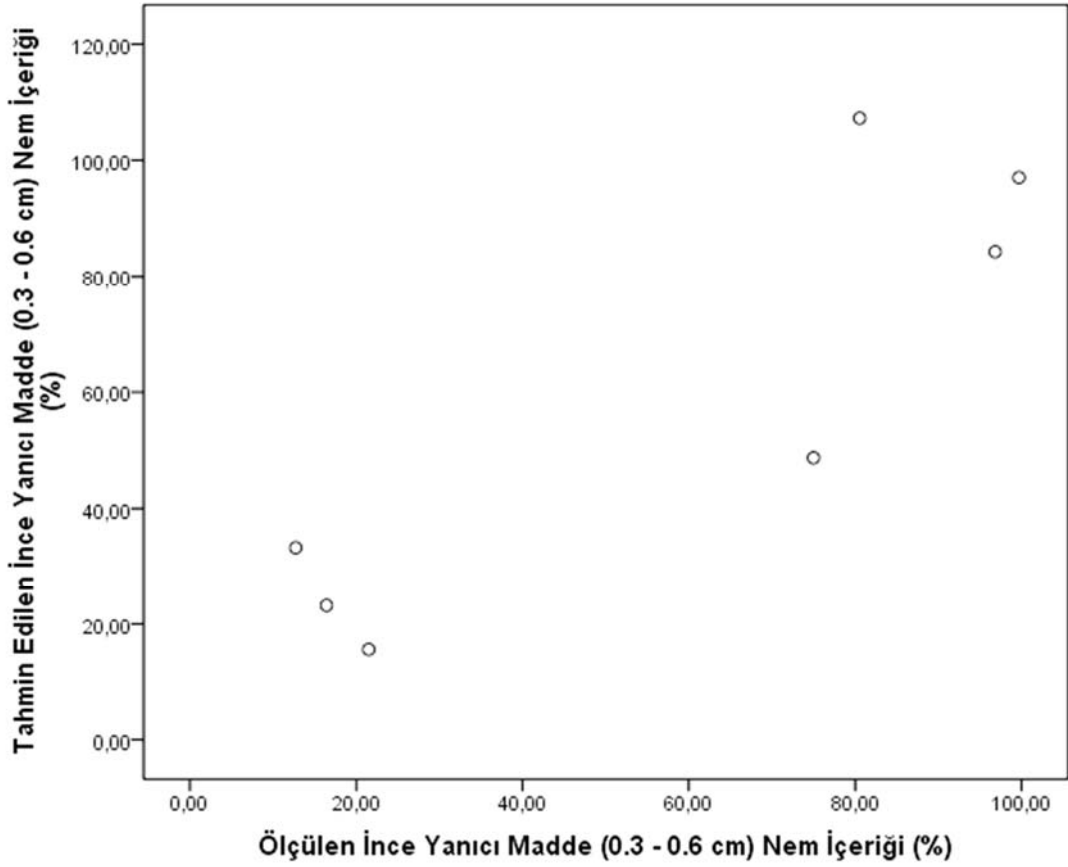
Şekil 4.13 İbre nem içeriğinin ölçülen değeri ile nisbi nem verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.

Haziran ayı 13.00 saat diliminde yapılan ölçümlerde çok ince yanıcı madde nem içeriği üzerinde en etkili faktörün nisbi nem olduğu görülmüştür. Çok ince yanıcı madde nem içeriğindeki değişkenliğin % 86'lık kısmı ($R^2 = 0.858$; $P < 0.01$) tek başına nisbi nem ile açıklanmaktadır (Şekil 4.12).



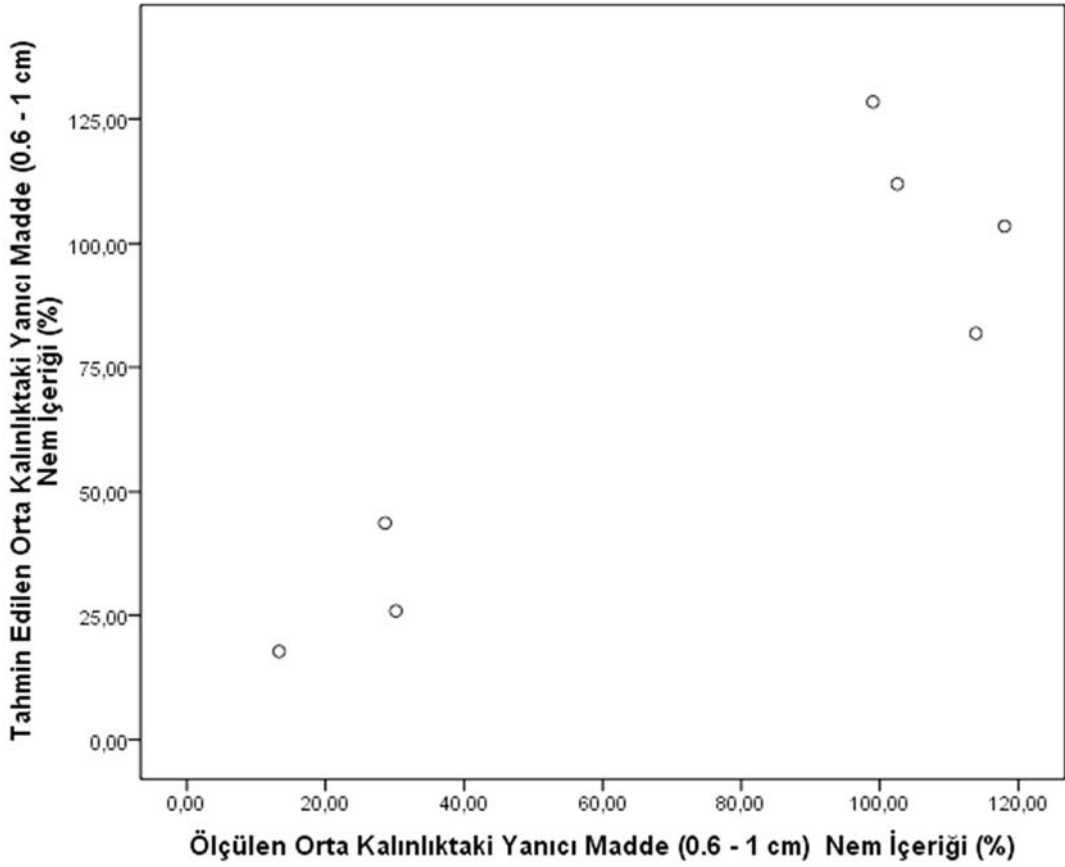
Şekil 4.14 Çok ince yanıcı madde nem içeriğinin ölçülen değeri ile nisbi nem verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.

Haziran ayı 13.00 saat diliminde yapılan ölçümlerde ince yanıcı madde nem içeriği üzerinde en etkili faktörün nisbi nem görülmüştür. İnce yanıcı madde nem içeriğindeki değişkenliğin % 87'lik kısmı ($R^2 = 0.872$; $P < 0.01$) tek başına nisbi nem ile açıklanmaktadır (Şekil 4.13).



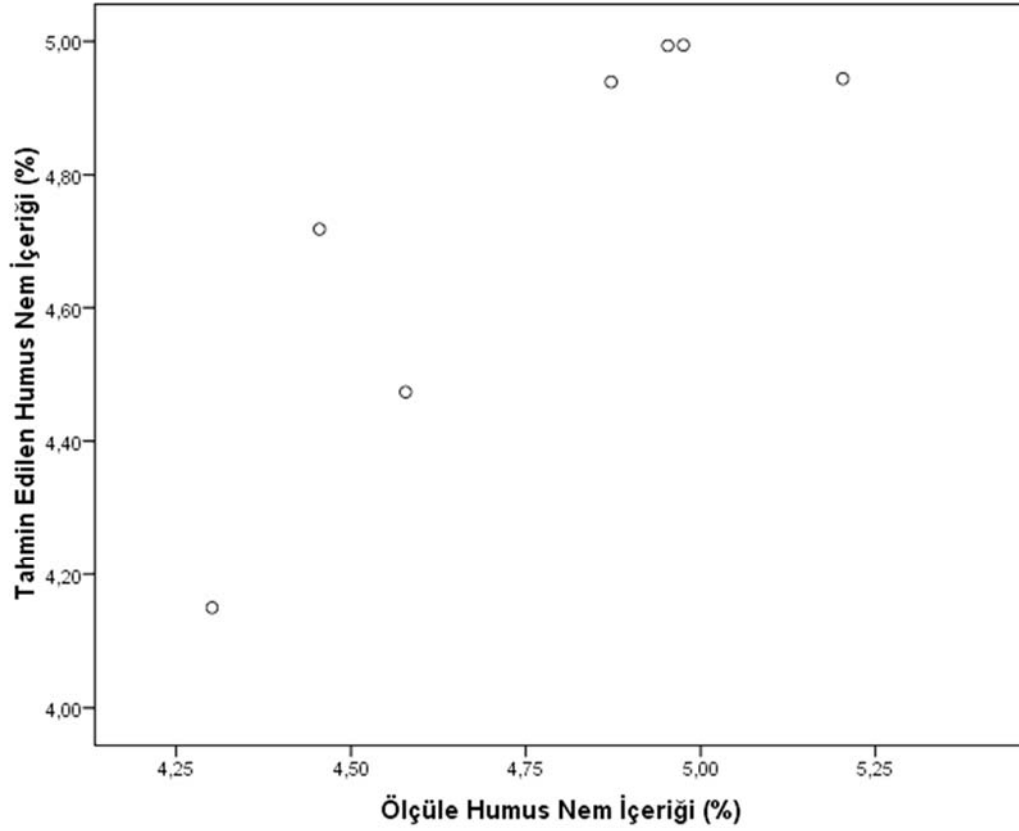
Şekil 4.15 İnce yanıcı madde nem içeriğinin ölçülen değeri ile nisbi nem verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.

Haziran ayı 13.00 saat diliminde yapılan ölçümlerde orta kalınlıktaki yanıcı madde nem içeriği üzerinde en etkili faktörün günlük toplam yağış olduğu görülmüştür. Orta kalınlıktaki yanıcı madde nem içeriğindeki değişkenliğin % 89'lık kısmı ($R^2 = 0.887$; $P < 0.01$) tek başına günlük toplam yağış ile açıklanmaktadır (Şekil 4.14).



Şekil 4.16 Orta kalınlıktaki yanıcı madde nem içeriğinin ölçülen değeri ile günlük toplam yağış verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.

Haziran ayı 13.00 saat diliminde yapılan ölçümlerde humus nem içeriği üzerindeki etkili faktörün günlük toplam yağış olduğu görülmüştür. Humus nem içeriğindeki değişkenliğin %90'lık kısmı ($R^2 = 0.900$; $P < 0.01$) tek başına günlük toplam yağış ile açıklanmaktadır (Şekil 4.15).



