

**T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KASTAMONU ORMANLARINDA RÜZGÂR ZARARLARININ
MAKSİMUM ENTROPİ YÖNTEMİ İLE MODELLENMESİ**

Pakize TORUN

**Danışman
Jüri Üyesi
Jüri Üyesi**

**Dr. Öğr. Üyesi Arif Oğuz ALTUNEL
Dr. Öğr. Üyesi Muammer ŞENYURT
Dr. Öğr. Üyesi Oytun Emre SAKICI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

KASTAMONU – 2018

TEZ ONAYI

Pakize TORUN tarafından hazırlanan "**Kastamonu Ormanlarında Rüzgâr Zararının Maksimum Entropi Yöntemi İle Modellenmesi**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve **oy birliği** ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

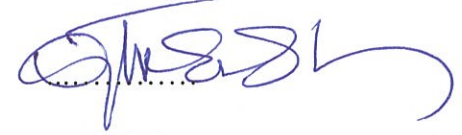
Danışman Dr. Öğr. Üyesi Arif Oğuz ALTUNEL
Kastamonu Üniversitesi



Jüri Üyesi Dr. Öğr. Üyesi Muammer ŞENYURT
Çankırı Karatekin Üniversitesi



Jüri Üyesi Dr. Öğr. Üyesi Oytun Emre SAKICI
Kastamonu Üniversitesi



03/07/2018

Enstitü Müdür V. Doç. Dr. Mehmet Altan KURNAZ



TAAHHÜTNAME

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


Pakize TORUN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KASTAMONU ORMANLARINDA RÜZGÂR ZARARLARININ MAKSİMUM ENTROPİ YÖNTEMİ İLE MODELLENMESİ

Pakize TORUN
Kastamonu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Arif Oğuz ALTUNEL

İklimsel aşırılıklar, canlılar üzerinde alışık olmadıkları koşullar yarattıklarından dolayı bazı olumsuzluklar meydana getirmektedirler. Bunlardan biri olan rüzgârlar, şiddeti yüksek ve uzun süreli yaşandığında, ağaçlar ve orman üzerinde, münferit ya da meşcere boyutunda kapsamlı hasarlara sebep olmaktadır. Zararın derecesi ağaçların yetişmekte olduğu ortam koşullarına bağlı olarak, kökten sökülüp devrilmekten, gövdeden kırılmaya ve eğilmeye kadar değişen üç kategoride değerlendirilmektedir. Zararın şiddeti ve kapsamı, diğer meteorolojik etmenlerin de katılımı ile felaket düzeyine ulaşabilmektedir. Meşcereler olgunlaştıkça, uygulanan silvikültürel müdahaleler sonucu, bütünlüğünü çoğu zaman kaybetmekte ve ansızın beliren beklenmedik bir rüzgârın yıkıcı etkilerine yakalanabilmektedirler. Doğa olaylarına müdahale edilemeyeceğinden dolayı, rüzgâr estiğinde zarar oluşmasına sebep olan faktörlerin neler olduğunun anlaşılması, karar vericilere stratejiler geliştirebilmeleri için fayda sağlayacaktır. Zararın derecesi alınacak tedbirlerle hafifletilebilir. Bu çalışmada, Kastamonu ormanlarındaki 15 Mart 2013 tarihinde yaşanan şiddetli fırtına sonucu oluşan büyük boyutlu zararın oluşmasında etkili olan çevresel faktörlerin belirlenmesi ve rüzgâr risk haritasının oluşturulması hedeflenmiştir. Analizler sonucu, bonitet sınıfı, yağış ve meşcere tiplerinin, zararın şiddetine etki seviyesinin diğer değişkenlere kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bonitet sınıfında I durumundaki yetişme ortamlarındaki riskten daha çok etkilendiği sonucu ortaya konulmuştur. Yağışta ise fırtına zararı gerçekleşmeden birkaç gün önceki yağışların toprağı doymun hale getirerek, gevşetmesi sonucu fırtına zararı riskini yükselttiği belirlenmiştir. Meşcere tiplerinde, saf ibreli ve ibreli karışımlarının riskten en çok etkilendiği sonucu bulunmuştur. Fırtına zararı gerçekleşen alanların kategorize edilmeden tamamının risk modellenmesi oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Meşcere Dinamikleri, Rüzgâr Zararı, Topoğrafya, CBS

2018, 112 sayfa
Bilim Kodu: 1205

ABSTRACT

MSc. Thesis

MODELLING OF WINDSTORM DAMAGE ON KASTAMONU FORESTS USING MAXIMUM ENTROPY METHODOLOGY

Pakize TORUN
Kastamonu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forestry Engineering

Supervisor: Assit. Prof. Arif Oğuz ALTUNEL

Since climatic anomalies create conditions to which living organisms are not accustomed, unexpected results are likely to be expected. One such anomaly, excessive wind, when experienced unexpectedly, constitute serious damage in tree(s) as well as in stands. The level of the damage changes from uprooting to breakage and lean. When the other meteorological factors contribute further, the results can become catastrophic. The coniferous stands are more susceptible to strong winds. The sylvicultural practices may exacerbates the damage further because the continuity of the stand dynamics is broken as the management strategies are applied. Since there is no way of eliminating or altering the meteorological phenomena's, it will be best to understand the factors affecting the damage, so decision makers will have a upper hand in shaping the management strategies. The extend of the damage can be reduced, employing the precautions. Both coniferous and deciduous stand might face such destruction during any stage of their development cycle. In this particular study, the environmental factors affecting the outcome of fierce wing occurred on the 15 March 2013 were analyzed. The results showed, the site index, precipitation and the stand characteristics were the important factors, deteriorating the devastation. The site class I was the hardest hit according to the environmental factor evaluation. Precipitation was found significant because heavy precipitation consecutively occurred three days prior to the damage, saturated the soil weakening the bond trees had with the soil. Variations including coniferous tree species were also the ones affected heavily from the storm damage. It was concluded that it would be best not to categorize the damage types and run such models depending upon the spatial distribution of similar damages.

Key Words: Stand Stability, Wind Damage, Topography, CBS

2018, 112 pages

Science Code: 1205

TEŞEKKÜR

Öncelikle, yüksek lisans çalışmamın araştırma süresinden itibaren sürekli desteği, sabrı, motivasyonu ve vizyonunu her zaman benimle paylaşan değerli tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Arif Oğuz ALTUNEL'e içten teşekkür eder, şükranlarımı sunarım. Onun rehberliği, bu tezin her aşamasında bana yardımcı oldu.

Danışmanımın yanı sıra, tezin çeşitli aşamalarında yorumlarını ve cesaretlendirmeleri nedeniyle, aynı zamanda araştırmamı çeşitli bakış açıları ile genişletmemi sağlayan ilgilerini, görüşlerini, önerilerini ve yorumlarını esirgemeyen jüri üyelerim Dr. Öğr. Üyesi Oytun Emre SAKICI'ya, Dr. Öğr. Üyesi Muammer ŞENYURT'a, Arş. Gör. Dr. Alper BULUT'a ve Öğr. Gör. Alper ERTÜRK'e samimiyetimle teşekkür ederim.

Daima yardımlarıyla ve kalpleriyle yanımda olan değerli arkadaşlarım; Sezai BAŞER'e, Begüm ASLAN'a ve Sıla YEŞİLOĞLU'na yürekten teşekkür ederim.

Veri temini aşamasında sağladıkları destekten dolayı Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü ve Kastamonu Meteoroloji Müdürlüğü'ne teşekkür ederim.

Son olarak, tezin araştırılması ve yazılması sürecinde beni teşvik eden ve benim için dua eden anneme, abilerime ve teyzelerime çok derinden teşekkür ederim.

Pakize TORUN
Kastamonu, Temmuz, 2018

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	xi
TABLolar DİZİNİ	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ	xvi
GRAFİKLER DİZİNİ	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1. Ormanlarda Rüzgâr ve Fırtına Zararı	2
1.2. Fırtına Zararlarını Etkileyen Faktörler	4
1.2.1. Rüzgâr Hızı.....	4
1.2.2. Yükseklik.....	5
1.2.3. Eğim.....	5
1.2.4. Bakı.....	6
1.2.5. Engebelilik.....	6
1.2.6. Meşcere Tipleri.....	7
1.2.7. Orman Formları	8
1.2.8. Kapalılık	8
1.2.9. Bonitet Sınıfı.....	9
1.2.10. Gelişim Çağı	9
1.2.11. Tabakalılık	10
1.2.12. Karışım Durumu	10
1.2.13. Yağış	10
1.2.14. Toprak Derinliği	10
1.2.15. Toprak Sınıflandırma Sistemi.....	11
1.2.16. Yol Yoğunluğu	11
1.3. Ekolojik Niş Modeli Yaklaşımı.....	12

1.3.1. Ekolojik Niş Modeli Yaklaşımı Olarak Maxent.....	13
1.4. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	15
2. MATERYAL ve YÖNTEM.....	16
2.1. Materyal.....	16
2.1.1. Coğrafi Konum	16
2.1.2. Bitki Örtüsü	17
2.1.3. Jeolojik Yapı.....	17
2.1.4. İklim.....	18
2.1.5. Hidrojik Yapı.....	19
2.1.6. Flora Elemanları	20
2.1.7. Arazi Kullanımı	21
2.2. Çalışma Alanındaki Fırtına Zararı Verilerinin Temini ve Hazırlanması	22
2.3. Çalışma Alanındaki Fırtına Zararını Etkilediği Düşünülen Faktörlere Ait Verilerin Temini ve Hazırlanması.....	26
2.3.1. Yükseklik.....	26
2.3.2. Eğim.....	27
2.3.3. Bakı.....	28
2.3.4. Engebelilik.....	29
2.3.5. Toprak Sınıflandırma Sistemi.....	30
2.3.6. Toprak Derinliği	31
2.3.7. Bonitet Sınıfı.....	32
2.3.8. Tabakalılık	33
2.3.9. Gelişim Çağı	34
2.3.10. Meşcere Tipleri.....	35
2.3.11. Orman Formları	36
2.3.12. Karışım Durumu	37
2.3.13. Kapalılık	38
2.3.14. Rüzgâr Hızı.....	39
2.3.15. Yağış	40
2.3.16. Yol Yoğunluğu	41
2.4. Yöntem	42
2.4.1. Maksimum Entropi Yaklaşımı.....	42

2.4.2. Fırtına Zararı Riskli Alanların Analizleri ve Fırtına Zararı Riskli Alan Dağılımlarının Modellenmesi.....	44
2.4.2.1. Çalışma Alanına Uygun Yaklaşımların İncelenmesi ve Model Seçimi	44
2.4.2.2. Çalışma İçin Oluşturulan Maxent Model Yapısı	44
2.4.2.3. Doğruluk Derecelerinin Kontrolü.....	49
3. BULGULAR.....	51
3.1. Meşcere Tiplerinde Gerçekleşme Şekline Göre Fırtına Zararı Alanlarının Risk Modellerinin Çıktıları	51
3.1.1. Fırtına Zararı Münferit Şekilde Gerçekleşen Alanların Risk Modellemesi	51
3.1.2. Fırtına Zararı Küme/Grup Şekilde Gerçekleşen Alanların Risk Modellemesi	56
3.1.3. Fırtına Zararı Blok Şekilde Gerçekleşen Alanların Risk Modellemesi	60
3.1.4. Fırtına Zararı Gerçekleşen Alanların Kategorize Edilmeden Tamamının Risk Modellemesi	65
3.1.5. Fırtına Zararı Münferit Karelej Şekilde Gerçekleşen Alanların Risk Modellemesi.....	70
3.1.5. Fırtına Zararı Küme/Grup Karelej Şekilde Gerçekleşen Alanların Risk Modellemesi.....	74
3.1.7. Fırtına Zararı Blok Karelej Şekilde Gerçekleşen Alanların Risk Modellemesi	79
3.1.8. Fırtına Zararı Gerçekleşen Alanların Kategorize Edilmeden Tamamının Karelej Risk Modellemesi	84
3.2. Riskli ve Risksiz Alanlar ve Yüzdeleri	89
4. TARTIŞMA	90
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	97
KAYNAKLAR	99
EKLER.....	105
EK 1 Olağanüstü Hasılat Etası Raporu Örneği	106
EK 2 Olağanüstü Hasılat Etası Raporu Örneğinin Dolu Durumu.....	107

EK 3 Olağanüstü Hasılat Cetveli Örneği	108
EK 4 Olağanüstü Hasılat Cetveli Örneğinin Dolu Durumu	109
EK 5 Maxent Yazılımı ve Çevresel Değişkenlerin Bulunduğu DVD.....	110
ÖZGEÇMİŞ	111



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde
'	Dakika
"	Saniye
AUC	Area Under Curve
Bkz.	Bakınız
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
cm	Santimetre
CO₂	Karbondioksit
eta	Ormanlardan çıkarılması planlanan ürün miktarı
GIS	Geographic Information System
km	Kilometre
km/saat	Kilometre/saat
m	Metre
m/ha	Metre/hektar
m/sn	Metre/saniye
m²	Metrekare
m³	Metreküp
Maxent	Maksimum Entropi Yaklaşımı
°	Derece
O₂	Oksijen
ROC	Receiver Operating Characteristic
SYM	Sayısal Yüzey Modeli
UTM	Universal Transver Merkator
WGS	World Geodetic System

TABLolar DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 2.1. Çalışma Alanına Ait Meteorolojik Değerler	19
Tablo 2.2. Kastamonu İlinde Bulunan Akarsu ve Özellikleri.....	19
Tablo 2.3. Fırtına Zararına Ait Bilgiler	22
Tablo 2.4. Modellemede Kullanılan Fırtına Zararına Ait Konumsal Değerlerden Bir Kısımının *.csv Formatında Örnekleri	25
Tablo 2.5. Çalışma Alanına Ait Toprak Sınıflandırma Sistemi Sınıfları.....	30
Tablo 2.6. Çalışma Alanına Ait Derinlik Sınıfları	31
Tablo 2.7. Çalışma Alanına Ait Bonitet Sınıfları.....	32
Tablo 2.8. Çalışma Alanına Ait Tabakalılık Sınıfları	33
Tablo 2.9. Çalışma Alanına Ait Gelişim Çağı Sınıfları	34
Tablo 2.10. Çalışma Alanına Ait Meşcere Tipleri Sınıfları	35
Tablo 2.11. Çalışma Alanına Ait Orman Formları Sınıfları	36
Tablo 2.12. Çalışma Alanına Ait Karışım Durumu Sınıfları	37
Tablo 2.13. Çalışma Alanına Ait Kapalılık Sınıfları.....	38
Tablo 2.14. Modellemede Kullanılan Çevresel İsimleri ve Değişkenlerin Kodları.....	46
Tablo 2.15. Modellemede Kullanılan Var Veri Sayılarının Eğitim ve Test Dağılımı.....	47
Tablo 3.1. Fırtına Zararı Risk Alanları ve Yüzde Değerleri	89

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Normal Vektörün Dağılımı	6
Şekil 1.2. Normallerin Bileşenleri.....	6
Şekil 1.3. Engebelilik Değeri	7
Şekil 2.1. Kastamonu İli Sınırları Konum Haritası	16
Şekil 2.2. Çalışma Alanındaki Meşcere Tipleri Konumsal Noktaları (Tek Nokta).....	23
Şekil 2.3. Çalışma Alanındaki Fırtına Zararı Gerçekleşen Meşcere Tiplerini Etkileme Durumları ve Konumsal Noktaları	23
Şekil 2.4. Çalışma Alanındaki Meşcere Tipleri Konumsal Noktaları (Karelaj)	24
Şekil 2.5. Çalışma Alanındaki Fırtına Zararı Gerçekleşen Meşcereler Tiplerini Etkileme Durumları ve 100x100 m'deki Konumsal Noktaları.....	24
Şekil 2.6. Çalışma Alanının Yükseklik Basamakları Haritası	27
Şekil 2.7. Çalışma Alanına Ait Eğim Haritası	28
Şekil 2.8. Çalışma Alanına Ait Bakı Haritası	29
Şekil 2.9. Çalışma Alanına Ait Engebelilik Haritası.....	30
Şekil 2.10. Çalışma Alanına Ait Toprak Sınıflandırma Sistemi Haritası	31
Şekil 2.11. Çalışma Alanına Ait Toprak Derinlik Haritası	32
Şekil 2.12. Çalışma Alanına Ait Bonitet Sınıfı Haritası	33
Şekil 2.13. Çalışma Alanına Ait Tabakalılık Sınıfı Haritası.....	34
Şekil 2.14. Çalışma Alanına Ait Gelişim Çağı Haritası.....	35
Şekil 2.15. Çalışma Alanına Ait Meşcere Tipleri Haritası	36
Şekil 2.16. Çalışma Alanına Ait Orman Formları Haritası.....	37
Şekil 2.17. Çalışma Alanına Ait Karışım Durumu Haritası.....	38
Şekil 2.18. Çalışma Alanına Ait Kapalılık Haritası	39
Şekil 2.19. Çalışma Alanına Ait Rüzgâr Hızı Haritası.....	40
Şekil 2.20. Çalışma Alanına Ait Yağış Haritası.....	41
Şekil 2.21. Çalışma Alanına Yol Yoğunluk Haritası	42
Şekil 3.1. Fırtına Zararı Münferit Şekilde Gerçekleşen Alanlarda ROC Eğrisi ve Ortalama AUC Değeri Model Grafiği Görüntüsü	52
Şekil 3.2. Fırtına Zararı Münferit Şekilde Gerçekleşen Alanların Ortalama Eşik Değeri Model Grafiği Görüntüsü	53
Şekil 3.3. Fırtına Zararı Münferit Şekilde Gerçekleşen Alanlarda Çevresel Faktörlerin Modele Katılım Analizi Model Tablosu	53
Şekil 3.4. Fırtına Zararı Münferit Şekilde Gerçekleşen Alanlarda Çevresel Faktörlerin Marjinal Cevaplandırıcı Eğrileri.....	54
Şekil 3.5. Fırtına Zararı Münferit Şekilde Gerçekleşen Alanların Jackknife Sonucu	55
Şekil 3.6. Fırtına Zararı Münferit Şekilde Gerçekleşen Alanların Risk Model Sonucu.....	56

Şekil 3.7. Fırtına Zararı Küme/Grup Şeklinde Gerçekleşen Alanlarda ROC Eğrisi ve Ortalama AUC Değeri Model Grafiği Görüntüsü	57
Şekil 3.8. Fırtına Zararı Küme/Grup Şeklinde Gerçekleşen Alanların Ortalama Eşik Değeri Model Grafiği Görüntüsü	57
Şekil 3.9. Fırtına Zararı Küme/Grup Şeklinde Gerçekleşen Alanlarda Çevresel Faktörlerin Modele Katılım Analizi Model Tablosu	58
Şekil 3.10. Fırtına Zararı Küme/Grup Şeklinde Gerçekleşen Alanlarda Çevresel Faktörlerin Marjinal Cevaplandırıcı Eğrileri.....	59
Şekil 3.11. Fırtına Zararı Küme/Grup Şekilde Gerçekleşen Alanların Risk Model Sonucu	60
Şekil 3.12. Fırtına Zararı Küme/Grup Şeklinde Gerçekleşen Alanların Jackknife Sonucu	59
Şekil 3.13. Fırtına Zararı Blok Şeklinde Gerçekleşen Alanlarda ROC Eğrisi ve Ortalama AUC Değeri Model Grafiği Görüntüsü	61
Şekil 3.14. Fırtına Zararı Blok Şeklinde Gerçekleşen Alanların Ortalama Eşik Değeri Model Grafiği Görüntüsü	62
Şekil 3.15. Fırtına Zararı Blok Şeklinde Gerçekleşen Alanlarda Çevresel Faktörlerin Modele Katılım Analizi Model Tablosu.....	62
Şekil 3.16. Fırtına Zararı Blok Şeklinde Gerçekleşen Alanlarda Çevresel Faktörlerin Marjinal Cevaplandırıcı Eğrileri.....	63
Şekil 3.17. Fırtına Zararı Blok Şeklinde Gerçekleşen Alanların Jackknife Sonucu.....	64
Şekil 3.18. Fırtına Zararı Blok Şekilde Gerçekleşen Alanların Risk Model Sonucu	64
Şekil 3.19. Fırtına Zararı Gerçekleşen Alanların Tamamının ROC Eğrisi ve Ortalama AUC Değeri Model Grafiği Görüntüsü.....	66
Şekil 3.20. Fırtına Zararı Gerçekleşen Alanların Tamamının Ortalama Eşik Değeri Model Grafiği Görüntüsü	66
Şekil 3.21. Fırtına Zararı Gerçekleşen Alanların Tamamında Çevresel Faktörlerin Modele Katılım Analizi Model Tablosu	67
Şekil 3.22. Fırtına Zararı Gerçekleşen Alanların Tamamının Çevresel Faktörlerin Marjinal Cevaplandırıcı Eğrileri.....	68
Şekil 3.23. Fırtına Zararı Gerçekleşen Alanların Tamamının Jackknife Sonucu.....	69
Şekil 3.24. Fırtına Zararı Gerçekleşen Alanların Tamamının Risk Model Sonucu.....	69
Şekil 3.25. Fırtına Zararı Münferit Karelej Şekilde Gerçekleşen Alanlarda ROC Eğrisi ve Ortalama AUC Değeri Model Grafiği Görüntüsü	70
Şekil 3.26. Fırtına Zararı Münferit Karelej Şeklinde Gerçekleşen Alanların Ortalama Eşik Değeri Model Grafiği Görüntüsü	71
Şekil 3.27. Fırtına Zararı Münferit Karelej Şeklinde Gerçekleşen Alanlarda Çevresel Faktörlerin Modele Katılım Analizi Model Tablosu.....	72
Şekil 3.28. Fırtına Zararı Münferit Karelej Şeklinde Gerçekleşen Alanlarda Çevresel Faktörlerin Marjinal Cevaplandırıcı Eğrileri.....	73
Şekil 3.29. Fırtına Zararı Münferit Karelej Şeklinde Gerçekleşen Alanların Jackknife Sonucu	73
Şekil 3.30. Fırtına Zararı Münferit Karelej Şekilde Gerçekleşen Alanların Risk Model Sonucu	74

Şekil 3.31. Fırtına Zararı Küme/Grup Karelaj Şekilde Gerçekleşen Alanlarda ROC Eğrisi ve Ortalama AUC Değeri Model Grafiği Görüntüsü ...	75
Şekil 3.32. Fırtına Zararı Küme/Grup Karelaj Şeklinde Gerçekleşen Alanların Ortalama Eşik Değeri Model Grafiği Görüntüsü	76
Şekil 3.33. Fırtına Zararı Küme/Grup Karelaj Şeklinde Gerçekleşen Alanlarda Çevresel Faktörlerin Modele Katılım Analizi Model Tablosu.....	76
Şekil 3.34. Fırtına Zararı Küme/Grup Karelaj Şeklinde Gerçekleşen Alanlarda Çevresel Faktörlerin Marjinal Cevaplandırıcı Eğrileri.....	77
Şekil 3.35. Fırtına Zararı Küme/Grup Karelaj Şeklinde Gerçekleşen Alanların Jackknife Sonucu.....	78
Şekil 3.36. Fırtına Zararı Küme/Grup Karelaj Şekilde Gerçekleşen Alanların Risk Model Sonucu	78
Şekil 3.37. Fırtına Zararı Blok Karelaj Şeklinde Gerçekleşen Alanlarda ROC ve Ortalama AUC Değeri Model Grafiği Görüntüsü	79
Şekil 3.38. Fırtına Zararı Blok Karelaj Şeklinde Gerçekleşen Alanların Ortalama Eşik Değeri Model Grafiği Görüntüsü	80
Şekil 3.39. Fırtına Zararı Blok Karelaj Şeklinde Gerçekleşen Alanlarda Çevresel Faktörlerin Modele Katılım Analizi Model Tablosu.....	81
Şekil 3.40. Fırtına Zararı Blok Karelaj Şeklinde Gerçekleşen Alanlarda Çevresel Faktörlerin Marjinal Cevaplandırıcı Eğrileri.....	82
Şekil 3.41. Fırtına Zararı Blok Karelaj Şeklinde Gerçekleşen Alanların Jackknife Sonucu	83
Şekil 3.42. Fırtına Zararı Blok Karelaj Şekilde Gerçekleşen Alanların Risk Model Sonucu	83
Şekil 3.43. Fırtına Zararı Gerçekleşen Alanların Tamamının Karelaj ROC Eğrisi ve Ortalama AUC Değeri Model Grafiği Görüntüsü	84
Şekil 3.44. Fırtına Zararı Gerçekleşen Alanların Tamamının Karelaj Ortalama Eşik Değeri Model Grafiği Görüntüsü	85
Şekil 3.45. Fırtına Zararı Gerçekleşen Alanların Tamamında Karelaj Çevresel Faktörlerin Modele Katalım Analizi Model Tablosu.....	86
Şekil 3.46. Fırtına Zararı Gerçekleşen Alanların Tamamının Karelaj Şeklinde Çevresel Faktörlerin Marjinal Cevaplandırıcı Eğrileri.....	87
Şekil 3.47. Fırtına Zararı Gerçekleşen Alanların Tamamının Karelaj Jackknife Sonucu.....	87
Şekil 3.48. Fırtına Zararı Gerçekleşen Alanların Tamamının Karelaj Risk Model Sonucu	88

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

	Sayfa
Fotoğraf 1.1. 15 Mart 2013 Tarihinde Kastamonu İlinde Gerçekleşen Fırtına Zararları Şekilleri	4
Fotoğraf 2.1. Maxent Yöntemi/Yazılımının Başlangıç Arayüzü Model Yapısı	45
Fotoğraf 2.2. Maksimum Entropi Yönteminde Çevresel Değişkenlerin Sürekli – Kategorik Durumu.....	46
Fotoğraf 2.3. Maxent Yönteminde Test Verilerinin Belirtilmesi.....	47



GRAFİKLER DİZİNİ

	Sayfa
Grafik 2.1. Kastamonu İlinde 2016 Yılı Arazi Kullanım Durumu (İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, 2016)	21



1. GİRİŞ

Ormancılığın en önemli ilkelerinden birisi sürekliliktir. Bu ilke, biyoçeşitliliğin korunmasının yanı sıra, ormanlardan azami düzeyde ekonomik faydalanmayı oluştururken onların ekolojik, sosyal ve kültürel fonksiyonlarından da devamlı olarak yararlanmayı hedeflemektedir (Sıvacıoğlu, Ayan ve Öner, 2007). Dünyada ve ülkemizde ormanların sürekliliğini tehdit eden abiyotik ve biyotik etmenler bulunmaktadır. Bunların başında rüzgâr, fırtına ve kar zararları gelmektedir (Ünal, Sıvacıoğlu, Ayan ve Öner, 2007).

Ülkemiz ormanlarını tehdit eden bazı zararlı olayları, örneğin orman yangınları, kuraklık, otlatma baskısı, kaçak kesim ve böcek zararlarını konu alan bilimsel çalışmalar mevcutken, fırtına zararı üzerine sınırlı sayıda çalışma yapılmış olması dikkat çekicidir. Fırtına zararı konusunda yapılan ilk çalışmalardan birinde konunun ülkemiz ormanları açısından oluşturduğu tehlikeye dikkat çekilmiş, alınması gereken önlemlerden bahsedilmiştir (Erdem, 1951). Bir diğer çalışmada Acatay ve Gülen (1971) 1955–1964 yılları arasında ülkemiz ormanlarında oluşan fırtına zararlarını mekânsal olarak kategorize etmişler (m^3 bazında) ve en çok zararın Bolu ve Kastamonu Orman Bölge Müdürlüklerinde meydana geldiğini ortaya çıkarmışlardır. Ayrıca, aynı çalışmada, zararın yoğun olarak yaşandığı bölgelerde, işletme şekillerinde, söz konusu tehlikeden doğan/doğacak zararları azaltmaya yönelik herhangi bir değişikliğe gidilmediğinden de bahsedilmiştir.

Ormanlarda rüzgârların zararlı etkilerine bakılacak olursa genellikle ağaçların fiziki yapılarında geçici değişikliklerden, fırtına ölçeğine gelindiğinde etkisi kırılma, devrilme ve eğilmeye kadar geniş aralıkta sınıflandıkları görülmektedir (Erdem, 1951). Rüzgâr ve fırtına zararları sonucunda oluşan binlerce metreküplük olağanüstü hasılat planlarını alt üst etmekte, işletmeleri zor durumda bırakmaktadır. Ülkemizde ormanlar üzerinde rüzgâr ve fırtına zararlarına sıklıkla rastlanmaktadır.

Fırtına zararlarına karşı amenajman, silvikültürel ve teknik olarak üç farklı şekilde önlemler alınarak zararların asgari düzeyde tutulmaları hedeflenmektedir. Ormanlarda alınan bu önlemlerde, amenajman ve silvikültürel prensipler büyük

öneme sahipken, diğer önlemlerle desteklenmedikleri takdirde tek başlarına karşı yeterince etki edebilecekleri düşünülmemektedir. Amenajman yönünden alınacak önlemler, fırtına zararlarına karşı ağaç ve meşcere kuruluşlarını daha dayanıklı hale getiren yönetsel önlemlerin dışında, zararların daha çok yaşandığı ormanlarda amenajman hedeflerine de dikkatli yaklaşılması önem arz etmektedir. Fırtınalara fazla sayıda maruz kalan ormanlarda idare sürelerinin kısa tutulmasının yanı sıra ormanlardan alınması gereken eta miktarı ve şekillerine de dikkat edilmesi gerekmektedir. Silvikültürel alınacak önlemlerde ana başlıklar altında; ağaç türleri, meşcere kuruluşları, işletme şekilleri ve orman perdesi kurulması olarak sınıflandırılmaktadır. Bunların dışında fırtına zararına karşı belirli bölgelerde kullanılan teknik önlemler; meşcere kenarında kalan ağaçların köklerine taşlar yığmak, ağaçları zincir ile birbirlerine düğümlmek ve ağaçların dal ve tepelerini kesmek gibi önlemlerde söz konusudur (Erdem, 1951; Taş, 2017).

1.1. Ormanlarda Rüzgâr ve Fırtına Zararı

Dünya üzerine oldukça paralel olarak meydana gelen ve hızı 15 m/sn'ye kadar olan hava akımlarına rüzgâr adı verilmektedir. Rüzgârlar, hız ve yönleri ile ayırıcı özelliğe sahiptirler. Rüzgâr hızı hava basınçları arasındaki farkın bir işlevi iken rüzgârın yönü ise yüksek ve alçak basınç bölgelerinin yerine bağlıdır. Ayrıca, rüzgâr yönüne dünyanın dönmesi ve morfolojik yapısı da etkili olmaktadır. Rüzgârların, ormanlarda O₂ ve CO₂ gibi gazların dolaşımını sağlamak, bitkilerin çiçek tozlarını etrafa dağıtarak tozlaşmalarına yardımcı olmak ve ormandaki ağaçların kanatlı tohumlarını uzak yerlere götürerek ağaç türlerinin yayılmalarına yardımcı olmak gibi bir hayli faydalı etkileri bulunmaktadır. Bunun dışında uzun süre boyunca aynı yönden estiklerinde ve çok hızlı olduklarında, ormanlarda toprak yapısının bozulmasına, ölü örtü ayrışmasının gecikmesine, orman ağaçlarının tepe kısımlarının birbirine çarpması sonucu zedelenmesine kırılmasına ve bayrak şeklinde oluşumuna sebep olacak önemli zararlara sebep olmaktadır (Acatay ve Gülen, 1971; Taş, 2017).

Fırtına ise saniyedeki hızı 15 m'yi aşan rüzgârlardır. Fırtınaların ormanlar üzerindeki etkileri rüzgârlardan farklıdır. Ormanlar üzerindeki zararları fırtınanın hızına, sürekli ve periyodik şekilde meydana gelmesine göre değişiklikler göstermektedir. Dalgalı

esen fırtınalar orman ağaçları üzerinde önemli zararlara sebep olmaktadırlar (Çanakçıoğlu, 1993).

Fırtına, özellikle ibreli orman ağaçlarının tepelerine etki etmekte ve köklerine dayanamayacakları yükler bindirmektedir. Bu nedenle ağaçlarda rüzgâr yönünde eğilme, kökten sökölme veya kırılma şeklinde ifade edilen zararlar oluşturmaktadır. Şiddetli fırtınalar neticesinde ağaçları kökünden sökmesine, fırtına devrilmesi adı verilmektedir. Fırtınalar daha çok yayvan köklü ağaç türlerinden oluşan meşcereler de devrilmeye sebep olmaktadır. Aynı zamanda, aşırı yağışları takiben veya yağışla birlikte meydana geldiklerinde, toprak doygunluğundan dolayı sebep oldukları zararın boyutunu da şiddetlendirmektedirler. Devrilme olayının hacimde, ağaçların gövde, tepe ve dallarında oluşan zararlara fırtına kırması adı verilmektedir. Fırtınaların, ağaç gövdelerini sahip oldukları esneklik sınırından daha fazla bükmesiyle fırtına eğilmesi adını alan zarar oluşmaktadır. Genellikle ormanlarda tek ağaç değil bütün bir meşcere ya da meşcerenin bir kısmı fırtına zararına maruz kalmaktadır. Bu da fırtına zararının etkilediği alan boyutunda saha kırılması/devrilmesi olarak nitelendirilmektedir (Acatay ve Gülen, 1971), (Fotoğraf 1.1.).

Orman ağaçlarını kırarak, çatlatacak ve eğerek çeşitli zararlara neden olan fırtınalar ormanlardan elde edilecek ürünlerin kalitelerinde ve miktarlarında kayıplara sebep olmaktadır. Fırtına zararı meydana gelmiş gençleştirme sahalarında ek masraflar ortaya çıkarken, bazen amenajman planlarının yenilenmesi dahi gündeme gelebilmektedir. Fırtına zararları sonucunda boş blokların oluşması yabancı otların o alanlarda yayılmasına ve kuru mevsimlerde orman yangın riskinin artmasına etki etmektedir (Acatay ve Gülen, 1971).



Fotoğraf 1.1. 15 Mart 2013 Tarihinde Kastamonu İlinde Gerçekleşen Fırtına Zararı Şekilleri

1.2. Fırtına Zararlarını Etkileyen Faktörler

Fırtına zararını etkileyen birçok faktör vardır. Bu çalışmada zararı etkilediği literatür ile desteklenen 16 tane faktör incelenmiştir.

Yükseklik, eğim, bakı, engebelik, ağaç türü, orman formları, kapalılık, bonitet sınıfı, gelişim çağı, tabakalılık, karışım durumu, rüzgâr hızı, yağış, toprak sınıflandırma sistemi, toprak derinliği ve yol yoğunluğu gibi etmenler fırtınaların orman ağaçları üzerine yaptığı zararların şiddetini etkilemektedir.

1.2.1. Rüzgâr Hızı

Rüzgâr hızı orman ağaçları üzerinde fırtına zararına neden olabilecek en etkili iklim parametrelerinden birisidir. Saatteki hızı 54 km/saat üzerinde esen rüzgârlar tehlikeli bir boyutta fırtına zararı riskine taşımaktadırlar (Taş, 2017).

1.2.2. Yükseklik

Dünyada birçok bölgenin yükseklik verileri, eşyükselti eğrili harita ve farklı yöntemlerle elde edilmiş arazi modelleri şeklinde temin edilebilmektedir biçiminde bulunmaktadır. Bu eşyükselti eğrili haritalar ve düzensiz noktalarda bulunan yükseklik değerleri, bilgisayar ortamında sayısal dosyalar haline getirilerek, düzenli grid dosyalarına dönüştürülmektedir. Bunlar, bütün harita yüzeyini kapsayan karelej biçiminde, buldukları koordinatın yükseklik bilgisini içeren yapılardır. Bu oluşan harita grid haritası olarak adlandırılmaktadır. Sonuç olarak yatay ve düşey yönde eşit aralıklı bir matris noktalar dizini şeklinde sayısal yükseklik modeli (SYM) olarak adlandırılan yüzey modellerini oluşturulmaktadır (Venkatachalam vd., 2001).

Fırtına zararları konusundaki bilimsel çalışmalarda yükseklik, eğim, bakı gibi topoğrafik arazi yüzeylerini oluşturan yapılar değerlendirilmektedir (Taş, 2017). Denizden yüksekliğin 150 m'den düşük olduğu arazilerde kurulu ormanlarda fırtına zararı riskinin de düşük olduğu, yüksekliğin 1000 m'ye ulaşana kadar olan alanlarda ise zararın en üst seviyeye ulaştığı ve fırtına etkisi altında yetişen ormanlarda ise fırtına zararı riskinin düşük olduğu belirlenmiştir (Schmoeckel ve Kottmeler, 2008).

1.2.3. Eğim

Arazide, belirli bir mesafe boyunca kazanılan veya kaybedilen irtifa eğimi oluşturmaktadır. Eğim ormana ve toprağa etkisi bulunan etkili bir unsurdur (Gümüş, 2013). Arazi topoğrafyasının bir etkisi olarak ortaya çıkan eğim, bilgisayar ortamında sayısal yükseklik modellerinden yararlanılarak oluşturulmaktadır.

Schmoeckel ve Kottmeler (2008) yaptıkları çalışmada en çok fırtına zararı riskini %20 – 30 eğim sınıflarında saptamışken, düşük eğim sınıflarında ve eğimin çok dik olduğu sahalarda fırtına zararı riskinin az olduğu tespit edilmiştir. Bir diğer çalışmada ise Schütz, Götz, Schmid ve Mandallaz (2006) fırtına zararı ve eğim sınıfları arasında ters orantılı bir ilişki olduğunu ifade etmektedirler.

1.2.4. Bakı

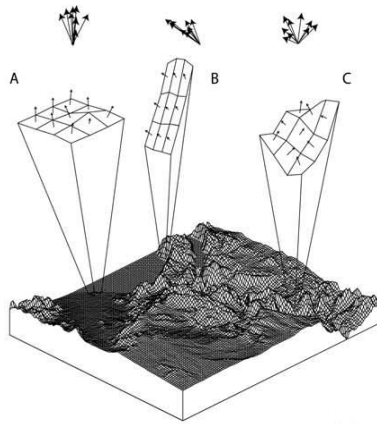
Bir bölgenin güneş ışınlarını alışı yönü veya güneşe bakış kısmı olarak ifade edilmektedir. Bakı matematik konum sonucunda oluşmaktadır. Bakı haritası bilgisayar ortamında SYM modelinden türetilerek elde edilmektedir.

Fırtına zararından en çok kuzeybatı, kuzey ve güneydoğu yönleri etkilenirken, bu yönleri kuzeydoğu, güney, batı, doğu ve güneybatı bakı yönleri takip etmektedir (Schmoeckel ve Kottmeler, 2008).

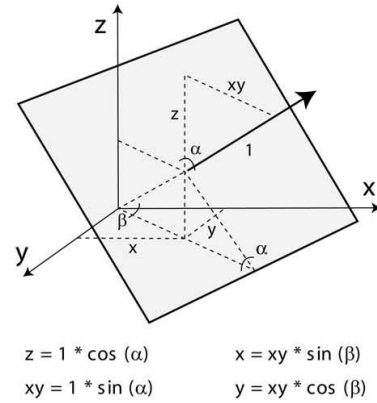
1.2.5. Engebelilik

Engebelilik, bölge hakkında su akım yoğunluğu, sızma ve yüzeysel akış koşulları gibi aşındırıcı etkisi olan faaliyetleri ifade eden bir tabirdir. Engebelilik değerinin yüksek olduğu alanlarda su kaybının az olduğu ve yüzeysel akış için koşulların uygun olduğu belirtilmektedir. Bundan başka, geniş yapraklı ağaçların rüzgârlara karşı engebeli arazilerde daha dayanıklı olduğu belirtilmektedir. (Isaacs, Stueve, Lafon ve Taylor, 2014; Avcı ve Sunkar, 2015).

Engebelilik ölçümü, arazi yüzeylerinin normalini oluşturan vektörlerin dağılımı temel alınarak hesaplanmaktadır (Şekil 1.1.). Dağılımı sayısallaştırılan her bir vektör temsil ettiği hücrenin eğimi ve bakışı baz alınarak standart trigonometrik işlemler yardımı ile x, y ve z bileşenlerine ayrılır (Şekil 1.2.).

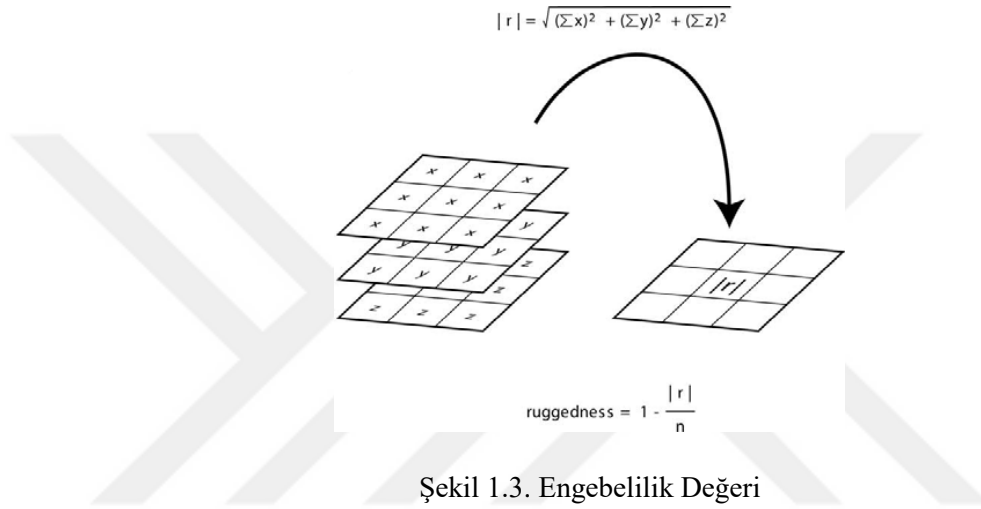


Şekil 1.1. Normal Vektörün Dağılımı



Şekil 1.2. Normallerin Bileşenleri

Elde edilen bileşenlerden meydana gelen vektörün büyüklüğü $|r|$ her bir hücrenin orta noktasını temsil edecek şekilde hesaplanmaktadır. Her bir hücre için elde edilen ve o hücreyi temsil eden sonuç vektörünün aldığı r değeri komşu hücrelerin sayısına bölünerek standart hale getirilir. Elde edilen değer seçilen ölçekteki arazinin engebelilik ölçümünü gösterir. Son olarak bu değer 1 'den çıkarılmasıyla 0 (düz) ile 1 (engebeli) arasında değişen engebelilik değeri elde edilmektedir (Ertürk, 2010) (Şekil 1.3.).



1.2.6. Meşcere Tipleri

Meşcere tipleri, ağaç türlerini ve karışımlarını, gelişim çağlarını, kapalılığını ve bonitet gibi meşcere özelliklerini ifade etmek için kullanılmaktadır. Ancak tanımda yer alan kapalılık, gelişim çağlarını ve bonitet gibi meşcere kuruluşu özelliklerinin her biri bu çalışmada bağımsız değişkenler olarak değerlendirildiklerinden dolayı, bu başlık altında ifade edilmek istenen özellik, ağaçların saf ya da birbirleri ile yapmış oldukları karışımların kategorize edilmesi ile sınırlı kalmıştır.

Yapraklı ağaç türleri, iğne yapraklı ağaç türlerine göre fırtınalara daha dayanıklıdırlar (Foster ve Boose, 1995). Yapraklı ağaç türlerinin daha dayanıklı olmasının sebebi gövde yapılarının daha dayanıklı olması ve kök yapılarının daha derinlere ulaşması olarak belirtilmektedir (Çanakçıoğlu, 1993).

1.2.7. Orman Formları

Ülkemizde ormanlar aynı yaşlı ve değişik yaşlı olmak üzere iki grupta işletilmektedir. Aynı yaşlı orman formlarında bir plan ünitesinde belirli bir biçimde ve büyükte (aynı yaş, çap, boy) sahalar bulunmaktadır. Değişik yaşlı orman formlarında ise belirli bir alan içerisinde değişik yaşta ve çapta gövdeler bulunmaktadır (URL-1, 2018).

Değişik yaşlı ve aynı yaşlı orman formları karşılaştırıldığında, değişik yaşlı ormanlarda dişey kuruluşlarının olmasından dolayı rüzgâr ve fırtınalara karşı dayanıklı olmaktadır (Keleş ve Bulut, 2014).

1.2.8. Kapalılık

Ağaç tepelerinin toprağı örtme oranıdır. Rakamlarla ifade edilir;

- Boşluklu kapalı (0) = Tepe kapalılığı <%10,
- Gevşek kapalı (1) = Tepe kapalılığı %11-40,
- Orta kapalı (2) = Tepe kapalılığı %41-70,
- Tam kapalı (3) = Tepe kapalılığı >%70.

Yalnız yetişen veya seyrek yetişme koşullarına (az miktarda ağacın bulunduğu sahalarda) sahip ağaçlar kök ve tepelerini genişletecekleri, yer sıkıntısı yaşamayacakları için ve fırtınalara karşı hep mücadele halinde olmuşlar ve dayanırlıklarını geliştirmişlerdir. Kapalı meşcereler kuruluşlarından dolayı ortaklaşa bir savunma halinde olduklarından fırtınalara karşı topyekûn dayanım sergileme durumundadırlar veya meşcere kenarlarında özellikle bu çeşit tehlikelere karşı tesis edilmiş rüzgâr perdeleri sayesinde fırtınalara daha iyi dayanım gösterirler. Kapalı meşcerelere dışardan herhangi bir müdahalede bulunulmadıkça riskli bir fırtına zararına rastlanmaz. Ancak, kapalı meşcere kuruluşlarına yanlış müdahaleler sonucu var olan yapısı bozulursa fırtına zararlarına maruz kalma riski artacaktır (Taş, 2017).

1.2.9. Bonitet Sınıfı

Bonitet, yetiştirme ortamının ürün ve hizmet üretimi açısından verimliliğini ifade etmektedir. Ağaç türlerine göre 3 veya 5 sınıf üzerinden belirlenmektedir. İyiden kötüye doğru I, II, III, IV ve V biçimde Romen rakamları ile gösterilmektedir. Farklı bonitete sahip sahalarda, farklı verim elde edilirken, bonitetin iyileştiği sahalarda verim artmaktadır (Eler, 2002).

Fırtına zararları ve bonitetin ilişkisi olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Taş, 2017). Ancak boniteti etkilediği düşünülen birçok faktöründe varlığı inkâr edilmemektedir. Waldron, Ruel ve Gauthier (2012) çalışmalarında orta eğimli (%15–30) ve toprak derinliğinin 1 m'den fazla olduğu arazilerde fırtına zararına sıkça rastlanıldığını ifade etmişlerdir.

1.2.10. Gelişim Çağı

Meşcere tiplerinde gelişim çağı temel olarak bir harfle simgelenir. Ancak, meşcerenin güncel yapısını daha doğru anlatılması, farklı silvikültürel müdahalelere olanak sağlamak ve envanter neticesi ortaya çıkan hata yüzdelerini azaltabilmek için meşcere gelişim çağları bazen iki farklı harfle de simgelenebilir. Meşcere tipi ayırımında çağ sınıfları ve karışıklık belirlenirken hacim ve ağaç adedi beraber göz önünde bulundurulur.

- a/ab = gençlik ve sıklık çağı,
- b/bc = Sırlıklık ve direklik çağı
- c/cd = İnce ağaçlık çağı
- d/de/e = Orta ve Kalın ağaçlık çağı
- A/B/C/D = Seçme kuruluşlu ağaçlar olarak ifade edilmektedir.

Ağaç çapı arttıkça fırtına zararının düştüğü belirtilmektedir (Jull, 2001).

1.2.11. Tabakalılık

Tabakalılık, bir meşcere kuruluşunun özelliklerini görsel olarak ortaya koymak amacıyla çizilen meşcere profilinin dikey kesiti olarak ifade edilmektedir (Çakır ve Bozkuş, 2017). Orman meşcere kuruluşlarında fırtına zararı riskini azaltmak için tabakalı kuruluşlar teşvik edilmektedir.

1.2.12. Karışım Durumu

Karışım durumu, yüzde (%) olarak ifade edilirken, meşcere kuruluşlarının karışım durumunda kabul edilmesi için herhangi bir ağaç türünün hacimsel olarak en az %10 ve yukarısında karışımında bulunması gerekmektedir. Yapraklı-iğne yapraklı karışık ya da iğne yapraklı-iğne yapraklı gibi ibreli karışık meşcere kuruluşlarında fırtına zararına karşı dayanıklılığın daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Acatay ve Gülen, 1971).

1.2.13. Yağış

Türkiye’de karların erimeye başladığı ve toprağın su ile doymuş hale geldiği ilkbahar-kış mevsimleri fırtına zararı için en tehlikeli dönemlerdir. Yağışlar, fırtına zararına toprak yapısının gevşemesine neden olarak etki etmektedirler. Fırtınadan önce toprağın yağın yağmurlarla ıslanması ve sonucunda yumuşak bir form alması oluşması muhtemel zararın devrilme şeklinde ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Acatay ve Gülen, 1971).

1.2.14. Toprak Derinliği

Toprağın fiziksel özelliklerinden birisidir. Sert ana kaya üzerinde bulunan ince taneli gevşek materyalin kalınlığıdır. Buna mutlak toprak derinliği, ağaç köklerinin yayıldığı derinliğe ise fizyolojik toprak derinliği denilmektedir. Toprak derinliği ve su geçirgenliği yüksek seviyelerdeki toprak gruplarında yetişen orman ağaçları, yüksek dirençli kök sistemine sahip olmaktadır (Rizzo ve Harrington, 1998). Bu çalışma kapsamında mutlak toprak derinliği ele alınmıştır.

Toprağın taşıdığı özellikler de fırtına zararı riskine katkı sağlayan önemli etkilerdendir. Sığ, gevşek topraklar yüksek taban suyuna sahiplerse bu toprak yapılarında fırtına zararı riski oldukça fazla bulunmaktadır (Acatay ve Gülen, 1971). Derin ve yüksek su geçirgenliğine sahip toprak yapılarında yetişen meşcere kuruluşlarındaki ağaçların kök sistemleri yüksek dirence ve güce sahip olmaktadır (Taş, 2017).

1.2.15. Toprak Sınıflandırma Sistemi

Toprak sınıflandırma sistemi zonal, intrazonal ve azonal olmak üzere üç kategoriye ayrılmaktadır. Zonal toprakların oluşumuna iklim ve vejetasyon etkili olmuştur. Bu toprakların oluşması için, arazi yüzeyinin düz, düze yakın ve su sızması(drenajın) iyi olması gerekmektedir. İntrozonal toprakların oluşumunda ise topografik etmenler, drenaj ve ana materyal etkili olmaktadır. Bu durumda toprak oluşumu yeterince ilerlememiş olup tam bir horizon oluşması gelişmemiştir. Genel olarak AC horizonu toprak yapılarında bulunmaktadırlar. Bu topraklarda, özellikle ana materyalin etkisi toprak oluşumu ilerledikçe zamanla ortadan kalkarak zonal topraklar meydana gelmektedir. Son kategori olarak azonal topraklar ise eğimli yamaçlarda, devamlı taşkın, millenmeye uğrayan taşkın ovalarında, genç alüvyal ve volkanik depolar üzerinde bulunmaktadır. Erozyon ve birikme bu toprakların horizonlaşmasına imkan tanımamaktadır. Horizonlaşma göstermeyen genç topraklardır (Atalay, 2006).

Ağaç kök sistemlerinin fırtınaya karşı dirençleri yetiştirilen toprak yapısına bağlı olarak değişmektedir. Tınlı orman topraklarında yetişen ağaçların fırtınaya direnme güçleri fazla iken, killi topraklarda toprağı kavrayamayan ağaçların kökleri fırtına zararına karşı direnme güçleri düşük kalmaktadır (Taş, 2017). Madensel maddeler bakımından yetersiz ve gevşek yapıya sahip toprak alanlarında oluşan ormanlar fırtına zararı çok fazla görülmektedir. Bunun sebepleri arasında ağaç köklerinde oluşan kök çürümeleri de etkili olmaktadır (Çanakçıoğlu, 1993).

1.2.16. Yol Yoğunluğu

Yol yoğunluğu (m/ha); alandaki mevcut yol uzunluğunun o alana oranı veya birim alana düşen yol uzunluğu olarak tanımlanmaktadır (Hasdemir ve Demir, 2005).

Yolların oluşturulması o alanların ormansızlaşmasına önemli derece etkilemektedir. Ormanlarda açılan yollar olabildiği kadar dar bir yapıda olmasına rağmen, uzun orman boşlukları oluşumuna sebep olurlar. Bu yolların oluşturduğu kenar etkileri iyi bilirse, yol yoğunluklarının ekosistem üzerindeki olumsuz etkileri azaltılır. Bu yol yoğunluklarının sebep olduğu kenar etkileri ormanın var olan yerel iklimini değiştirmekte, ormanlarda nem, radyasyon, orman kenarına yakın yerlerin rüzgâr hızına olan dirençlerinde bozulmalara sebep olmaktadır (Kunert, Aparecido, Higuchi, Santos ve Trumbore, 2015).

1.3. Ekolojik Niş Modeli Yaklaşımı

Canlıların çevre ile olan ilişkilerinin analizi daima ekolojinin konusunu olmuştur. Ekolojik niş modeli canlılarının yeryüzüne yayılışlarını ve nedenlerini inceleyen esasları ve uygulamalarını ele almaktadır (Araújo ve Guisan, 2006). Türlerin ekolojilerini ve coğrafi konumlarını detaylı şekilde bilmek koruma planları ve önerileri için esas oluştururken (Ferrier, 2002), biyoçeşitliliğinin biçimlerini şekillendiren ekolojik ve evrimsel etmenlerin aydınlatılması da ayrıca önem arz etmektedir (Elith vd., 2006).

Ekolojik Niş Modeli: Türlerin yer aldığı sahanın çevre özellikleriyle ilişkilerini, ekolojik özelliklerini ve coğrafi konumlarını tespit etmeyi amaçlayan yaklaşım olarak tanımlanmaktadır (Phillips, Anderson ve Schapire, 2006; Merow, Smith ve Silander 2013).

Ekolojik niş modelleri nicel, yinelenabilir, ucuz ve kolay bir uygulanabildiklerinden bir hayli yaygındırlar (Guisan ve Zimmermann, 2000).

Genellikle ekolojik niş modelleri var-yok veri setine göre yapılanmaktadır. Fakat yok veri setini elde etmek her zaman mümkün olmamaktadır (Baldwin, 2009). Türün var olması ya da yok olması mekân ve zamana bağlıdır. Örneğin, hareketli bir tür (kurt) düşüldüğünde, bir dönem sahada varken başka bir dönem sahada yok olabilir. Bunun dışında diğer örnek bir ağaç türü için; var olan çevresel şartlar altında görüldüğü saptanmışken, çevre şartları değiştiğinde görülmeyebilir (Hirzel, Hausser, Chessel ve Perrin, 2002; Elith vd., 2011). Bütün bu nedenlerden dolayı yeni bilimsel

yaklaşımlar (BIOCLIM, GARP, Maxent, vb.) yardımıyla yok verisine ihtiyaç duyulmadan sadece var verisi kullanarak çalışacak modeller elde edilmiştir (Baldwin, 2009). Yapılan farklı çalışmalarla var veri setlerine dayalı model yaklaşımları arasından Maxent'in (Maksimum Entropi Yaklaşımı) başarısı oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir (Elith vd., 2006; Hernandez, Graham, Master ve Albert 2006; Pearson, Raxworthy, Nakamura ve Peterson, 2007; Wisz vd.,2008).

1.3.1. Ekolojik Niş Modeli Yaklaşımı Olarak Maxent

Yalnızca varlık verisi kullanan Maxent'in genel olarak amacı eksik-tamamlanmamış bilgiler doğrultusunda çıkarımlar yapmaktır (Phillips vd., 2006).

Ekolojik niş modellemesinde, diğer model yaklaşımlarına kıyasla Maxent yaklaşımının öne çıkmasının nedenleri aşağıda ifade edilmektedir;

- Kullanım açısından oldukça kolay bir modelleme mantığına sahiptir.
- Yalnızca var veri setine dayanarak analiz yapmakta ve var veri seti ile analiz yapan diğer model yaklaşımlarına göre tür dağılımını ve habitat uygunluğunu belirlemede daha yüksek performans göstermektedir (Phillips, 2006; Elith vd., 2006; Hernandez, 2006; Wisz vd., 2008; Baldwin, 2009; Merow vd., 2013).
- Var-yok verileri arasında oluşabilecek karışık analizlerden ayrı tutulabilmektedir (Phillips vd., 2006; Baldwin, 2009).
- Diğer model yaklaşımlarına göre veri seti sayısına karşı daha az hassas bir yapıdadır, şöyle ki az sayıda var seti ile yüksek başarıya sahip sonuçlar ortaya koyabilmektedir (Pearson vd., 2007; Wisz vd., 2008; Baldwin, 2009).
- Son yürütülen çalışmalara göre konum verisine bağlı gözlenen çevresel hatalara karşı daha duyarsız bir yaklaşım sergileyebilmektedir (Wisz vd., 2008).

Maxent yaklaşımının girdileri diğer niş modellemesi metotlarıyla aynı mantıktadır. Çalışma alanında zararın lokasyonlarını kesin olarak bildiğimiz bölgelerden elde edilen gözlem verileri ile çalışma alanının bulunduğu çevresel faktörler beraber

incelenerek tüm lokasyonlar için bir uygunluk yüzeyi yaratılmaktadır (Phillips vd., 2006; Baldwin, 2009). Bunun sonucunda potansiyel risk uygunluğu ortaya konularak zararın bulunabileceği lokasyonlar harita üzerinde görüntülenebilmektedir. Her bir gözlem verisi zarara ait enlem ve boylam değerlerini barındıran gözlem noktalarına dayanmaktadır (Phillips vd., 2006). Maxent, çevresel katmanların iki alt grup altında kategorik ve sürekli sayısal katmanlar olarak kullanılmasına ve değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır (Phillips vd., 2006). Maxent yaklaşımı zararın çalışma alanındaki dağılımına etkisi olan çevresel katmanların aralarındaki olası korelasyonları irdelemekte ve aşırı korelasyon gösteren katmanların model sonucunu olumsuz bir şekilde etkilememesi için analiz dışında bırakılmalarına olanak sağlamaktadır (Phillips vd., 2006). Çalışma alanının özelliğine göre hangi katmanların kullanılacağı belirlenmektedir (Guissan ve Zimmermann, 2000).

Maxent yaklaşımının model çıktısını etkileyen önemli etmenlerden biri de model girdisi için kullanılan çevresel katmanların zararın gereksinimlerini tam olarak yansıtması ve zararın dağılımına neden olabilecek herhangi bir parametrenin model dışında bırakılmamasıdır (Phillips vd., 2006). Bu nedenden dolayı çalışılan zararın özellikleri çok iyi bilinmeli ve model çıktısına önemli katkı sağlayan çevresel katmanlara analizde yer verilmelidir (Brotons, Thuiller, Araujo ve Hirzel, 2004).

Maxent yaklaşımı istila eden türlerin potansiyel dağılımlarının araştırılması, dağılımı kısıtlı olan endemik türlerin gelecek zamanda olası dağılımlarının ortaya konması, habitat kullanımı, türlerin korunmasını kapsayan çalışmalarda korunmak istenen alanların belirlenmesi gibi çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır (Ertürk, 2010).

Bu çalışmada ise fırtına zararı meydana gelen alanların dağılımlarının çevresel faktör ile ilişkisi ve çevresel faktörlere bağlı olarak risk dağılımı haritası oluşturulması amacı ile kullanılmıştır. Fırtına zararı meydana gelebilecek alanlarda müdahale şeklini önceden belirlemek ve zarar oluşacak alanları önceden bilmek nasıl bir yol izleneceği hakkında bilgi vermesi için önemlidir.

1.4. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Tüm bu açıklananlar ışığı altında, ormanlar üzerinde etkili olan abiyotik etmenlerin en önemlisi olarak ele alınan fırtına zararlarını, en aza indirmek ve fırtına zararına karşı alınacak mücadele yöntemlerini daha etkin şekilde uygulayabilmek için, fırtına zararı riski taşıyan alanların modellenmesi büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, bir ekolojik niş yaklaşımı olan maksimum entropi yöntemi (Maxent) kullanılarak Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü'nün Kastamonu il sınırlarındaki orman sahalarında meydana gelebilecek fırtına zararlarını etkileyen çevresel faktörlerin tespit edilmesi ve risk haritası oluşturulması hedeflenmiştir.

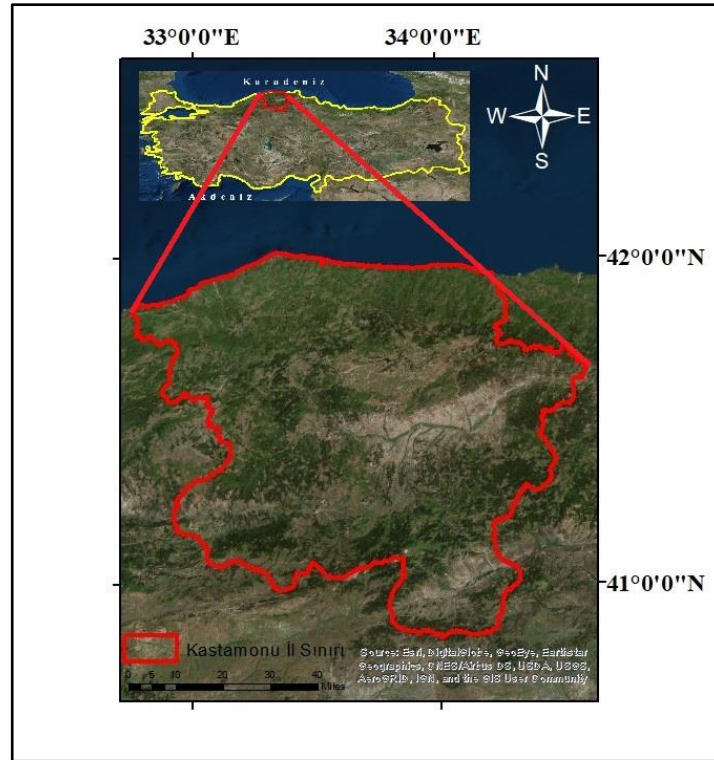
Bu amaç doğrultusunda, 15 Mart 2013'te Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü'nde 1,5 milyon m³'lük olağan üstü hasılatı sebep olan fırtına, çalışmada kullanılan verilerin elde edildiği örnekleri oluşturmaktadır.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Coğrafi Konum

Bu çalışma, Karadeniz Bölgesi'nin Batı Karadeniz Bölümü'nde yaklaşık 12861,12 km² yüzölçümüne sahip olan Kastamonu ilinde gerçekleştirilmiştir. Kastamonu ilinde orman alanları 8191,94 km²'lik bir sahada bulunmaktadır. Orman dışı alanlar ise 4669,18 km²'lik saha kaplamaktadır. Çalışma alanı Şekil 2.1.' de görüldüğü gibi 32° 44' 59" - 34° 36' 14" doğu boylamları ile 40° 50' 4" - 42° 1' 12" kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır. Yükseklik 0 – 2578 m arasında değişmekte, Karadeniz kıyısından Batı Karadeniz'in en yüksek zirvesi Büyük Hacet Tepesi 2578 m'ye kadar değişiklik göstermektedir. Sahanın kuzeyinde Karadeniz; kuzeydoğusunda Sinop; güneydoğusunda Çorum; güneyinde Çankırı; batısında Bartın ve Karabük illeri yer almaktadır.



2.1.2. Bitki Örtüsü

Çalışmanın gerçekleştirildiği Kastamonu ili, bitki örtüsü bakımından oldukça zengin bir alanda yer almaktadır. Bitki örtüsünün çoğunluğunu ormanlar oluşturmaktadır. İl merkezinin kuzeyinde sahil şeridi boyunca uzanan dağ silsileleri iyice sıklaşır ve bu bölgeler sık ormanlarla kaplıdır (URL-2, 2017). İlin güneyinde yükselen Ilgaz Dağları'nın (2578 m) kuzey yamaçları doğu kayını (*Fagus orientalis*), Uludağ göknarı (*A. nordmanniana*), sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve sapsız meşelerden (*Q. Petraea*) oluşan nemli ormanların yetişmesine elverişli bir ortam sağlamaktadır. Güney yamaçların alçak rakımlarında ise kızılçam (*Pinus brutia*), saçlı meşe (*Q. cerris*), tüylü meşe (*Q. pubescens*), mazı meşesi (*Quercus infectoria*) ve ardıç türlerine (*Juniperus excelsa*, *J. foetidissima*) rastlanmaktadır. 1000–1250 m'den yüksek kesimlerde kuru ormanları oluşturan karaçamlar bulunmaktadır (Günel, 2013).

Mera olarak kullanılan, ağaç örtüsü olmayan ve tarıma elverişli olmayan yerlerde farklı türlerde baklagil ve buğdaygil yer bitkileri yetiştirilmektedir. Örtünün bozuk olduğu yerler dikenli bitkiler ile kaplanmaktadır (URL-2, 2017).

2.1.3. Jeolojik Yapı

Çalışma alanı olan Kastamonu ilinin batısındaki Araç Çayı suları Karabük yakınındaki Filyos Nehrine katılmaktadır. Kuzeyden güneye doğru kıyı dağlarını bölgede genel olarak doğu–batı istikametinde uzanan dağ silsileleri oluştururken, Ilgaz Dağları ve bu dağ silsilelerinin arasında paralel olarak kurulan çok sayıda havzalar yer almaktadırlar.

Araç'ın kuzeyinde Daday masifi daha kristallafien bir kompleks halinde görülmektedir. Bu kompleksin ana unsuru ofiolitik sahra ve kristalen kalkerlerin katıldığı koyu renkteki fillitlerdir. Araç'ın kuzeybatısı ise ormanlık yüksek sırtlar ve sarp yamaçlar itibarıyla kuvarsit bir yapıdadır. Çeşitli alanlarda bu eski masifin üzerinde mesozoik kurulmaları vardır. Safranbolu–Araç havzasını Kastamonu havzası ile güneyde Daday masifi boyunca uzanan tersiyer flişi koridoru birleştirmektedir. Kastamonu'da ki greli–kalkerli kaide tersiyeri hafif bir biçimde

dalgalanmış yapıdadır. Kastamonu havzasının üst kısımları nümmülit bakımdan zengin greli kalkerler veya kalkerli sarı grelerden oluşmaktadır. Bu alanda çok fazla volkanik malzeme de bulunmaktadır. Taşköprü civarındaki tersiyer flişi alanının genel düzeni Kastamonu alanı gibidir. Boyabat civarlarındaki tersiyer flişi alanı, Taşköprü ile Boyabat arasında, Küre çayı–Espir Köprü yüksekliğinde fazla daralmakta ve böylelikle doğudaki kısım yani Boyabat tersiyer havzası ile iyice ayrılmış bir yapı oluşturmaktadır. Ilgaz Dağı masifinde metaformik çökeltiler arasında en yaygın olanları fillit çeşitli türleri ve tipleridir. Diğer alanlardan daha bariz bir şekilde ayrılmaktadırlar. Tosya’dan Kargı’ya bütün güney kenarı boyunca ince ince yapraklanmış, parlak renkli kırmızı, eflatun veya siyah renklere fillitler görülmektedir. Devrekâni havzası tabanını oluşturan tabakalar, hafif dalgalanmalar gösterirler. Bu hafif dalgalanma sonucu itibari ile greli kalkerli fasiesleri neojen tabakalarına benzerlikleri fazladır. (Aykut, 1977).

2.1.4. İklim

Kastamonu ilinde iki farklı iklim tipi görülmektedir. Kuzeyinde Karadeniz iklimi etkili iken, güney kısmında İç Anadolu iklimi etkileri hâkimdir. Yeryüzü şekilleri ilin iklimini biçimlendiren etmenlerin en önemlilerinden biridir. Kuzeyinde kıyıya paralel uzanan Küre Dağları, kıyı kısımlar ve iç kısımlar arasında engel oluşturmaktadır. Bu yüzden, iç kısımlarda Karadeniz ikliminin etkisi iyice azalırken yerini İç Anadolu ikliminin karasal ve sert özellikleri almaktadır. Küre Dağları’nın güneyinde yükseltisi 1500 m’ ye kadar çıkan plato sahaları ve bu sahaların üzerinde bulunan dalgalı ve yüksek sahalarda ilin iç kısmında bulunmasına rağmen hala deniz etkisi altındadırlar. Diğer tarafta, ilin ikinci dağ silsilesini oluşturan Ilgaz Dağları’nın da kuzey yamaçları güney yamaçlarından daha nemlidir. Bu sebepten dolayı günlük sıcaklık farklarının fazla olduğu dönemlerde, meydana gelen basınç farkları yerel rüzgârlara da sebep olmaktadır (URL–3, 2017).

Çalışma alanına ait meteorolojik değerler, 17 farklı istasyondan alınarak, ölçüm değerleri düzenlenmiştir. Bu değerlerde yağmur verileri sadece Kastamonu ormanlarında gerçekleşen fırtına zararının olduğu gün değil, birkaç gün öncesindeki

değerlerden itibaren temin edilmişlerdir (Tablo 2.1.), (Kastamonu Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü, 2013).

Tablo 2.1. Çalışma Alanına Ait Meteorolojik Değerler

İstasyon Adı	Günlük Toplam Yağış (mm=kg/m ²)				Günlük Ortalama Rüzgâr Hızı (m/sn)
	12.03.13	13.03.13	14.03.13	15.03.13	15 Mart 2013
İnebolu	15,0	5,4	0,2	0,6	21,3
Sinop	11,4	11,2	0,0	0,2	12,3
Kastamonu	14,2	7,6	0,0	0,0	20,4
Karabük	14,6	3,2	0,0	0,0	6,1
Çankırı	6,6	5,0	0,0	0,0	21
Cide	22,2	0,2	0,2	4,6	18,2
Bozkurt	18,4	4,8	0,2	0,2	19
Devrekâni	16,4	5,8	0,0	0,0	7,7
Boyabat	8,2	10,0	0,0	0,0	3,2
Çatalzeytin	12,2	4,8	0,0	0,0	2,2
Yapraklı	1,0	3,2	0,2	0,0	4,5
İlgaz	1,2	6,2	0,0	0,0	4,5
Tosya	2,8	7,0	0,0	0,0	5,2
Osmancık	3,0	10,0	0,0	0,0	1,8
İskilip	12,7	5,9	0,0	0,0	2,9
Erfelek	15,2	8,4	0,0	0,0	2,3
Araç	20,4	7,2	0,0	0,0	2,8

2.1.5. Hidrojik Yapı

Kastamonu ili sınırları içerisinde Gökırmak ve Devrekâni Çayları ile yan kolları en önemli akarsu kaynaklarıdır. Bu akarsu kaynaklarının 3284,02 hm³/yıl toprak debisi bulunmaktadır (Öztürk, Tönük ve Arıcak, 2012).

Kastamonu ilinde bulunan akarsu kaynaklarının uzunlukları ve yıllık ortalama akımları aşağıdaki Tablo 2.2.'de verilmektedir (Öztürk vd., 2012).

Tablo 2.2. Kastamonu ilinde bulunan akarsular ve özellikleri

Akarsu Adları	Uzunluk (km)	Yıllık Ortalama Akımı (hm ³ /yıl)
Gökırmak Nehri	208	554,2
Devrekâni Çayı	147	719,9
Ezine Çayı	45	-
Araç Çayı	80	286,0
Aydos (Şehribani) Çayı	60	297,2
Zarbana Çayı	42	249,9

2.1.6. Flora Elemanları

Bugüne kadar yapılan floristik araştırmalar sonucunda Kastamonu ilinde yaklaşık 1350 çeşit bitki türü bulunmuştur. Saptanan bitki türlerinden 212 adedi ülkemizde endemik bulunmaktadır. Kastamonu Ilgaz Dağları Milli Parkı'nda tespit edilen endemik bitki türü sayısı 64 iken, Küre Dağları Milli Parkı'nda 158 adet bulunmaktadır.

Çalışma alanı olan Kastamonu'da en yaygın vejetasyon tipi ormandır. Bunun dışında dere kenarlarındaki alanlarda riparian vejetasyon, nemli kısımlarında çayır vejetasyonu, ormanların açıldığı alanlarda antropojenik stepler ve dağlık alanların zirve kısımlarında alpin stepleri görölmektedir.

Çalışma alanı sınırları içerisinde iki önemli bitki alanı bulunmaktadır. Birincisi, Küre Dağları'dır. Bu dağlar, Bern Sözleşmesine göre tehlike altında olan 5 çeşit habitat tipi barındırmaktadır. Bunlar;

- Karadeniz Bölgesi'nin i kesimleri meşe ormanları,
- Batı Anadolu karışık meşe – gürgen ormanları,
- Batı Karadeniz'in alt kesimleri yetişen doğu kayını – uludağ göknarı ormanları,
- Batı Karadeniz'in alt kesimlerinde yetişen sarıçam ormanları
- Kuzeybatı Anadolu – Karadeniz Bölgesi geçiş bölümü karaçam ormanlarıdır.

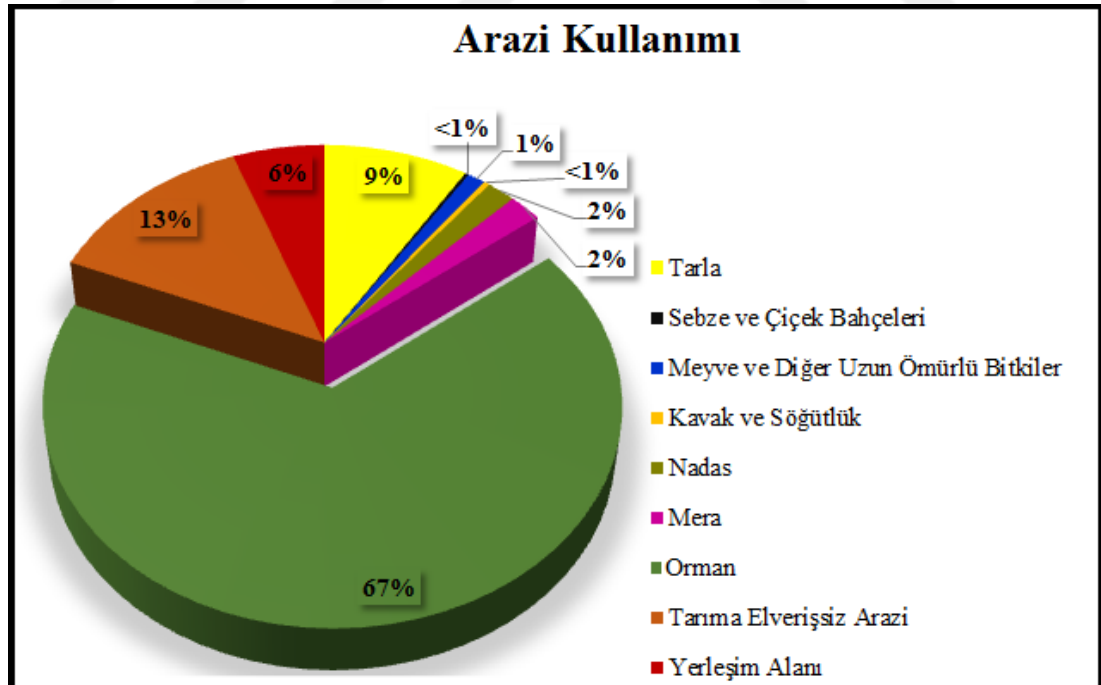
Küre Dağları, Kastamonu ve Bartın illeri arasında, barındırdığı farklı ekosistemler ve çeşitli habitat tiplerinden dolayı 2000 yılında bakanlar kurulu kararı ile milli park ilan edilmiştir. Doğal orman, bozuk orman, geleneksel tarım ve akarsu ekosistemleri olmak üzere dört tane ana ekosistem tiplerine sahiptir. Mikro – ekosistemleri ise kanyon ve orman içi çayır ekosistemlerini içermektedir. Bu ekosistemlerde bulunan, 675 bitki türünün varlığı kesinleşmişken, gerçek sayısının çok daha fazla olduğu tahmin edilmektedir.