Şekil 4.17 Humus nem içeriğinin ölçülen değeri ile günlük toplam yağış verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki logaritmik ilişki.

Çizelge 4.12 Haziran 13.00 da yapılan ölçümler sonucu meteorolojik parametrelere bağlı yanıcı madde nem içeriklerini tahmin etmek için geliştirilen regresyon modelleri.

Bağımlı Değişken	Model	Sabit a	Katsayılar b	F	Sig.	R ²	Std. Hata
İbre	Y=a+b(NN)	-79,380	2,245	36,507	0,002	880	9,499
ÇİYM	Y=a+b(NN)	-122,584	3,213	30,182	0,003	858	14,955
İYM	Y=a+b(NN)	-136,163	3,495	34,093	0,002	872	15,302
OKYM	Y=a+b(GTY)	15,870	3,803	39,406	0,002	887	16,848
Humus	Y=a+b(GTY)	74,907	3,200	45,250	0,001	900	13,230

4.5 Temmuz 13.00' de Yapılan Yanıcı Madde Nem Ölçümlerine Ait Bulgular

Temmuz ayı 13.00 saat diliminde yapılan ölçümlere göre sıcaklık 16.2 – 25.7 °C arasında, nisbi nem %49 - %99 arasında, rüzgar 1.1 – 8.0 km/sa. arasında, yağış 0.0 mm – 1.40 arasında ve günlük toplam yağış 0.0 – 33.1 mm arasında değişmiştir. Yanıcı madde nem içeriği değerleri ise; ibre %15.1 – %140.2 arasında, ÇİYM nem içeriği %11.4 - %190.98 arasında, İYM nem içeriği %14.7 - %213.74 arasında, OKYM nem içeriği %24.5 - %183.76 arasında humus nem içeriği ise, %99.58 - %208.46 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13 Temmuz ayı 13.00 saat diliminde alınan örneklere ait özet bilgiler.

	Örnek Sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama Standart hata	Standart Sapma	Varyans
İbre	11	15,110	140,420	13,617	45,164	2039,789
ÇİYM	11	11,400	190,980	19,992	66,306	4396,538
İYM	11	14,720	213,740	19,383	64,285	4132,508
OKYM	11	24,530	183,760	15,495	51,393	2641,193
Humus	11	99,580	208,460	11,758	38,995	1520,641
Sıcaklık	11	16,200	25,700	,834	2,765	7,643
Rüzgar	11	1,100	8,000	,637	2,111	4,458
NN	11	49,000	99,000	4,989	16,547	273,818
GTY	11	,000	33,100	2,942	9,757	95,194
Yağış	11	,000	1,400	,127	,422	,178
YSGS	11	,000	6,000	,547	1,814	3,291

Temmuz ayı 13.00 saat diliminde alınan örnekler üzerinde yapılan korelasyon analizleri sonucunda Sıcaklık ile ibre, ÇİYM, İYM, OKYM ve humus nem içeriği arasında negatif yönde bir ilişki olduğu görülmektedir ($r = -0.770$, $r = -0.409$, $r = -0.443$, $r = -0.415$, $r = -0.409$; $P < 0.05$). Özellikle sıcaklık ile ibre nemi arasında negatif yönde kuvvetli bir ilişki olduğu görülmektedir. Nisbi nem ile ibre, ÇİYM, İYM, OKYM ve humus nem içeriği arasında pozitif yönde ilişki olduğu görülmektedir. ($r = 0.880$, $r = 0.514$, $r = 0.521$, $r = 0.640$, $r = 0.600$; $P < 0.05$). Nisbi nem ile sıcaklık arasında pozitif yönde kuvvetli bir ilişki olduğu anlaşılmaktadır. Yine günlük toplam yağış ile ibre, ÇİYM, İYM, OKYM ve humus nem içeriği arasında pozitif yönde bir ilişki söz konusudur ($r = 0.725$, $r = 0.807$, $r = 0.661$,

$r = 0.667$, $r = 0.676$; $P < 0.05$). Günlük toplam yağış ile özellikle ibre ve ÇİYM arasında pozitif yönde kuvvetli bir ilişki söz konusudur (Çizelge 4.14).

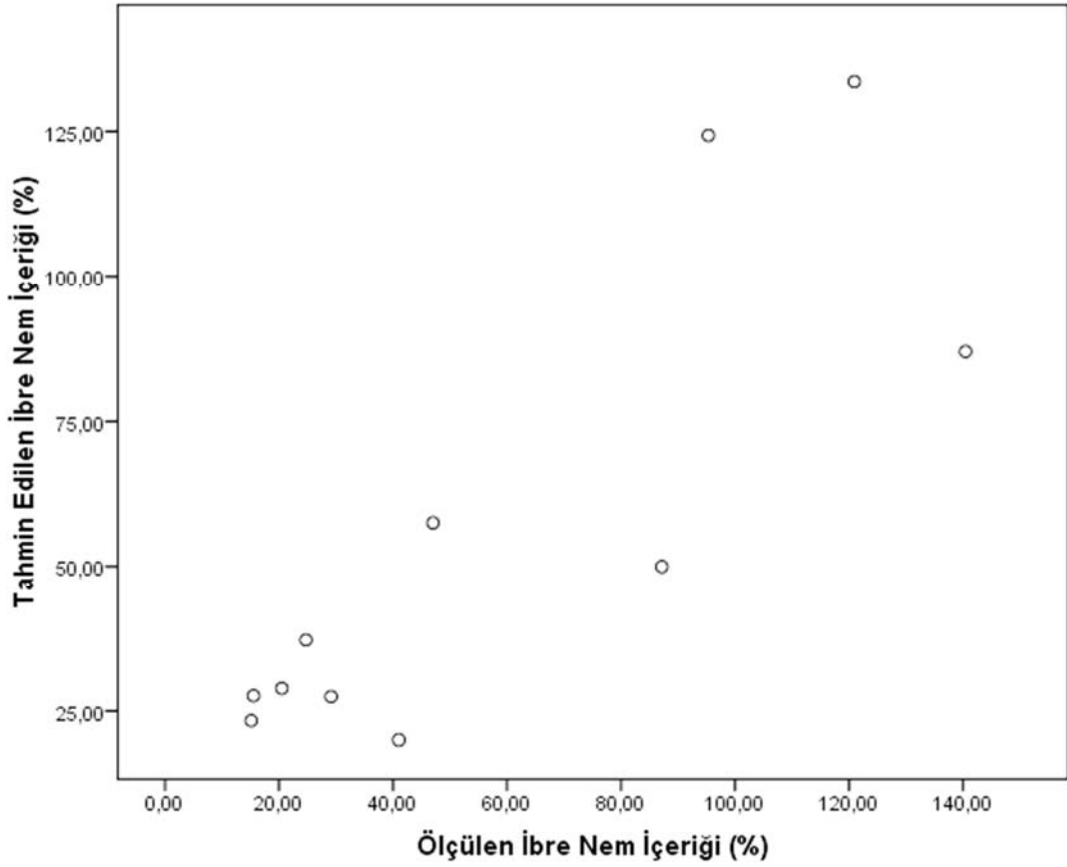
Çizelge 4.14 Temmuz ayı 13.00 saat diliminde alınan yanıcı madde nem örnekleri ile hava halleri arasındaki korelasyon

	İbre	ÇİYM	İYM	OKYM	Humus	Sıcaklık	Rüzgar	NN	GTY	Yağış	YSGS
İbre	1										
ÇİYM	,762**	1									
İYM	,660*	,896**	1								
OKYM	,789**	,929**	,925**	1							
Humus	,818**	,859**	,721*	,852**	1						
Sıcaklık	-,770**	-,409	-,443	-,415	-,409	1					
Rüzgar	,281	-,249	-,333	-,147	,055	-,414	1				
NN	,880**	,514	,521	,640*	,600	-,769**	,422	1			
GTY	,725*	,807**	,661*	,667*	,676*	-,447	-,281	,506	1		
Yağış	-,244	-,237	,151	-,142	-,369	-,064	-,278	-,166	-,128	1	
YSGS	,260	,242	,013	,005	,223	-,110	-,273	,122	,706*	-,199	1

** . Korelasyon % 99 düzeyinde anlamlı.

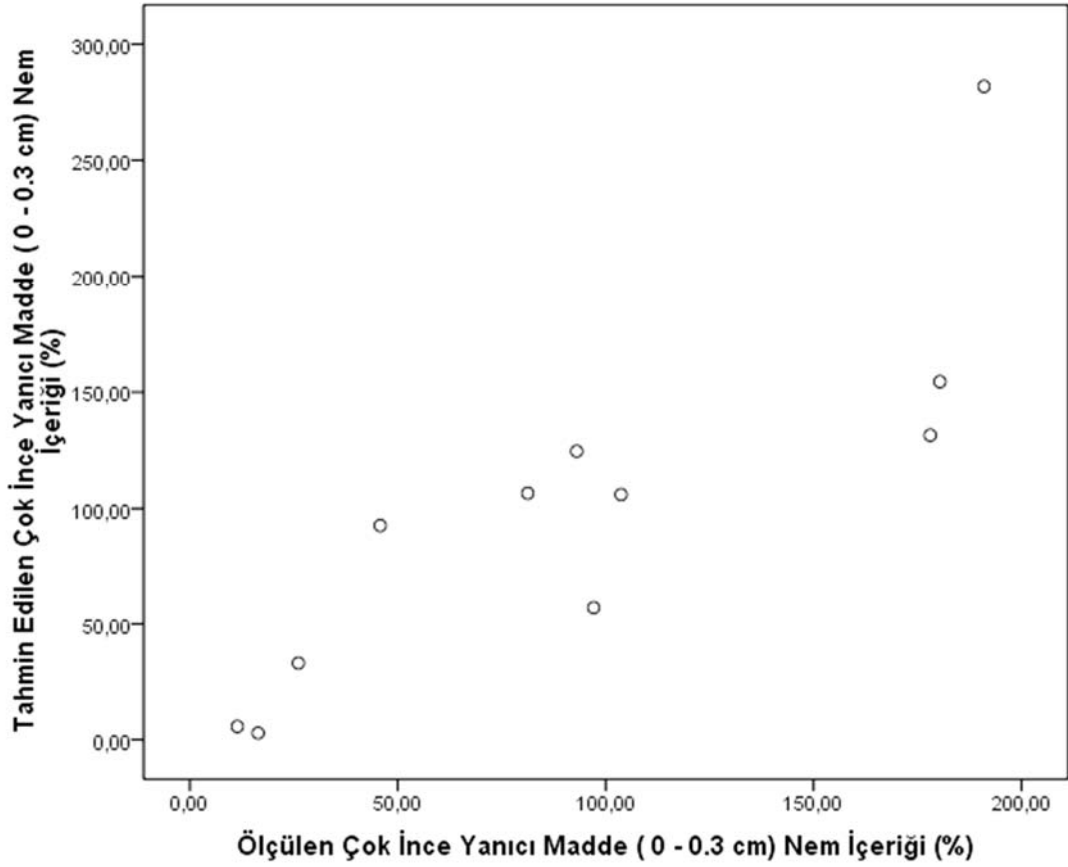
* . Korelasyon % 95 düzeyinde anlamlı.

Temmuz ayı 13.00'de yapılan ölçümlerde ibre nem içeriğindeki değişkenlik üzerinde en etkili faktörlerin nisbi nem ve günlük toplam yağış miktarının etkili olduğu görülmüştür. İbre nem içeriğindeki değişkenliğin %78'lik kısmı ($R^2 = 0.775$; $P < 0.01$) tek başına nisbi nem ile açıklanmaktadır. Analize günlük toplam yağış ikinci bir değişken olarak konulduğunda değişkenliğin açıklanan kısmının %88'e ($R^2 = 0.880$; $P < 0.01$) yükseldiği görülmektedir (Şekil 4.16).



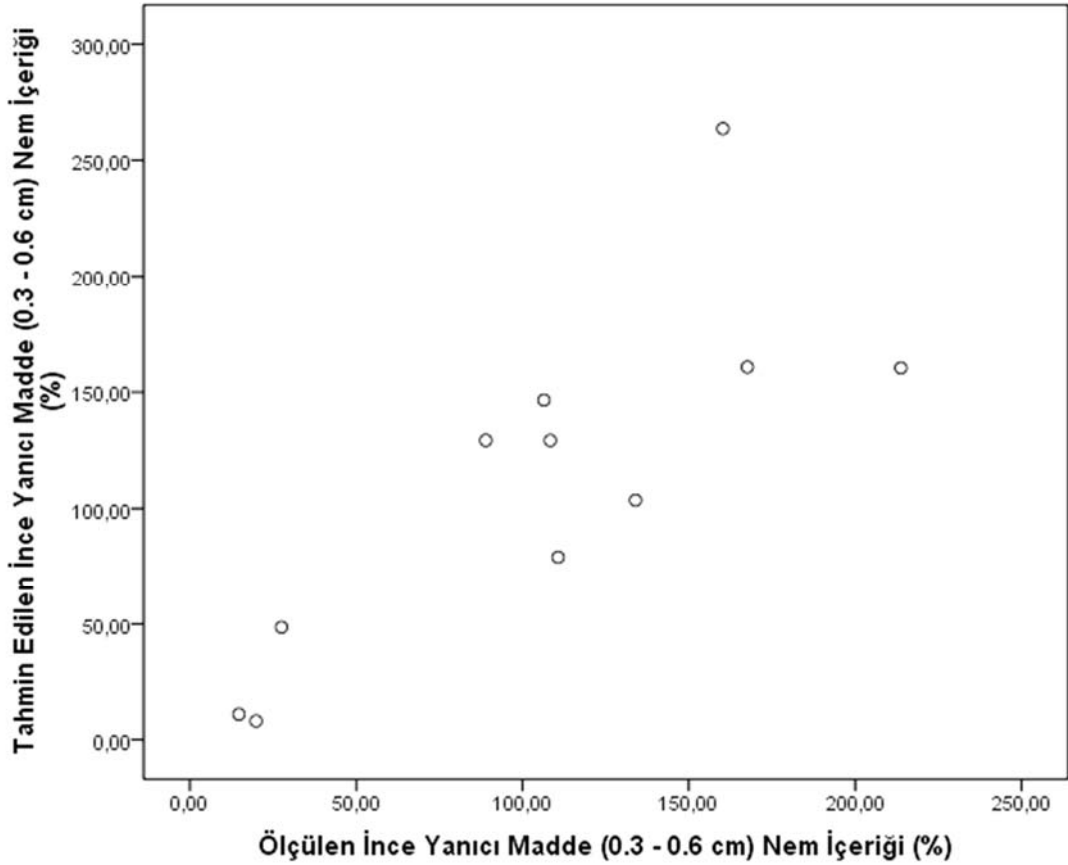
Şekil 4.18 İbre nem içeriğinin ölçülen değeri ile nisbi nem ve günlük toplam yağış verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.

Temmuz ayı 13.00'deki ölçümlere göre çok ince yanıcı madde nem içeriğindeki değişkenliğin %65'lik kısmı ($R^2 = 0.650$; $P < 0.01$) tek başına günlük toplam yağış açıklanmaktadır. Analize yağıştan sonra geçen gün sayısı ikinci bir değişken olarak ilave edildiğinde, değişkenliğin açıklanan kısmının %87'ye ($R^2 = 0.865$; $P < 0.01$) yükseldiği görülmektedir (Şekil 4.17).



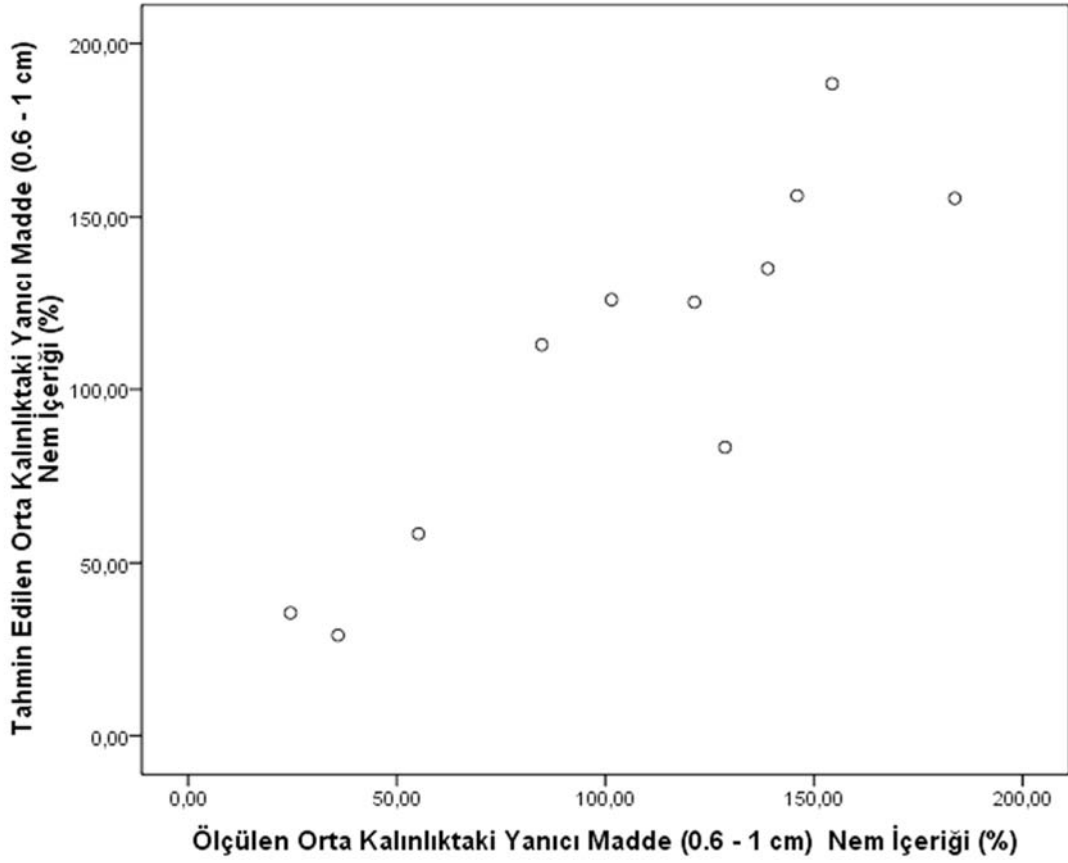
Şekil 4.19 Çok ince yanıcı madde nem içeriğinin ölçülen değeri ile günlük toplam yağış ve yağıştan sonra geçen gün sayısı verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.

Temmuz ayı 13.00 saat diliminde yapılan ölçümlerde ince yanıcı madde nem içeriği üzerinde en etkili faktörler günlük toplam yağış ve yağıştan sonra geçen gün sayısı olmuştur. İnce yanıcı madde nem içeriğindeki değişkenliğin % 44'lük kısmı ($R^2 = 0.437$; $P < 0.01$) tek başına günlük toplam yağış açıklanmaktadır. Çok ince yanıcı madde nem içeriğinde olduğu gibi ince yanıcı madde nem içeriğinin tahmin edilmesi için analize yağıştan sonra geçen gün sayısı ikinci bir değişken olarak eklendiğinde, oldukça yüksek bir artışla (%40) değişkenliğin açıklanan kısmı %85'e ($R^2 = 0.848$; $P < 0.01$) yükselmiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4. 20 İnce yanıcı madde nem içeriğinin ölçülen değeri ile günlük toplam yağış ve yağıştan sonra geçen gün sayısı verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.

Temmuz ayı 13.00 saat diliminde yapılan ölçümlerde orta kalınlıktaki yanıcı madde nem içeriğindeki en etkili faktörlerin günlük toplam yağış ve yağıştan sonra geçen gün sayısının olduğu görülmüştür. Orta kalınlıktaki yanıcı madde nem içeriğindeki değişkenliğin % 44'lük kısmı ($R^2 = 0.444$; $P < 0.01$) tek başına günlük toplam yağış açıklanmaktadır. İnce yanıcı madde nem içeriğinde olduğu gibi analize yağıştan sonra geçen gün sayısı ikinci bir değişken olarak ilave edildiğinde orta kalınlıktaki yanıcı madde nem içeriğindeki değişkenliğin açıklanan kısmının %88'e ($R^2 = 0.878$; $P < 0.01$) yükselmektedir (Şekil 4.19).



Şekil 4.21 Orta kalınlıktaki yanıcı madde nem içeriğinin ölçülen değeri ile günlük toplam yağış ve yağıştan sonra geçen gün sayısı verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.

Temmuz ayı 13.00 saat diliminde yapılan ölçümlerde humus nem içeriğindeki en etkili faktörün günlük toplam yağış olduğu görülmüştür. Humus nem içeriğindeki değişkenliğin %46'lık kısmı ($R^2 = 0.457$; $P < 0.01$) tek başına günlük toplam yağış ile açıklanmaktadır.

Çizelge 4.15 Temmuz 13.00 da yapılan ölçümler sonucu meteorolojik parametrelere bağlı yanıcı madde nem içeriklerini tahmin etmek için geliştirilen regresyon modelleri.