İkinci önemli bitki alanı ise Ilgaz Dağları'dır. Ilgaz Dağları'nda Bern Sözleşmesi'ne (1984) göre tehlike altında bulunan habitatlar;

- Batı Karadeniz doğu kayını ormanları,
 - Güneydoğu Avrupa meşe – gürgen ormanları,
 - Öksin sel yatağı ormanları,
 - Karadeniz Bölgesi'nin iç kesimlerinde yetişen meşe ormanları,
 - Karadeniz şimşir–uludağ göknarı ormanları,
 - Batı Karadeniz'in alt kesimlerinde yetişen doğu kayını–uludağ göknarı ormanları,
 - Batı Karadeniz'in alt kesimlerinde yetişen sarıçam ormanları,
 - Kuzeybatı Anadolu – Karadeniz Bölgesi geçiş bölümü karaçam ormanları,
- olarak sıralanmaktadır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2016).

2.1.7. Arazi Kullanımı

Kastamonu ilinin arazi kullanım durumuna genel olarak bakıldığında; orman arazileri, tarıma elverişsiz araziler, tarım arazileri, yerleşim alanları ve diğer arazi kullanım şekilleri göze çarpmaktadır (Grafik 2.1.).



Grafik 2.1. Kastamonu İlinde 2016 Yılı Arazi Kullanım Durumu (İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, 2016).

2.2. Çalışma Alanındaki Fırtına Zararı Verilerinin Temini ve Hazırlanması

Çalışmanın bu aşamasında Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü Kastamonu ili sınırlarına dâhil olan 16 Orman İşletme Müdürlüklerine ait 2013 yılı olağanüstü hasılat etası raporları (Ek 1 – 2) ve olağanüstü hasılat cetveli (Ek 2 – 3) incelenmiş ve bölgede ki fırtına zararına ait bilgiler toplanmıştır. Toplanan fırtına zararına ait bilgiler olağanüstü hasılat raporunda yer alan etanın mahiyeti kısmı göz önüne alınarak değerlendirilmiştir. Fırtına zararlarının meşcere tiplerinde gerçekleşme şekline göre üç farklı şekilde ele alınmış olduğu gözlemlenmiştir. Bu sınıflar münferit, küme/grup ve bloktur. Münferit tabiri ile meşcerelerde bağımsız tek tek durumdaki ağaçların fırtınadan etkilenmesi ifade edilmektedir. Küme/grup ise 3-5 tane ağacın yaklaşık 50–100 m² büyüklüğündeki alanlarda fırtınadan etkilenme şeklini ifade etmektedir. Son sınıf olan blok, meşcerelerde oluşan fırtına zararının geniş sahalarda topyekûn meydana geldiğini ifade etmek için kullanılmaktadır. Bölmecek birimde meşcere tiplerinin etkileme şekillerine göre fırtına zararı görülen alanların sayısal değerleri aşağıda verilmiştir (Tablo 2.3.).

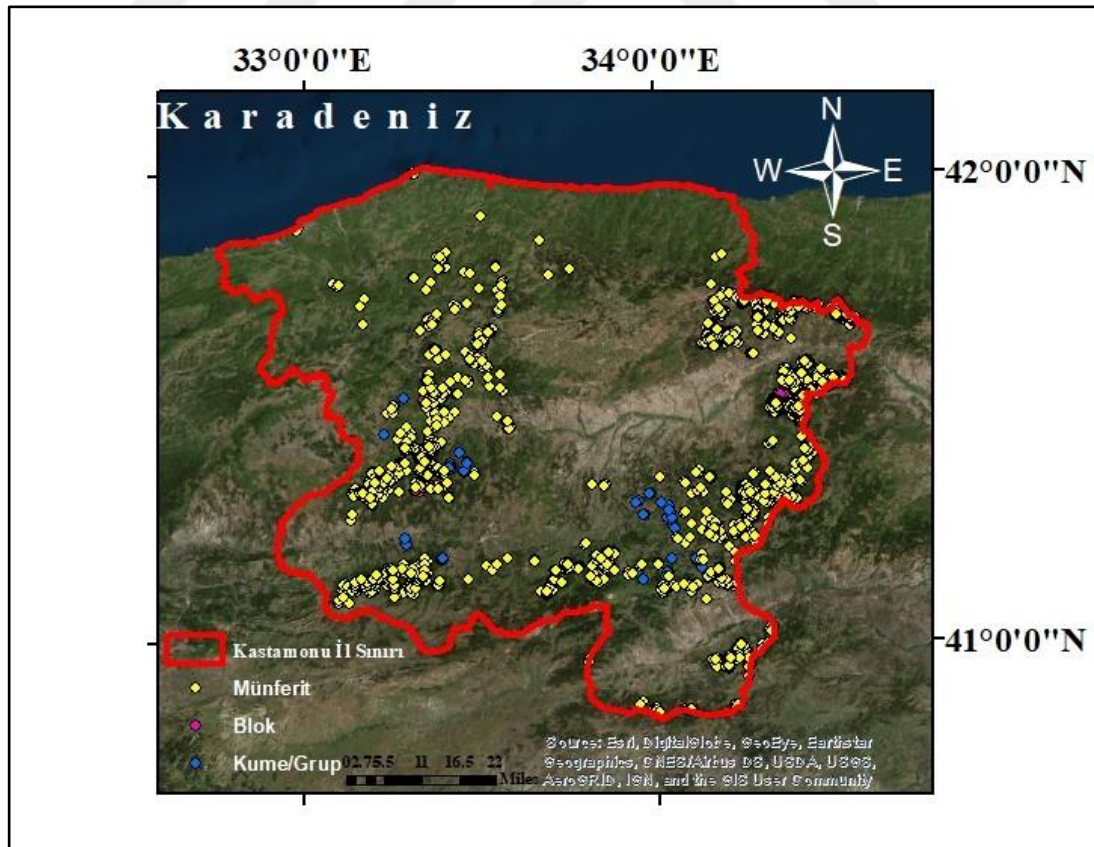
Tablo 2.3. Fırtına Zararına Ait Bilgiler

Sıra No.	Orman İşletme Müdürlüğü	Meşcere Tipinde Gerçekleşme Şekline Göre Fırtına Zararları			Alan (ha)
		Münferit	Küme/Grup	Blok	
1	Taşköprü	711	2	92	8447,4
2	Hanönü	417	26	-	4852,4
3	Tosya	168	-	-	4780,1
4	Araç	156	11	13	4701,9
5	Daday	210	16	4	4352,2
6	Samatlar	110	-	-	3917,0
7	Karadere	76	26	-	1758,4
8	Azdavay	59	-	-	994,3
9	Kastamonu	45	-	-	554,5
10	Küre	17	1	-	505,8
11	Çatalzeytin	11	-	-	253,3
12	İhsangazi	19	1	-	236,6
13	Cide	8	-	-	171,6
14	İnebolu	1	-	-	4,8
15	Pınarbaşı	3	-	-	1
16	Bozkurt	-	-	-	-
BÖLGE MÜD. TOPLAM		2011	83	109	35531,3

Fırtına zararına ait saha döküm verilerinden sayısal harita üretmek ve konumsal veri değerlerini elde etmek amacıyla ArcGIS 10.5 yazılımı kullanılmıştır. ArcGIS 10.5 yazılımı ile sayısallaştırılan zarar verileri üzerinde çeşitli dönüşümler uygulanmış, bunlar için ArcMAP modülü ve altındaki farklı araçlar kullanılmıştır. Zarar tiplerini bölmecik boyutunda ifade etmek için bölmecikler içine birer tane “x, y” konum değeri atanmıştır. Bu konum değerleri ile münferit 2011, küme/grup 83 ve blok 109 adet fırtına zararı gerçekleşen bölmecik konumlarına ait var veri seti oluşturulmuştur (Şekil 2.2. ve Şekil 2.3.).



Şekil 2.2. Çalışma Alanındaki Meşcere Tipleri Konumsal Noktaları (Tek Nokta)

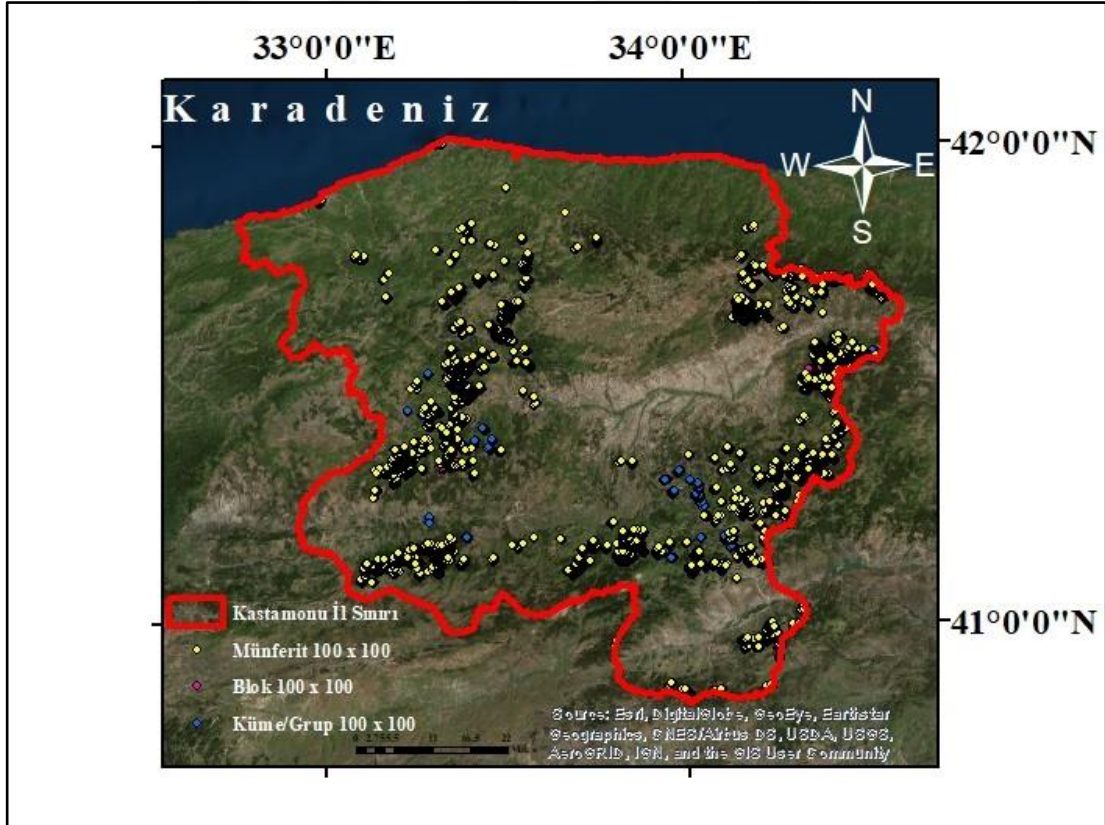


Şekil 2.3. Çalışma Alanındaki Fırtına Zararı Gerçekleşen Meşcere Tiplerini Etkileme Durumları ve Konumsal Noktaları

Düzensiz poligonlar halinde bulunan bölmecikleri, tek bir nokta ile ifade etmenin yetersiz olacağı değerlendirilerek, nokta sayısını arttırmak gerektiği düşünülmüş, bu sebepten "100x100 m", 1 ha'lık karelaj oluşturulmuştur. Karelaj zarar tiplerini sınıflandıran bölmecik katmanı ile çakıştırılmış ve bölmeciklerin çoklu noktalar kullanılarak ifade edilmeleri sağlanmıştır (Şekil 2.4. ve Şekil 2.5.). Çoklu oluşturulan bu konumsal noktalar münferit, küme/grup ve blok alanları için sırası ile 24966, 1079 ve 1334 adet var veri seti oluşturulmuştur.



Şekil 2.4. Çalışma Alanındaki Meşcere Tipleri Konumsal Noktaları (Karelaj)



Şekil 2.5. Çalışma Alanındaki Fırtına Zararı Gerçekleşen Meşcere Tiplerini Etkileme Durumları ve 100x100 m'deki Konumsal Noktaları

Fırtına zararı meydana gelen bölmeciklerin konumsal değerleri (x,y), ofis yazılımı (Excel 2016) yardımı ile virgülle ayrılmış “*.csv” formatında kaydedilmiştir. Kayıt edilen konum değerleri sayesinde üç farklı zarar tipi Kastamonu ilinde meydana gelmiş olduğu yerler itibari ile belirlenmiştir. Aşağıda verilen örnek dosya seti zarar, enlem ve boylam bilgilerini içermektedir (Tablo 2.4.). Bu dosya setleri daha sonra yürütülen analizlerde, Maxent yazılımında zararın oluşma şeklini ve yerini göstermek için kullanılmışlardır.

Tablo 2.4. *Modellemede Kullanılan Fırtına Zararına Ait Konumsal Değerlerden Bir Kısımın *.csv Formatındaki Örnekleri*

1. Fırtına Zararında Meşcere Alanlarını Münferit Halde Etkileyen Konum Noktaları;	
Tür, Enlem, Boylam	
Munferit,531996.99217200000,4553091.77177000000	
Munferit,531711.48783000000,4553386.72115000000	
...	
2. Fırtına Zararında Meşcere Alanlarını Blok Halde Etkileyen Konum Noktaları;	
Tür, Enlem, Boylam	
Blok,526047.49603700000,4575502.19377000000	
Blok,527018.97741200000,4575194.95959000000	
...	
3. Fırtına Zararında Meşcere Alanlarını Küme/ Grup Halde Etkileyen Konum Noktaları;	
Tür, Enlem, Boylam	
Kume/Grup,521511.05482300000,4552094.76334000000	
Kume/Grup,526344.01241000000,4554109.84218000000	
...	
4. Fırtına Zararında Meşcere Alanlarını Münferit Karelej Halde Etkileyen Konum Noktaları;	
Tür, Enlem, Boylam	
Munferit Karelej,584327.18410000000,4522525.72496000000	
Munferit Karelej,584227.18410000000,4522525.72496000000	
...	
5. Fırtına Zararında Meşcere Alanlarını Blok Karelej Halde Etkileyen Konum Noktaları;	
Tür, Enlem, Boylam	
Blok Karelej,521027.18410000000,4553325.72496000000	
Blok Karelej,521227.18410000000,4555525.72496000000	
...	
6. Fırtına Zararında Meşcere Alanlarını Küme/ Grup Karelej Halde Etkileyen Konum Noktaları;	
Tür, Enlem, Boylam	
Küme/Grup Karelej,521827.18410000000,4551925.72496000000	
Küme/Grup Karelej,521727.18410000000,4551925.72496000000	
...	

2.3. Çalışma Alanındaki Fırtına Zararını Etkilediği Düşünülen Faktörlere Ait Verilerin Temini ve Hazırlanması

Bu aşamada fırtına zararını etkilediği düşünülen 16 farklı çevresel etmene ait verinin oluşturulmasına değinilmektedir. Fırtına zararına neden olabilecek her bir faktör için altlık haritaların üretilmesinde ArcGIS 10.5 yazılımı kullanılmıştır. Her bir veri, tip (raster veya vektör) ve kapsamı itibari ile çalışma sahasını temsil eden Kastamonu il vektörü ile sınırlanmış ve orman dışı sahalar dışarıda bırakılarak, en sonunda raster veriler haline getirilerek “*.ascii” formatında, modele girdi olacak şekilde depolanmıştır. Çalışmada kullanılan bütün bu çevresel faktörler oluşturulurken Evrensel Enlem Merkatörü 36. dilim projeksiyonu (UTM Zon36) ve Dünya Jeodezik Sistemi-1984 (WGS84) datumu kullanılmıştır.

Bu çalışmada modelleme için kullanılacak çevresel değişkenler oluşturulurken sadece Kastamonu ormanlarında risk oranı modellemeleri oluşturulmuştur. Bu yüzden üzerinde orman varlığı olmayan alanlar çalışma kapsamı dışında bırakılmıştır. Raster haritalarda rastlanılacak beyaz sahalar bu bahsedilen orman dışı alanları göstermektedir.

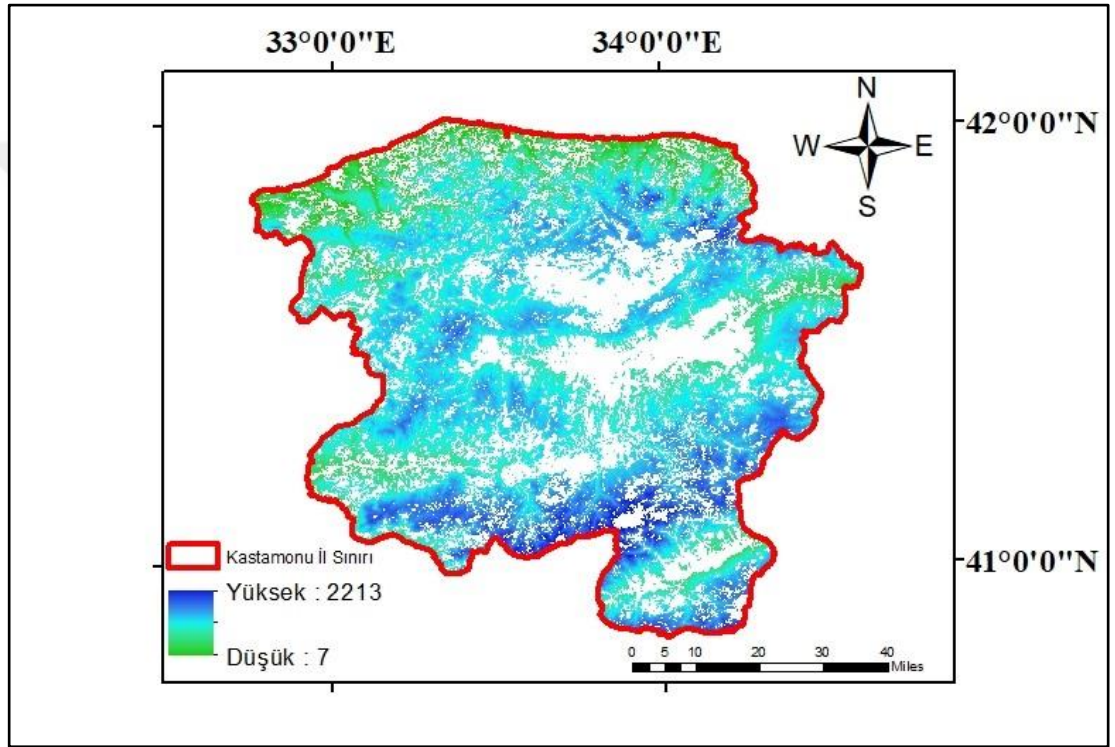
2.3.1. Yükseklik

Analizde kullanılacak olan yükseklik haritasını, Earth Explorer veri portalından (URL-4, 2016) ücretsiz olarak paylaşılan SRTM_1 arc-second'lık yükseklik modeli kullanılarak üretilmiştir.

Kullanılan SRTM_1 arc-second paftaları;

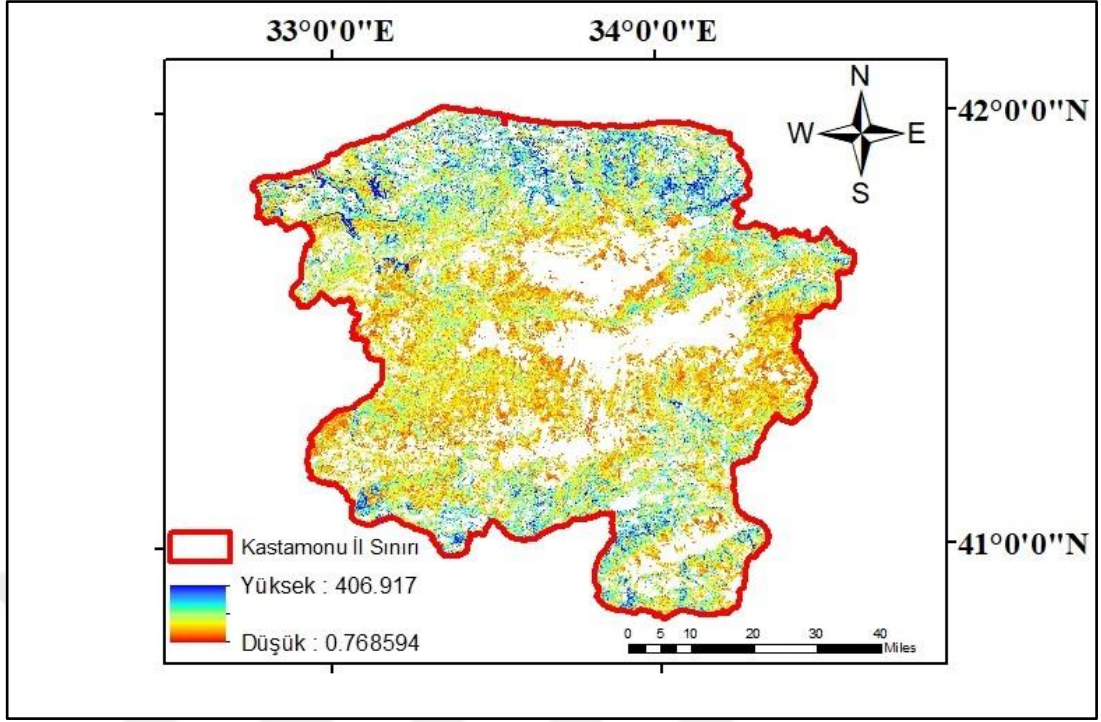
- n40_e033_1arc_v3.tif,
- n40_e034_1arc_v3.tif,
- n41_e032_1arc_v3.tif,
- n41_e033_1arc_v3.tif,
- n41_e034_1arc_v3.tif,
- n42_e033_1arc_v3.tif.

Çalışma alanı sınırını kaplayan 6 adet pafta elde edilmiş, önce birleştirip, mozaiklenmiş sonra il vektörü kullanılarak kesilmişlerdir. Bu işlemin ardından yükseklik değerleri herhangi bir kategorize edilmeden, çalışma alanından orman dışı alanlar çıkartılarak 7 – 2213 m aralığında yükseklik haritası oluşturulmuştur. Burada üst sınır olarak görülmekte olan 2213 m Ilgaz Dağı'nın en yüksek değeri 2578 m'nin altında kalmaktadır. Çünkü meşcere kuruluşlarına yukarıda verilen aralığın dışında rastlanılmamıştır (Şekil 2.6.).



2.3.2. Eğim

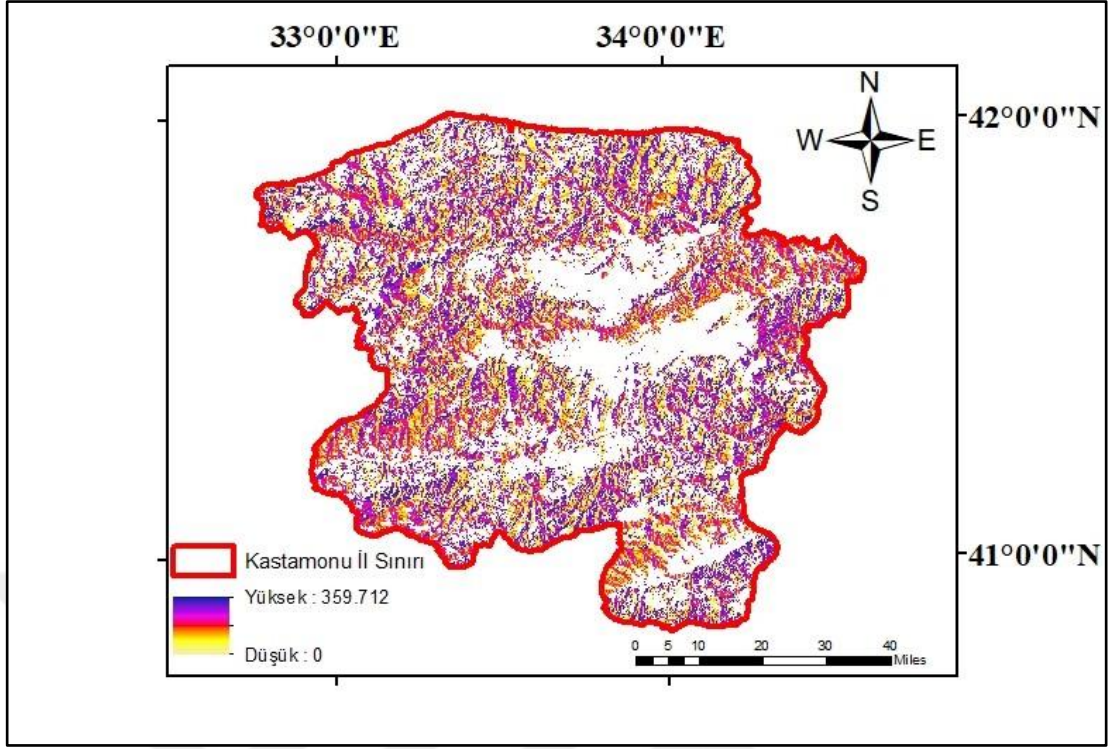
Analiz için kullanılacak eğim haritası da yüzde (%) aralıklarla daha önce temin edilen ve hazırlanan sayısal yükseklik modeli verisinden oluşturulmuştur (Şekil 2.7.).



Şekil 2.7. Çalışma Alanına Ait Eğim Haritası

2.3.3. Bakı

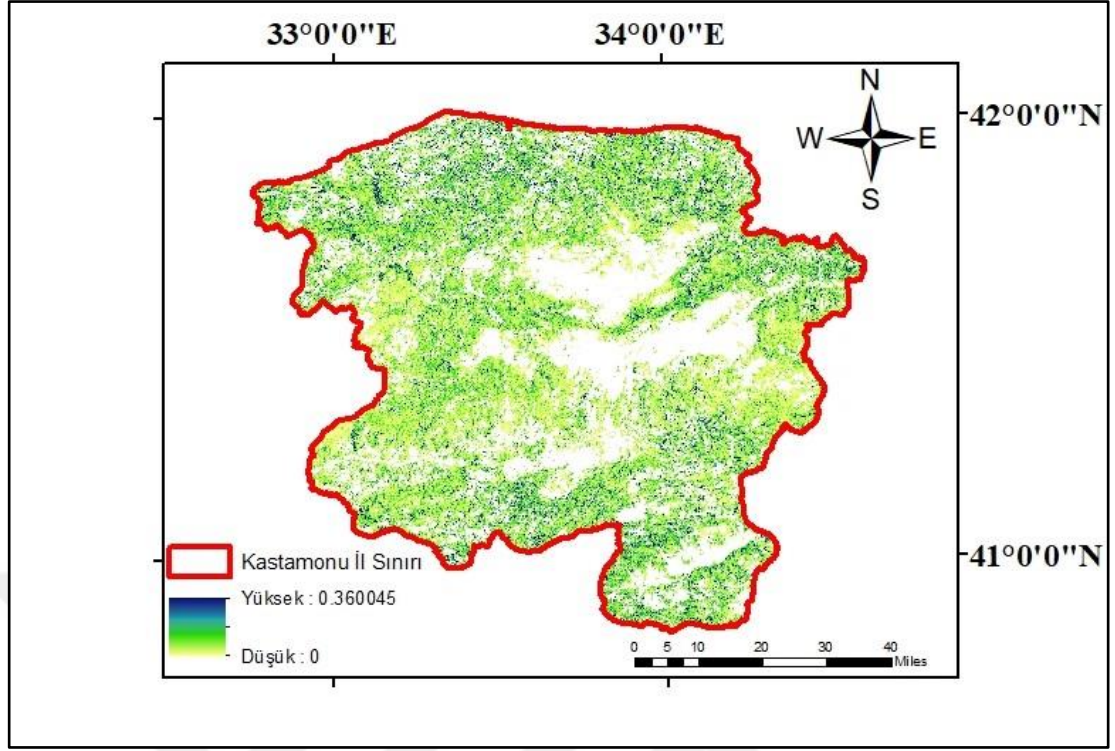
Analiz için kullanılacak bakı haritası da hazırlanmış olan sayısal yükseklik modelinden üretilmiştir (Şekil 2.8.).



Şekil 2.8. Çalışma Alanına Ait Bakı Haritası

2.3.4. Engebililik

Son olarak, engebililik haritası da analizde kullanılacak sayısal yükseklik modeli kullanılarak ArcGIS yazılımı ve Terrain Tools eklentisi kullanılarak oluşturulmuştur (Sappington, Longhoser ve Thompson, 2007; Mert, Şentürk, Güney, Akdemir ve Özkan, 2013). Oluşturulan engebililik katmanı 1 ha'lık hücelere bölünmüş ve her bir hücrenin ortalama engebililiği hesaplanmıştır (Şekil 2.9.).



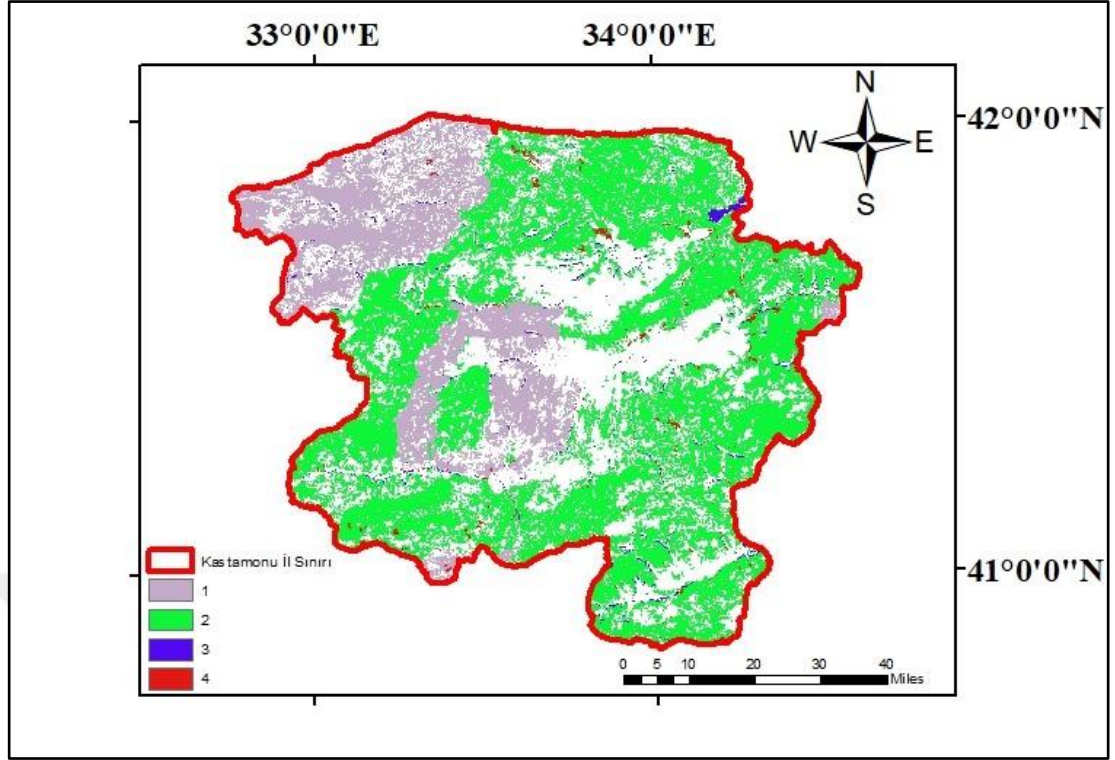
Şekil 2.9. Çalışma Alanına Ait Engebелilik Haritası

2.3.5. Toprak Sınıflandırma Sistemi

Tarım İl Müdürlüğü'nden temin edilen “Kastamonu İli Arazi Varlığı ve Arazilerin Tarımsal Kullanma Uygunluğu Haritası” veri tabanında var olan Toprak Sınıflandırma Sistemi (BTG) sütununa bakılarak toprak sınıflandırma sistemi kategorize edilerek, raster haritaya dönüştürülmüştür (Şekil 2.10.). Toprak sınıflandırma sistemi dört farklı takımı içermektedir (Tablo 2.5.).

Tablo 2.5. Çalışma Alanına Ait Toprak Sınıflandırma Sistemi Sınıfları

Toprak Sınıfları	Toprak (Kategori) Durumu
1	Zonal
2	İntrozonal
3	Azonal
4	Kod Girilmemiş



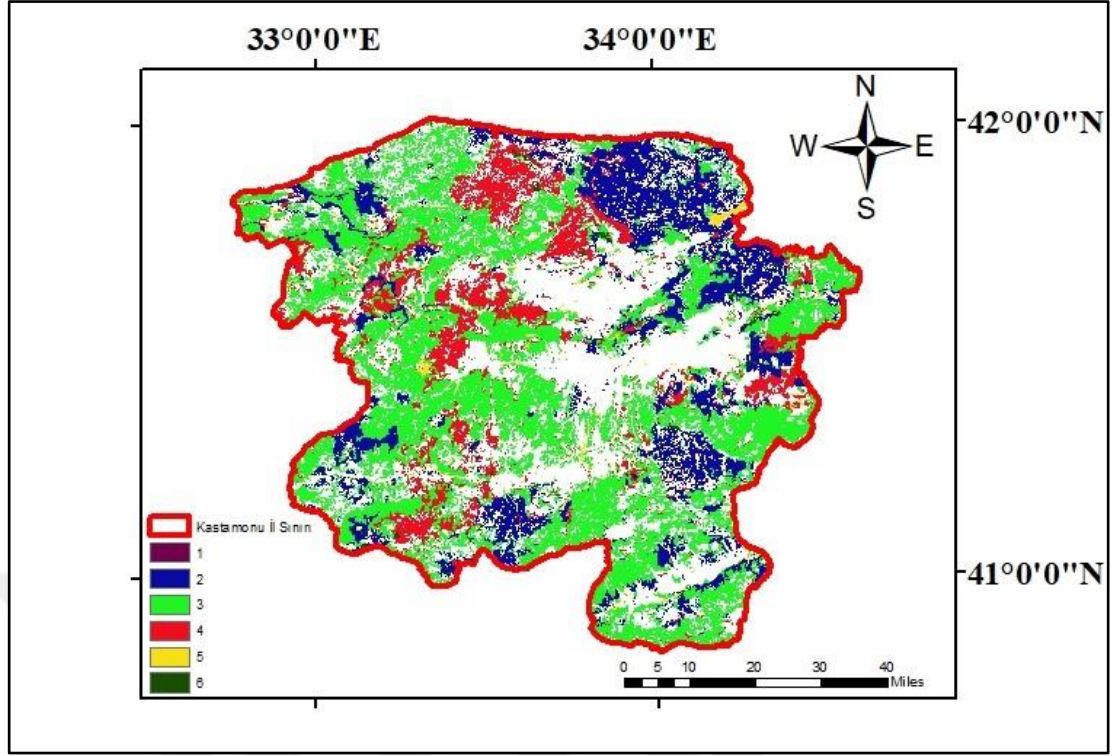
Şekil 2.10. Çalışma Alanına Ait Toprak Sınıflandırma Sistemi Haritası

2.3.6. Toprak Derinliği

“Kastamonu İli Arazi Varlığı ve Arazilerin Tarımsal Kullanma Uygunluğu Haritası” veri tabanında yer alan derinlik sütununu kullanılarak raster haritaya dönüştürülmüş (Şekil 2.11.), toprak derinliği “Kastamonu İli Arazi Varlığı ve Arazilerin Tarımsal Kullanma Uygunluğu Haritası” lejantından yararlanılarak altı sınıfa ayrılmıştır (Tablo 2.6.).

Tablo 2.6. Çalışma Alanına Ait Toprak Derinlik Sınıfları

Toprak Derinliği Sınıfları	Toprak Derinliği (cm)
1	Litozolik
2	Çok Sığ (0–20)
3	Sığ (20–50)
4	Orta Derin (50–90)
5	Derin (>90)
6	Kod Girilmemiş



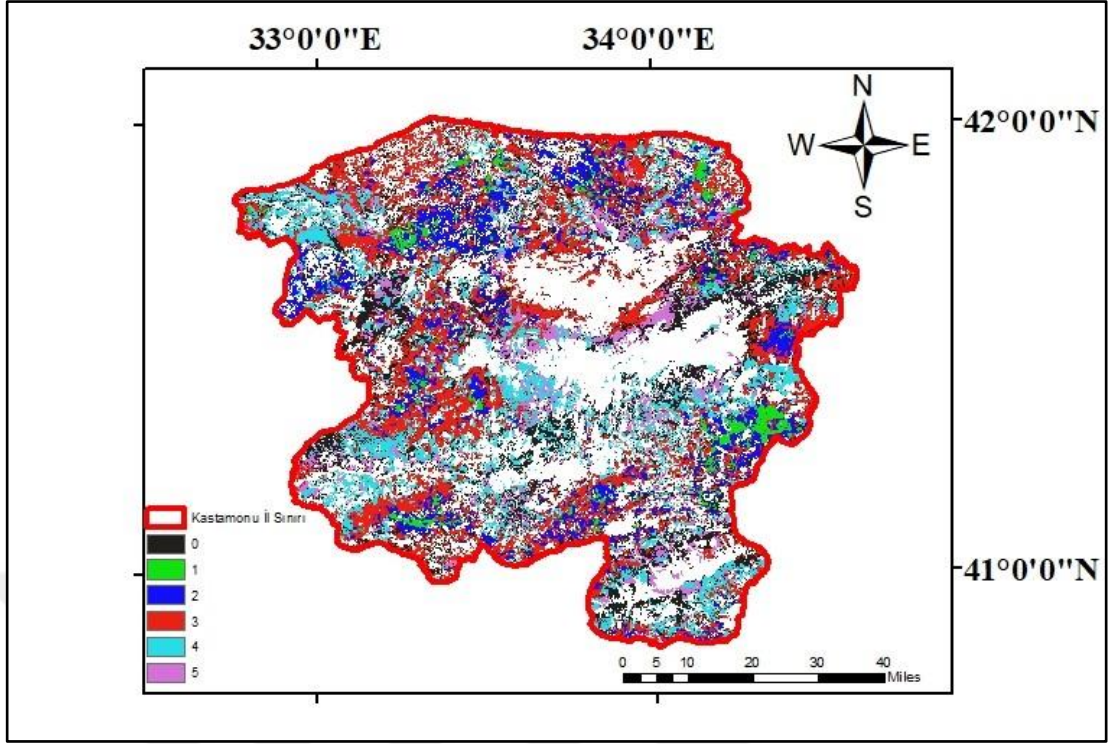
Şekil 2.11. Çalışma Alanına Ait Toprak Derinlik Haritası

2.3.7. Bonitet Sınıfı

Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen meşcere tipleri haritası veri tabanında yer alan bonitet sütunu kullanılarak, raster haritasına dönüştürülmüş (Şekil 2.12.), meşcere haritasındaki bu bilgilerden yararlanılarak bonitet sınıfı altı farklı sınıfa ayrılmıştır (Tablo 2.7.).

Tablo 2.7. Çalışma Alanına Ait Bonitet Sınıfları

Bonitet Sınıfları	Bonitet Durumu
0	Verimsiz
1	I
2	II
3	III
4	IV
5	V



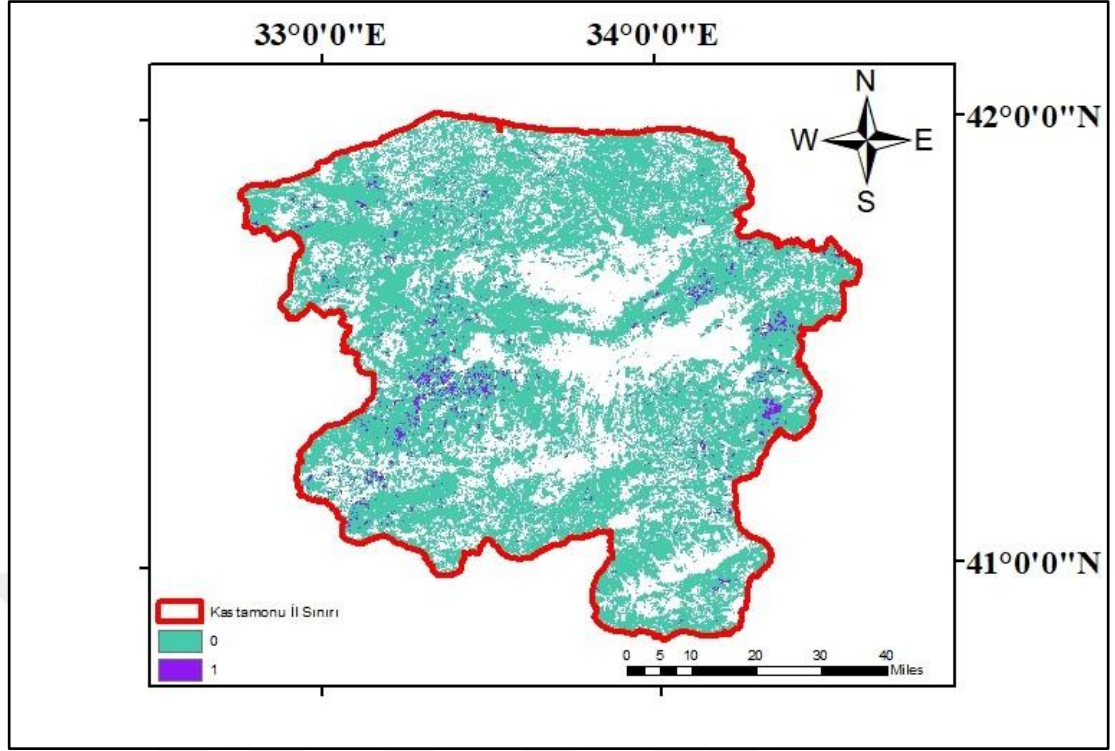
Şekil 2.12. Çalışma Alanına Ait Bonitet Sınıfı Haritası

2.3.8. Tabakalılık

Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen meşrece tipleri haritası veri tabanında yer alan meşcere tipi sütunu kullanılarak tek tabakalı, iki veya daha fazla tabakalı şeklinde kodlanmış ve raster haritasına dönüştürülmüştür (Şekil 2.13.), Oluşturulan meşcere haritasındaki bu veri setinin sınıflandırılması görülmektedir (Tablo 2.8.).

Tablo 2.8. Çalışma Alanına Ait Tabakalılık Sınıfları

Tabakalılık Sınıfları	Tabakalılık Durumu
1	Tek Tabakalı
2	İki veya Daha Fazla Tabakalı



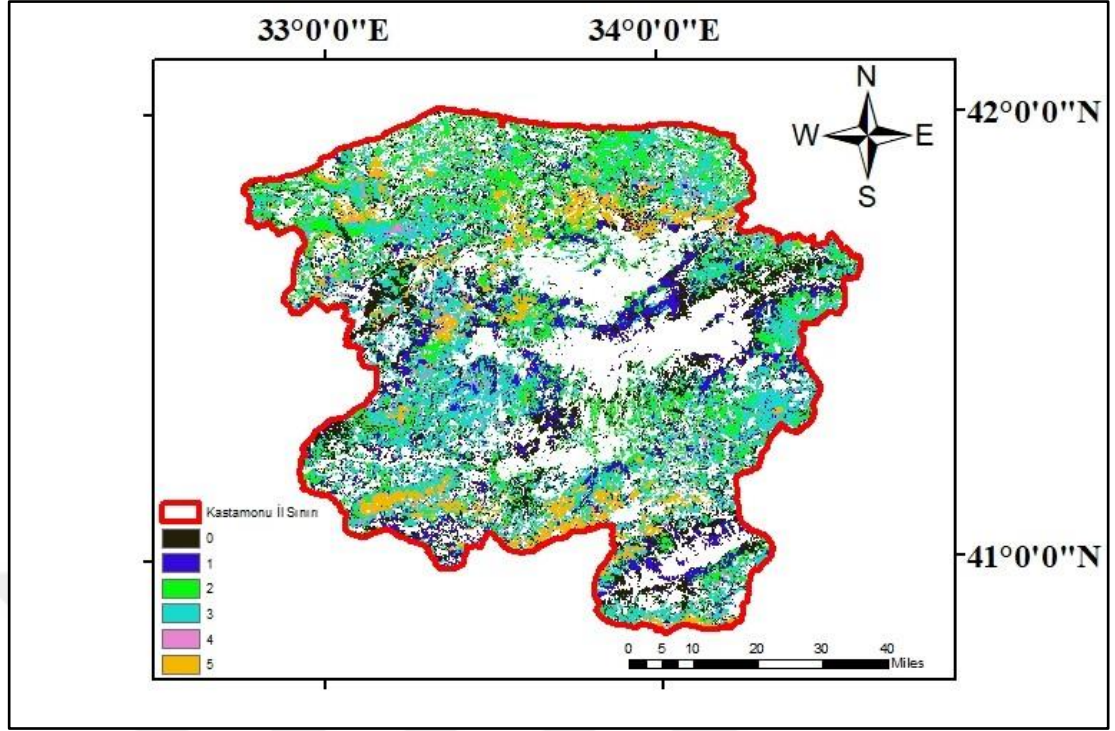
Şekil 2.13. Çalışma Alanına Ait Tabakalılık Sınıfı Haritası

2.3.9. Gelişim Çağı

Gelişim çağlarının raster haritasını oluşturmak üzere Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen meşcere tipleri haritasındaki veri tabanı gelişim çağı sütunu kullanılmış (Tablo 2.9.), daha sonra raster haritası oluşturulmuştur (Şekil 2.14.).

Tablo 2.9. Çalışma Alanına Ait Gelişim Çağı Sınıfları

Gelişim Çağı Sınıfları	Gelişim Çağları	Gelişim Çağı Durumu/Çapları (cm)
1	Bozuk	Bozuk
2	a / ab	Gençlik ve Sıklık Çağı/0–7,9
3	b / bc	Sırlık ve Direklik Çağı/8–19,9
4	c / cd	İnce Ağaçlık Çağı/20–35,9
5	d / de / e	Orta ve Kalın Ağaçlık Çağı/36–51,9 ve >51,9
6	A / B / C / D	Seçme Kuruluşlu Ormanlar



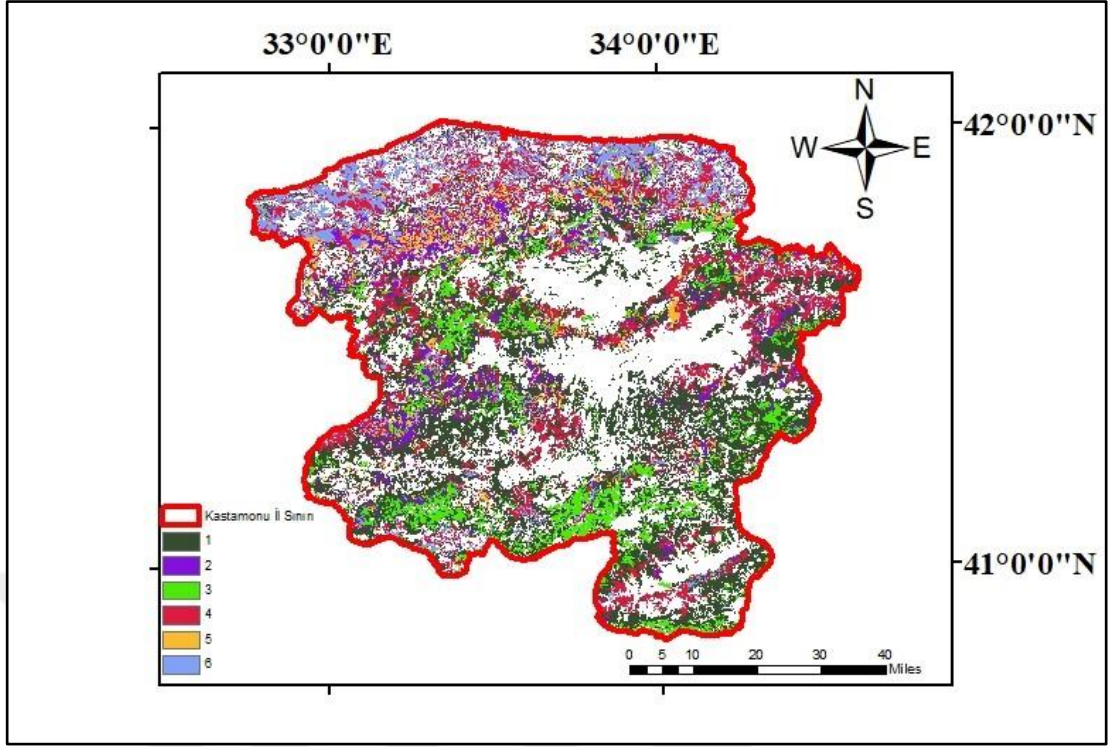
Şekil 2.14. Çalışma Alanına Ait Gelişim Çağı Haritası

2.3.10. Meşcere Tipleri

Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen meşcere tipleri haritasında veri tabanı kısmından meşcere tipleri sütununa göre sınıflandırma (Tablo 2.10.) yapılarak raster haritası elde edilmiştir (Şekil 2.15.).

Tablo 2.13. Çalışma Alanına Ait Meşcere Tipleri Sınıfları

Meşcere Tipleri Sınıfları	Meşcere Tipleri ve Karışımları
1	Saf İbrelî Ağaç Türleri
2	İbrelî + Yapraklı Karışık Ağaç Türleri
3	İbrelî + İbrelî Karışık Ağaç Türleri
4	Saf Yapraklı Ağaç Türleri
5	Yapraklı + İbrelî Ağaç Türleri
6	Yapraklı + Yapraklı Ağaç Türleri



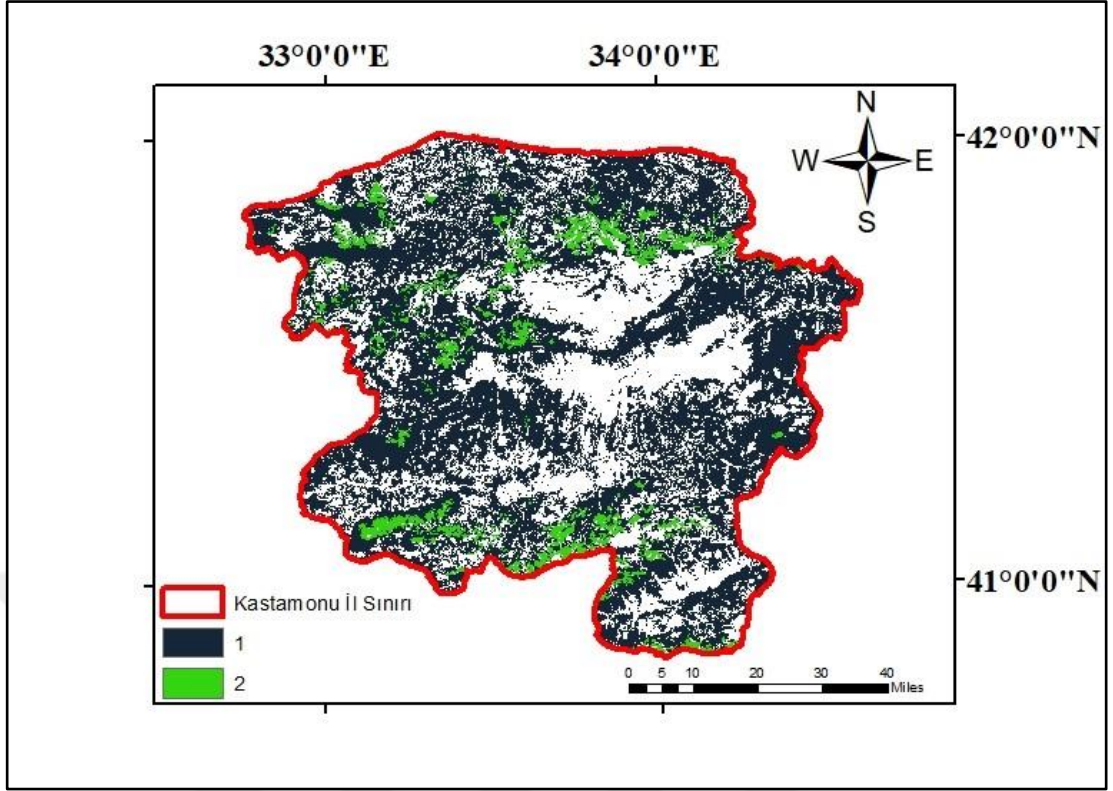
Şekil 2.15. Çalışma Alanına Ait Meşcere Tipleri Haritası

2.3.11. Orman Formları

Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen meşcere tipleri haritasındaki veri tabanı kısmındaki meşcere tipleri sütunu kullanılarak sınıflandırılması yapılmıştır (Tablo 2.11.). Orman formları sınıfları raster haritasına dönüştürülmüştür (Şekil 2.16.).

Tablo 2.11. Çalışma Alanına Ait Orman Formları Sınıfları

Orman Formları Sınıfları	Orman Formları Durumu
1	Aynı Yaşlı
2	Değişik Yaşlı



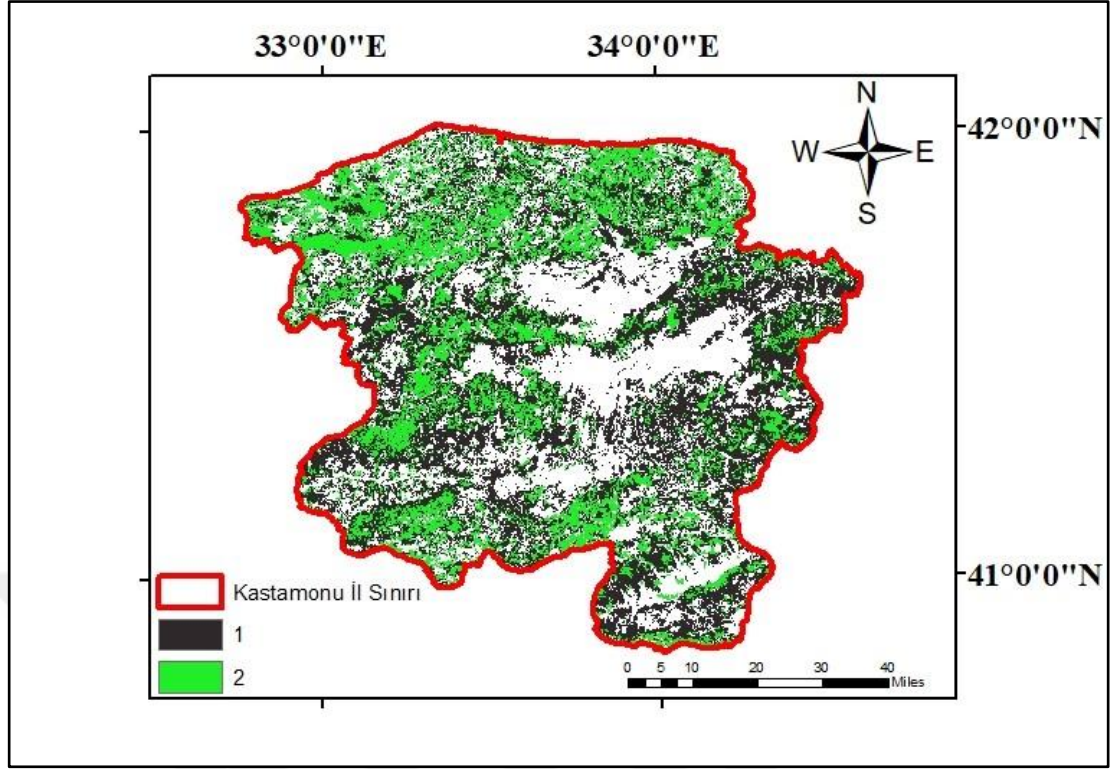
Şekil 2.16. Çalışma Alanına Ait Orman Formları Haritası

2.3.12. Karışım Durumu

Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen meşcere tipleri haritası veri tabanı kısmındaki meşcere tipleri sütunu kullanılarak karışım durumu sınıflandırılmıştır (Tablo 2.12.). Karışım durumu sınıflarına ait raster haritası elde edilmiştir (Şekil 2.17.).

Tablo 2.12. Çalışma Alanına Ait Karışım Durumu Sınıfları

Karışım Durumu Sınıfları	Karışım Durumu
1	Saf
2	Karışık



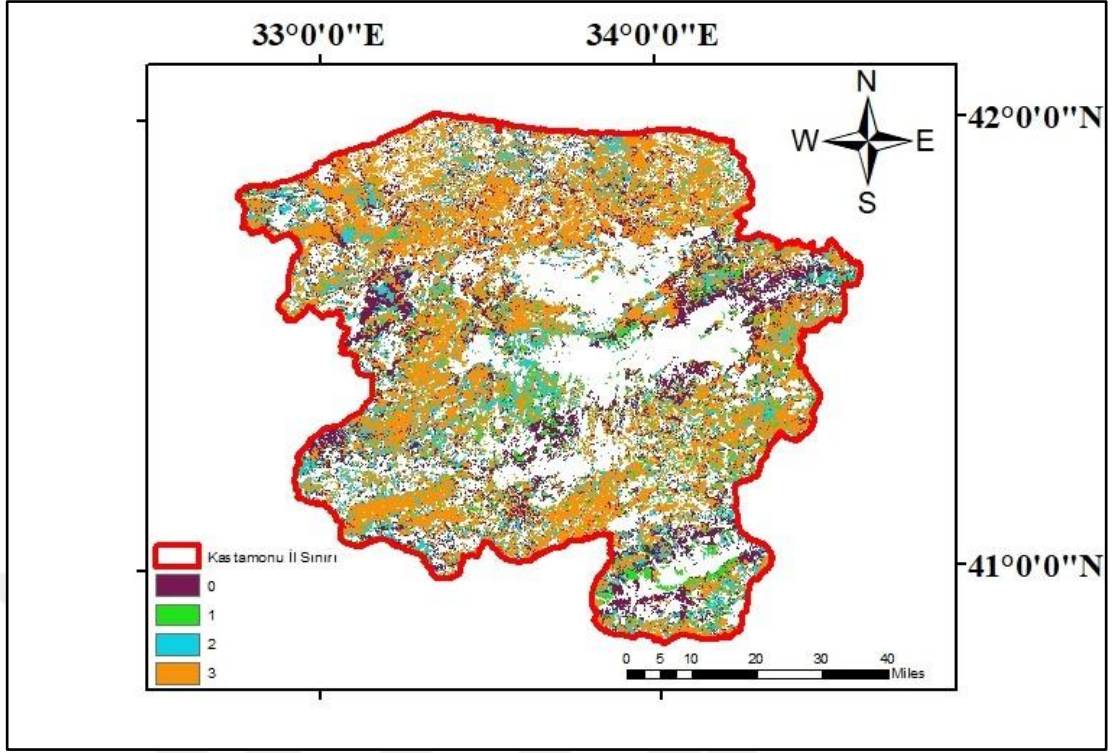
Şekil 2.17. Çalışma Alanına Ait Karışım Durumu Haritası

2.3.13. Kapalılık

Kapalılık haritası Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen meşcere tipi haritasındaki meşcere tipi sütunu kullanılarak 4 sınıfa ayrılmıştır (Tablo 2.13.). Bu sınıflandırma işleminden sonra raster haritası oluşturulmuştur (Şekil 2.18.).

Tablo 2.13. Çalışma Alanına Ait Kapalılık Sınıfları

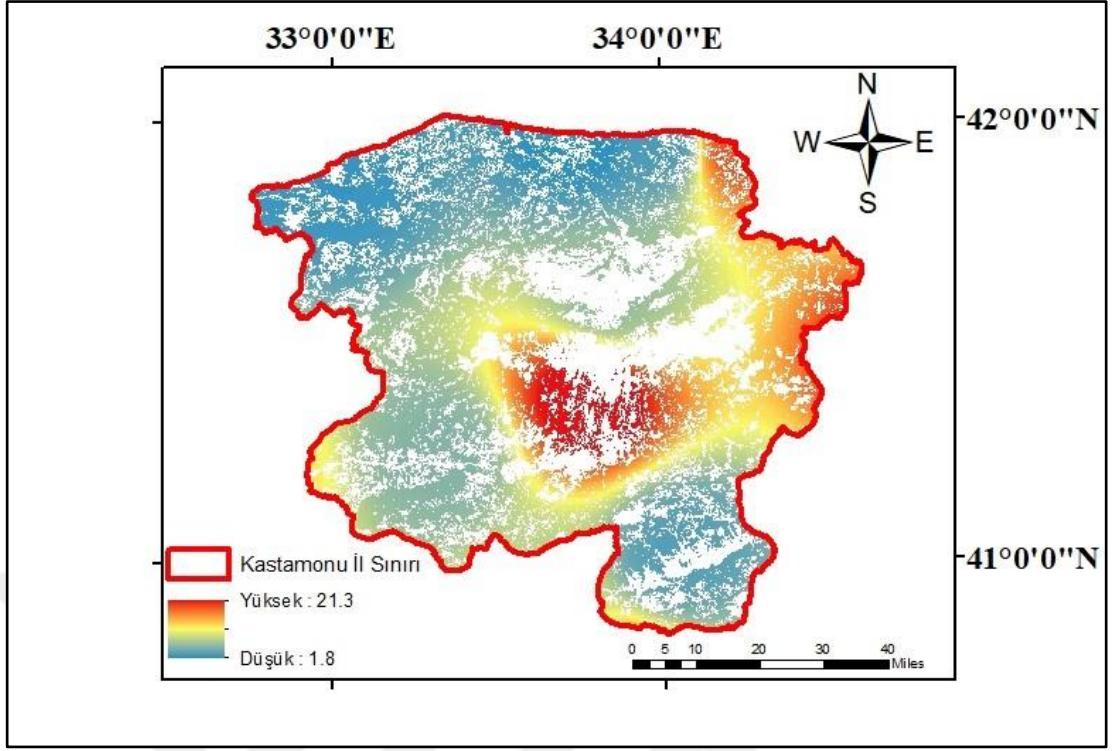
Kapalılık Sınıfları	Kapalılık Durumu (%)
0	0–10
1	11–40
2	41–70
3	>71



Şekil 2.18. Çalışma Alanına Ait Kapalılık Haritası

2.3.14. Rüzgâr Hızı

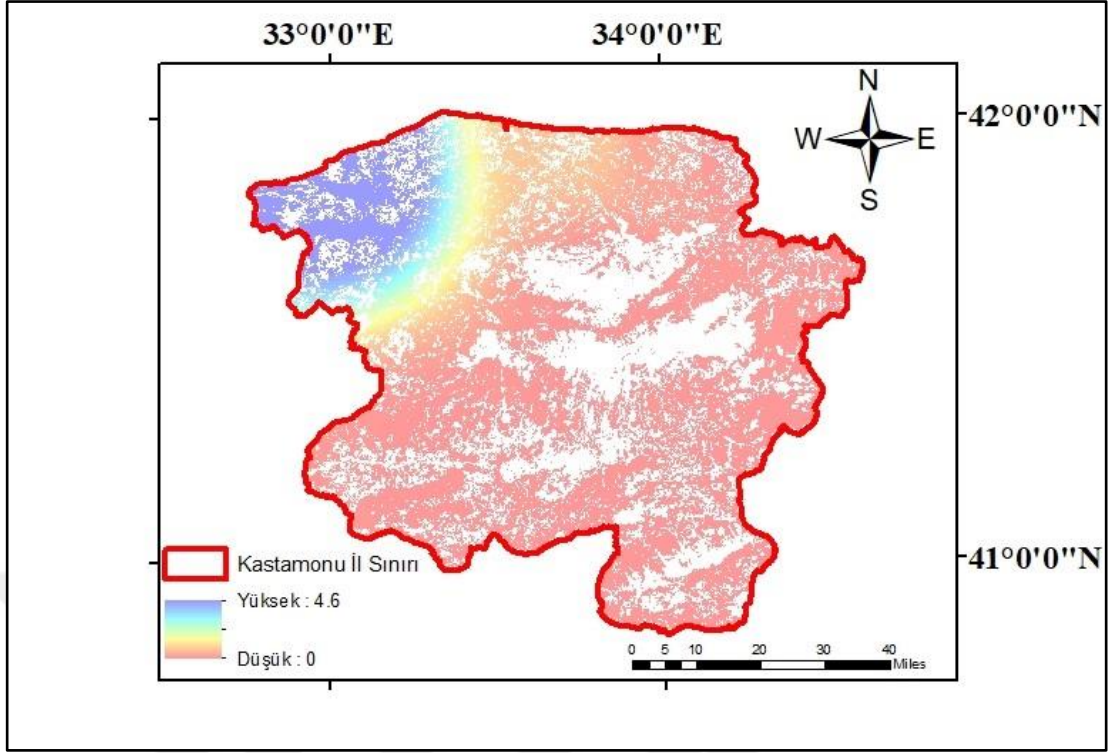
Kastamonu Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nden 15 Mart 2013 fırtına zararının gerçekleştiği yıla ait temin edilen rüzgâr hızı değerleri kullanılmıştır. Bu veriler istasyonların konumsal noktalarına göre rüzgâr hızı değerleri olarak girilmiş ve ArcToolbox aracında yer alan IDW (Inverse Distance Weighted) sekmesi kullanılarak enterpolasyon yöntemi ile raster haritasına dönüştürülmüşlerdir (Şekil 2.19.).



Şekil 2.19. Çalışma Alanına Ait Rüzgâr Hızı Haritası

2.3.15. Yağış

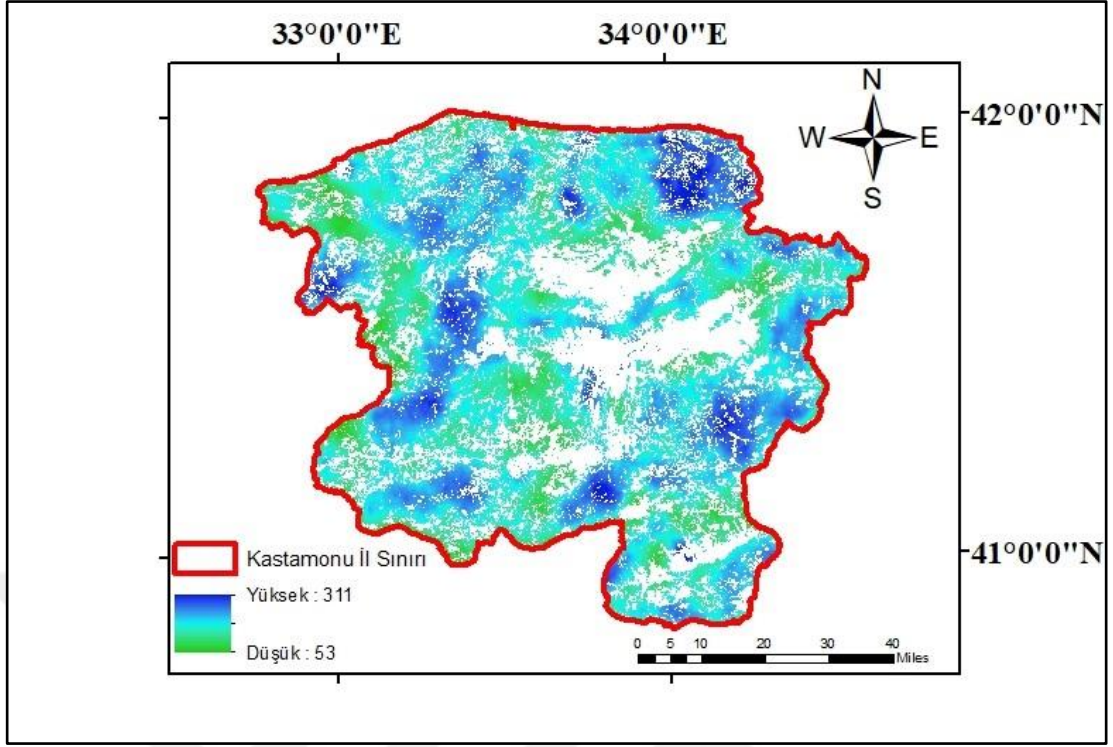
Kastamonu Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen veriler kullanılarak yağış haritası ArcToolbox aracında yer alan IDW (Inverse Distance Weighted) sekmesi ile oluşturulmuştur. Oluşturulan yağış haritası 15 Mart 2013 fırtına zararının gerçekleştiği günün verilerini içermektedir (Şekil 2.20.).



Şekil 2.20. Çalışma Alanına Ait Yağış Haritası

2.3.16. Yol Yoğunluğu

Kastamonu ili yolları 1993 yılına ait memleket haritası üzerinden sayısallaştırılarak yol ağı oluşturulmuştur. Yol ağı planı oluşturulduktan sonra ArcMap 10.5 yazılımındaki Spatial Analyst Tools sekmesindeki bulunan Density aracı kullanılarak raster haline dönüştürülmüştür (Şekil 2.21.).



Şekil 2.21. Çalışma Alanına Yol Yoğunluk Haritası

2.4. Yöntem

2.4.1. Maksimum Entropi Yaklaşımı

Fırtına zararı riski olan alanların modellenmesi için Maxent 3.4.1 sürümünün lojistik regresyon seçeneği kullanılmıştır. Maksimum entropi yaklaşımının temel mantığı herhangi bir değişken ve bu değişkene bağlı bir belirsizliğin ölçütü olarak belirtilmektedir (Elith, Kearney ve Phillips, 2010). Entropi ilkesi herhangi bir olayın seçiminde ne kadar seçeneğin işleme katılacağına ölçütüdür (Ülker, 2015). Böylece yüksek entropiye sahip olan dağılımın daha çok seçenek barındıracak olmasından hareketle (Jaynes, 1957), bu yaklaşım maksimum entropi yaklaşımı olarak isimlendirilmektedir (2.1).

$$H(\hat{\pi}) = - \sum_{x \in X} (\hat{\pi}) \ln \hat{\pi}(x) \quad (2.1)$$

H : Entropi

$\hat{\pi}$: Bilinmeyen olasılık dağılımı

X : Olasılık dağılımının seçildiği sonlu düzlem

Denklemden görülen $\hat{\pi}$ sayısı, türün alanda olası konumlarda bulunma olasılığı olarak açıklanmaktadır. Denklemden yer alan X 'de, bu çalışmada incelenen fırtına zararının çalışma sahasındaki olası dağılımını etkileyebilecek çevresel etmenlerin aldığı değerleri ifade etmektedir. Burada $\hat{\pi}$ sayısının (tüm X değerleri için) aldığı değerlerin dağılımını pozitif $\hat{\pi}(X)$ fonksiyonunu tanımlar ve ortaya çıkan olasılıkların toplamı 1 olur.

Maksimum entropi yaklaşımından yola çıkılarak oluşturulan entropi yaklaşımı olasılık dağılımı, fırtına zararının çalışma sahasındaki yayılışı üzerinde etkisi olan çevresel etmenlerin ağırlıklı toplamının derecelendirme katsayısına Z_λ bölünmesiyle türetilmektedir. Böylece olasılık dağılımı 0 ile 1 arasında değerler alır ve tüm değerlerin toplamı 1 olur. Sonuçta, maksimum entropi yaklaşımı olasılık dağılımı eşitlikte gösterilen formu alır (2.2), (Phillips vd., 2006).

$$q_\lambda(x) = \frac{e^{\lambda \cdot f(x)}}{Z_\lambda} \quad (2.2)$$

Eşitlikte belirtilen λ sayısı, n gerçek değerli çevresel etmenlerin ağırlığını gösteren katsayıyı, f ise tüm etmenlerin oluşturduğu vektörü ifade eder. Söz konusu eşitlikle bulunan q_λ değeri, konveks ikilik teoremine göre eşitlik 2.2'de gösterilen q_λ değerine eşittir (Phillips vd., 2006).

Kısacası, Maksimum benzerlik yöntemi olan maksimum entropi yaklaşımı, yukarıda bahsedilen özelliklerden yola çıkarak türün çalışma sahasındaki her bir kareyaj için o kareyajda bulunma ihtimalinin çalışma sahası boyunca dağılımını bulmaya çalışmaktadır (Yost, Petersen, Gregg ve Miller, 2008). Maksimum entropi yaklaşımı, analiz etmeye düzenli bir dağılım ile başlamakta ve çevresel her bir etmenin aldığı

değerin düzenli dağılımı ne derece değişikliğe uğrattığını, belirlenebilen miktarda tekrarlama ile hesaplamaktadır. Kazanım olarak isim verilen bu yaklaşım aynı anda bir kovaryans hesabı olarak da ifade edilmektedir. Kazanım analiz işleminin başında 0 değerine sahiptir ve her bir tekrarlama işleminden sonra kazanım değerleri artarak değişmektedir. Bu değer maksimum değer elde edilene veya bir önceki tekrarda alınan değerden daha düşük bir değer alınana kadar devam ettirilir (Phillips vd., 2006). Bu çalışmada ise kazanımın aldığı değer her bir çevresel etmenin sahadaki fırtına zararı görmüş alanların dağılımına tek tek etkilerini hesaplamak için kullanılmıştır. Bunun sonucunda model çıktısını oluşturan fırtına zararlarına ait dağılım modelinin, hangi katmanların daha çok etkilediği ortaya konulmaktadır (Süel, 2014).

2.4.2. Fırtına Zararı Riskli Alanların Analizleri ve Fırtına Zararı Riskli Alan Dağılımlarının Modellenmesi

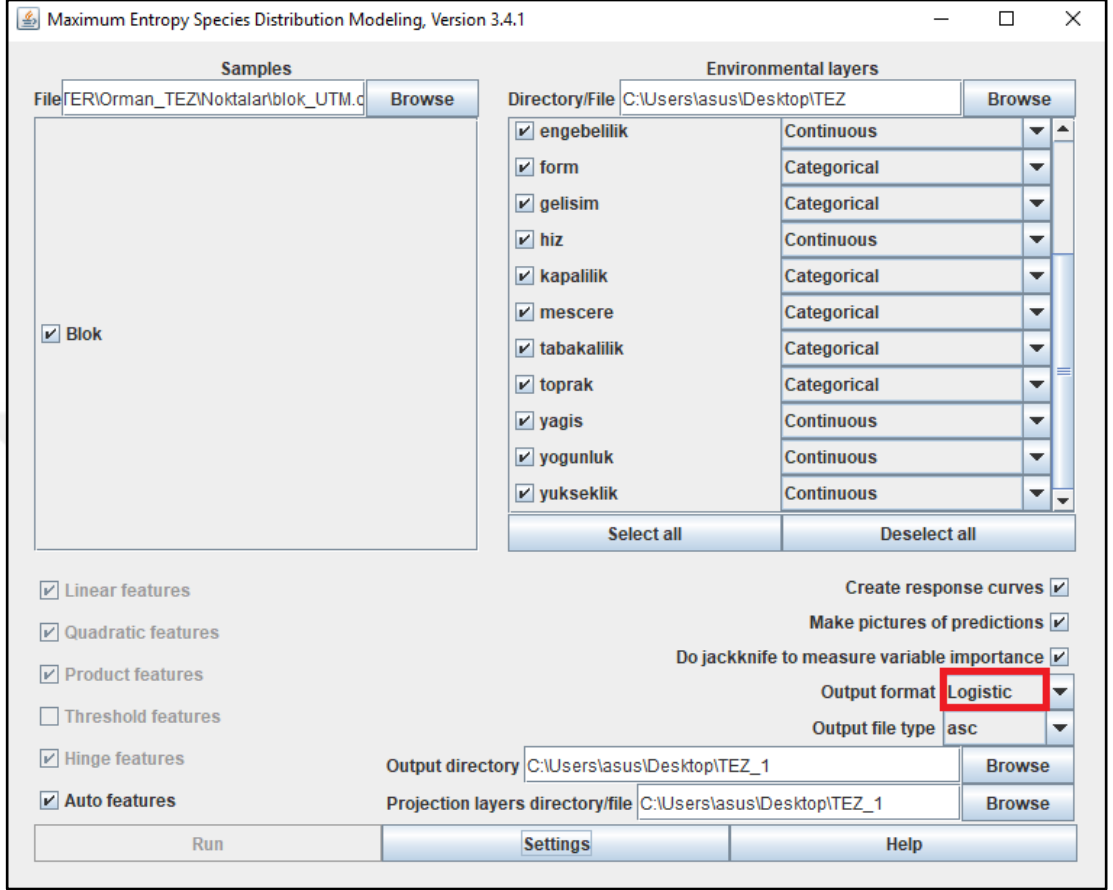
2.4.2.1. Çalışma Alanına Uygun Yaklaşımların İncelenmesi ve Model Seçimi

Çalışmanın bu aşamasında daha önce elde edilen ve sayısal hale getirilen fırtına zararına ait konumsal var verileri ile çalışma alanındaki fırtına zararına etki eden çevresel faktörler arasındaki muhtemel ilişkiler incelenmiştir. Bu hedef doğrultusunda ilk olarak çalışma alanı 100 x 100 m'lik bir karelaja bölünmüştür. Fırtına zararına ait verilerin üzerine işlendiği meşcere tipleri haritası zararın sahadaki dağılımını ortaya koymaktadır. Elde edilen dağılım fırtına zararının o alanlarda meydana gelmiş olmasından dolayı, sadece var verisine dayanan bir model yapısının ortaya çıkması olarak açıklanabilmektedir. Bundan dolayı, yalnızca var verileri ile çalışan maksimum entropi model yaklaşımı tercih edilmiştir (Phillips vd., 2006).