Bağımlı Değişken	Model Formu	Sabit	Katsayılar		F	Sig.	R ²	Std. Hata
			B	C				
İbre	Y=a+b(NN)	-94,151	2,403	-	31,012	0,000	775	22,578
	Y=a+b(NN)+c(GTY)	-74,176	1,885	1,738	29,337	0,000	880	17,491
ÇİYM	Y=a+b(GTY)	52,693	5,481	-	16,750	0,003	650	41,320
	Y=a+b(GTY)+c(YSGS)	55,626	8,624	-23,937	25,691	0,000	865	27,209
İYM	Y=a+b(GTY)	72,629	4,355	-	6,984	0,027	437	50,846
	Y=a+b(GTY)+c(YSGS)	76,565	8,573	-32,112	22,378	0,001	848	27,987
OKYM	Y=a+b(GTY)	80,933	3,511	-	7,198	0,025	444	40,379
	Y=a+b(GTY)+c(YSGS)	84,166	6,975	-26,370	28,919	0,000	878	20,029
Humus	Y=a+b(GTY)	136,049	2,702	-	7,575	0,022	457	30,289

4.6 Mayıs – Haziran – Temmuz 13.00’ de Yapılan Yanıcı Madde Nem Ölçümlerine Ait Bulgular

Mayıs - Haziran – Temmuz ayları 13.00 saat diliminde yapılan ölçümlerin birlikte değerlendirilmesi sonucunda sıcaklık 12.3 – 27.6 0C arasında, nisbi nem %24 - %99 arasında, rüzgar 0.6 – 8.0 km/sa arasında, yağış 0.0 – 1.4 mm arasında ve günlük toplam yağış 0.0 – 33.1 mm arasında değişmiştir. Yanıcı madde nem içeriği değerleri ise; ibre %6.9– %140.4 arasında, ÇİYM nem içeriği %8.9 - %190.9 arasında, İYM nem içeriği %10.37 - %213.7 arasında, OKYM nem içeriği %12.5 - %183.76 arasında humus nem içeriği ise, % 73.8 - % 208.4 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16 Mayıs – Haziran – Temmuz ayları 13.00 saat diliminde alınan örneklere ait özet bilgiler

	Örnek Sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama Standart hata	Standart Sapma	Varyans
İbre	43	6,930	140,420	4,618	30,281	916,922
ÇİYM	43	8,940	190,980	7,179	47,077	2216,201
İYM	43	10,370	213,740	7,514	49,273	2427,784
OKYM	43	12,570	183,760	7,124	46,716	2182,355
Humus	43	73,800	208,460	5,297	34,732	1206,299
Sıcaklık	43	12,300	27,600	,646	4,235	17,939
Rüzgar	43	,600	8,000	,256	1,681	2,827
NN	43	24,000	99,000	2,350	15,408	237,403
GTY	43	,000	33,100	1,292	8,473	71,792
Yağış	43	,000	1,400	,033	,213	,046
YSGS	43	,000	9,000	,399	2,619	6,857

Mayıs – Haziran – Temmuz aylarında 13.00 saat diliminde alınan örnekler üzerinde yapılan korelasyon analizleri sonucunda nisbi nem ile ibre, ÇİYM, İYM, OKYM ve humus nem içeriği arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu görülmektedir ($r = 0.775$, $r = 0.665$, $r = 0.723$, $r = 0.773$, $r = 0.587$; $P < 0.01$). Nisbi nem ile özellikle İbre nemi ve İYM nem içeriği ve OKYM ne içeriği arasında pozitif yönde kuvvetli ilişki bulunmuştur. ($r = -0.775$, $r = -0.723$, $r = -0.773$ $P < 0.01$). Yine aynı şekilde günlük toplam yağış ile ibre, ÇİYM, İYM, OKYM ve humus nem içeriği arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu görülmektedir. ($r = 0.708$, $r = 0.700$, $r = 0.639$, $r = 0.702$, $r = 0.578$; $P < 0.01$). Yapılan analiz sonucu günlük toplam yağış ile özellikle ibre nem içeriği, ÇİYM nem içeriği ile OKYM nem içeriği arasında pozitif yönde kuvvetli bir ilişki mevcuttur. ($r = 0.708$, $r = 0.700$, $r = 0.702$; $P < 0.01$), (Çizelge 4.17).

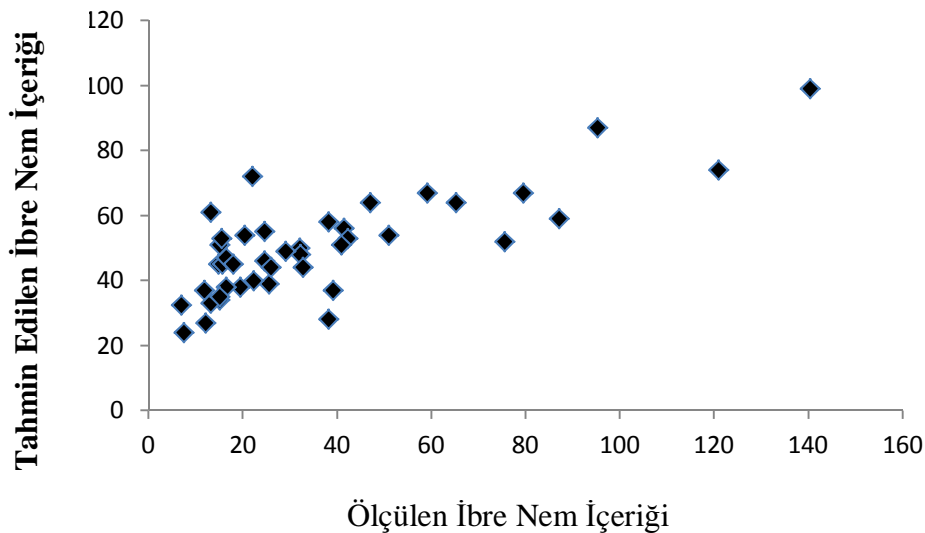
Çizelge 4.17 Mayıs – Haziran – Temmuz ayları 13.00 saat diliminde alınan yanıcı madde nem örnekleri ile hava halleri arasındaki korelasyon

	İbre	ÇİYM	İYM	OKYM	Humus	Sıcaklık	Rüzgar	NN	GTY	Yağış	YSGS
İbre	1										
ÇİYM	,845**	1									
İYM	,780**	,928**	1								
OKYM	,833**	,930**	,956**	1							
Humus	,755**	,786**	,762**	,813**	1						
Sıcaklık	-,282	-,121	-,112	-,089	-,290	1					
Rüzgar	,116	-,047	-,097	-,037	-,115	,052	1				
NN	,775**	,665**	,723**	,773**	,587**	-,279	,076	1			
GTY	,708**	,700**	,639**	,702**	,578**	,042	-,184	,535**	1		
Yağış	-,062	-,012	,259	,091	-,063	,020	-,119	,049	-,022	1	
YSGS	-,237	-,189	-,266	-,311*	-,441**	,206	,251	-,132	-,154	-,119	1

** . Korelasyon % 99 düzeyinde anlamlı.

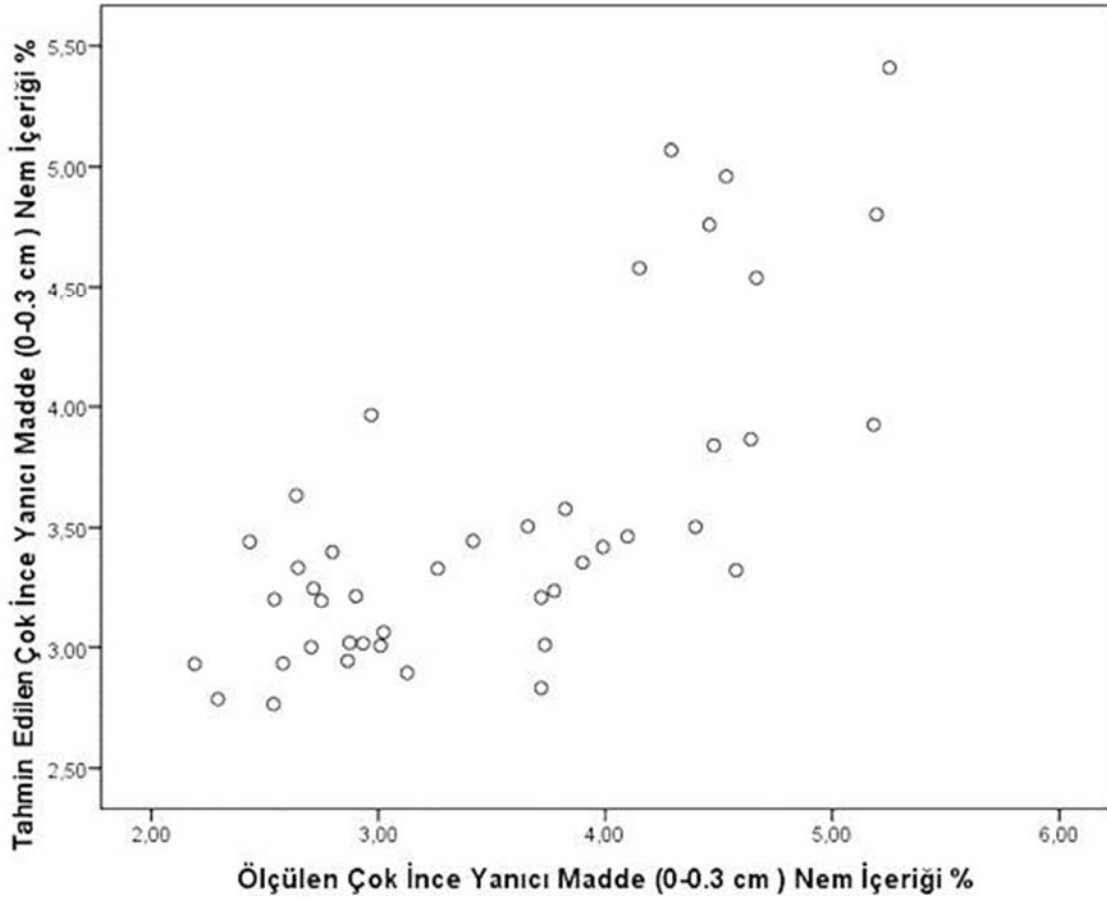
* . Korelasyon % 95 düzeyinde anlamlı.

Mayıs – Haziran – Temmuz ayları 13.00 saat diliminde yapılan ölçümlerde ibre nem içeriğindeki en etkili faktörün nisbi nem ve günlük toplam yağış miktarının etkili olduğu görülmüştür. İbre nem içeriğindeki değişkenliğin %60'lık kısmı ($R^2 = 0.601$; $P < 0.01$) tek başına nisbi nem ile açıklanmaktadır. Analize günlük toplam yağış ikinci bir değişken olarak konulduğunda değişkenliğin açıklanan kısmının %77'ye ($R^2 = 0.772$; $P < 0.01$) yükseldiği görülmektedir (Şekil 4.20).



Şekil 4.22 İbre nem içeriğinin ölçülen değeri ile nisbi neme bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.

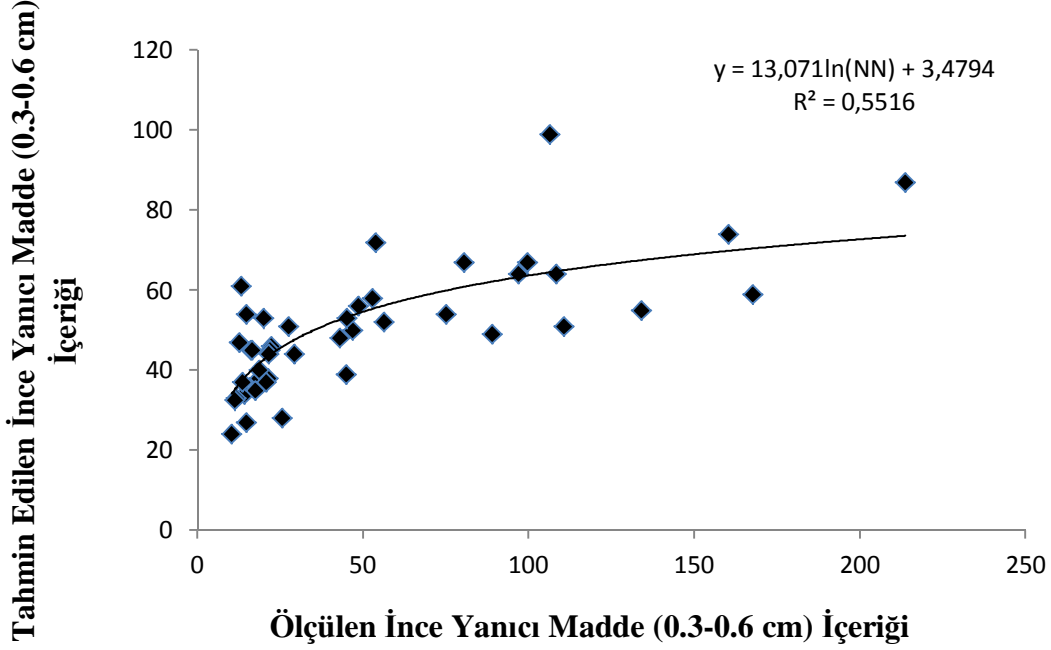
Mayıs – Haziran – Temmuz ayları 13.00 saat diliminde yapılan ölçümlerde çok ince yanıcı madde nem içeriğindeki değişkenlik üzerinde en etkili faktörlerin günlük toplam yağış ve nisbi nem miktarı olduğu görülmüştür. Çok ince yanıcı madde nem içeriğindeki değişkenliğin % 67’lik kısmı ($R^2 = 0.666$; $P < 0.01$) tek başına günlük toplam yağış ile açıklanmaktadır. Analize nisbi nem ikinci bir değişken olarak konulduğunda değişkenliğin açıklanan kısmının % 76’e ($R^2 = 0.758$; $P < 0.01$) yükseldiği görülmektedir (Şekil 4.21).



Şekil 4.23 Çok ince yanıcı madde nem içeriğinin ölçülen değeri ile günlük toplam yağış ve nisbi nem verilerine bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki logaritmik ilişki

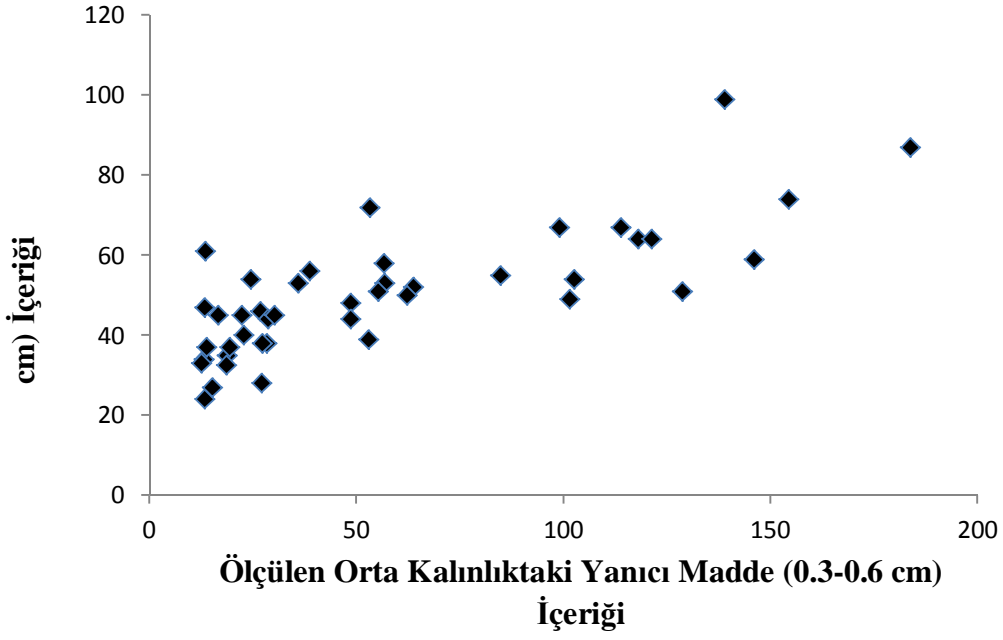
Mayıs – Haziran – Temmuz ayları 13.00 saat diliminde yapılan ölçümlerde ince yanıcı madde nem içeriğindeki en etkili faktörlerin nisbi nem, günlük toplam yağış ve yağış miktarının etkili olduğu görülmüştür. İnce yanıcı madde nem içeriğindeki değişkenliğin %52’lik kısmı ($R^2 = 0.523$; $P < 0.01$) tek başına nisbi nem ile açıklanmaktadır. Analize günlük toplam yağış ikinci bir değişken olarak konulduğunda değişkenliğin açıklanan

kısımının % 61'e ($R^2 = 0.612$; $P < 0.01$) yükseldiği görülmektedir. Analize yağış üçüncü bir değişken olarak konulduğunda değişkenliğin açıklanan kısmının % 67'ye ($R^2 = 0.670$; $P < 0.01$) yükseldiği görülmektedir (Şekil 4.22).



Şekil 4.24 İnce yanıcı madde nem içeriğinin ölçülen değeri ile nisbi neme bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki logaritmik ilişki.

Mayıs – Haziran – Temmuz ayları 13.00 saat diliminde yapılan ölçümlerde orta kalınlıktaki yanıcı madde nem içeriğindeki en etkili faktörlerin nisbi nem, günlük toplam yağış ve yağış miktarının etkili olduğu görülmüştür. Orta kalınlıktaki yanıcı madde nem içeriğindeki değişkenliğin % 60'lık kısmı ($R^2 = 0.597$; $P < 0.01$) tek başına nisbi nem ile açıklanmaktadır. Analize günlük toplam yağış ikinci bir değişken olarak konulduğunda değişkenliğin açıklanan kısmının % 71'e ($R^2 = 0.714$; $P < 0.01$) yükseldiği görülmektedir. Analize yağış üçüncü bir değişken olarak konulduğunda değişkenliğin açıklanan kısmının % 75'ye ($R^2 = 0.746$; $P < 0.01$) yükseldiği görülmektedir (Şekil 4.23).



Şekil 4.25 Orta kalınlıktaki yanıcı madde nem içeriğinin ölçülen değeri ile nisbi neme bağlı olarak tahmin edilen değerleri arasındaki ilişki.

Mayıs – Haziran – Temmuz ayları 13.00 saat diliminde yapılan ölçümlerde humus nem içeriğindeki en etkili faktörlerin nisbi nem, yağıştan sonra geçen gün sayısı ve günlük toplam yağış miktarının etkili olduğu görülmüştür. Humus nem içeriğindeki değişkenliğin % 34'lik kısmı ($R^2 = 0.344$; $P < 0.01$) tek başına nisbi nem ile açıklanmaktadır. Analize yağıştan sonra geçen gün sayısı ikinci bir değişken olarak konulduğunda değişkenliğin açıklanan kısmının % 48'e ($R^2 = 0.479$; $P < 0.01$) yükseldiği görülmektedir. Analize günlük toplam yağış üçüncü bir değişken olarak konulduğunda değişkenliğin açıklanan kısmının %56'ye ($R^2 = 0.556$; $P < 0.01$) yükseldiği görülmektedir.

Çizelge 4.18 Mayıs - Haziran - Temmuz 13.00 da yapılan ölçümler sonucu meteorolojik parametrelere bağlı yanıcı madde nem içeriklerini tahmin etmek için geliştirilen regresyon modelleri.

Bağımlı Değişken	Model	Sabit	Katsayılar			F	Sig.	R ²	Std. Hata
		a	b	c	d				
İbre	Y=a+b(NN)	-39,662	1,524	-	-	61,793	0,000	601	19,355
	Y=a+b(NN) + c(GTY)	-25,502	1,091	1,470	-	51,900	0,000	772	16,364
ÇİYM	lnY=a+bln(GTY)	30,872	3,887	-	-	39,285	0,000	489	34,049
	lnY=a+bln(GTY) + cln(NN)	-25,752	2,677	1,243	-	30,959	0,000	608	30,220
İYM	lnY=a+bln(NN)	3,479	13,070	-	-	-	-	551	-
	Y=a+b(NN)+ c(GTY)	-43,234	1,707	2,056	-	31,536	0,000	612	31,452
	Y=a+b(NN)+ c(GTY) + d(Yağış)	-42,191	1,641	2,152	55,851	26,412	0,000	670	29,366
OKYM	Y=a+b(NN)	-59,984	2,342	-	-	60,694	0,000	597	30,022
	Y=a+b(NN)+ c(GTY)	-37,792	1,685	2,232	-	49,890	0,000	714	25,607
	Y=a+b(NN)+ c(GTY) + d(Yağış)	-28,884	1,648	2,116	-3,222	38,095	0,000	746	24,453
Humus	Y=a+b(NN)	60,318	1,322	-	-	21,561	0,000	344	28,469
	Y=a+b(NN) + c(YSGS)	75,661	1,212	-4,911	-	18,376	0,000	479	25,692
	Y=a+b(NN) + c(YSGS) + d(GTY)	87,966	0,822	-4,539	1,355	16,282	0,000	556	24,015

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada, normal kapalı karaçam meşcerelerinde ölü örtü ve humus tabakasındaki yanıcı maddelerin nem içeriklerini hava hallerine bağlı olarak tahmin eden modeller geliştirilmiştir. Çalışmanın yapıldığı 2008 yılı Mayıs-Temmuz dönemi genellikle yağışlı geçmiştir. Bu bölümde Mayıs ayı verileri sabah, öğle ve akşam olarak ayrı ayrı tartışılacak, ardından Haziran ve Temmuz ayı verileri değerlendirilecek, son olarak da üç aylık dönemdeki öğle saatinde ölçülen veriler tartışılacaktır.