2.4.2.2. Çalışma İçin Oluşturulan Maxent Model Yapısı

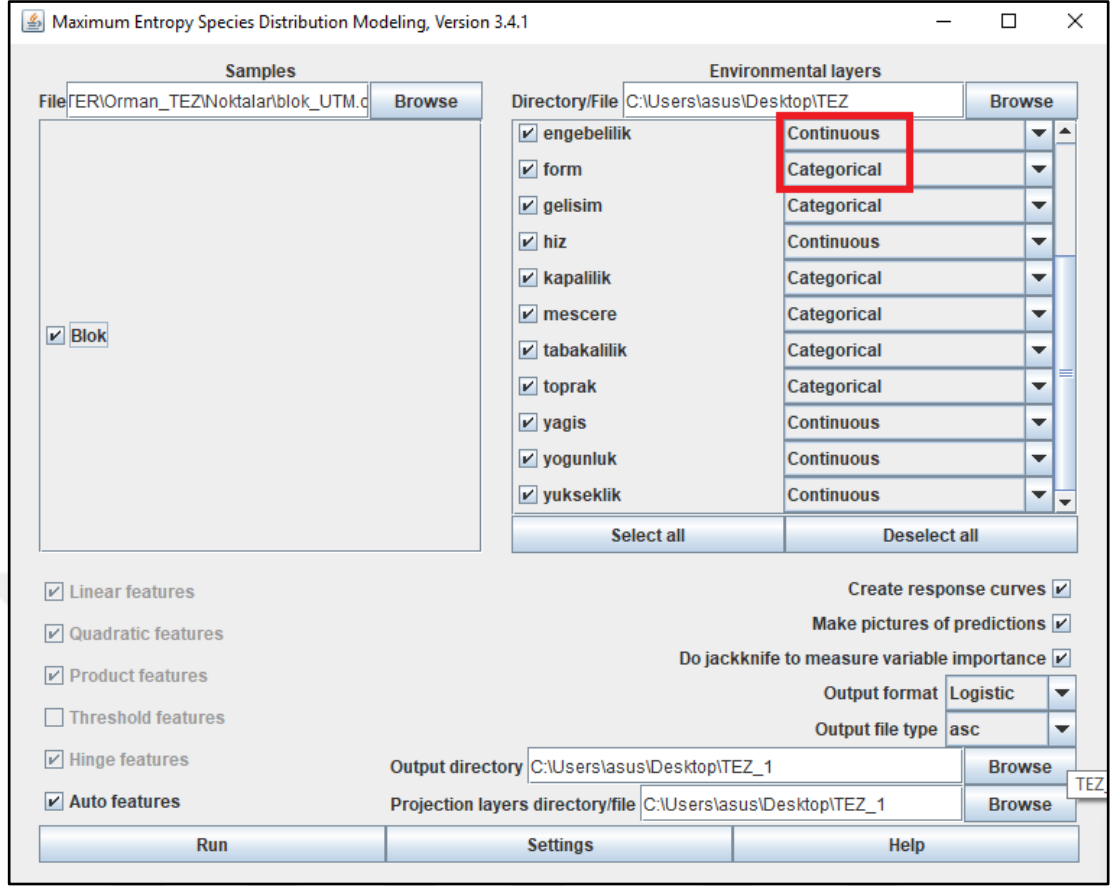
Çalışmada kullanılan maksimum entropi yaklaşımı ile üç farklı model yapısı oluşturulmaktadır. Bunlar ham, logaritmik ve lojistik biçimdeki model yapılarıdır. Bu çalışmada; 0 ile 1 arasında olasılık değerleri oluşturan, daha yüksek doğruluk payı sonucu iyi yorumlanabilen ve diğer model yapılarına göre gerçeğe en yakın

sonuçları veren, lojistik biçimdeki model yapısı tercih edilmiştir (Phillips, 2008; Baldwin, 2009; Phillips, 2010), (Fotoğraf 2.1.).



Fotoğraf 2.1. Maxent Yöntemi/Yazılımının Başlangıç Arayüzü Model Yapısı

Model örnekler kısmına, fırtına zararına ait var veri dosyaları, çevresel katmanlar kısmına da fırtına zararını etkileyen faktörler eklenmiştir. Ayrıca, çevresel faktörlerin sürekli veya kategorik olmaları her bir değişken için, veri tipine göre belirtilmiştir (Tablo 2.14.), (Fotoğraf 2.2.).

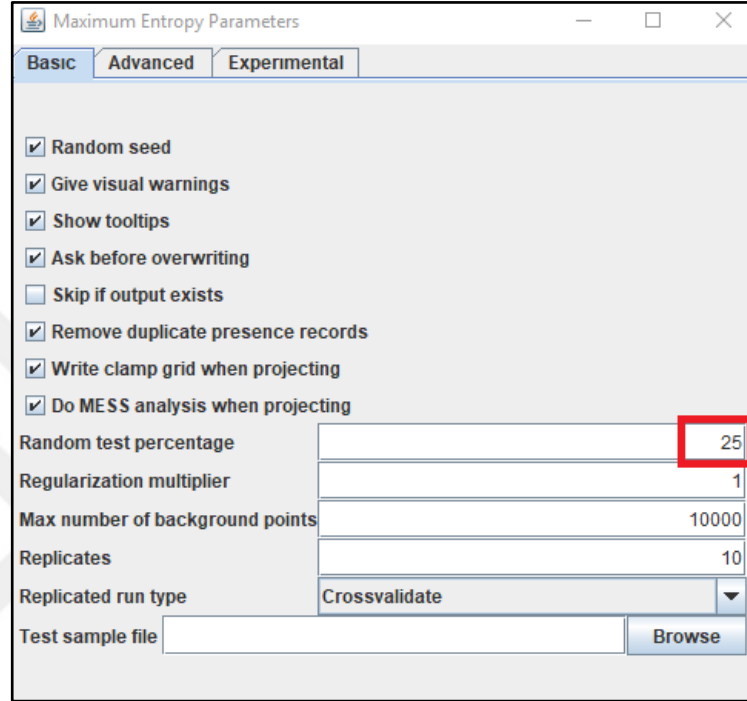


Fotoğraf 2.2. Maksimum Entropi Yönteminde Çevresel Değişkenlerin Sürekli–Kategorik Durumu

Tablo 2.14. Modellemede Kullanılan Çevresel Değişkenlerin İsimleri ve Kodları

Sürekli Değişkenler		Kategorik Değişkenler	
İsimler	Kodlar	İsimler	Kodlar
Yükseklik	yukseklk	Meşcere Tipleri	mescere
Eğim	egim	Bonitet Sınıfı	bonitet
Bakı	baki	Toprak Derinliği	derinlik
Engebelilik	engebelilik	Karışım Durumu	durum
Rüzgâr Hızı	hiz	Orman Formları	form
Yağış	yagis	Gelişim Çağı	gelisim
Yol Yoğunluğu	yogunluk	Kapalılık	kapalilik
		Tabakalılık	tabakalilik
		Toprak Sınıflandırma Sistemi	toprak

Model yapısı olarak kullanılan verilerin %25'i test değerlendirmesi, geri kalan kısmı da eğitim değerlendirmesi için kullanılmıştır (Karacaoğlu, 2013), (Fotoğraf 2.3.), (Tablo 2.15.). Bunun sonucunda elde edilen model yapısının elde var olan veriler sayesinde doğruluğu yapılmış olmaktadır (Phillips vd., 2006).



Fotoğraf 2.3. Maxent Yönteminde Test Verilerinin Belirtilmesi

Tablo 2.15. Modellemede Kullanılan Var Veri Sayılarının Eğitim ve Test Dağılımı

Fırtına Zararları	Toplam Var Veri Sayısı	Eğitim Verisi (n)	Test Verisi (n)
Münferit	2011	1508	503
Küme/Grup	83	62	21
Blok	109	82	27
Toplam	2203	1652	551
Münferit Karelaj (1 ha)	24966	18724	6242
Küme/Grup Karelaj (1 ha)	1079	809	270
Blok Karelaj	1334	1000	334
Toplam	27379	20534	6845

Maksimum entropi yaklaşımı yazılımı, oluşturulan modelin istenilen sayıda tekrür edilmesine olanak sağlamaktadır. Bu biçimde yazılım bir kereden fazla çalıştırılarak her çalışma sonucu çıkan model yapısı karşılaştırılabilmekte, bütün tekrürlerden sonra oluşan modellere ait ortalama veriler elde edilmekte, en uygun model çıktısının seçilebilmesi ve değerlendirme için yeterli bilgi sağlanabilmektedir. Bu çalışmada

model yazılımı 10 tekrardan sonra model çıktıları karşılaştırılmış ve değerlendirilmiştir. İlk modellemede 16 çevresel değişken kullanılmıştır. Modelleme sonrasında katılım analizleri tablosu sonuçlarına göre modellemede, modele etkisi olmayan çevresel etmenler çıkartılarak model tekrar çalıştırılmıştır. Bu işlem model analizinde, kalan bütün çevresel etmenlerin modele etkisi asgari seviyede elde edildiği sürece tekrar ettirilmiştir.

Model çıktısını oluşturan risk seviyeleri sahadaki 0,01 km²'lik hücreler (n= 819194) için bir olasılık ifade etmektedir. Hücrelerin bu olasılıkları birleştirilmek koşuluyla sahanın fırtına zararı için ne derece riskli olduğu ortaya konulabilmektedir. Hücreler, fırtına zararı dağılımı için riskliden riskli olmayana doğru derecelenmekte ve bunun sonucunda alana ait fırtına zararı haritası elde edilmektedir (Freeman ve Moisen, 2008; Phillips, 2010).

Çalışma sonucunda elde edilen fırtına zararı meşcere tiplerine ait modellerde 16 farklı çevresel değişkenin etkileri ve ilişki durumları değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmede jackknife istatistikleri ve çevresel değişkenlerin fırtına zararı ilişkisini gösteren sonuç eğrileri de kullanılmıştır.

Modellerin çıktılarını etkileyen değişkenlerin sorgulanması ve değerlendirilmesinde jackknife tahmin yönteminden yararlanılmaktadır (Krebs, 1998; Phillips,2010). Yöntemin çalışma ilkesi kısaca şöyledir; öncelikle her tekrarda çevresel değişkenlerin bir tanesi dışarıda bırakılır, kalan diğer değişkenler ile model yeniden çalıştırılır, kazanç hesaplanır. Son olarak bütün değişkenler kullanılarak analiz tekrarlanır ve sonuçta oluşan toplam kazanç hesaplanır. Hesaplanan bu kazanç modeli oluşturan değişkenlerin model sonucuna verdikleri etkiyi ölçmek için kullanılır. Eğer bir değişken olmadan model çalıştırıldığında toplam kazanç önemli derece de azalıyorsa kullanılmayan değişkenin sonuç dağılımında etkili olduğu anlaşılır. Başka bir açıdan değerlendirilirse bir değişken tek başına kullanıldığında hesaplanan kazanç toplam kazanca göre epey düşükse bu durumda kullanılan değişkenin riskin sahadaki dağılımı üzerine diğer değişkenler kadar etkili olmadığı neticesine ulaşılır.

Modeli oluşturan çevresel değişkenlerin etkileri ve çevresel değişken ile fırtına zararı arasındaki ilişki durumu ise sonuç eğrilerinde belli olmaktadır. Eğriler ilişkilerin yönü ve dereceleri ile açıklanmaktadır.

2.4.2.3.Doğruluk Derecelerinin Kontrolü

Bütün modelleme işleminde olduğu gibi bu modelleme sonucu ortaya çıkan risk haritalarının da gerçekte ne kadar bağlantılı olduğunun kontrol edilmesi gerekmektedir (Baldwin, 2009).

Bu yöntemlerden birincisi, ROC (Receiver Operating Characteristic) eğrilerinden faydalanılarak model analizinin başarısı tespit edilmektedir. Oluşturulan ROC eğrileri duyarlılık ve özgünlük bileşenlerinden oluşur. Burada duyarlılık, model girdisini oluşturan verinin model sonucunda riskin sahada var olduğunu belirten tahmin katmanını hangi doğrulukta tahmin edebildiğini göstermesi açısından önemlidir. Buna karşın özgünlük ise, riskin sahada var olmadığına dair tahminin doğruluk derecesinin kriteridir. Sonuçta oluşan eğrinin anlamlılığı AUC (Area Under Curve) eğri altında kalan alanın büyüklüğü ile ölçülür. Bahsedilen AUC değeri 0,5 – 1 aralığında değerler alır. Sonuç olarak eğri altında kalan alanın 1 sayısına yaklaşması modelin başarılı olduğunu gösterir. Model analizlerinden elde edilen AUC değeri 0,7'den düşükse modelin risk oranı hakkında yeterli bilgi vermediğini, 0,7-0,9 aralığında modelin yeterince bilgi verdiği, 0,9'dan yüksekse modelin başarılı olduğunu belirtmektedir (Baldwin, 2009). Modellemelerde 10 tekrardan sonra oluşan ortalama AUC değerleri kullanılmıştır.

Modellerin doğruluğunun kontrol etme yöntemlerinden ikincisi ise ortalama eksiklik grafiğidir (Ward, 2007). Bu grafikte koyu sarı renkli alan eğitim ve test çizgilerinin standart sapmalarıyla beraber oluşturdukları kısmı ifade etmektedir. Yeşil çizgi ise modelin test verileriyle oluşturduğu çizgiyi göstermektedir. Koyu sarı alanın darlığı ve yeşil çizginin “x = y” çizgisine yakınlığı modelin başarısını göstermektedir. Bu kontrol ölçütü modelin riskli olup olmadığını gösterir (Maxent, 2017).

Marjinal cevaplandırıcı eğrilerde ise y ekseninde gösterilen değerler, lojistik model sonucunda verilen riskli koşulların olasılığının tahmini için kullanılmaktadır.

Eğriler daha ayrıntılı incelenmek için her biri tek tek seçilebilme imkânına sahiptirler. Eğrilerinin yapısı, çevresel değişkenler sürekli olarak analiz işlemine alınırsa çizgi şeklinde, kategorik olarak analizde bulunursa sütun grafik olarak gösterilmektedir. Çevresel değişkenler korelasyona girdiyse, marjinal cevaplandırıcı eğrileri yanıltıcı olabilmektedir (Phillips, 2010).



3. BULGULAR

Fırtına zararı risk alanlarının modellenmesi için daha önce bahsedildiği üzere maksimum entropi yaklaşımından (Maxent) yararlanılmıştır. Her bir fırtına zarar tipi için oluşturulan bulgular alt başlıklar halinde açıklanmıştır.

Analiz için modellemede 16 çevresel değişken kullanılmıştır. Modelleme sonrası katılım analizleri tablosuna ve jackknife istatistik sonucuna bakılarak modele en az katkıyı sağlayan çevresel değişkenler saptanmış ve bu çevresel değişkenler çıkarılarak model tekrar analiz edilmiştir. Bu işlem çevresel değişkenlerde katkı sağlamayan etmen kalmayana kadar devam ettirilmiştir. Her fırtına zarar tipine göre ayrı ayrı ve kombine bir biçimde modellemeler yapılmıştır. ROC ve eksiklik grafiği ile modelin başarısı tespit edilmiştir. Marjinal cevaplandırıcı eğrileri ile model yapısında etkili olan çevresel değişkenlerin modeldeki etkileri daha ayrıntılı biçimde ele alınmıştır.

3.1. Meşcere Tiplerinde Gerçekleşme Şekline Göre Fırtına Zararı Alanlarının Risk Modellemelerinin Çıktıları

3.1.1. Fırtına Zararı Münferit Şekilde Gerçekleşen Alanların Risk Modellemesi

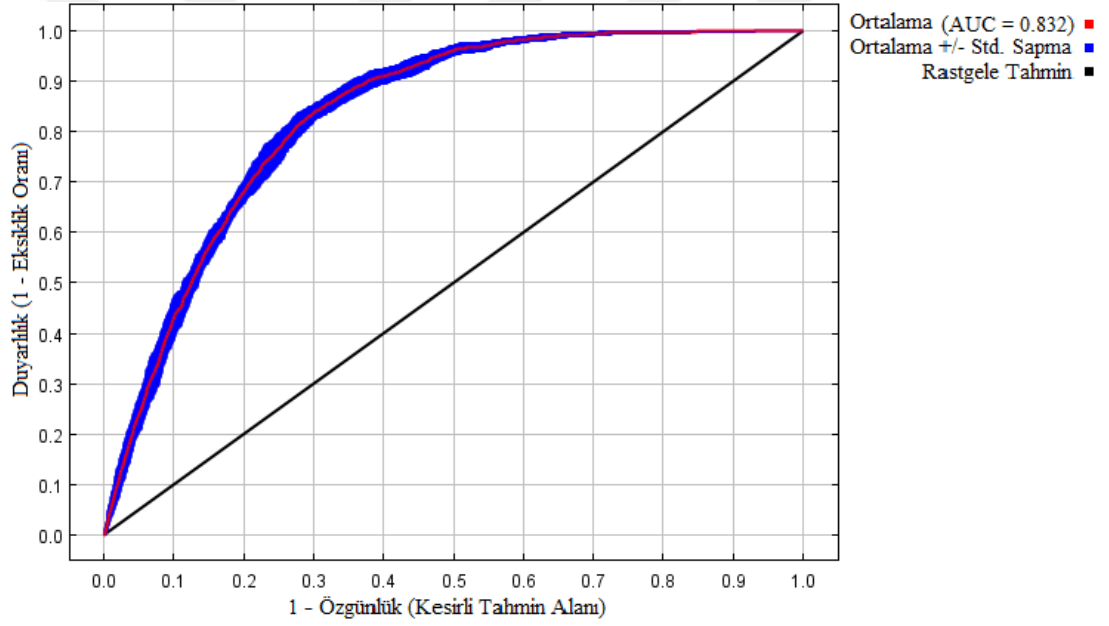
Münferit şeklinde gerçekleşen fırtına zararı modellemesinin 1. analizinde 10 tekerrürden sonra elde edilen analiz sonuçları tek tek incelenmiştir. Model analizinde etkili olmayan çevresel değişkenlerden “form” analizden çıkartılarak model tekrar analiz işlemine tabi tutulmuştur.

Münferit şeklinde gerçekleşen fırtına zararı riski modellemesi için 2. analizin sonunda modelde etkili olmayan çevresel değişkenler “tabakalılık” ve “karışım durumu” model analizinden çıkartılarak modelleme tekrar analiz işlemine alınmıştır.

Modelin 3. analizi sonucu ise;

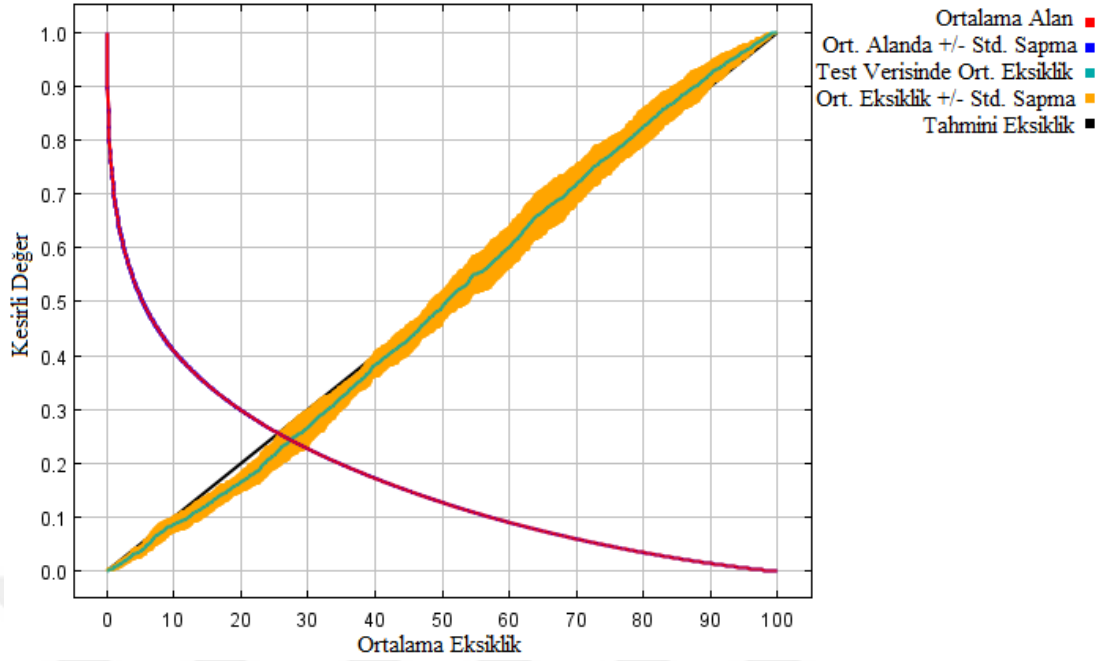
Münferit şeklinde gerçekleşen fırtına zararı modelinde geriye kalan çevresel değişkenlerin hepsinin model yapısında etkili olduğu görülmüştür. 10 tekerrür sonucu elde edilen modellerin ROC eğrilerinin altında kalan AUC değerleri eğitim verileri ve test verileri ile ortalama oluşturulan model seçilmiştir.

Modelin tahmin başarısını, ROC eğrisine ve bu eğrinin altında kalan AUC grafiğindeki değerlerinin ortalamasına bağlı olarak değerlendirilmiştir. Model için ortalama AUC değeri 0.832 olarak bulunmuştur. Bu değerlendirme modelin gerçeğe ne kadar yakın olduğunu gösterdiği itibarla önemlidir. Sonuç olarak ortalama AUC değeri 0.832 münferit şeklinde gerçekleşen fırtına zararına dair oluşturulan modelin yeterince bilgi verdiği sonucu bulunmuştur (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Fırtına Zararı Münferit Şeklinde Gerçekleşen Alanlarda ROC Eğrisi ve Ortalama AUC Değeri Model Grafiği Görüntüsü

İlaveten, modelin ortalama eksiklik eğrilerine bakılmıştır (Şekil 3.2.). Bu egride koyu sarı alanın dar olduğu, yeşil çizginin düz çizgiye yakın geçmekte olduğundan dolayı modelin güvenilir ve başarılı olduğu bir kez daha onaylanmıştır.



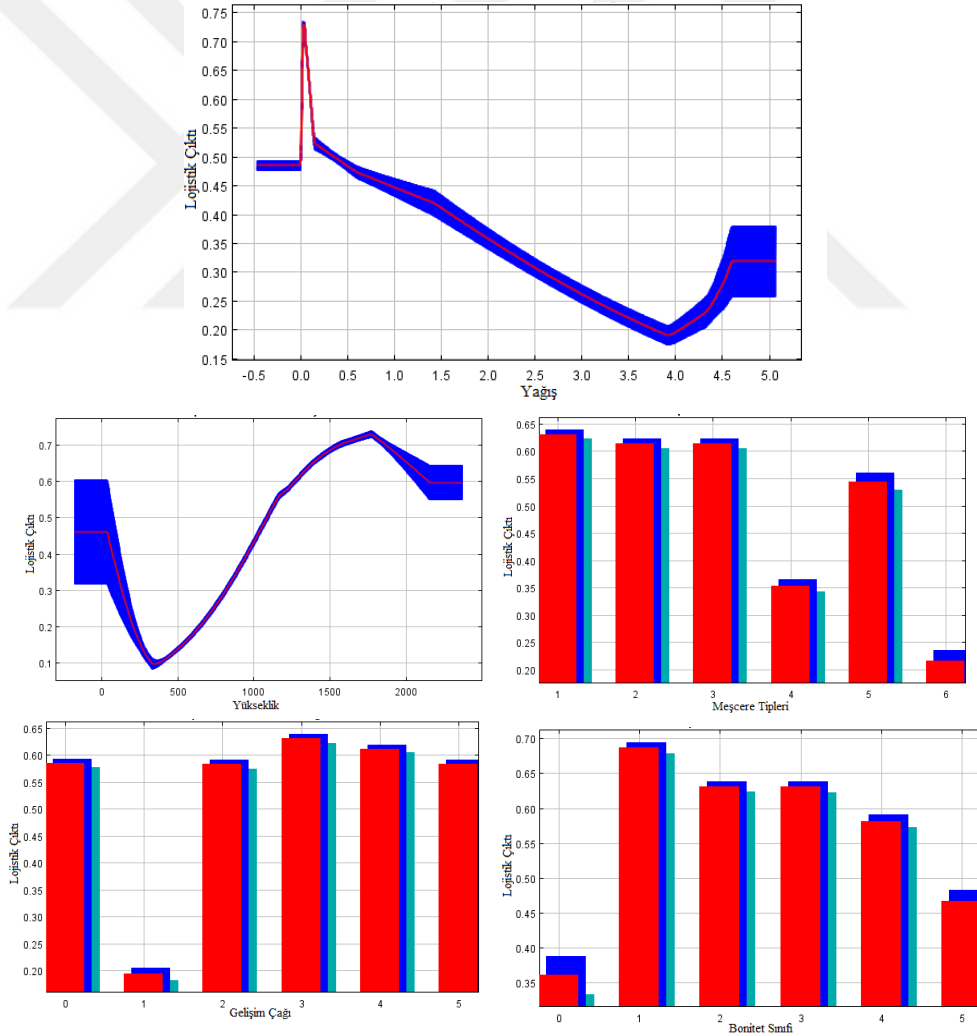
Şekil 3.2. Fırtına Zararı Münferit Şeklinde Gerçekleşen Alanların Ortalama Eşik Değeri Model Grafiği Görüntüsü

Model çıktısını oluşturan risk dağılımının oluşmasında, model girdisini oluşturan 13 çevresel faktörün hangilerinin daha çok etkili olduğu açıklanmaktadır (Şekil 3.3.). Buna göre elde edilen modele en çok etkiyi yağış (%22) faktörü sağlamıştır. Bu çevresel faktörü takip eden faktörler yükseklik, meşcere tipleri, gelişim çağı ve bonitetir.

Değişken	Yüzde Katılım (%)
yagis	22
yukseklık	16.8
mescere	16.6
gelisim	16.3
bonitet	13.4
yogunluk	7.9
hız	3.7
baki	1.2
kapalılık	0.9
egim	0.5
derinlik	0.4
engebelilik	0.3

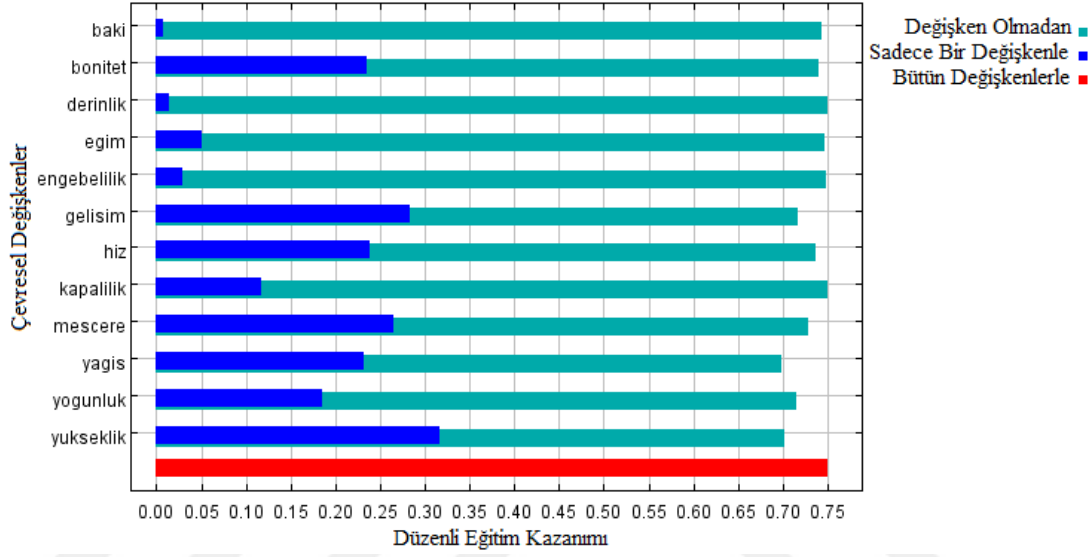
Şekil 3.3. Fırtına Zararı Münferit Şeklinde Gerçekleşen Alanlarda Çevresel Faktörlerin Modele Katılım Analizi Model Tablosu

Fırtına zararının münferit şekilde etkilendiği modelin marjinal cevaplandırıcı eğrileri görülmektedir (Şekil 3.4.). Bu eğriler değerlendirildiğinde yağış faktörünün modeli pozitif etkilediğini ve yağış içerisinde de en çok 0.0 – 0.1 mm aralığındaki yağışların modele etkili olduğu görülmektedir. Yükseklik faktöründe 0–400 m yüksekliğine kadar zarara etkili olmadığı, 400–1800 m yüksekliklerinde zarar riskinin arttığını ve devam eden yüksekliklerde ise tekrardan riskin azaldığı ifade edilmektedir. Meşcere tipleri faktöründe saf ibrelî ağaç türlerinin daha çok zarardan etkilendiği görülmüştür. Gelişim çağı faktöründe ise b/bc çağındaki sırkılık ve direklik çağının etkili olduğu sonucu görülmektedir. Son olarak modelde etkili olan bonitet faktöründe ise I yetişme ortamıdır.



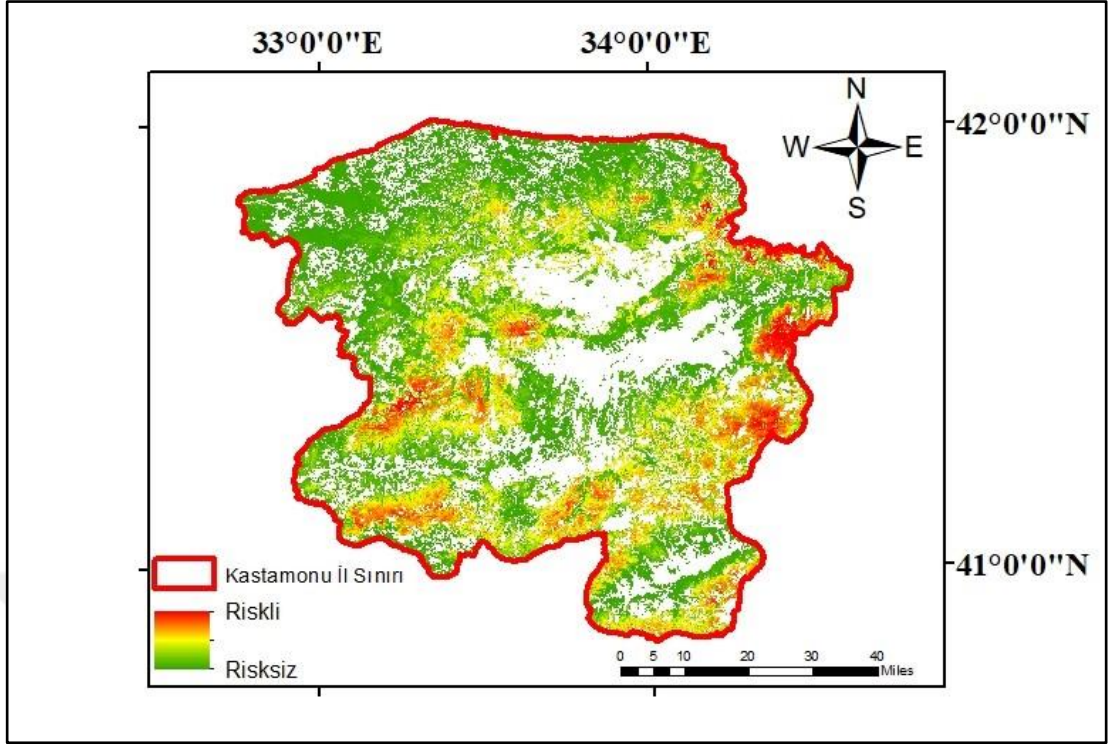
Şekil 3.4. Fırtına Zararı Münferit Şekilde Gerçekleşen Alanlarda Çevresel Faktörlerin Marjinal Cevaplandırıcı Eğrileri

Fırtına zararı münferit şekilde gerçekleşen alanlarda modellemenin jackknife istatistik yöntemi sonucu görülmektedir (Şekil 3.5.). Modellemede çevresel değişkenlerden münferit alanlar için en etkili olan değişken yüksekliktir. Sadece yükseklik değişkeni modellemede kullanıldığında en yararlı bilgilere sahiptir. Bu nedenle modellemeden çıkarıldığında düzenli eğitim kazancı en fazla azaltan çevresel değişken olarak öne çıkmaktadır.



Şekil 3.5. Fırtına Zararı Münferit Şeklinde Gerçekleşen Alanların Jackknife Sonucu

Model sonucu elde edilen risk dağılımı çalışma alanındaki her bir 0,01 km²'lik hücrenin fırtına zararı münferit şekilde gerçekleşmiş alanlar için risk durumunu göstermektedir (Şekil 3.6.). Burada yeşil renkle gösterilen alanlar fırtına zararı ihtimalinin düşük olduğunu gösterirken, kırmızı renge doğru artan renk skalası münferit şekilde fırtına zararı ihtimalinin yükseldiğini göstermektedir.

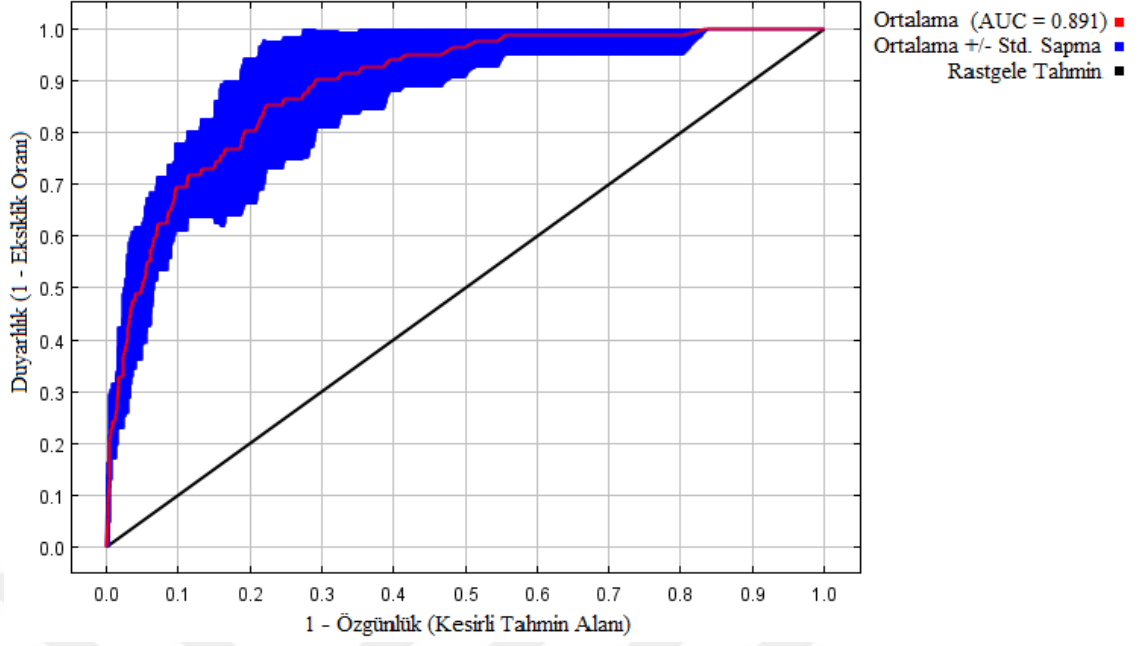


Şekil 3.6. Fırtına Zararı Münferit Şekilde Gerçekleşen Alanların Risk Model Sonucu

3.1.2. Fırtına Zararı Küme/Grup Şekilde Gerçekleşen Alanların Risk Modellemesi

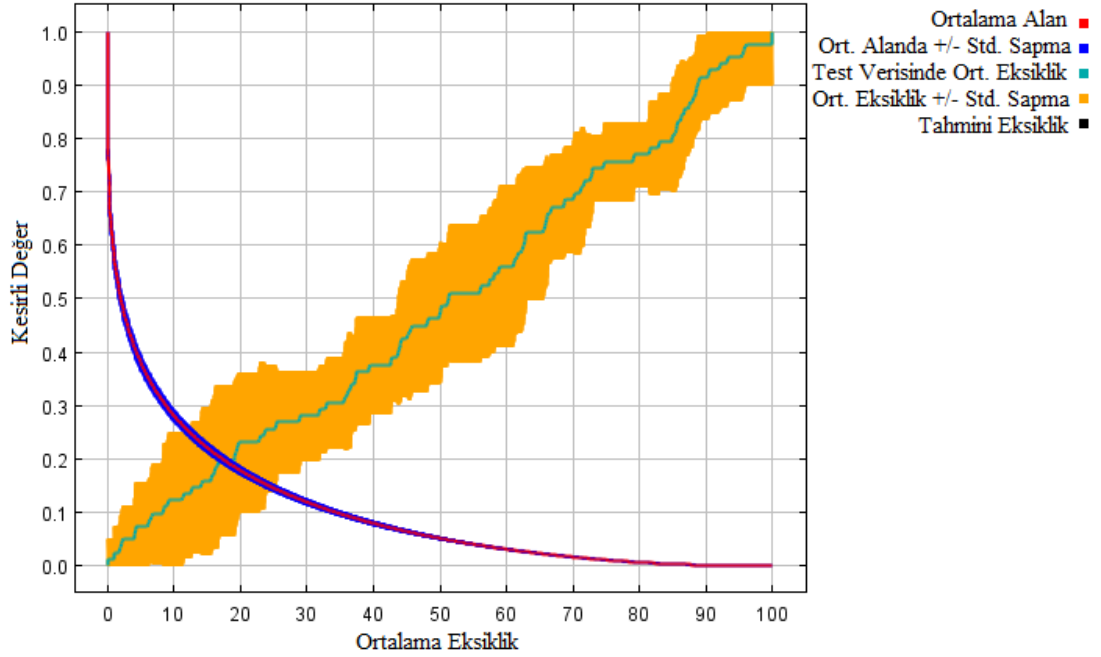
Fırtına zararı küme/grup şeklinde gerçekleşen sahaların risk modellemesi için model 1. analizinde 10 tekerrürün ardından bütün çevresel değişkenlerin model yapısında etkili olduğu görülmüştür. Modellemede etkili olmayan çevresel değişkenler olmadığı için analiz tekrar ettirilmemiştir. 10 tekerrür sonucu elde edilen modellerin ROC eğrilerinin altında kalan AUC değerleri eğitim verileri ve test verileri ile ortalama oluşturulan model seçilmiştir.