5.1 Mayıs Sabah 09.00 Ölçümleri

Mayıs ayı içerisinde sıcaklık ölçümleri 6.8 – 24.2 °C aralığında değişiklik göstermiş olup değişkenliğin aralığının büyük olduğu göze çarpmaktadır. Sıcaklıktaki bu değişkenlik nisbi neme de yansımıştır. Çünkü, sıcaklık ile nisbi nem ters orantılı olarak bir ilişki gösterir. Yapılan korelasyon analizinde (Çizelge 4.2) nisbi nem ile sıcaklık arasında ters ilişki olduğu ($r = - 0.455$) görülmektedir. Bunun neticesinde nisbi nem değerleri %35-%89 aralığında bir değişim göstermiştir. Günlük toplam yağış ise 0-11.5 mm aralığında değişmiş olup yağışlı olan günlerde yanıcı madde nem içeriğinin ciddi oranda artış gösterdiği göze çarpmaktadır. Yağışla birlikte nisbi nemde doğal olarak artış göstermiştir. Mayıs sabah 09.00 ölçümlerinde ibre nem içeriği % 8.1 - % 141.3 arasında değişirken sıcaklığın yüksek, nemin düşük ve yağışın olmadığı günlerde ibre nem içeriğinin %8'lere kadar düştüğü dikkati çekmektedir. Bu durum, Mayıs ayında uygun hava hallerinin oluşması durumunda tutuşmanın kolay olabileceği, diğer bir ifade ile yangın potansiyelinin söz konusu olacağını gözler önüne sermektedir. Nitekim, geçmiş yıllarda Nisan - Mayıs aylarında bu zaman diliminde çıkan orman yangınları mevcuttur (Bilgili ve Sağlam 2002). 0-0.3 cm kalınlığındaki çok ince yanıcı madde ile 0.3 – 0.6 cm arasında ki ince yanıcı madde nem içeriği aralığı göreceli olarak birbirine yakın değerler göstermiş sırasıyla %9 - %112, %9 - %169 değerleri arasında değişmiştir. Yapılan analizlerde özellikle, nisbi nem ile ibre ve çok ince yanıcı madde nem içeriği arasında kuvvetli bir ilişkisi söz konusu olmuştur ($r = 0.724$, $r = 0.715$). Zira, ibre ve ince yanıcı maddeler boyutlarından dolayı hızlı nem alıp verdiği için gerek havanın sıcaklığı, gerekse nisbi nemden çok çabuk etkilenmektedir. Bu durum bu zaman diliminde göze çarpmıştır. Bu zaman diliminde ibre ($R^2 = 0.61$), çok ince yanıcı madde ($R^2 = 0.630$), ince

yanıcı madde ($R^2 = 0.800$) ve orta kalınlıktaki yarıcı madde ($R^2 = 0.810$) nemi üzerinde en etkili faktör nisbi nem ve günlük toplam yağış olmuştur. İnce yarıcı madde nem içeriği (ibre ve ÇİYM)'nin tahmin edilmesi yangın davranış modelleri için anahtar bir bileşendir (Weise at al. 2005). Bu zaman diliminde, humus nem içeriğini tahmin etmek için geliştirilen modellerde sıcaklık, günlük toplam yağış, yağıştan sonraki gün sayısı ve nisbi nem miktarının etkili olduğu görölmüştür. Bu değişkenler kullanılarak geliştirilen tahmin modelinde humus nem içeriğindeki değişkenliğin açıklanan kısmının %86'ya yükseldiği görölmüştür. Özellikle humus tabakası, ölü örtü tabakasının altında oluğu için ilk bakışta sıcaklık ve nisbi nemden kısa sürede etkilenmemekle birlikte uzun dönemli periyotlarda sıcaklık ve nisbi nemden etkilenebilmektedir. Özellikle günlük toplam yağış ve yağıştan sonraki gün sayısı humus nemini doğrudan etkileyen diğer faktörler olarak ortaya çıkmıştır. Mayıs ayı içerisinde yağıştan sonra gün sayısı en fazla 9 gün olmuştur. 3.2 mm lik yağışla birlikte ibre nem içeriğinde ölçülen değer %71 olup yağıştan sonraki yedinci günde bu değer %13'lere düşmüştür. Sıcaklık koşullarının çok yüksek olmadığı göz önüne alındığında, bu düşüşün sıcak geçen Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında çok daha kısa sürelerde ve ani bir şekilde olacağı göz önünde bulundurulmalıdır. Dolayısıyla, Temmuz – Eylül ayları arasındaki periyotta gerçekleşecek düşük miktardaki yağışlar ince yarıcı madde nemini uzun süreli olarak yükseltmeyecek olup, yangın amirleri yapacağı planlamalarda bu durumları mutlaka dikkate almalıdır.

5.2 Mayıs Öğle 13.00 Ölçümleri

Mayıs ayı içerisinde sıcaklık ölçümleri 12.3 – 26.9 °C aralığında değişiklik göstermiş olup, sıcaklıktaki bu değişkenlik aralığının mayıs sabaha nazaran biraz daha düşmüş olduğu görölmektedir. Bu durum, öğle saatlerindeki sıcaklık değerlerinde çok fazla farklılıkların olmamasından kaynaklanmaktadır. Zira öğle vaktinde (12.00 – 14.00) genellikle meteorolojik parametreler çok fazla farklılık göstermez. Nisbi nem değerleri ise %24 - %72 aralığında değişim göstermiştir. Nisbi nem değerinin sıcaklığa bağlı olarak sabahki değerlere oranla daha düşük olduğu dikkati çekmektedir. Özellikle nisbi nem değerinin %30'ların altına düştüğu durumlarda yangın çıkma potansiyeli göz önünde bulundurulduğunda Mayıs ayı öğlen verilerine göre yangın çıkma potansiyelinin söz konusu olduğu görölmektedir. Günlük toplam yağış ise 0 - 9 mm aralığında değişmiştir. Sabah verilerine göre sıcaklıktaki artış ve

nisbi nemdeki düşüş yanıcı madde nem içeriğine de yansımıştır. Mayıs sabah verilerine göre en düşük sıcaklıktaki yüzde yüze yakın bir artış ve en düşük nemdeki %30'a yakın bir azalış en düşük ibre nem içeriğinde %2'ye yakın bir azalmaya en yüksek nem içeriğinde %90'a yakın bir azalmaya sebep olmuştur. İbre nem içeriği %6.9 - %75.6 arasında ÇİYM nem içeriği %8.9 - %88.1 arasında, İYM nem içeriği %10.3- %56.3 arasında, OKYM nem içeriği %12.5 - %63.7 arasında değişmiştir. Burada özellikle 0.3 cm'den kalın çaplı dallardaki nem içeriği değişiminin ibre ve 0.3 cm den ince çaplı dallardaki nem içeriğine göre daha az olduğu görülmektedir. Çünkü, kalın çaplı materyaller boyutlarından dolayı nemi yavaş alır ve yavaş bırakır (Bilgili 1998). Bu çalışmanın sonucunda da kalın çaplı materyallerin nem içeriği değerlerinde bu durum göze çarpmaktadır. Bundan dolayı, yangın davranışı çalışmalarında hem nem değişiminin hızlı gözlemlendiği hem de yangın anında kolay tüketildiği için ince yanıcı maddeler dikkate alınmaktadır. Yağışa bağlı nisbi nem değeri artmakla beraber, sıcaklığın etkisi ile bu artışın tolere edildiği elde edilen verilerden anlaşılmaktadır. Zira öğle saatlerinde ki sıcaklık değerlerinin sabah saatlerine oranla yüksek olması neticesinde öğle saatindeki nisbi nem değerini sabaha oranla önemli oranda düşürmüştür. Mayıs öğlen 13.00 ölçümlerinde ibre nem içeriği %6.9, ÇİYM nem içeriği %8.9, İYM nem içeriği %10.3 gibi oldukça düşük alt değerlerden başlamıştır. Bu durum mayıs ayında uygun hava hallerinin oluşması durumunda tutuşmanın kolay olabileceği, diğer bir ifade ile yangın potansiyelinin söz konusu olacağını gözler önüne sermektedir. Yapılan analizlerde, ibre ve çok ince yanıcı madde nem içeriğindeki değişkenliği etkileyen en önemli faktörlerin günlük toplam yağış ve sıcaklık olduğu görülmüştür. İbre nem içeriğindeki değişkenliğin %61'lik kısmı günlük toplam yağış ile açıklanırken sıcaklıkla birlikte değişkenliğin açıklanan kısmının %75'e çıktığı görülmektedir. Bu durumu şu şekilde ifade etmek mümkündür. Yağışın olmadığı durumlarda sıcaklık ve nisbi nem yanıcı madde nem içeriğini etkilerken, yağışın olduğu durumlarda yağış tek başına yanıcı madde nemini etkileyen hakim faktör olmaktadır. Diğer bir ifadeyle yağış, sıcaklık ve nisbi nem yanıcı madde nemi üzerindeki etkisini ortadan kaldırmaktadır. Bu durum literatür bilgileriyle örtüşmektedir (Viney 1991, Matthews 2006, Gonzalez et al. 2009). Bu zaman diliminde humus nem içeriğini tahmin etmek için geliştirilen modellerde, sıcaklık ve yağıştan sonraki gün sayısının etkili olduğu görülmüştür. Bu değişkenler kullanılarak (YGS+sıcaklık) geliştirilen tahmin modelinde humus nem içeriğindeki değişkenliğin açıklanan kısmının %69'a yükseldiği görülmüştür.

5.3 Mayıs Akşam 17.00 Ölçümleri

Akşam 17.00’de meteorolojik değerlerden sıcaklığın azalması ve nisbi nemin artmasına bağlı olarak yanıcı madde nem içeriklerinde de nispeten bir artış gözlenmiştir. Yapılan çalışmada sabah değerleri ile akşam değerleri arasında bir benzerliğin olduğu göze çarpmaktadır. Saat 17.00’de ölçülen günlük toplam yağış o günkü en yüksek değer olduğundan (0 – 11.5mm) dolayı yanıcı madde nem içeriğini en çok etkileyen faktörün günlük toplam yağış miktarı olduğu görülmektedir. Günlük toplam yağış miktarı, ibre nem içeriğindeki değişkenliğin %80’ini, ÇİYMN içeriğindeki değişkenliğin %68’lik kısmını tek başına açıklamaktadır. Humus nem içeriğinin tahmin etmek için geliştirilen modelde, yağıştan sonraki gün sayısı etkili olmuştur. YSGS değişkeni kullanılarak geliştirilen tahmin modelinde humus nem içeriğindeki değişkenliğin açıklanan kısmının %41 olduğu görülmektedir.