Modelin tahmin başarısını, ROC eğrisine ve bu eğrinin altında kalan alan AUC grafiğindeki değerlerin ortalaması ile ölçülmüştür. Model için ortalama AUC değeri 0.891 bulunmuştur. Bu değerlendirme modelin gerçeğe ne kadar yakın olduğunu gösterdiği itibarla önemlidir. Destekleyici olarak kullanılan, 0.891 ortalama AUC değeri küme/grup şeklinde yaşanmış fırtına zararına dair oluşturulan modelin yeterince bilgi verdiğini göstermiştir (Şekil 3.7.).



Şekil 3.7. Fırtına Zararı Küme/Grup Şeklinde Gerçekleşen Alanlarda ROC Eğrisi ve Ortalama AUC Değeri Model Grafiği Görüntüsü

İlaveten, modelin ortalama eksiklik eğrilerine bakılmıştır (Şekil 3.8.). Bu egride koyu sarı alanın dar olduğu, yeşil çizginin düz çizgiye yakın geçmekte olduğundan dolayı modelin güvenilir ve başarılı olduğu bir kez daha onaylanmıştır.



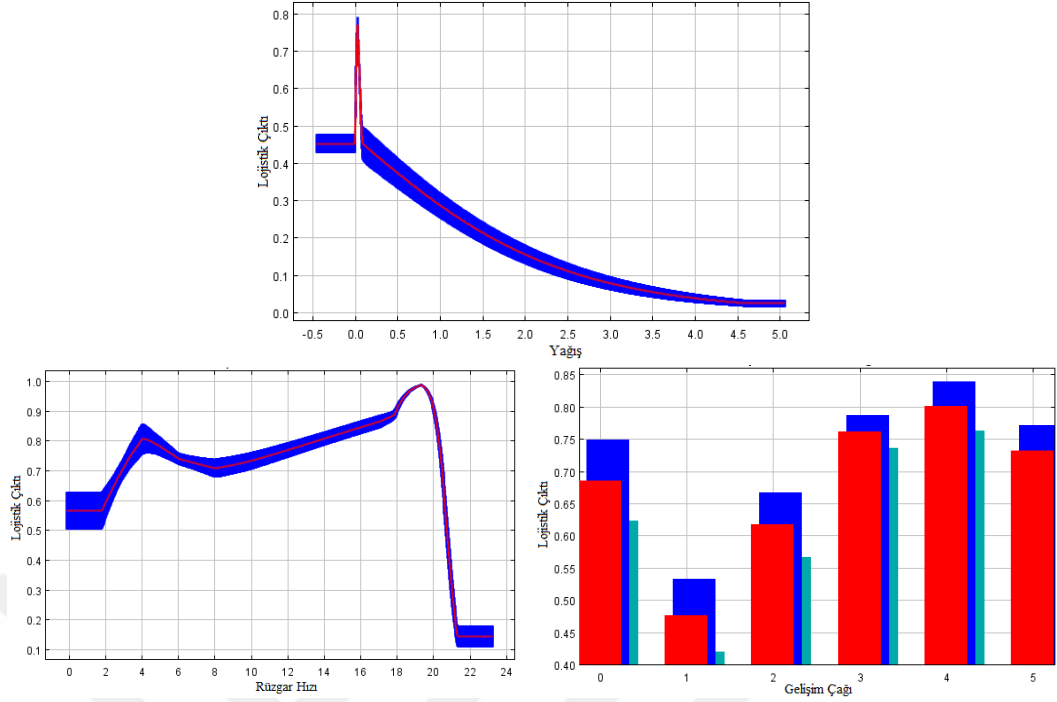
Şekil 3.8. Fırtına Zararı Küme/Grup Şeklinde Gerçekleşen Alanların Ortalama Eşik Değeri Model Grafiği Görüntüsü

Model çıktısını oluşturan risk dağılımının oluşmasında, model girdisini oluşturan 16 çevresel faktörün hangilerinin daha çok etkili olduğu açıklanmaktadır (Şekil 3.9.). Buna göre elde edilen modele en çok etkiyi yağış (%27.4) faktörü sağlamıştır. Bu faktörden sonra etkiyi rüzgâr hızı ve gelişim çağı faktörleri sağlamaktadır.

Değişken	Yüzde Katılım (%)
yagis	27.4
hiz	18
gelisim	15
yukseklk	9
kapalilik	7.4
bonitet	6.2
mescere	4.5
yogunluk	3.8
egim	3.6
baki	2.1
engebelilik	1.8
toprak	0.4
durum	0.3
derinlik	0.3
tabakalilik	0.1
form	0.1

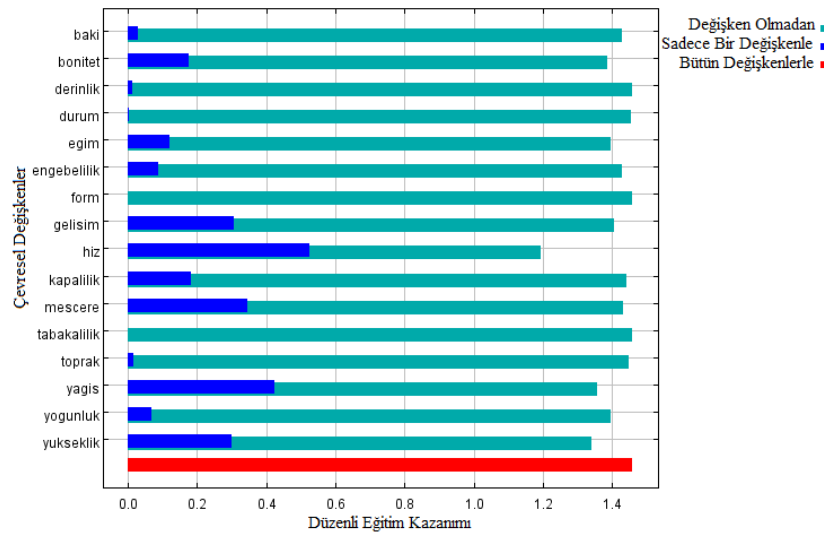
Şekil 3.9. Fırtına Zararı Küme/Grup Şeklinde Gerçekleşen Alanlarda Çevresel Faktörlerin Modele Katılım Analizi Model Tablosu

Fırtına zararının küme/grup şekilde etkilediği modelin marjinal cevaplandırıcı eğrileri görülmektedir (Şekil 3.10.). Bu eğriler değerlendirildiğinde yağış faktörü değişkenindeki yağışın 0–0.1 mm aralığında daha etkili olduğu görülmektedir. Modele katkı sağlayan rüzgâr hızı faktörünün grafiğine bakıldığı zaman 18–20 m/sn rüzgâr hızlarının modellemeye etki sağladığı görülmektedir. Gelişim çağı faktöründe ise en çok etkiyi sağlayan ince ağaçlık çağı durumundaki ağaçlar olduğu ortaya konulmuştur.



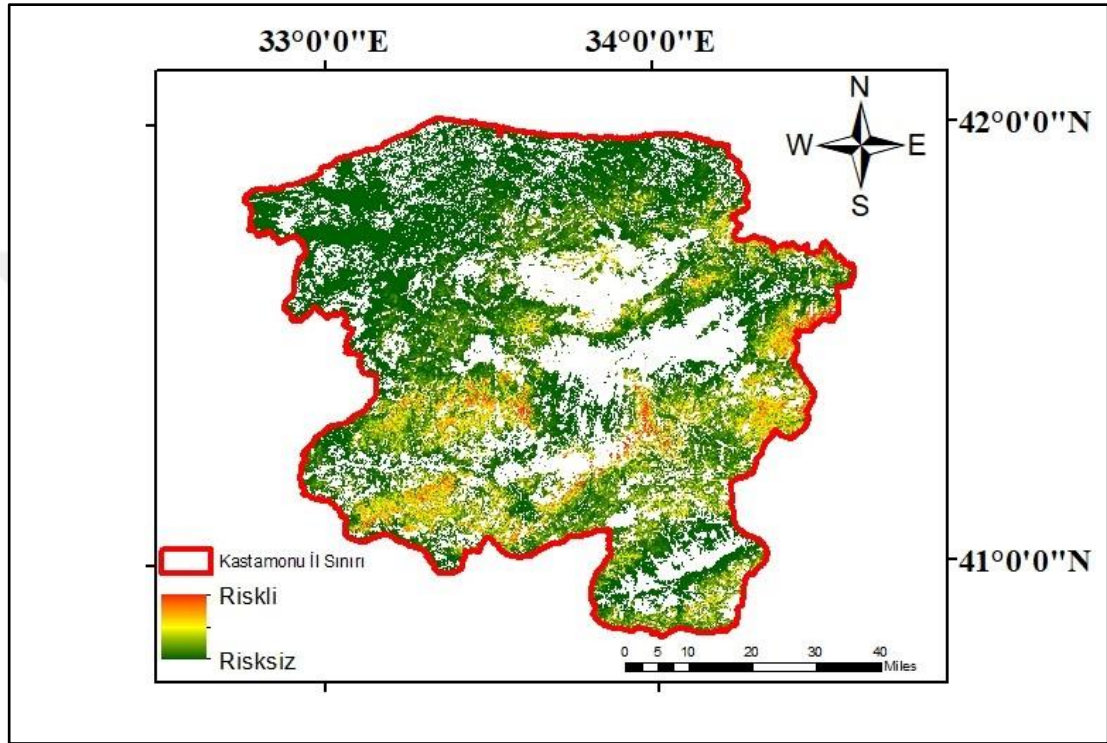
Şekil 3.10. Fırtına Zararı Küme/Grup Şeklinde Gerçekleşen Alanlarda Çevresel Faktörlerin Marjinal Cevaplandırıcı Eğrileri

Fırtına zararı küme/grup şekilde gerçekleşen alanlarda modellemenin jackknife istatistik yöntemi sonucu görülmektedir (Şekil 3.11.). Modelleme de çevresel değişkenlerden küme/grup alanlar için en etkili olan değişken rüzgâr hızıdır. Sadece rüzgâr hızı değişkeni modelleme de kullanıldığında en yararlı bilgilere sahiptir. Bu nedenle modellemeden çıkarıldığında düzenli eğitim kazancı en fazla azaltan çevresel değişken olarak öne çıkmaktadır.



Şekil 3.11. Fırtına Zararı Küme/Grup Şeklinde Gerçekleşen Alanların Jackknife Sonucu

Model sonucu elde edilen risk dağılımı çalışma alanındaki her bir 0,01 km²'lik hücrenin fırtına zararı küme/grup şeklinde gerçekleşmiş alanlar için risk durumunu göstermektedir (Şekil 3.12.). Burada yeşil renkle gösterilen alanlar fırtına zararı ihtimalinin düşük olduğunu gösterirken, kırmızı renge doğru artan renk skalası küme/grup şeklinde fırtına zararı ihtimalinin yükseldiğini göstermektedir.



Şekil 3.12. Fırtına Zararı Küme/Grup Şekilde Gerçekleşen Alanların Risk Model Sonucu

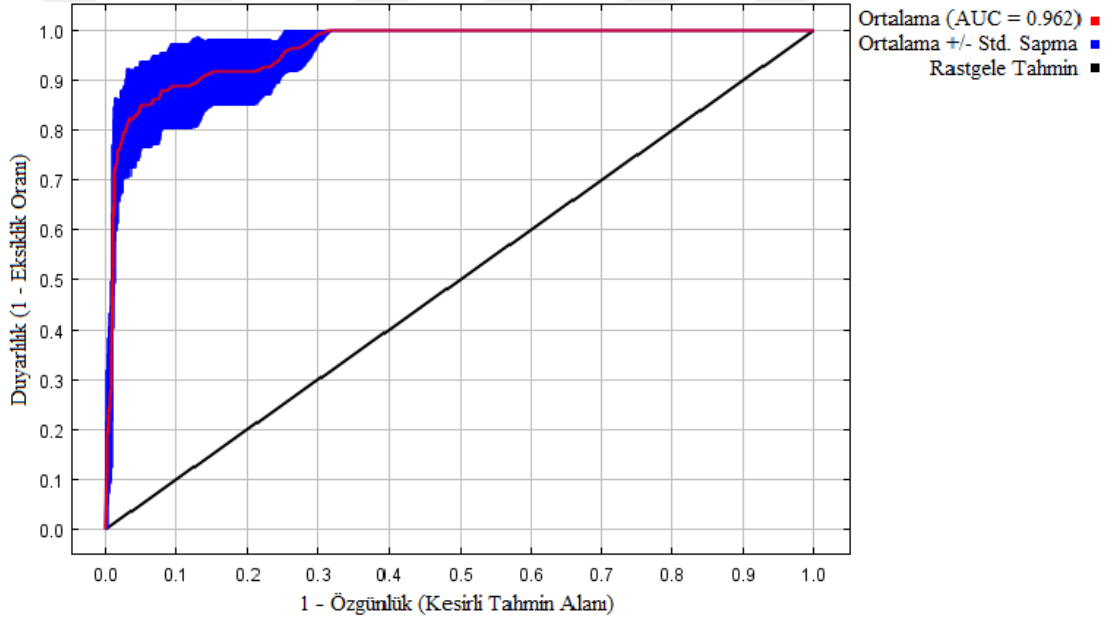
3.1.3. Fırtına Zararı Blok Şekilde Gerçekleşen Alanların Risk Modellemesi

Blok şeklinde gerçekleşen fırtına zararı modellemesinin 1. analizinde 10 tekrerrür ardından elde edilen analiz sonuçları tek tek incelenmiştir. Model yapısında etkili olmayan çevresel değişkenlerden, “karışım durumu” ve “orman formları” analizden çıkartılarak model tekrar analiz işlemine tabi tutulmuştur.

Blok şeklinde gerçekleşen fırtına zararı riski modellemesi için 2. analiz sonunda model yapısında etkili olmayan “kapalılık” çevresel değişkeni ortaya çıkarılmış ve bu analizden çıkarılarak modelleme tekrarlanmıştır.

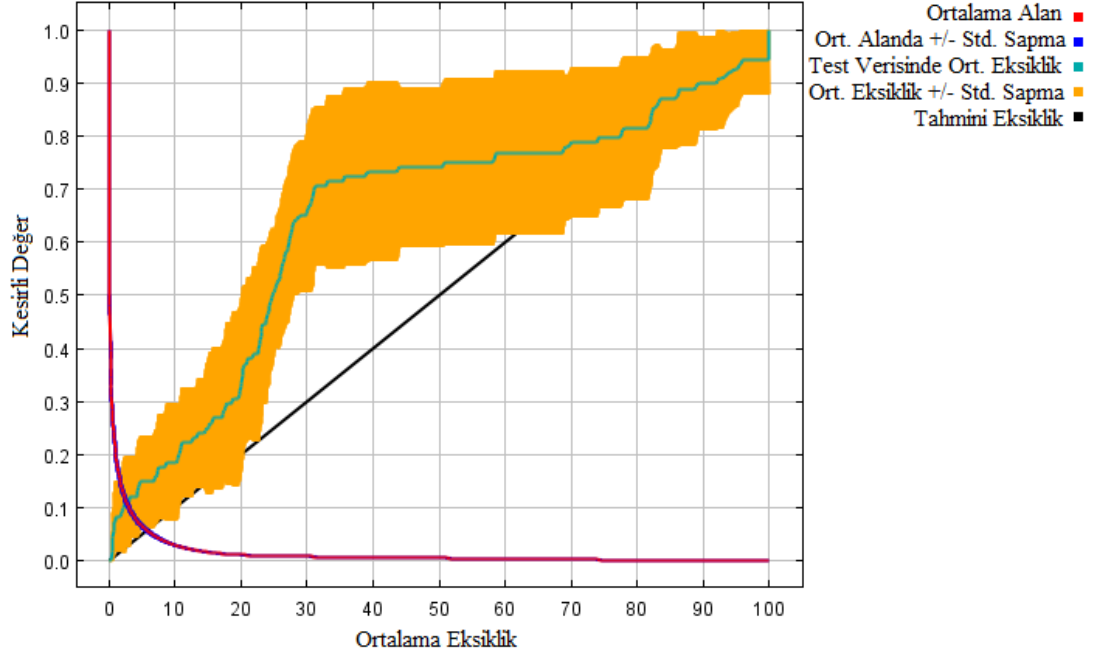
Blok şeklinde gerçekleşen fırtına zararı modelinin 3. analiz sonucunda ise geriye kalan çevresel değişkenlerin hepsinin model yapısında etkili olduğu görülmüştür. 10 tekerrür sonucu elde edilen modellerin ROC eğrilerinin altında kalan AUC değerleri eğitim verileri ve test verileri ile ortalama oluşturulan model seçilmiştir.

Modelin tahmin başarısını, ROC eğrisine ve bu eğrinin altında kalan alan AUC grafiğindeki değerlerin ortalaması ile ölçülmüştür. Model için ortalama AUC değeri 0.962 bulunmuştur. Bu değerlendirme modelin gerçeğe ne kadar yakın olduğunu gösterdiği itibarla önemlidir. Destekleyici olarak kullanılan, 0.962 ortalama AUC değeri blok şeklinde yaşanmış fırtına zararına dair oluşturulan modelin başarılı olduğunu göstermiştir (Şekil 3.13.).



Şekil 3.13. Fırtına Zararı Blok Şeklinde Gerçekleşen Alanlarda ROC Eğrisi ve Ortalama AUC Değeri Model Grafiği Görüntüsü

İlaveten, modelin ortalama eksiklik eğrilerine bakılmıştır (Şekil 3.14.). Bu egride koyu sarı alanın dar olduğu, yeşil çizginin düz çizgiye yakın geçmekte olduğundan dolayı modelin güvenilir ve başarılı olduğu bir kez daha onaylanmıştır.



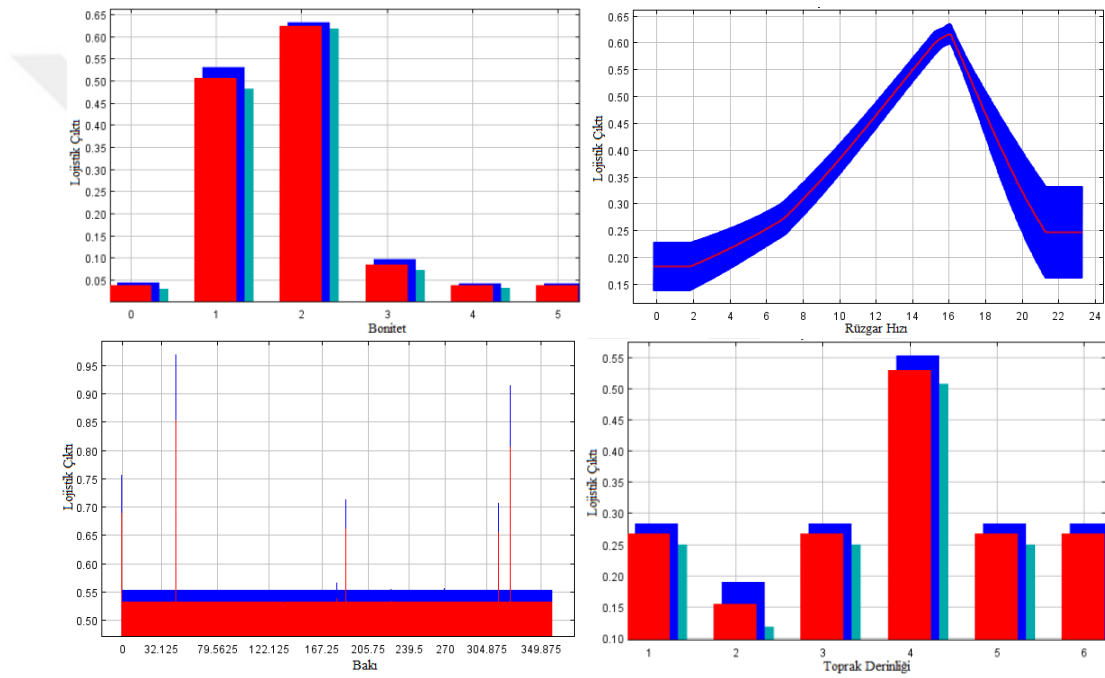
Şekil 3.14. Fırtına Zararı Blok Şeklinde Gerçekleşen Alanların Ortalama Eşik Değeri Model Grafiği Görüntüsü

Model çıktısını oluşturan risk dağılımının oluşmasında, model girdisini oluşturan 13 çevresel faktörün hangilerinin daha çok etkili olduğu açıklanmaktadır (Şekil 3.15.). Buna göre elde edilen modele en çok etkiyi bonitet sınıfı (%21.3) faktörü sağlamıştır. Bu çevresel faktörü takip eden faktörler ise rüzgâr hızı, baki ve toprak derinliğidir.

Değişken	Yüzde Katılım (%)
bonitet	21.3
hız	17.5
baki	16.4
derinlik	11.8
engebelilik	8.7
yogunluk	8.6
yagis	6.8
gelisim	6
yukseklık	1.6
mescere	0.5
tabakalılık	0.3
egim	0.2
toprak	0.1

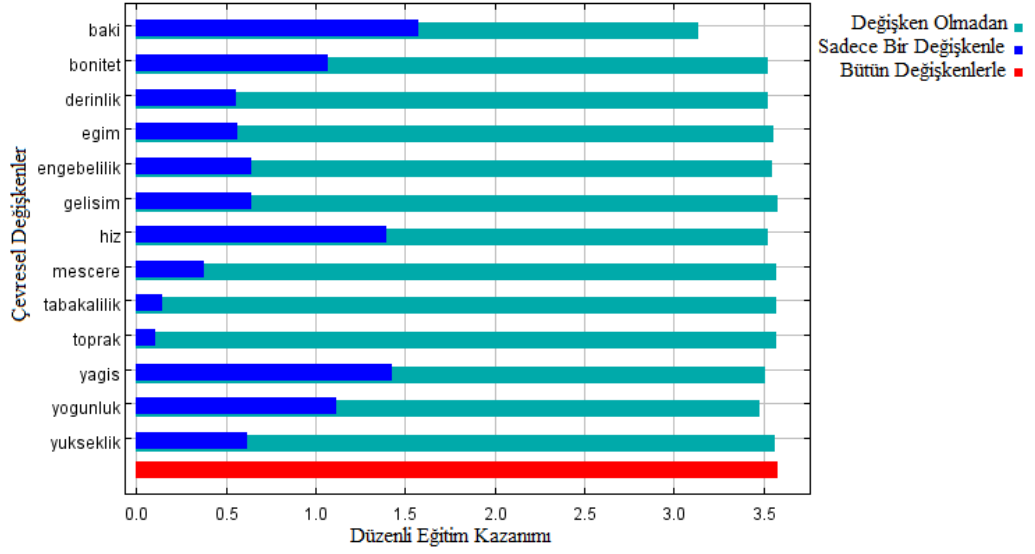
Şekil 3.15. Fırtına Zararı Blok Şeklinde Gerçekleşen Alanlarda Çevresel Faktörlerin Modele Katılım Analizi Model Tablosu

Fırtına zararının blok şekilde gerçekleşen alanların model yapısındaki marjinal cevaplandırıcı eğrileri görülmektedir (Şekil 3.16.). Bu eğriler değerlendirildiğinde bonitet sınıfı faktörünün modeli pozitif etkilediğini ve “II” olarak belirtilen sahalarda zararın daha fazla görüldüğü anlaşılmaktadır. Diğer etkili olan çevresel faktör ise rüzgâr hızıdır. Bu eğride maksimum pozitif etkili değer rüzgârın 16 m/sn hızla estiği alanlarda zarar şiddetinin çoğaldığını ifade etmektedir. Bakı faktörünün modele pozitif etkisi ise kuzeydoğu yönlerinde görülmüştür. Toprak derinliği faktöründe orta derin (50-90) toprakların modeli pozitif yönde etkilediği görülmektedir.



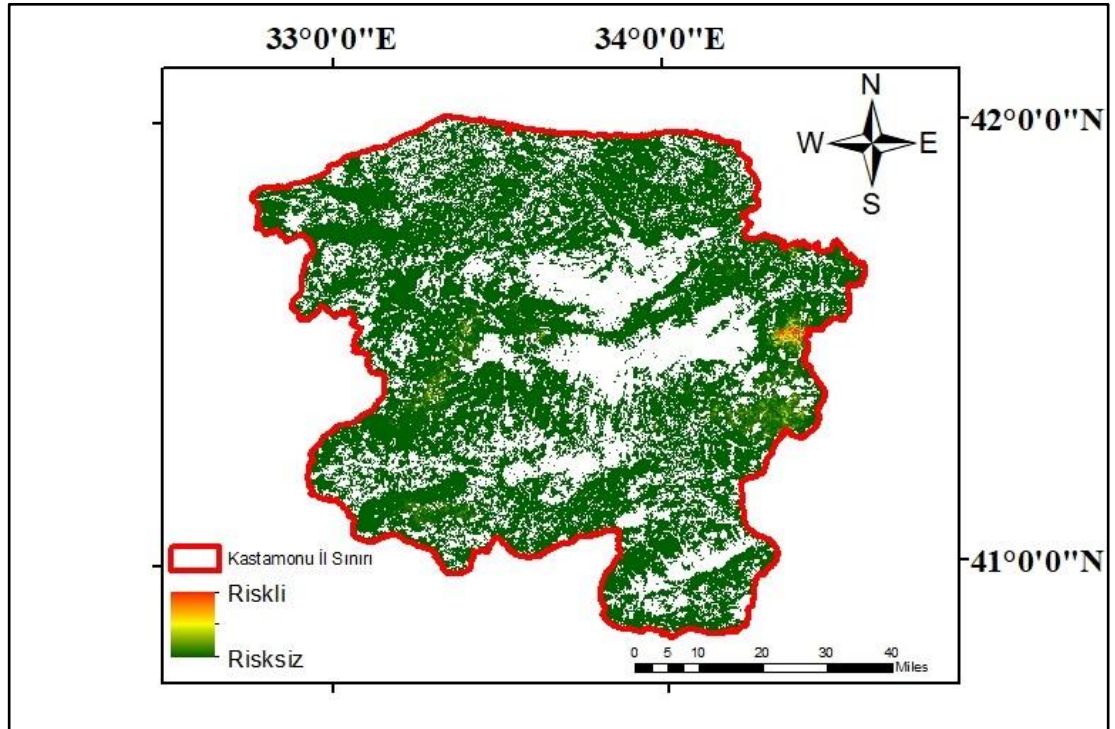
Şekil 3.16. Fırtına Zararı Blok Şeklinde Gerçekleşen Alanlarda Çevresel Faktörlerin Marjinal Cevaplandırıcı Eğrileri

Fırtına zararı blok şekilde gerçekleşen alanlarda modellemenin jackknife istatistik yöntemi sonucu görülmektedir (Şekil 3.17.). Modelleme de çevresel değişkenlerden blok şeklinde gerçekleşen zararlar için en etkili olan değişken bakıdır. Sadece bakı değişkeni modelleme de kullanıldığında en yararlı bilgilere sahiptir. Bu nedenle modellemeyi çıkarıldığında düzenli eğitim kazancı en fazla azaltan çevresel değişken olarak öne çıkmaktadır.



Şekil 3.17. Fırtına Zararı Blok Şeklinde Gerçekleşen Alanların Jackknife Sonucu

Model sonucu elde edilen risk dağılımı çalışma alanındaki her bir 0,01 km²'lik hücrenin, fırtına zararı blok şekilde gerçekleşmiş alanlar için risk durumunu göstermektedir (Şekil 3.18.). Burada yeşil renkle gösterilen alanlar fırtına zararı ihtimalinin düşük olduğunu gösterirken, kırmızı renge doğru artan renk skalası blok şekilde fırtına zararı ihtimalinin yüksekliğini göstermektedir.



Şekil 3.18. Fırtına Zararı Blok Şekilde Gerçekleşen Alanların Risk Model Sonucu

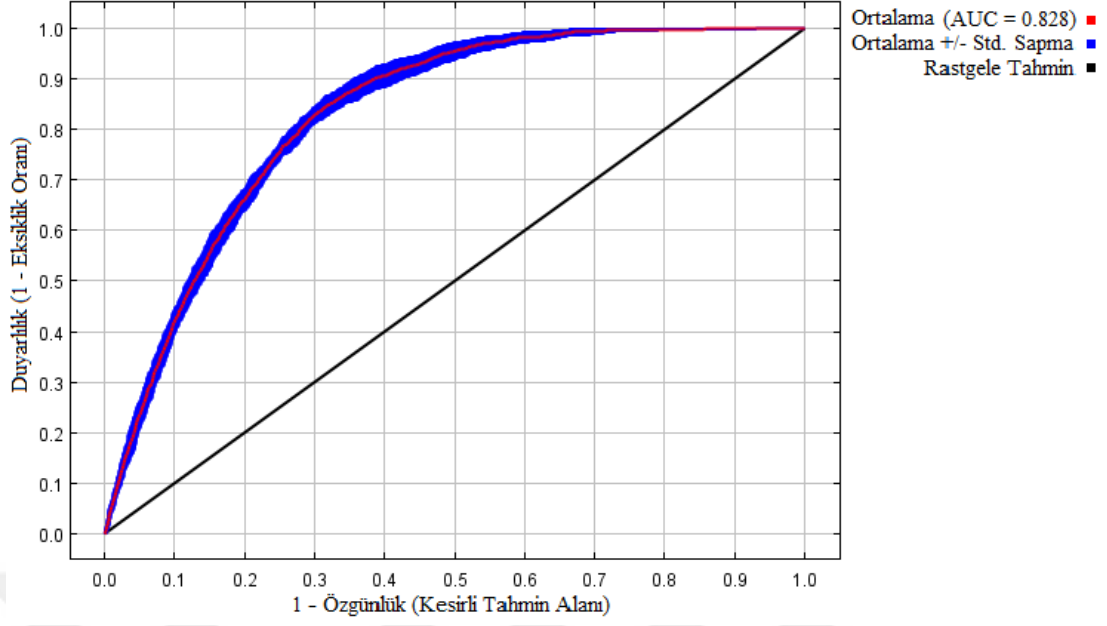
3.1.4. Fırtına Zararı Gerçekleşen Alanların Kategorize Edilmeden Tamamının Risk Modellemesi

Bu modellemenin 1. analizinde 10 tekerrürün ardından elde edilen analiz sonuçları tek tek incelenmiştir. Model analizinde etkili olmayan çevresel değişkenlerden “orman formları” ve “karışım durumu” analizden çıkartılarak model tekrar analiz işlemine tabi tutulmuştur.

2. analizin sonunda ise model yapısında etkili olmayan “tabakalılık” faktörü görülmüş ve bu faktör analizden çıkarılarak modelleme tekrarlanmıştır.

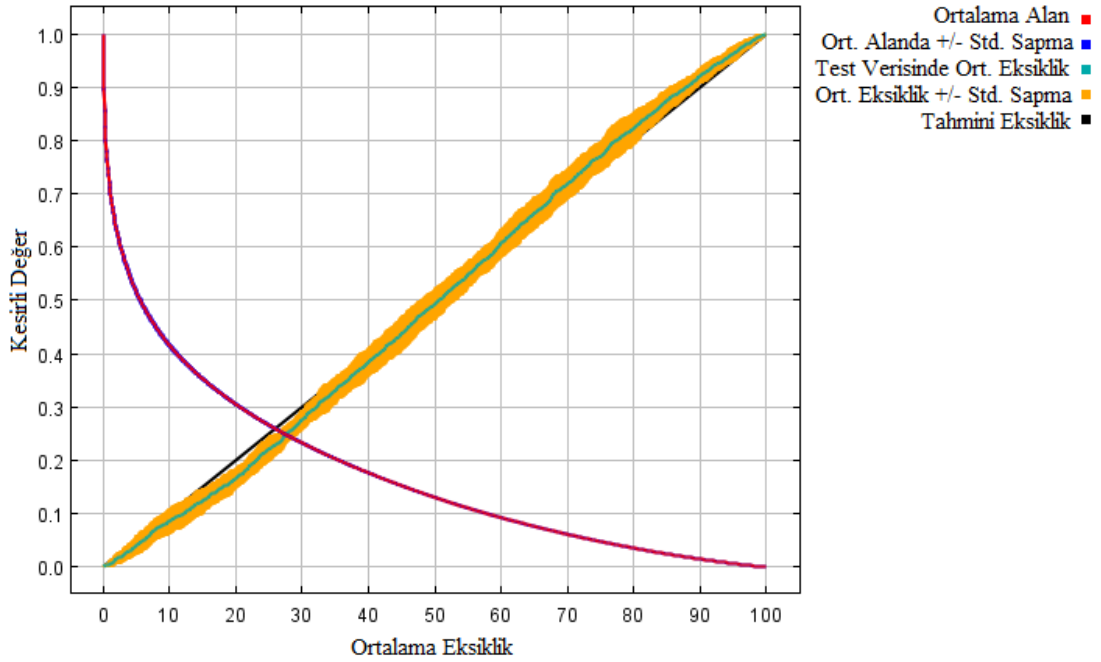
3. analizin sonucunda ise geriye kalan çevresel değişkenlerin hepsinin model yapısında etkili olduğu görülmüştür. 10 tekerrür sonucu elde edilen modellerin ROC eğrilerinin altında kalan AUC değerleri eğitim verileri ve test verileri ile ortalama oluşturulan model seçilmiştir.

Modelin tahmin başarısını, ROC eğrisine ve bu eğrinin altında kalan alan AUC grafiğindeki değerlerin ortalaması ile ölçülmüştür. Model için ortalama AUC değeri 0.828 bulunmuştur. Bu değerlendirme modelin gerçeğe ne kadar yakın olduğunu gösterdiği itibarla önemlidir. Destekleyici olarak kullanılan, 0.828 ortalama AUC değeri zarar gerçekleşen alanların kategorize edilmeden yaşanmış fırtına zararına dair oluşturulan modelin yeterince bilgi verdiğini göstermiştir (Şekil 3.19.).



Şekil 3.19. Fırtına Zararı Gerçekleşen Alanlarının Tamamının ROC Eğrisi ve Ortalama AUC Değeri Model Grafiği Görüntüsü

İlaveten, modelin ortalama eksiklik eğrilerine bakılmıştır (Şekil 3.20.). Bu eğride koyu sarı alanın dar olduğu, yeşil çizginin düz çizgiye yakın geçmekte olduğundan dolayı modelin güvenilir ve başarılı olduğu bir kez daha onaylanmıştır.