5.4 Haziran Öğle 13.00 Ölçümleri

Haziran ayında yapılan ölçümler sırasında mevsime bağlı olarak sıcaklıkta artış ve nisbi nemde azalmalar görülmüştür. Bununla birlikte, yine bu dönem de mayıs ayında olduğu gibi yağışlı geçmiştir. Günlük toplam yağış miktarı 0-27 mm arasında değişmekte olup mayıs ayına oranla yağıştaki artış dikkat çekmektedir. Nitekim yapılan korelasyon analizlerinde günlük toplam yağış ve nisbi nem ile tüm yanıcı madde kategorileri nem içerikleri arasında kuvvetli bir (Çizelge 4.11) ilişki göze çarpmaktadır. İbre nem içeriğindeki değişkenlik %88’lik bir oranla nisbi nem tarafından açıklanırken, ÇİYM nem içeriğindeki değişkenlik %86 oranında yine aynı değişken tarafından açıklamaktadır. Benzer durum ÇİYM nem içeriğindeki değişkenliğin açıklanmasında da görülmektedir. İYM nem içeriğindeki değişkenliğin %87’lik kısmı yine aynı değişken olan nisbi nem tarafından açıklanmaktadır. Özetle; ibre, ÇİYM, İYM nem içeriğindeki değişkenlik tek başına nisbi nem tarafından açıklanmaktadır. Haziran 13.00’de yapılan ölçümler sonucu elde edilen yanıcı madde nem içeriği değerlerinin, Mayıs ayı 13.00 verilerine göre daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Bunun en önemli sebebi, haziran ayında görülen yağış miktarının mayıs ayına oranla çok daha fazla olmasıdır. Her ne kadar haziran ayının sıcaklık değerleri mayıs ayı sıcaklık değerlerine göre yüksek olsa da, sıcaklığın etkisi toplam yağış miktarı tarafından ortadan kaldırılmıştır. Bu ayda GTY 0 – 27.0 mm değerleri arasında olup, humus nem içeriğini tahmin etmek için

geliştirilen modellerde GTY etkili olduğu görülmüştür. GTY kullanılarak geliştirilen tahmin modelinde, humus nem içeriğindeki değişkenliğin açıklanan kısmının %90 olduğu görülmektedir. Zira, humus nem içeriğini en çok etkileyen faktörlerden biri de yağış olmaktadır. Bu çalışmanın sonucunda da bu durum görülmüştür.

5.5 Temmuz Öğle 13.00 ölçümleri

Temmuz ayında yapılan ölçümler sırasında mevsime bağlı olarak sıcaklıkta artış (16-26 °C) gözlenmesine rağmen yağışa bağlı olarak nisbi nemde haziran ayında olduğu gibi yükselme (%49 - %99) göze çarpmaktadır. Çalışma süresince en yüksek günlük toplam yağış değeri (0-33.1 mm) temmuz ayında ölçülmüştür. Bu dönemde haziran ayında olduğu gibi yağışlı geçmiştir. GTY'ın diğer aylara oranla, bu ayda en yüksek değer sahip olduğu (0-33.1mm) görülmektedir. Nitekim yapılan korelasyon analizinde günlük toplam yağış miktarı ile ÇİYM nem içeriği arasında kuvvetli bir ilişki bulunmuştur (Çizelge 4.14). İbre nem içeriğindeki değişkenliğin %78'lik kısmı nisbi nem ile açıklanırken, günlük toplam yağışla birlikte nisbi nemin yer aldığı analizde değişkenliğin açıklanan kısmının %88'e yükseldiği görülmektedir. Bunun en önemli sebebi, yağışa bağlı olarak nisbi neminde artmasıdır. Bu artıştan ince yanıcı maddeler çok daha fazla etkilenmektedir. Yapılan regresyon analizleri sonuçları da bu durumu doğrulamaktadır. İbre nem içeriğinde olduğu gibi ÇİYM, İYM, OKYM ve humus nem içeriğini GTY etkilemiştir. Yukarıda da görüldüğü gibi yağışa bağlı olarak nisbi nemde artış görülmekte yağışlı dönemlerde sıcaklığın etkisi genellikle ortadan kalkmakta yağış tek başına hakim faktör olmaktadır.

5.6 Mayıs – Haziran – Temmuz Öğle 13.00 ölçümleri

Mayıs – Haziran – Temmuz aylarında alınan tüm örnekler bir arada analiz edildiğinde özellikle nisbi nem ve günlük toplam yağışın etkili faktörler olduğu görülmektedir. Nitekim, gerek mayıs, gerek haziran, gerekse temmuz ayının nispeten yağışlı olmasından dolayı bu faktörlerin etkisi ortaya çıkmıştır. Halbuki, yağışın olmadığı durumlarda sadece sıcaklık ve nisbi neme bağlı olarak yanıcı madde neminde değişimler söz konusu olmaktadır. Bu durum literatür çalışmalarında da göze çarpmaktadır (Viney 1991, Sağlam 2002, Aguado et al. 2007, Gonzalez et al. 2009). Yukarıda da belirtildiği gibi yağış, sıcaklığın etkisini oradan

kaldırılmıştır. İbre nem içeriğinin tahmin edilmesi için geliştirilen modelde, değişkenliğin %60'lık kısmının tek başına yağış ile açıklandığı, günlük toplam yağışla birlikte %77'lik kısmının açıklandığı görülmektedir. Benzer durum çok ince yanıcı madde ve ince yanıcı madde nem içeriklerinin tahmin edilmesi için geliştirilen modellerde de görülmüştür. Humus nem içeriğinin tahmin edilmesi için geliştirilen modelde de nisbi nem, yağış ve yağıştan sonra geçen gün sayısı etkili faktörler olmuştur. Bu üç değişkenin bir arada kullanılarak yapılan analizde, humus nem içeriğindeki değişkenliğin %56'lık kısmı açıklanmıştır. Humus tabakası ölü örtü tabakası altında yer aldığı için yağış ve yağıştan sonra geçen gün sayısı humus nemi üzerindeki etkisini göstermiştir.

İnce yanıcı madde nem içeriklerinin tahmin edilmesi için yapılan çalışmalarda Nelson (2000), Matthews (2006), Viney (1991), Simard (1968), Wagner (1972), Gonzalez et al. (2009), Aguado (2007) geliştirdikleri modellerde en etkili faktörlerin sıcaklık ve nisbi nem olduğu bilinmektedir. Çalışmaların yapıldığı periyotlarda çok fazla yağışın olmaması bu değişkenlerin ince yanıcı madde nemi üzerinde etkili olmasını sağlayan en önemli faktörlerden biridir. Sağlam (2002) yaptığı çalışmada ince yanıcı madde nemi üzerinde en etkili faktörlerin sıcaklık faktörü, yağış ve nisbi nem olmuştur. İnce yanıcı madde nemindeki değişkenlik %90 oranında açıklanmıştır. Ölü örtü ve humus nem içeriğinin için yapılan bu çalışmada, özellikle günlük toplam yağış ve nisbi nemin yanıcı madde nem içeriklerinin değişimi üzerinde en fazla etkili olan faktörler olduğu ortaya çıkmıştır. Bu çalışma kapsamındaki ibre nem içeriğindeki değişkenliğin açıklanan kısmı %52 - %88 arasında değişiklik göstermiştir. Bu değer, Nelson (2000) yaptığı çalışma sonucu ile ($R = 0.750$) ve Aguado et al (2007) yaptığı çalışmayla ($R^2 = 0.570$) benzerlik göstermektedir. Her iki çalışmada da sıcaklık ve nisbi nem etkili olmuştur. Görüldüğü gibi, literatürde belirtilen çalışmalarda özellikle ince yanıcı madde nemi üzerinde sıcaklık ve nisbi nemin etkisi söz konusudur. Bu çalışmada ise sıcaklığın etkisi görülmemiştir. Bunun en büyük sebebi, çalışmanın yapıldığı dönemlerin yağışlı olması ve buna bağlı olarak da yağışın sıcaklığın etkisini ortadan kaldırmasıdır. Yanıcı madde nem içeriklerindeki değişimlerin daha iyi yakalanması için daha uzun periyotlarda ve birkaç yıl boyunca farklı hava hallerinin hakim olduğu zamanlarda örnekler alınarak farklı türler için benzer çalışmalar yapılabilir.

Sonuçlar irdelendiğinde, sıcaklık ve nisbi nemin çok değişmedi sürece yağışlardan sonra nem içeriğinin giderek azaldığı görülmüştür. Çalışma süresi boyunca kaydedilen en yüksek

yağıştan sonra gün sayısı 9 gün olmuştur. Literatürde belirtildiği gibi ibre neminin yağıştan sonra ancak 12. günden itibaren değişmediği (Van Wagner 1987, Sağlam 2002) ifade edilmektedir. Bu çalışmada, böyle bir sonuç elde edilmemiştir. Zira, en yüksek YSGS 9 olmuştur. Yağışlı günlerden sonra nem içeriğindeki değişimlerin yakalanması için özellikle sıcaklık ortalamasının yüksek olduğu bölgelerde bu gibi çalışmalar yağış sezonunun içine kaydırılarak yapılmalıdır.

Bu çalışma ile ortaya konulan yanıcı madde nem içerikleri tahmin modelleri, yangın tehlike oranları sisteminin ana bileşenlerinden biri olan meteorolojik yangın indeksi sistemini içerisinde kullanılabilecektir. Geliştirilen tahmin modelleri, sadece yanıcı madde nem içeriklerinin ve yangın potansiyelinin günlük olarak tahmin edilmesinde değil, aynı zamanda benzer şartlarda yapılacak yangın davranışının tahmin edilmesi çalışmalarında da kullanılacaktır. Ölü örtü ve humus yanıcı madde nem içeriklerinin tahmin edilmesi için geliştirilen modeller, benzer alanlarda yanıcı madde nem içeriklerinin tahmin edilmesinde kullanılabilecektir.

Elde edilen veriler ve geliştirilen modeller, hava hallerine bağlı olarak ölü örtü ve humus nem içeriğinin tahmin edilmesinde kullanılabileceği gibi, hava hallerindeki değişime bağlı olarak yangın çıkma potansiyeli hakkında da fikir verebilecektir. Bunun yanında, yangın amirlerine günlük gözetleme faaliyetlerinin ve yangın ekiplerinin konuşlandırılacağı yerlerin belirlenmesinde yardımcı olacaktır. Böylece, yangın potansiyelinin yüksek olduğu günlerde yangın organizasyonu daha dikkatli olarak çıkabilecek bir yangına karşı hazırlıklı olacaktır. Yangın ilk müdahale ekipleri alarm durumunda olacağı için, yangınların söndürülmesinde çok önemli olan ilk müdahale süresinin kısaltılmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Aguado, I., Chuvieco, E., Boren, R., Nieto, H., 2007. Estimation of dead fuel moisture content from meteorological data in Mediterranean areas. Applications in fire danger assessment. Department of Geography, University of Alcalá Colegios, 2, E-28801 Alcalá de Henares, Spain.
- Alexander, M.E. 2000. Fire Behavior as a Factor in Forest Fire Suppression, Forest Research, Rotorua, in Association with the New Zealand Fire Service Commission and the National Rural Fire Authority, Wellington.
- Bilgili, E., 1995. Kanada Orman Yangınları Tehlike Oranı Sistemi ve Türkiye’de Uygulanabilme İmkanları, Orman Yangınlarının Önlenmesi ve Mücadelesi Semineri, Orman Bölge Müdürlüğü, İstanbul.
- Bilgili, E. 2000. Orman yangınları tehlike oranları sistemine doğru. T.C. Orman Bakanlığı Teknik Bülten. s 13-14
- Bilgili, E., Sağlam, B. 2002. Orman Yangınlarıyla Mücadele Çalışmaları Kapsamında 2000 Yılı Yangınlarının Değerlendirilmesi. II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi 15-18 Mayıs 2002, Artvin.
- Blackmarr, W.H. 1972. Moisture Content Influences Ignitability of Slash Pine Litter USDA For. Serv. Note SE-173.
- Bryam, G.M. 1954. Atmospheric Conditions Related to Blowup Fires, U.S. Forest Serv. Fire Control and Use McGraw-Hill. New York.
- Burgan, R.E., Rothermel, R.C. 1984. Behave: Fire Behavior Prediction and Fuel Modeling System – Fuel Subsystem. USDA: For. Serv. Gen. Tech. Rep. INT 167.
- Burgan, R.E. 1987. A Comparison of procedures to estimate fine dead fuel moisture for fuel behaviour predictions. South Africa Forestry Journal 142: 3440.
- Byers, H.R. 1944. General Meteorology, McGraw-Hill Book Company, Inc. New York.
- Çanakçıoğlu, H. 1993. Orman Koruma, İ.Ü. Orman Fakültesi, İ.Ü. Yayın No: 3624, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 411, İstanbul.
- Caramelle, P., Clement, A. 1978. Inflammabilité et combustibilité de végétation méditerranéenne. Mémoire de troisième année. I.N.R.A. Station de Sylviculture méditerranéenne. 158 p.
- Chandler, C., Cheney, P., Thomas, P., Thraubaud, L., Williams, D. 1991. Fire in Forestry Volume: 1, Chapter 2, 31-54, U.S.A.