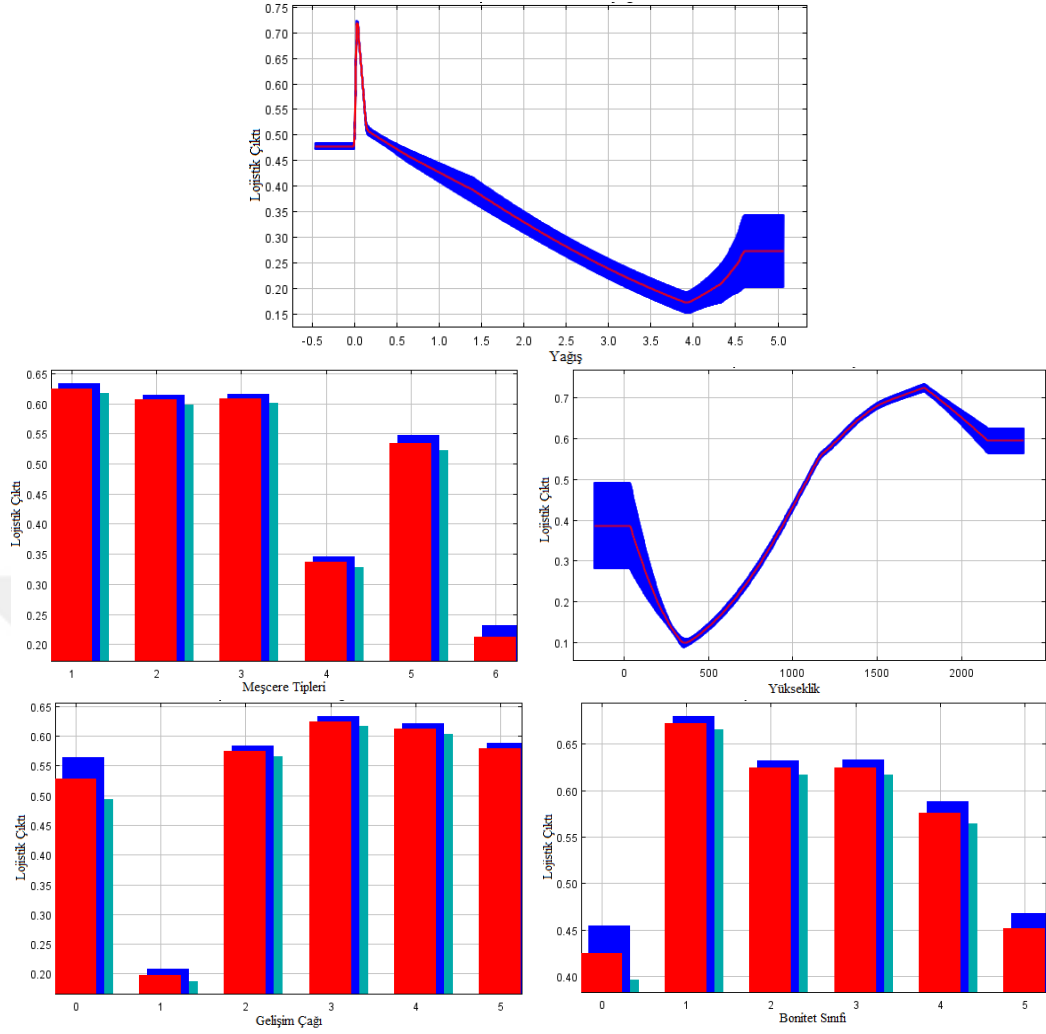
Şekil 3.20. Fırtına Zararı Gerçekleşen Alanların Tamamının Ortalama Eşik Değeri Model Grafiği Görüntüsü

Model çıktısını oluşturan risk dağılımının oluşmasında, model girdisini oluşturan 13 çevresel faktörün hangilerinin daha çok etkili olduğu sonucu açıklanmaktadır (Şekil 3.21.). Buna göre elde edilen modele en çok etkiyi yağış (%18.1) faktörü sağlamıştır. Bu çevresel faktörü takip eden faktörler meşcere tipleri, yükseklik, gelişim çağı ve bonitetdir.

Değişken	Yüzde Katılım (%)
yagis	18.1
mescere	17.3
yukseklk	17.2
gelisim	17.1
bonitet	12.6
yogunluk	7.6
hiz	7
baki	1.1
kapalilik	0.6
derinlik	0.4
egim	0.4
engebelilik	0.3
toprak	0.2

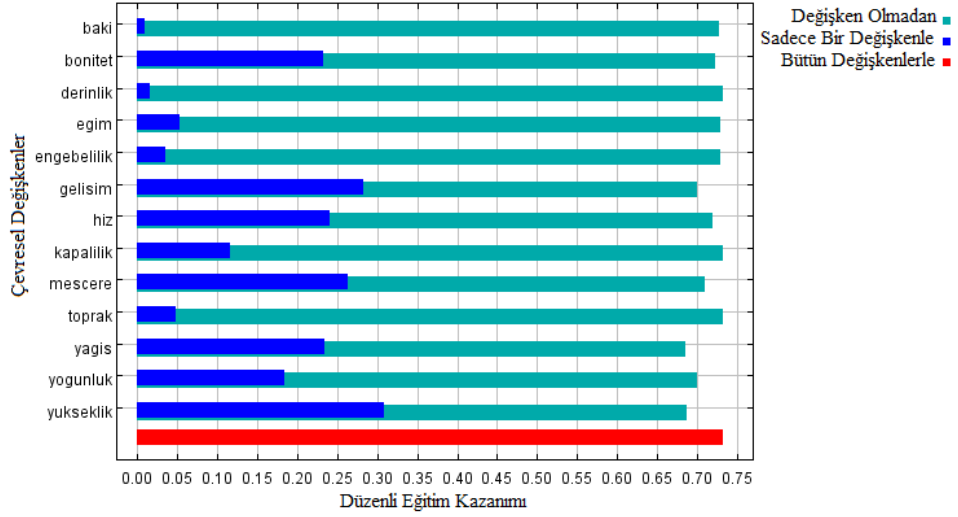
Şekil 3.21. Fırtına Zararı Gerçekleşen Alanların Tamamında Çevresel Faktörlerin Modele Katılım Analizi Model Tablosu

Fırtına zararı gerçekleşen alanların tamamında etkilediği modelin marjinal cevaplandırıcı eğrileri görülmektedir (Şekil 3.22.). Bu eğriler değerlendirildiğinde yağış faktörünün modeli pozitif etkilediğini ve yağış faktörünün eğrisine göre 0–0.1 mm aralığındaki yağışın etkili olduğu görülmektedir. Meşcere tipleri faktöründe saf ibrelili ağaç türlerinin zarardan etkilendiği türler olduğu görülmektedir. Yükseklik faktörü eğrisinde 0–400 m’ye kadar zararın etkili olmadığı, 400–1800 m aralığında ise zararın etkili olduğu görülmektedir. Gelişim çağı faktöründe ince ağaçlık çağı etkili olduğu sonucu görülmektedir. Bonitet sınıfı faktöründe ise modele etkiyi I yetişme ortamında bulunan ağaçlar sağlamakta ve zararın bu sahalarda ihtimalinin yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.



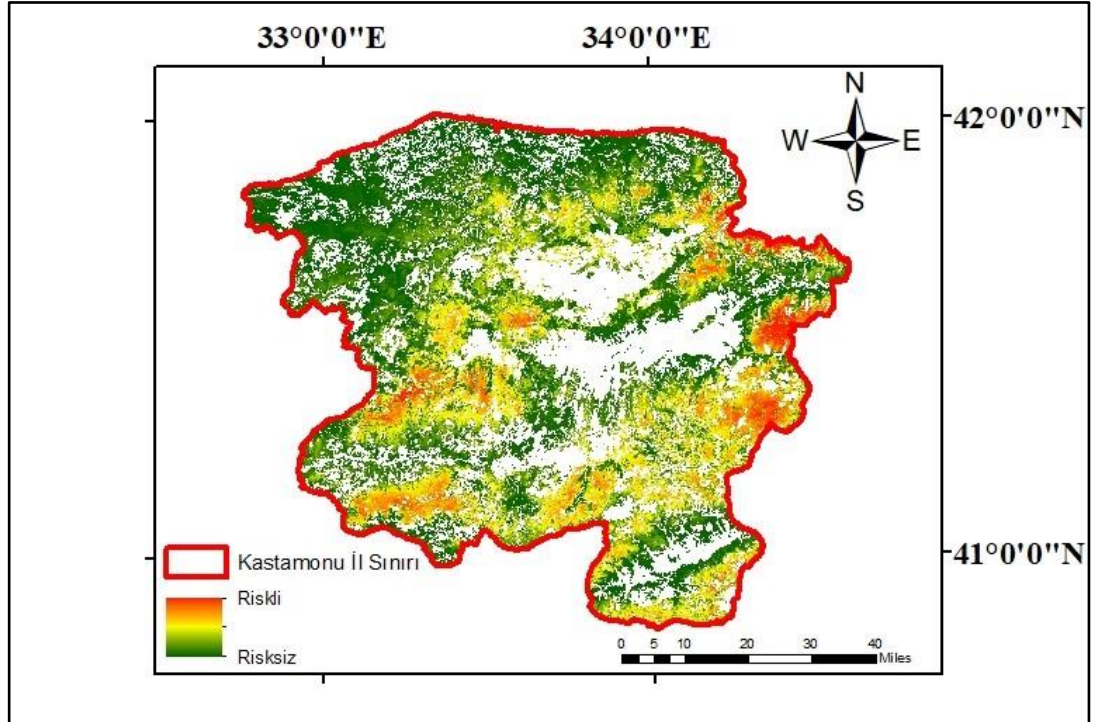
Şekil 3.22. Fırtına Zararı Gerçekleşen Alanların Tamamının Çevresel Faktörlerin Marjinal Cevaplandırıcı Eğrileri

Fırtına zararı gerçekleşen alanların tamamında modellemenin jackknife istatistik yöntemi sonucu görülmektedir (Şekil 3.23.). Modelleme de çevresel değişkenlerden bütün saha için en etkili olan değişken yüksekliktir. Sadece yükseklik değişkeni modelleme de kullanıldığında en yararlı bilgilere sahiptir. Bu nedenle modelmeden çıkarıldığında düzenli eğitim kazancı en fazla azaltan çevresel değişken olarak öne çıkmaktadır.



Şekil 3.23. Fırtına Zararı Gerçekleşen Alanların Tamamının Jackknife Sonucu

Model sonucu elde edilen risk dağılımı çalışma alanındaki her bir 0,01 km²'lik hücrenin fırtına zararı gerçekleşmiş bütün saha alanları için risk durumunu göstermektedir (Şekil 3.24.). Burada yeşil renkle gösterilen alanlar fırtına zararı ihtimalinin düşük olduğunu gösterirken, kırmızı renge doğru artan renk skalası fırtına zararı gerçekleşen bütün alanların kategorize edilmeden şekilde fırtına zararı ihtimalinin olabileceği alanları göstermektedir.



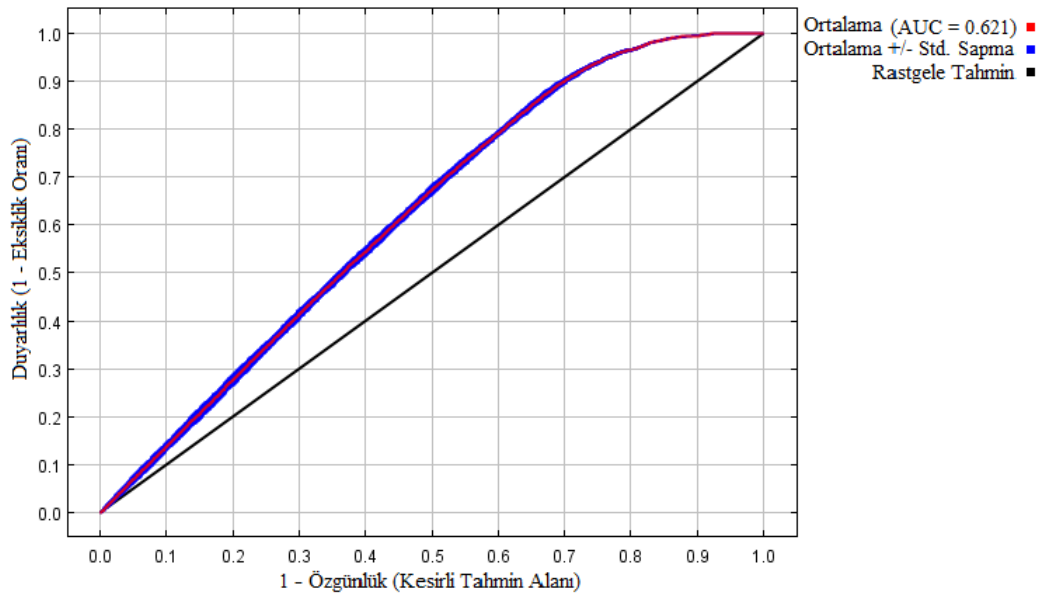
Şekil 3.24. Fırtına Zararı Gerçekleşen Alanların Tamamının Risk Model Sonucu

3.1.5. Fırtına Zararı Münferit Karelaj Şekilde Gerçekleşen Alanların Risk Modellemesi

Münferit karelaj şeklinde gerçekleşen fırtına zararı modellemesinin 1. analizinde 10 tekerrür ardından elde edilen analiz sonuçları tek tek incelenmiştir. Model yapısında etkili olmayan çevresel değişkenlerden, “karışım durumu”, “tabakalılık” ve “engebelilik” analizden çıkartılarak model tekrar analiz işlemine tabi tutulmuştur.

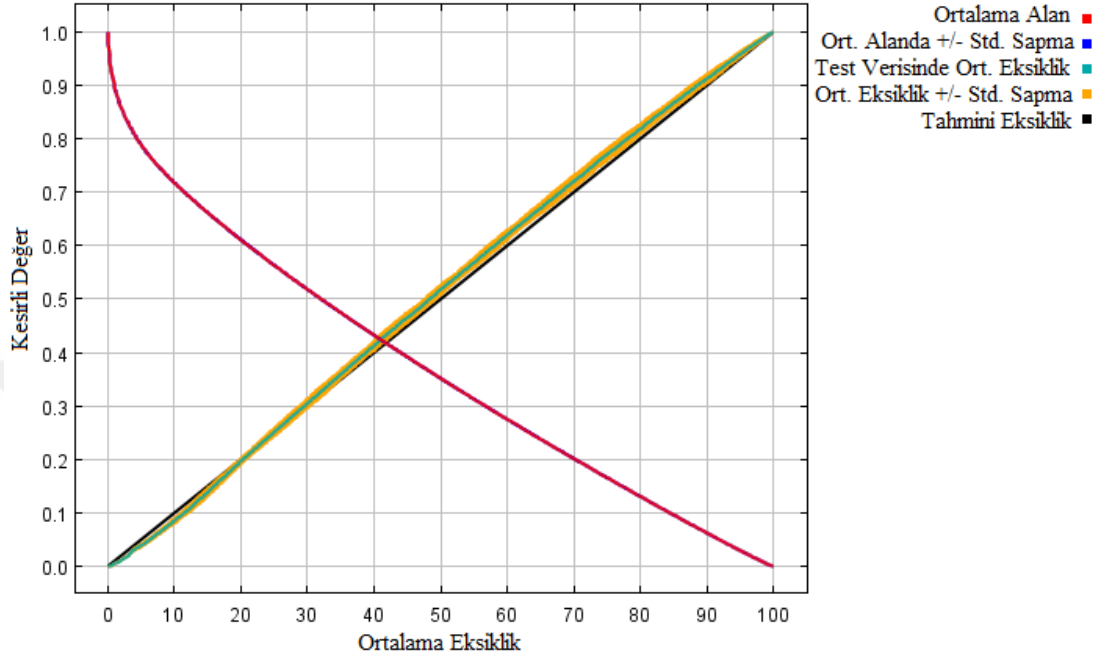
Münferit karelaj şeklinde gerçekleşen fırtına zararı modelinin 2. analiz sonucunda ise geriye kalan çevresel değişkenlerin hepsinin model yapısında etkili olduğu görülmüştür. 10 tekerrür sonucu elde edilen modellerin ROC eğrilerinin altında kalan AUC değerleri eğitim verileri ve test verileri ile ortalama oluşturulan model seçilmiştir.

Modelin tahmin başarısını, ROC eğrisine ve bu eğrinin altında kalan alan AUC grafiğindeki değerlerin ortalaması ile ölçülmüştür. Model için ortalama AUC değeri 0.621 bulunmuştur. Bu değerlendirme modelin gerçeğe ne kadar yakın olduğunu gösterdiği itibarla önemlidir. Destekleyici olarak kullanılan, 0.621 ortalama AUC değeri münferit karelaj şeklinde yaşanmış fırtına zararına dair oluşturulan modelin yeterince bilgi vermediğini göstermiştir (Şekil 3.25.).



Şekil 3.25. Fırtına Zararı Münferit Karelaj Şekilde Gerçekleşen Alanlarda ROC Eğrisi ve Ortalama AUC Değeri Model Grafiği Görüntüsü

İlaveten, modelin ortalama eksiklik eğrilerine bakılmıştır (Şekil 3.26.). Bu eğride koyu sarı alanın dar olduğu, yeşil çizginin düz çizgiye yakın geçmekte olduğundan dolayı modelin güvenilir ve başarılı olduğu bir kez daha onaylanmıştır.



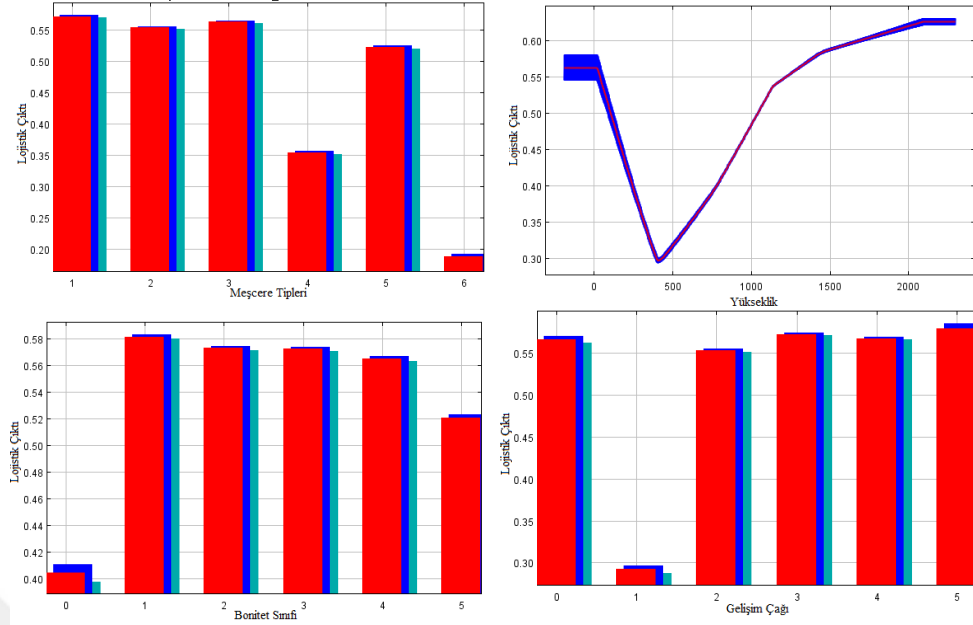
Şekil 3.26. Fırtına Zararı Münferit Karelaj Şeklinde Gerçekleşen Alanların Ortalama Eşik Değeri Model Grafiği Görüntüsü

Model çıktısını oluşturan risk dağılımının oluşmasında, model girdisini oluşturan 13 çevresel faktörün hangilerinin daha çok etkili olduğu sonucu açıklanmaktadır (Şekil 3.27.). Buna göre elde edilen modele en çok etkiyi meşçere tipleri (%37.1) faktörü sağlamıştır. Bu çevresel faktörü takip eden faktörler yükseklik, bonitet ve gelişim çağıdır.

Değişken	Yüzde Katılım (%)
mescere	37.1
yukseklık	20.1
bonitet	14.5
gelisim	14.1
yogunluk	5.3
yagis	4.2
hiz	2.6
derinlik	0.6
kapalilik	0.5
form	0.4
toprak	0.4
baki	0.1
egim	0.1

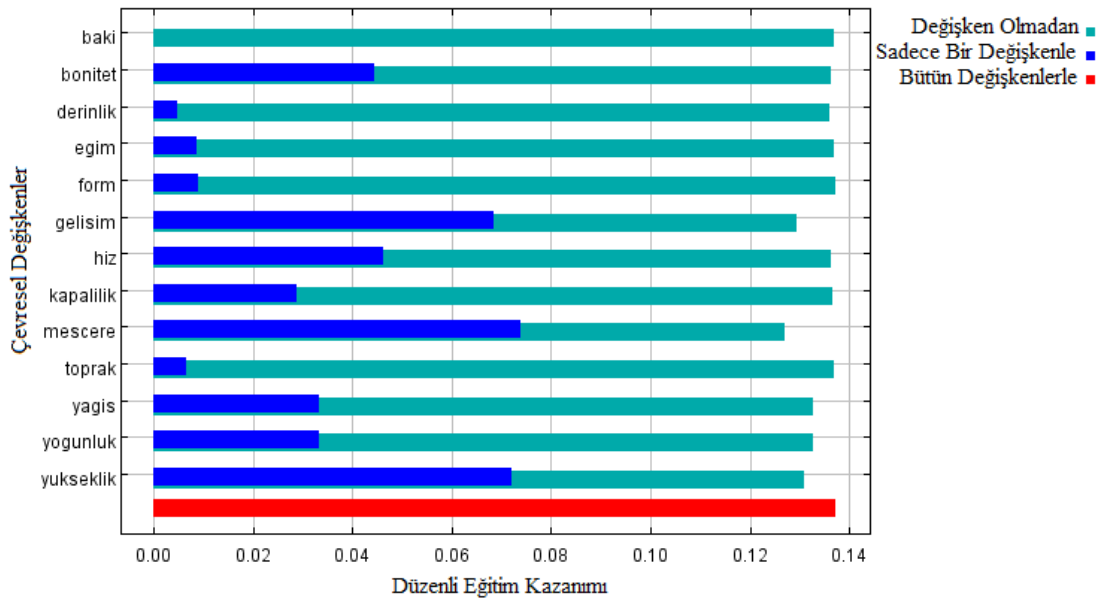
Şekil 3.27. Fırtına Zararı Münferit Karelaj Şeklinde Gerçekleşen Alanlarda Çevresel Faktörlerin Modele Katılım Analizi Model Tablosu

Fırtına zararının münferit karelaj şekilde etkilediği modelin marjinal cevaplandırıcı eğrileri görülmektedir (Şekil 3.28.). Bu eğriler değerlendirildiğinde meşcere tipleri faktörünün modeli pozitif etkilediğini ve bu faktörde ise saf ibrelili ağaç türlerinin daha çok etkili olduğu görülmektedir. Yükseklik faktöründe 0 – 400 m arasındaki yüksekliğin etkili olmadığı, 400 m’den sonraki yüksekliklerin etkili olduğu görülmüştür. Bonitet sınıfı faktöründe I yetiştirme ortamındaki ağaçların etkisi tespit edilmiştir. Son olarak gelişim çağı faktöründe modellemeye etki sağlayan seçme kuruluşlu ormanlarda zarar görülebileceği sonucu bulunmuştur.



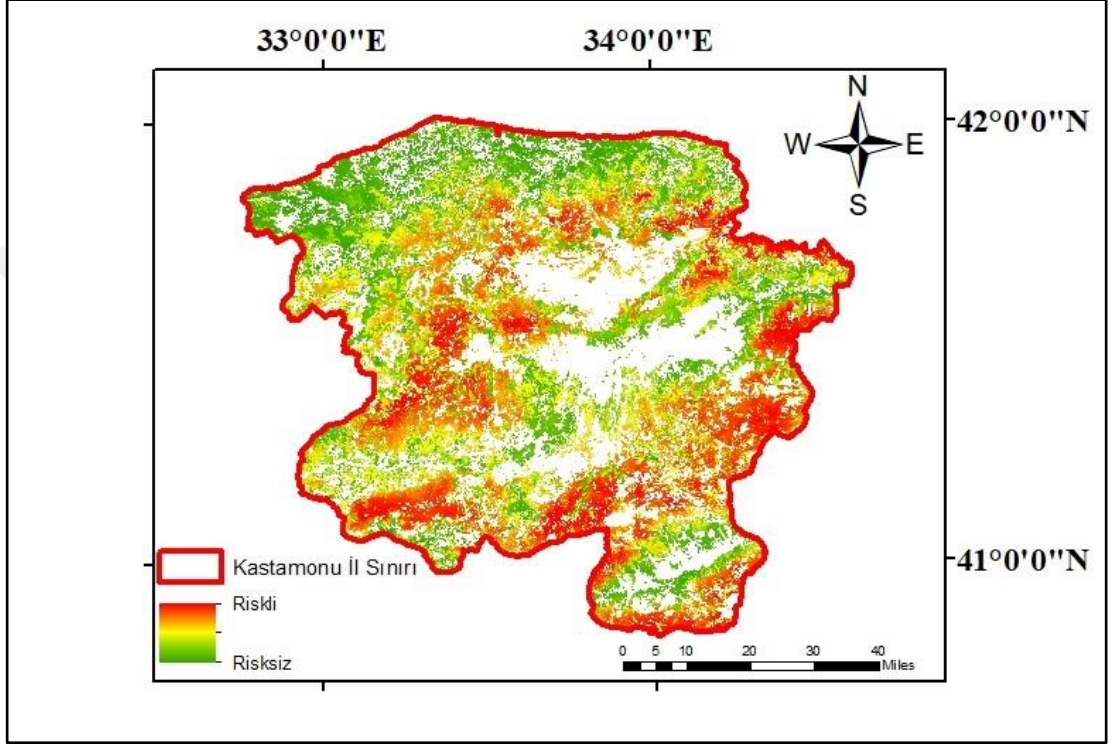
Şekil 3.28. Fırtına Zararı Münferit Karelaj Şeklinde Gerçekleşen Alanlarda Çevresel Faktörlerin Marjinal Cevaplandırıcı Eğrileri

Münferit karelaj şeklinde gerçekleşen alanlarda modellemenin jackknife istatistik yöntemi sonucu görülmektedir (Şekil 3.29.). Modelleme de çevresel değişkenlerden bütün saha için en etkili olan değişken meşcere tipleridir. Sadece meşcere tipleri değişkeni modelleme de kullanıldığında en yararlı bilgilere sahiptir. Bu nedenle modellemeden çıkarıldığında düzenli eğitim kazancı en fazla azaltan çevresel değişken olarak öne çıkmaktadır.



Şekil 3.29. Fırtına Zararı Münferit Karelaj Şeklinde Gerçekleşen Alanların Jackknife Sonucu

Model sonucu elde edilen risk dağılımı çalışma alanındaki her bir 0,01 km²'lik hücrenin, fırtına zararı münferit karelaj şekilde gerçekleşmiş alanlar için risk durumunu göstermektedir (Şekil 3.30.). Burada yeşil renkle gösterilen alanlar fırtına zararı ihtimalinin düşük olduğunu gösterirken, kırmızı renge doğru artan renk skalası blok şekilde fırtına zararı ihtimalinin yüksekliğini göstermektedir.



Şekil 3.30. Fırtına Zararı Münferit Karelaj Şekilde Gerçekleşen Alanların Risk Model Sonucu

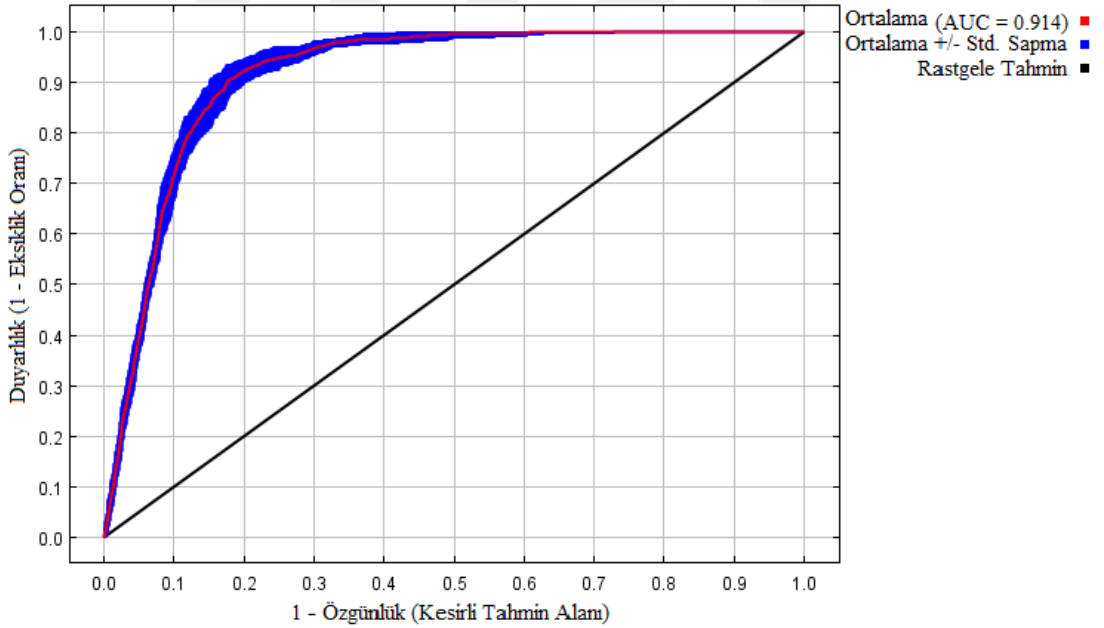
3.1.6. Fırtına Zararı Küme/Grup Karelaj Şekilde Gerçekleşen Alanların Risk Modellemesi

Küme karelaj şeklinde gerçekleşen fırtına zararı modellemesinin 1. analizinde 10 tekerrür ardından elde edilen analiz sonuçları tek tek incelenmiştir. Model yapısında etkili olmayan çevresel değişken, “karışım durumu” analizden çıkartılarak model tekrar analiz işlemine tabi tutulmuştur.

Küme karelaj şeklinde gerçekleşen fırtına zararı modellemesinin 2. analizinde ise model yapısında etkili olmayan çevresel değişken, “tabakalılık” analizden çıkartılarak modelleme tekrar ettirilmiştir.

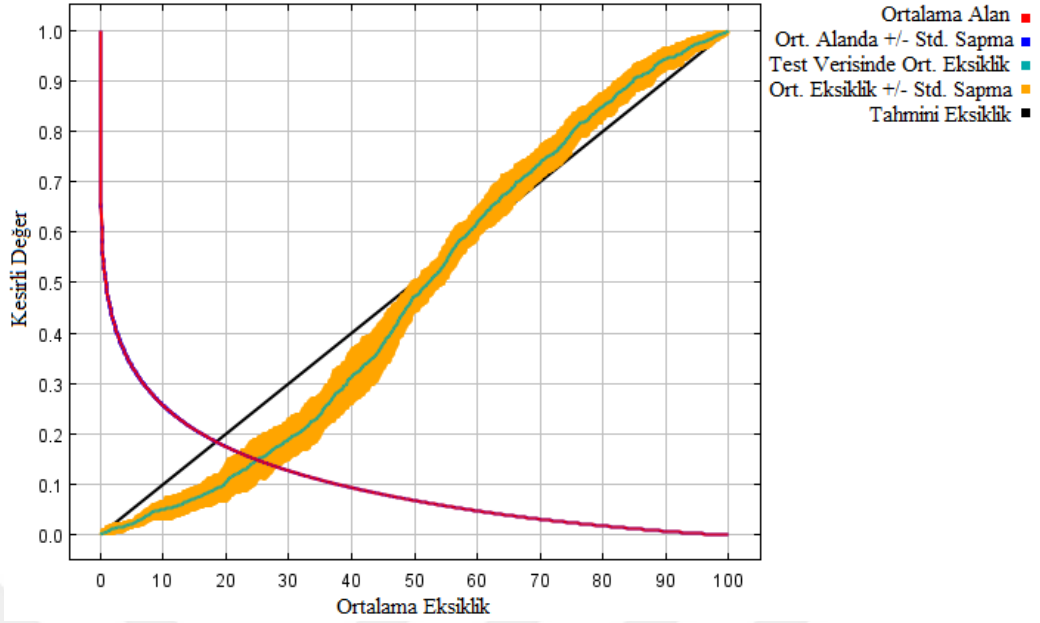
Küme karelaj şeklinde gerçekleşen fırtına zararı modelinin 3. analiz sonucunda ise geriye kalan çevresel değişkenlerin hepsinin model yapısında etkili olduğu görülmüştür. 10 tekerrür sonucu elde edilen modellerin ROC eğrilerinin altında kalan AUC değerleri eğitim verileri ve test verileri ile ortalama oluşturulan model seçilmiştir.

Modelin tahmin başarısını, ROC eğrisine ve bu eğrinin altında kalan alan AUC grafiğindeki değerlerin ortalaması ile ölçülmüştür. Model için ortalama AUC değeri 0.914 bulunmuştur. Bu değerlendirme modelin gerçeğe ne kadar yakın olduğunu gösterdiği itibarla önemlidir. Destekleyici olarak kullanılan, 0.914 ortalama AUC değeri Küme karelaj şeklinde yaşanmış fırtına zararına dair oluşturulan modelin başarılı olduğunu göstermiştir (Şekil 3.31.).



Şekil 3.31. Fırtına Zararı Küme/Grup Karelaj Şekilde Gerçekleşen Alanlarda ROC Eğrisi ve Ortalama AUC Değeri Model Grafiği Görüntüsü

İlaveten, modelin ortalama eksiklik eğrilerine bakılmıştır (Şekil 3.32.). Bu eğride koyu sarı alanın dar olduğu, yeşil çizginin düz çizgiye yakın geçmekte olduğundan dolayı modelin güvenilir ve başarılı olduğu bir kez daha onaylanmıştır.



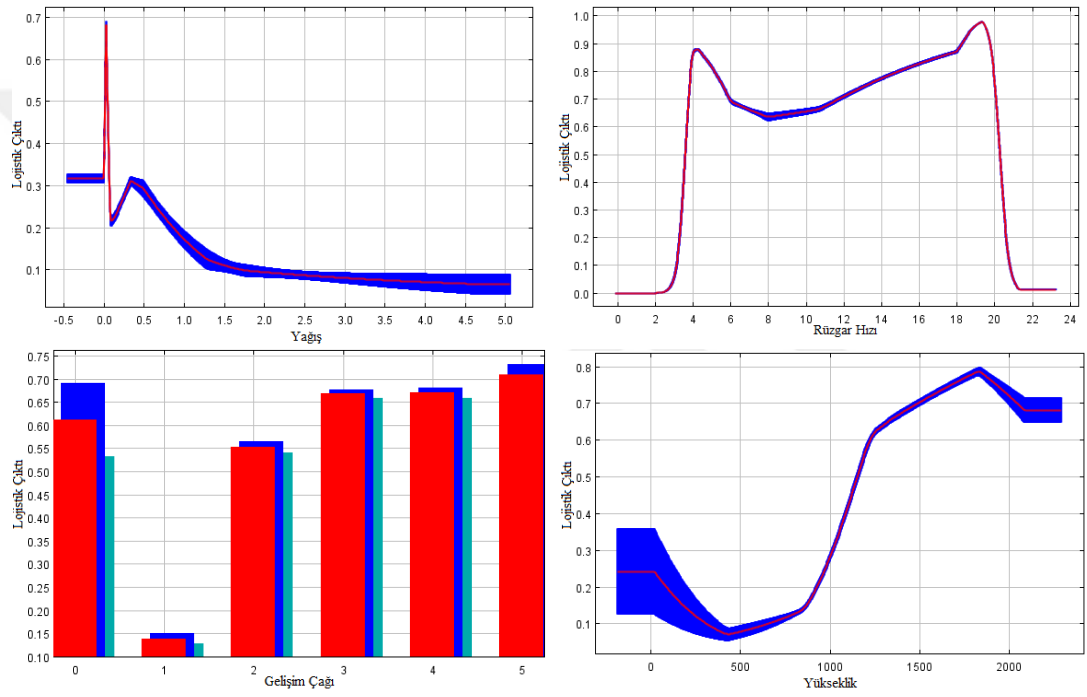
Şekil 3.32. Fırtına Zararı Küme/Grup Karelay Şeklinde Gerçekleşen Alanların Ortalama Eşik Değeri Model Grafiği Görüntüsü

Model çıktısını oluşturan risk dağılımının oluşmasında, model girdisini oluşturan 14 çevresel faktörün hangilerinin daha çok etkili olduğu sonucu açıklanmaktadır (Şekil 3.33.). Buna göre elde edilen modele en çok etkiyi meşcere tipleri (%27) faktörü sağlamıştır. Bu çevresel faktörü takip eden faktörler rüzgâr hızı, gelişim çağı ve yüksekliktir.

Değişken	Yüzde Katılım (%)
yagis	27
hiz	14.8
gelisim	14.5
yukseklık	12.2
kapalılık	9.6
mescere	9.1
yogunluk	4.9
bonitet	2.6
form	1.7
baki	1.4
toprak	1
derinlik	0.5
egim	0.4
engebelilik	0.3

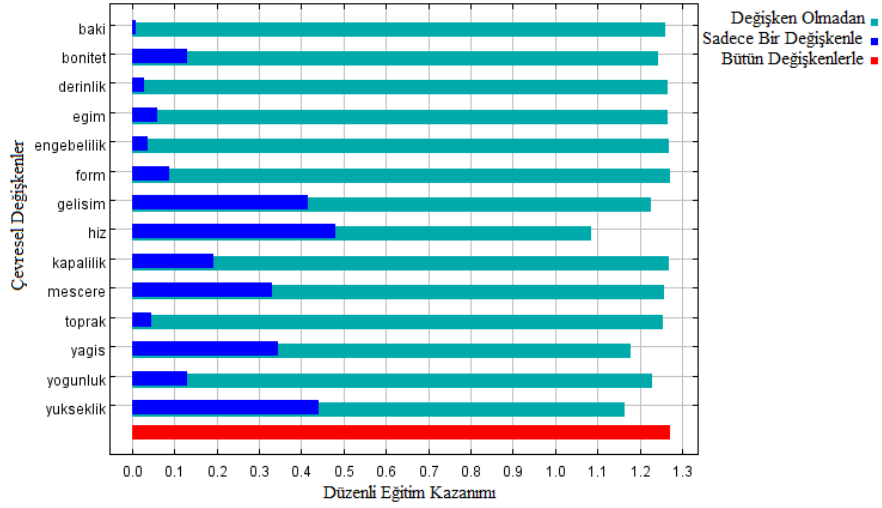
Şekil 3.33. Fırtına Zararı Küme/Grup Karelay Şeklinde Gerçekleşen Alanlarda Çevresel Faktörlerin Modele Katılım Model Tablosu

Fırtına zararının küme karelaj şekilde etkilediği modelin marjinal cevaplandırıcı eğrileri görülmektedir (Şekil 3.34.). Bu eğriler değerlendirildiğinde yağış faktörünün modeli pozitif etkilediğini ve bu faktörde ise 0–0.1 mm aralığındaki yağışların daha çok etkili olduğu görülmektedir. Rüzgâr hızı faktöründe 18–20 m/sn esen rüzgârların zarara etkili olduğu görülmüştür. Gelişim çağı faktöründe modellemeye etki sağlayan seçme kuruluşu ormanlarda zarar görülebileceği görülmüştür. Yükseklik faktöründe ise 500 – 1800 m aralığındaki yüksekliklerde yetişen ağaçlarda zararın etkili olduğu görülmüştür.