- Chrosiewicz, Z. 1986. Foliar moisture content variations in four coniferous tree species of Central Alberta Canadian Journal of Forest Research 16: 157-162.
- Chu, PS., Yan. W., Fujioka, F. 2002. Fire Climate Relationship and Long Lead Seasonal Wildfire Prediction for Hawaii. International Journal of Wildland Fire. 25-31 Hawaii
- Countryman, C.M. 1974. Moisture in Living Fuels Affects Fire Behavior, Fire Management, Volume:2 U.S. Department of Agriculture.
- Crane, W. J. B., 1982. Computing Grassland and Forest Fire Behavior, Relative Humidity And Drought Index by Pocket Calculator, Aust. For.
- Defant, F. 1951. Local Winds, Compendium Meteorology, American meteorological Society, Waverly Press, Inc. Baltimore.
- Ferguson, S.A., Ruthford, J.E., McKay, S.J. Wright, D., Wright, C., Ottamar, R. 2002. Measuring moisture Dynamics to predict fire severity in longleaf pine forests. CSIRO Publishing Po Box 1139 (150 Oxford Street) Collingwood, Victoria 3066 Australia.
- Fischer, W.C., Hadry C.E. 1976. Fire – Weather Observes Handbook, U.S. For. Serv. Agric. Handbook No: 494
- Gisborne, H.T. 1941. How the Wind Blows in The Forest of Northern Idaho, U.S. For Serv. North. Rocky Mt. Forest and Range Expt. Sta.
- Gonzalez, A.D.R., Hidalgo, J.A.V., Gonzalez, J.G.A. 2009. Construction of empirical models for predicting Pinus sp. Dead fine fuel moisture in NW Spain. I: Response to changes in temperature and relative humidity. Departamento de Ingeniería Agroforestal, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Santiago de Compostela, E-27002 Lugo, Spain.
- Hartford, R.A., Rothermel, R.C.. 1991. Fuel moisture as measured and predicted during the 1988 fires in Yellowstone Park. United States Department of Agriculture. Forest Service, Research Note INT-396. Intermountain Research Station, Ogden, Utah. 7 p.
- Hatton, T.J., Viney N.R., Catchpole E.A., De Mestre N.J., 1988. The influence of soil moisture on eucalyptus leaf litter moisture. Forest Science 34(2): 292-301.
- Johnson, V.J. 1966. Seasonal fluctuation in moisture content of pine foliage. United States Department of Agriculture. Forest Service. Research Note NC-11. North Central Forest Experiment Station, St. Paul, Minnesota. 4 p
- Küçük, Ö., Sağlam B., 2004. Orman Yangınları ve Hava Halleri, Kastamonu Orman Fakültesi Dergisi, 220-231
- Küçük, Ö., Bilgili, E., Dinç, Durmaz., B, Sağlam B, Baysal İ, 2009. “Örtü yangınının tepe yangınına geçişinde etkili olan faktörler”, Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 80-85.

- Loomis, R.M., Main W.A.. 1980. Comparing jack pine slash and forest floor moisture contents and National Fire Danger Rating System predictions. United States Department of Agriculture, Forest Service. Research Paper NC- 189. North Central Forest Experiment Station, St. Paul, Minnesota 10 p.
- Martin, L.M.E., Lara C.H.. 1989. Inflamabilidad y energia de las especies & sotobosque. Instituto de Investigaciones Agrarias. Madrid. 99 p.
- Matthews, S. 2006. A process-based model of fine fuel moisture. *International Journal of Wildland Fire*, 2006.
- McArthur, A. G., 1966. Forest Fire Danger Meter, Mk4. For. and Timber Bur., For. Res. Dist. Canberra. McArthur, A. G. 1967, Fire Behavior in Eucalypt Forests, Commonwealth of Australia, Forestry and Timber Bureau, Leaflet.
- McRae D.J., Alexander, M.E., Stocks, B.J. 1979. Measurement and Description of Fuels and Fire Behavior on Prescribed Burn: A Handbook, Evion. Can. For. Serv. , Great Lakes For. Res. Cent. Sault Ste. Marie, Ontario. Rep. O-X 287.
- Montgomery, K.R., Cheo, P.C., 1971. Effect of Nitrogen Source on Growth of Eucalyptus in Sand Culture, *Aust. J. Bot.* 19, 125-141.
- Nelson R.M., Jr 2000. Prediction of diurnal change in 10-h fuel stick moisture content. *Canadian Journal of Forest Research* 30, 1071–1087. doi:10.1139/CJFR-30-7-1071
- Noble, I. R., Bary, G. A. V., Gill, A. M., 1980. McArthur's Fire-Danger Meters Expressed as Equations, *Aust. J. Ecol.* 5, 201-203.
- Philpot, C.W., Mutch R.W.. 1971. The seasonal trends in moisture content, ether extractives, and energy of ponderosa pine and douglas-fir needles. United States Department of Agriculture, Forest Service. Research Paper INT-102. Intermountain Forest and Range Experiment Station Ogden, Utah. 21 p.
- Pook, E.W., Gill A.M. 1993. Variation of Live and Dead Fine Fuel Moisture in *Pinus radiata* Plantations of the Australian Capital Territory. CSIRO Division of Plant Industry, P.O. Box 1600, Canberra City, A.C.T., Australia 2601.
- Ryan, W.C. 1977. A Mathematical Model for Diagnosis and Prediction of Surface Winds in Mountainous Terrain, *J. Appl. Met.* 16, 571-584
- Schroeder, M.J., Buck, C.C. 1970. Fire Weather A Guide for Application of Meteorological Information to Forest Fire Control Operations. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Idaho.
- Sağlam, B., Bilgili, E. 2002. Maki Tipi Yanıcı Maddelerde Yanıcı Madde Miktarının Belirlenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Trabzon.

- Sağlam, B. 2002. Meteorolojik Faktörlere Bağlı Yanıcı Madde Nem İçerikleri ve Maki Tipi Yanıcı Maddelerde Yangın Davranışı. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Trabzon.
- Shard, A.J. 1968. The moisture content of forest fuels – III moisture content variation of fast responding fuels below the fibre saturation point. Forest Fire Research Institute, Information Report FF-X-16. Ottawa, Ontario. 46 p.
- Sharples, J.J., McRea R.H.D. Weber, R.D. Gill, A.M. A Simple Index For Assessing Fuel Moisture Contents. School of Physical, Environmental and Mathematical Sciences, University of New South Wales at the Australian Defence Force Academy, Canberra ACT 2600, Australia.
- Simard, A.J. 1968 The moisture content of forest fuels – I. A review of the basic concepts. Canadian Department of Forest and Rural Development, Forest Fire Research Institute, Information Report FF-X-14. (Ottawa, ON)
- Trabaud, L., 1976. Inflammabilité et Combustibilité des Principales Espèces de la Garrigue. *Oecol. Plant.* 11, 117-136.
- OGM, 2008. Orman Yangınları İle Mücadele Faaliyetleri Değerlendirme Raporu, 2008 Yılı Eylem Planı, T.C. Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- OGM, 2009. Orman Yangınları İle Mücadele Faaliyetleri Değerlendirme Raporu, 2009 Yılı Eylem Planı, T.C. Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Olsen, J.M., 1960, Cistus, Fuel Moisture and Flammability, U.S. For. Serv. Res. Note PSW-159.
- Valette, J.C. 1986. Inflammabilité, teneur en eau et turgescence relative de quatre espèces forestières méditerranéennes. In: *Seminaire sur les méthodes et matériaux utilisés pour prévenir les incendies de Forêt*. Valencia, 30 Sept - 4 Oct, 1986, p. 98-107.
- Van Wagner, C.E. 1969. A simple fire growth model. *Forestry Chron.* 45:103-104.
- Van Wagner, CE 1972. Equilibrium moisture contents of some fine forest fuels in eastern Canada. Canadian Forestry Service, Petawawa Forest Experimental Station, Information Report PS-X-36. (Chalk River, ON)
- Vega, J.A., Casal M., 1986. Contraste de estiradores de humedad del combustible forestal fino muerto en Montes Arbolados de Galicia (N'W de España). In: *Documentos del Seminario sobre métodos Equibos para la Prevención de incendios Forestales*. ICONA, Instituto Nacional para la Conservación & la Naturaleza, Valencia, 30 Sept - 4 Oct, 1986. p. 94-97.

- Viegas, X.D. 2000. Moisture Content of Fine Forest Fuels and Fire Occurrence in Central Portugal. Grupo de Meccinica dos Fluidos - F.C.T.U.C. Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- Viney, N.R., Hatton T.E. 1989. Assessment of existing fine fuel moisture models applied to eucalyptus litter. *Australian Forestry*, 52(2):82-93.
- Viney, N.R. 1991. A Review of Fine Fuel Moisture Modelling. Mathematics Department, University College, University of New South Wales, Canberra, Australian Capital Territory 2600, Australia.
- Williams, D.E. 1963. Forest Fire Danger Manual. Dept. Of Forestry, Canada.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Erdoğan KARAOĞLU

Doğum Yeri : Araç

Doğum Tarihi : 18.03.1981

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Kastamonu Göl Öğretmen Lisesi 1999

Lisans : Gazi Üniversitesi 2006

Yüksek Lisans : Kastamonu Üniversitesi 2010

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : Orman Genel Müdürlüğü 2006

Yayınları (SCI ve diğer) : -