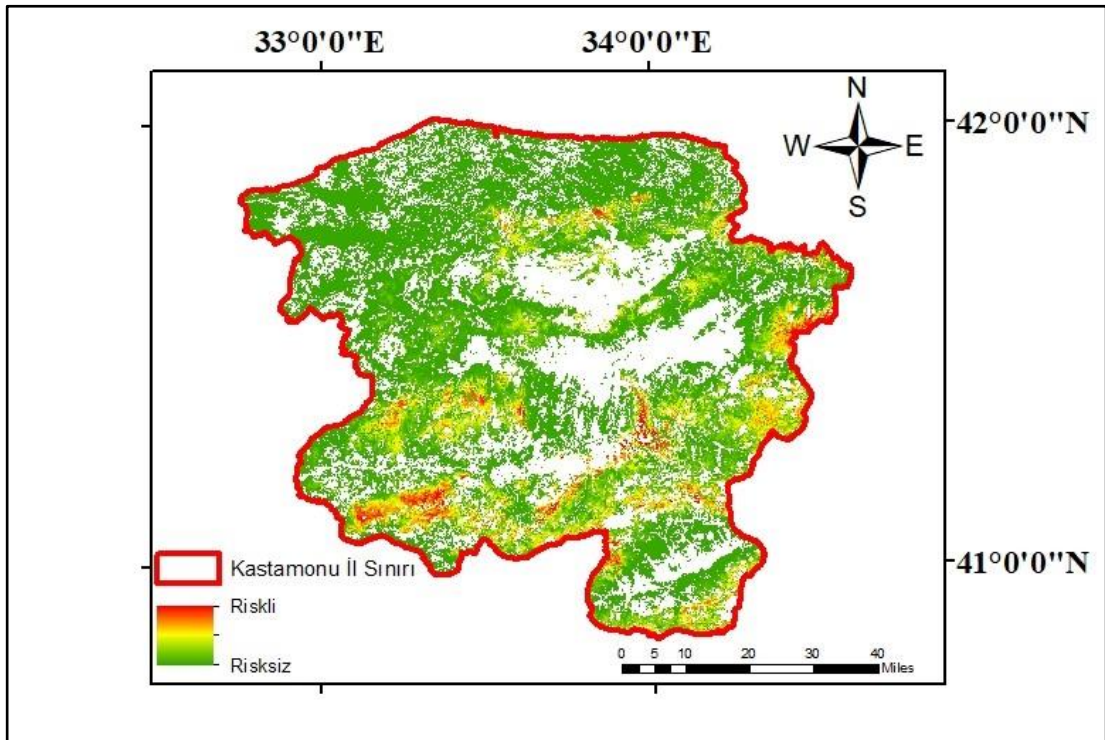
Şekil 3.34. Fırtına Zararı Küme/Grup Karelaj Alanlarda Çevresel Faktörlerin Marjinal Cevaplandırıcı Eğrileri

Küme karelaj şeklinde gerçekleşen alanlarda modellemenin jackknife istatistik yöntemi sonucu görülmektedir (Şekil 3.35.). Modelleme de çevresel değişkenlerden bütün saha için en etkili olan değişken rüzgâr hızıdır. Sadece rüzgâr hızı değişkeni modelleme de kullanıldığında en yararlı bilgilere sahiptir. Bu nedenle modelmeden çıkarıldığında düzenli eğitim kazancı en fazla azaltan çevresel değişken olarak öne çıkmaktadır.



Şekil 3.35. Fırtına Zararı Küme/Grup Karelay Şeklinde Gerçekleşen Alanların Jackknife Sonucu

Model sonucu elde edilen risk dağılımı çalışma alanındaki her bir 0,01 km²'lik hücrenin, fırtına zararı küme karelay şekilde gerçekleşmiş alanlar için risk durumunu göstermektedir (Şekil 3.36.). Burada yeşil renkle gösterilen alanlar fırtına zararı ihtimalinin düşük olduğunu gösterirken, kırmızı renge doğru artan renk skalası blok şekilde fırtına zararı ihtimalinin yüksekliğini göstermektedir.



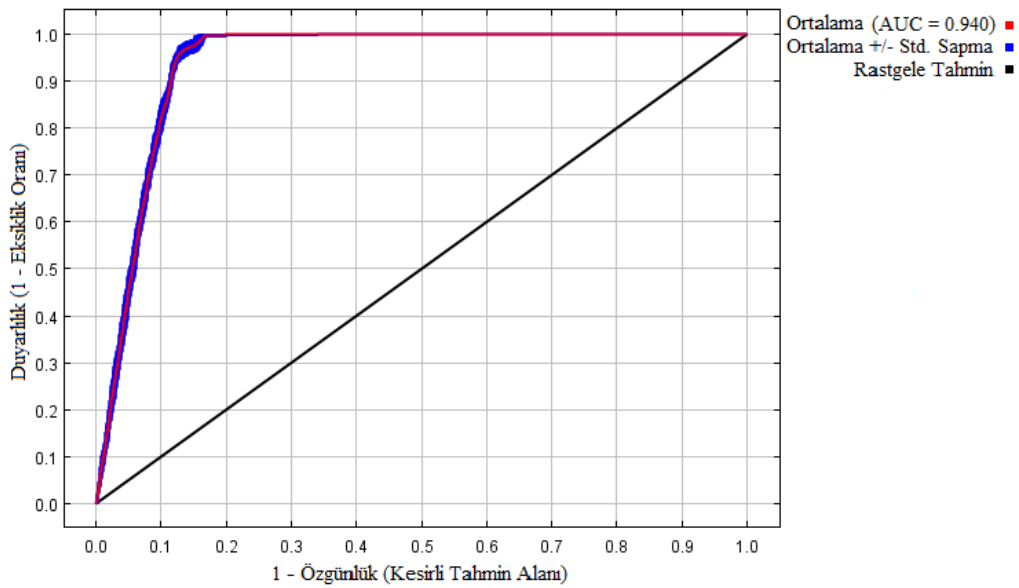
Şekil 3.36. Fırtına Zararı Küme/Grup Karelay Şekilde Gerçekleşen Alanların Risk Model Sonucu

3.1.7. Fırtına Zararı Blok Karelej Şekilde Gerçekleşen Alanların Risk Modellemesi

Blok karelej şeklinde gerçekleşen fırtına zararı modellemesinin 1. analizinde 10 tekerrür ardından elde edilen analiz sonuçları tek tek incelenmiştir. Model yapısında etkili olmayan çevresel değişkenlerden, “eğim”, “engebelilik” ve “karışım durumu” analizden çıkartılarak model tekrar analiz işlemine tabi tutulmuştur.

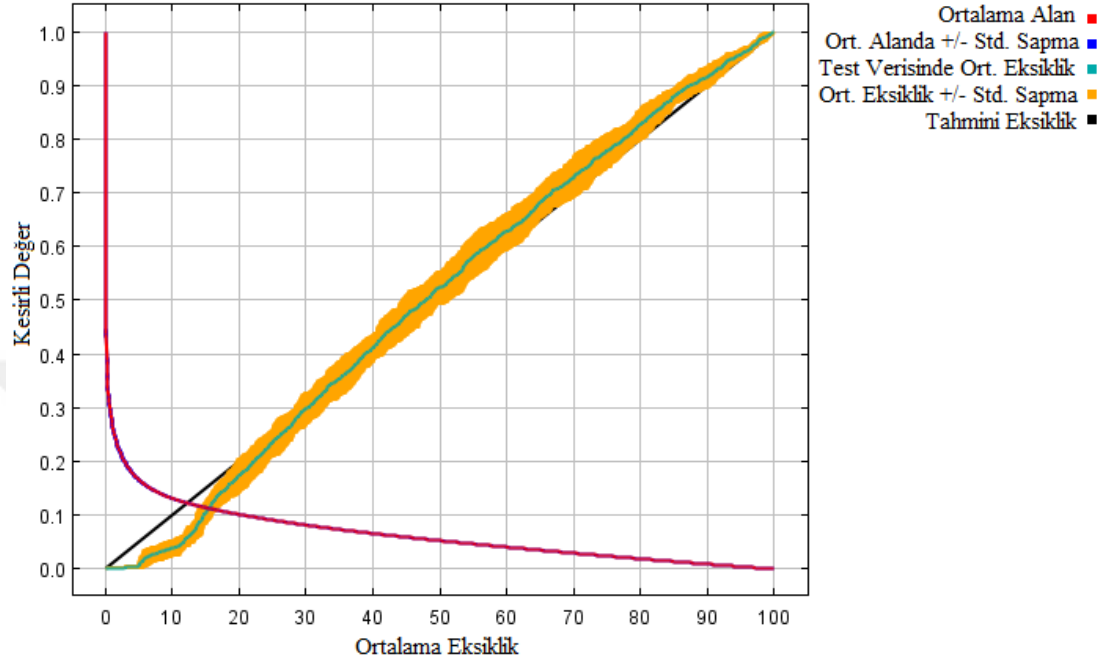
Blok karelej şeklinde gerçekleşen fırtına zararı modelinin 2. analiz sonucunda ise geriye kalan çevresel değişkenlerin hepsinin model yapısında etkili olduğu görülmüştür. 10 tekerrür sonucu elde edilen modellerin ROC eğrilerinin altında kalan AUC değerleri eğitim verileri ve test verileri ile ortalama oluşturulan model seçilmiştir.

Modelin tahmin başarısını, ROC eğrisine ve bu eğrinin altında kalan alan AUC grafiğindeki değerlerin ortalaması ile ölçülmüştür. Model için ortalama AUC değeri 0.940 bulunmuştur. Bu değerlendirme modelin gerçeğe ne kadar yakın olduğunu gösterdiği itibarla önemlidir. Destekleyici olarak kullanılan, 0.940 ortalama AUC değeri blok karelej şeklinde yaşanmış fırtına zararına dair oluşturulan modelin başarılı olduğunu göstermiştir (Şekil 3.37.).



Şekil 3.37. Fırtına Zararı Blok Karelej Şeklinde Gerçekleşen Alanlarda ROC Eğrisi ve Ortalama AUC Değeri Model Grafiği Görüntüsü

İlaveten, modelin ortalama eksiklik eğrilerine bakılmıştır (Şekil 3.38.). Bu eğride koyu sarı alanın dar olduğu, yeşil çizginin düz çizgiye yakın geçmekte olduğundan dolayı modelin güvenilir ve başarılı olduğu bir kez daha onaylanmıştır.



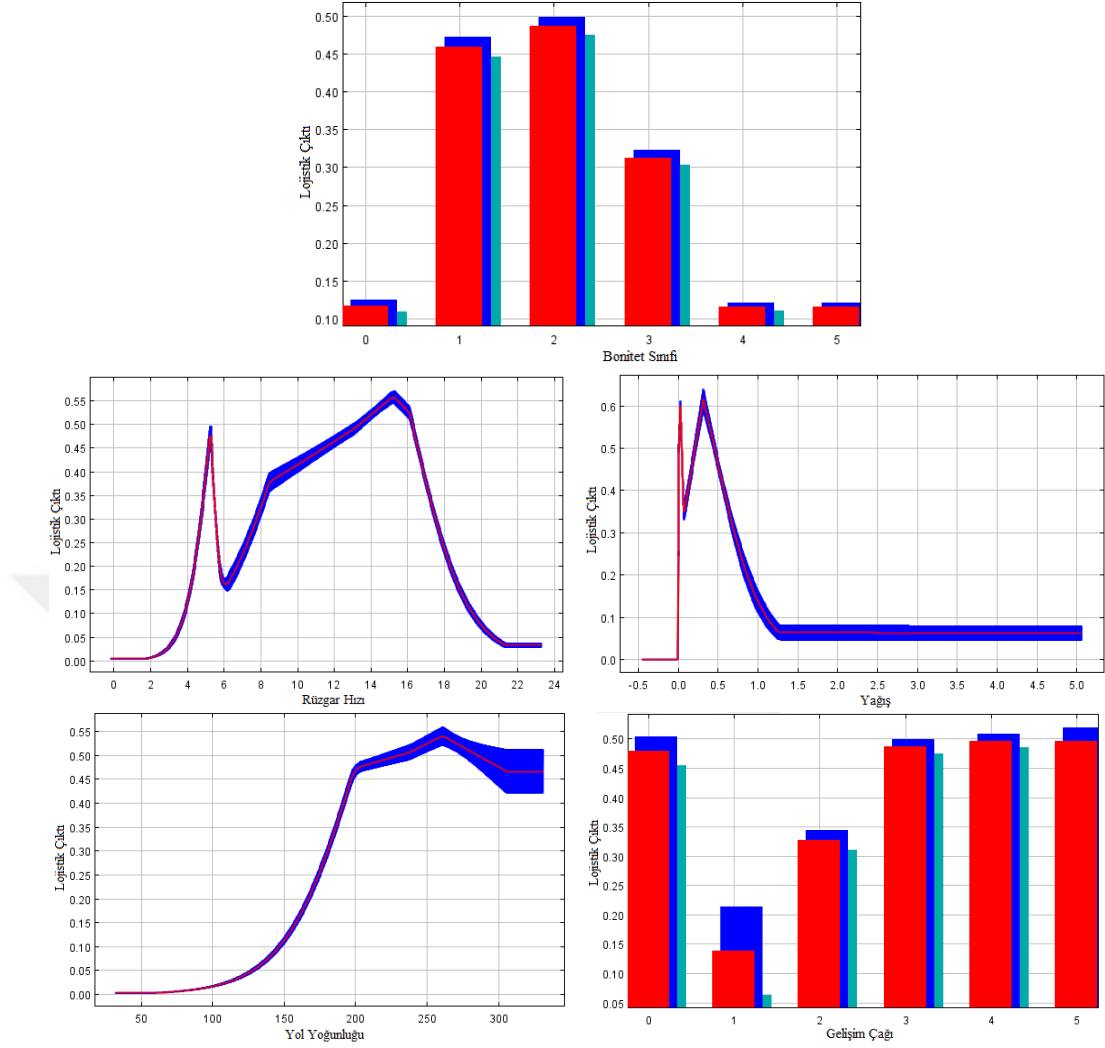
Şekil 3.38. Fırtına Zararı Blok Karelej Şeklinde Gerçekleşen Alanların Ortalama Eşik Değeri Model Grafiği Görüntüsü

Model çıktısını oluşturan risk dağılımının oluşmasında, model girdisini oluşturan 13 çevresel faktörün hangilerinin daha çok etkili olduğu açıklanmaktadır (Şekil 3.39.). Buna göre elde edilen modele en çok etkiyi bonitet sınıfı (%23.4) faktörü sağlamıştır. Bu çevresel faktörü takip eden faktörler ise rüzgâr hızı, yağış, yol yoğunluğu ve gelişim çağıdır.

Değişken	Yüzde Katılım (%)
bonitet	23.4
hız	20.7
yagis	13.7
yogunluk	13.7
gelisim	11.7
derinlik	5.7
yukseklık	4.2
mescere	3.9
baki	0.9
kapalılık	0.8
toprak	0.6
form	0.6
tabakalılık	0.3

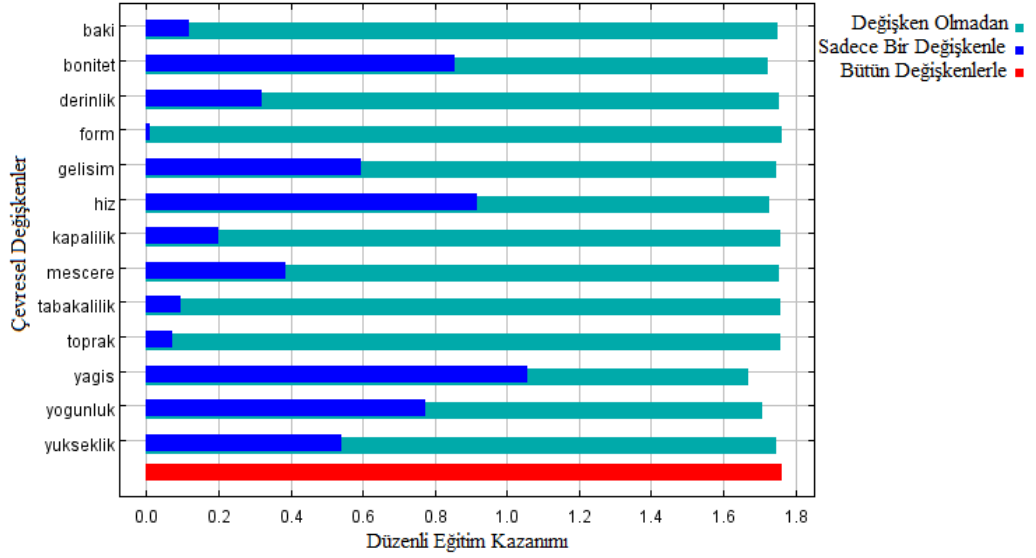
Şekil 3.39. Fırtına Zararı Blok Karelay Şeklinde Gerçekleşen Alanlarda Çevresel Faktörlerin Modele Katılım Analizi Model Tablosu

Fırtına zararının blok karelay şekilde gerçekleşen alanların model yapısındaki marjinal cevaplandırıcı eğrileri görülmektedir (Şekil 3.40.). Bu eğriler değerlendirildiğinde bonitet sınıfı faktörünün modeli pozitif etkilediğini ve “II” olarak belirtilen sahalarda zararın daha fazla görüldüğü anlaşılmaktadır. Diğer etkili olan çevresel faktör ise rüzgâr hızıdır. Bu eğride maksimum pozitif etkili değer rüzgârın 14–16 m/sn hızla estiği alanlarda zarar şiddetinin çoğaldığını ifade etmektedir. Yağış faktörünün modele pozitif etkisi ise 0.1–0.4 mm yağış alan alanlarda görülmüştür. Yol yoğunluğu faktörünün modele etkisi ise 260 m/ha kadar olan yol yoğunluklarında zararın etkili olduğu görülmektedir. Gelişim çağı faktöründe ise ince ağaçlık çağındaki ağaçların risk altında olduğu görülmüştür.



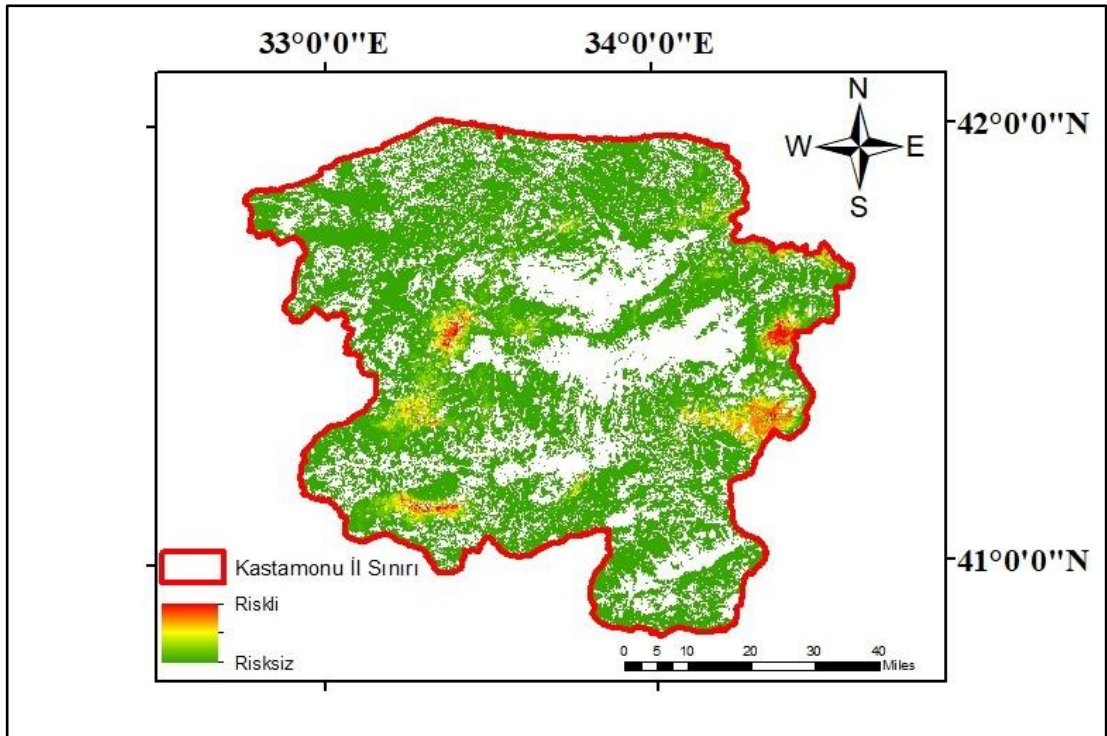
Şekil 3.40. Fırtına Zararı Blok Karelaj Şeklinde Gerçekleşen Alanlarda Çevresel Faktörlerin Marjinal Cevaplandırıcı Eğrileri

Fırtına zararı blok karelaj şekilde gerçekleşen alanlarda modellemenin jackknife istatistik yöntemi sonucu görülmektedir (Şekil 3.41.). Modelleme de çevresel değişkenlerden blok şeklinde gerçekleşen zararlar için en etkili olan değişken yağıştır. Sadece yağış değişkeni modelleme de kullanıldığında en yararlı bilgilere sahiptir. Bu nedenle modellemeyi çıkarıldığında düzenli eğitim kazancı en fazla azaltan çevresel değişken olarak öne çıkmaktadır.



Şekil 3.41. Fırtına Zararı Blok Karelaj Şeklinde Gerçekleşen Alanların Jackknife Sonucu

Model sonucu elde edilen risk dağılımı çalışma alanındaki her bir 0,01 km²'lik hücrenin, fırtına zararı blok karelaj şekilde gerçekleşmiş alanlar için risk durumunu göstermektedir (Şekil 3.42.). Burada yeşil renkle gösterilen alanlar fırtına zararı ihtimalinin düşük olduğunu gösterirken, kırmızı renge doğru artan renk skalası blok şekilde fırtına zararı ihtimalinin yüksekliğini göstermektedir.



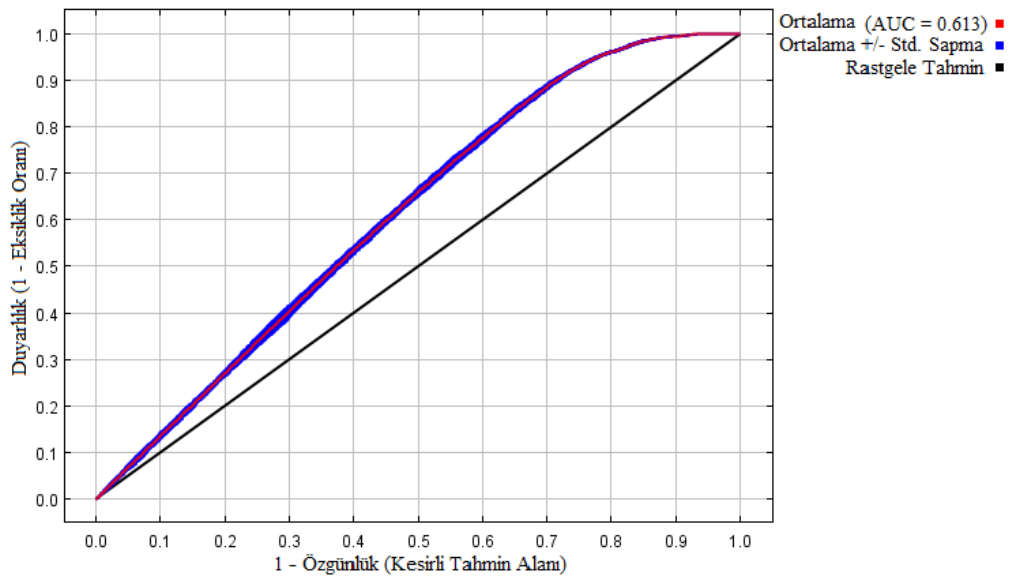
Şekil 3.42. Fırtına Zararı Blok Şekilde Gerçekleşen Alanların Risk Model Sonucu

3.1.8. Fırtına Zararı Gerçekleşen Alanların Kategorize Edilmeden Tamamının Karelaj Risk Modellemesi

Bu modellemenin 1. analizinde 10 tekerrürün ardından elde edilen analiz sonuçları tek tek incelenmiştir. Model analizinde etkili olmayan çevresel değişkenlerden “engebelilik”, “tabakalılık” ve “karışım durumu” analizden çıkartılarak model tekrar analiz işlemine tabi tutulmuştur.

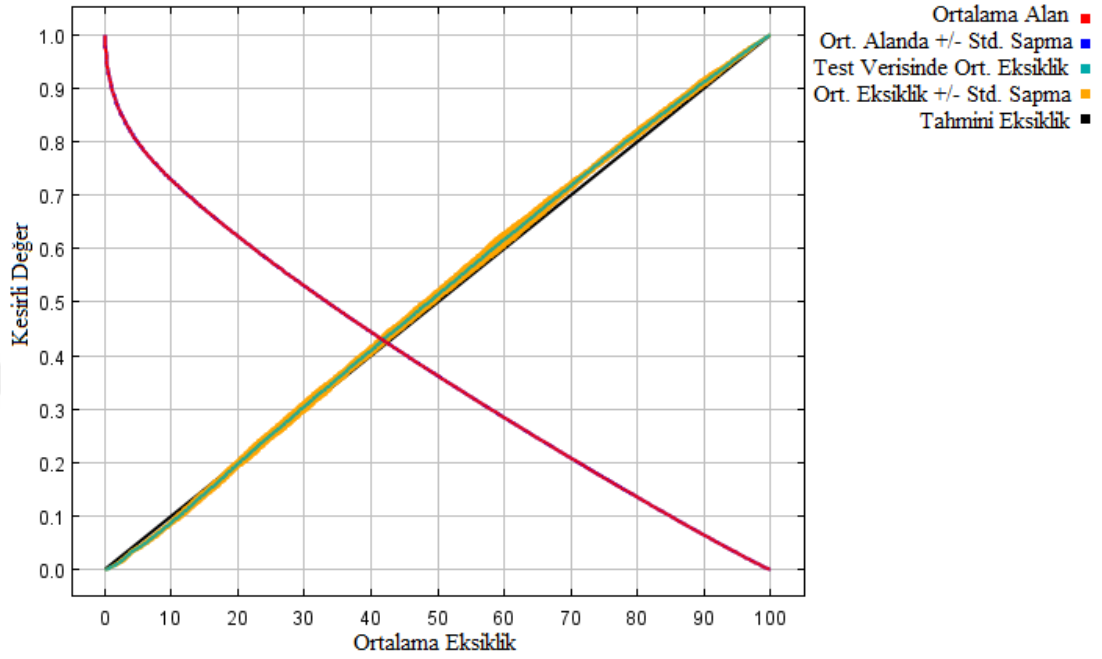
2. analizin sonucunda ise geriye kalan çevresel değişkenlerin hepsinin model yapısında etkili olduğu görülmüştür. 10 tekerrür sonucu elde edilen modellerin ROC eğrilerinin altında kalan AUC değerleri eğitim verileri ve test verileri ile ortalama oluşturulan model seçilmiştir.

Modelin tahmin başarısını, ROC eğrisine ve bu eğrinin altında kalan alan AUC grafiğindeki değerlerin ortalaması ile ölçülmüştür. Model için ortalama AUC değeri 0.613 bulunmuştur. Bu değerlendirme modelin gerçeğe ne kadar yakın olduğunu gösterdiği itibarla önemlidir. Destekleyici olarak kullanılan, 0.613 ortalama AUC değeri zarar gerçekleşen alanların kategorize edilmeden karelaj şeklinde yaşanmış fırtına zararına dair oluşturulan modelin yeterince bilgi vermediğini göstermiştir (Şekil 3.43.).



Şekil 3.43. Fırtına Zararı Gerçekleşen Alanların Tamamının Karelaj ROC Eğrisi ve Ortalama AUC Değeri Model Grafiği Görüntüsü

İlaveten, modelin ortalama eksiklik eğrilerine bakılmıştır (Şekil 3.44.). Bu eğride koyu sarı alanın dar olduğu, yeşil çizginin düz çizgiye yakın geçmekte olduğundan dolayı modelin güvenilir ve başarılı olduğu bir kez daha onaylanmıştır.



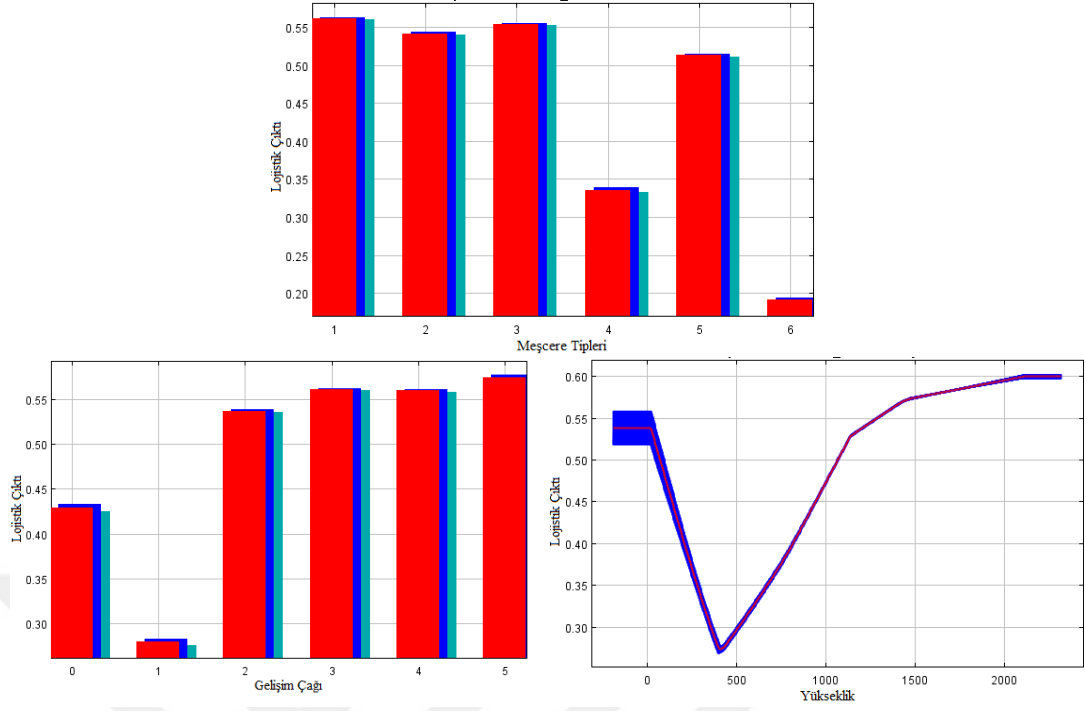
Şekil 3.44. Fırtına Zararı Gerçekleşen Alanların Tamamının Karelaj Ortalama Eşik Değeri Model Grafiği Görüntüsü

Model çıktısını oluşturan risk dağılımının oluşmasında, model girdisini oluşturan 13 çevresel faktörün hangilerinin daha çok etkili olduğu sonucu açıklanmaktadır (Şekil 3.45.). Buna göre elde edilen modele en çok etkiyi meşcere tipleri (%37.7) faktörü sağlamıştır. Bu çevresel faktörü takip eden faktörler gelişim çağı ve yüksekliktir.

Değişken	Yüzde Katılım (%)
mescere	37.7
gelisim	28.2
yukseklık	20.6
yogunluk	5.4
yagis	3.3
hiz	1.8
bonitet	1.6
derinlik	0.4
kapalılık	0.4
toprak	0.3
form	0.1
egim	0.1
baki	0.1

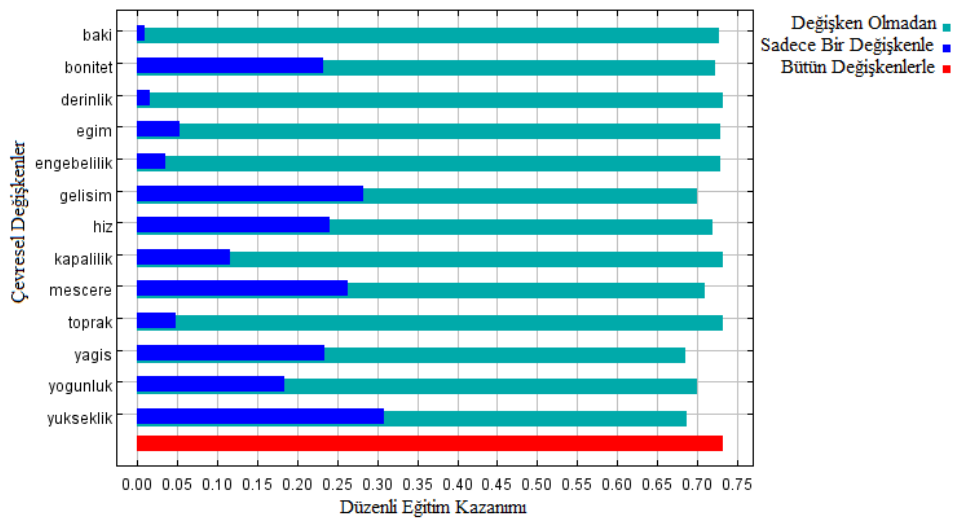
Şekil 3.45. Fırtına Zararı Gerçekleşen Alanların Tamamında Karelaj Çevresel Faktörlerin Modele Katılım Analizi Model Tablosu

Fırtına zararı gerçekleşen alanların tamamında karelaj şeklinde oluşan modelin marjinal cevaplandırıcı eğrileri görülmektedir (Şekil 3.46.). Bu eğriler değerlendirildiğinde meşcere tipleri faktörünün modeli pozitif etkilediğini ve meşcere tipleri faktörünün eğrisine göre saf ibrelili ağaç türlerinin etkilediği görülmüştür. Gelişim çağı faktöründe seçme kuruluşların zarardan etkileneceği görülmüştür. Son olarak yükseklik faktöründe ise 0–400 m aralığındaki yüksekliğin etkili olmadığı, 400–2000 m yükseklik aralığında riskin etkili olduğu görülmüştür.



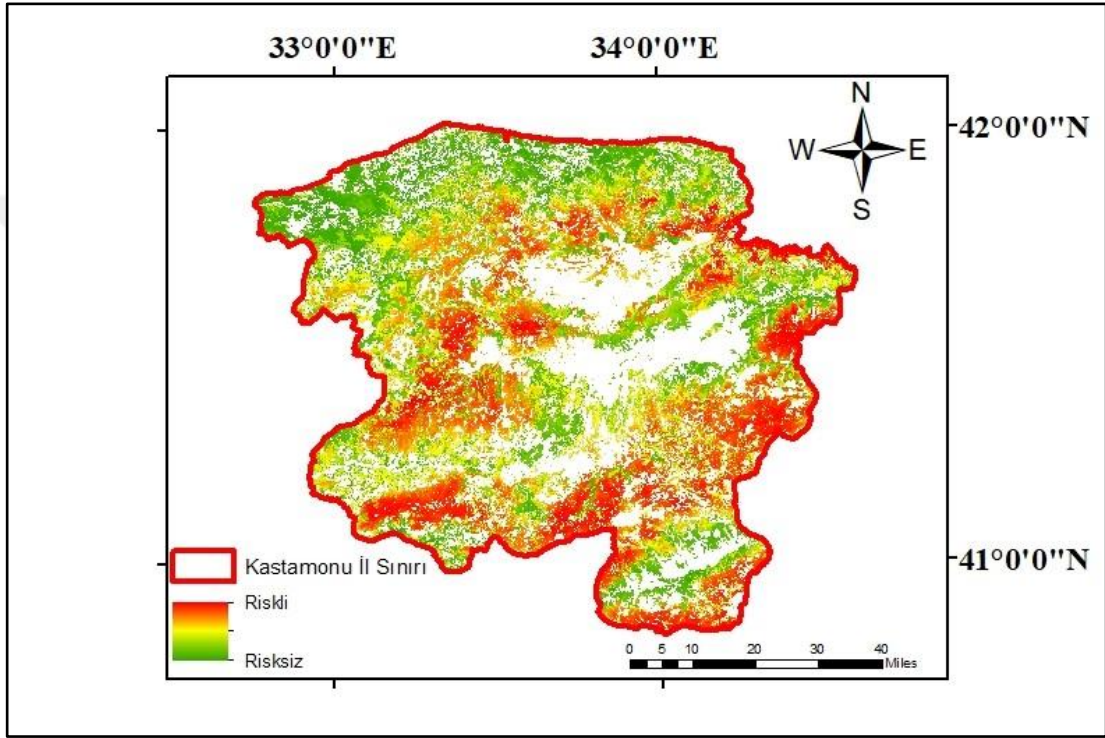
Şekil 3.46. Fırtına Zararı Gerçekleşen Alanların Tamamının Karelaj Şeklinde Çevresel Faktörlerin Marjinal Cevaplandırıcı Eğrileri

Fırtına zararı alanların tamamında karelaj şeklinde gerçekleşen modellemenin jackknife istatistik yöntemi sonucu görülmektedir (Şekil 3.47.). Modelleme de çevresel değişkenlerden bütün saha için en etkili olan değişken yüksekliktir. Sadece yükseklik değişkeni modelleme de kullanıldığında en yararlı bilgilere sahiptir. Bu nedenle modellemeden çıkarıldığında düzenli eğitim kazancı en fazla azaltan çevresel değişken olarak öne çıkmaktadır.



Şekil 3.47. Fırtına Zararı Gerçekleşen Alanların Tamamının Karelaj Jackknife Sonucu

Model sonucu elde edilen risk dağılımı çalışma alanındaki her bir 0,01 km²'lik hücrenin fırtına zararı gerçekleşmiş bütün saha alanları için risk durumunu göstermektedir (Şekil 3.48.). Burada yeşil renkle gösterilen alanlar fırtına zararı ihtimalinin düşük olduğunu gösterirken, kırmızı renge doğru artan renk skalası fırtına zararı gerçekleşen bütün alanların kategorize edilmeden karelaj şekilde fırtına zararı ihtimalinin olabileceği alanları göstermektedir.



Şekil 3.48. Fırtına Zararı Gerçekleşen Alanların Tamamının Karelaj Risk Model Sonucu

3.2. Riskli ve Risksiz Alanlar ve Yüzdeleri

Elde edilen risk model sonucu haritaları *.ascii formatından *.tif formatına dönüştürerek riskli alanlar ve risklerin yüzde (%) değerleri hesaplanmıştır (Tablo 3.1.)

Tablo 3.1. *Fırtına Zararı Risk Alanları ve Yüzde Değerleri*

Fırtına Zararları	Düşük Riskli (0-0.25)(ha)	%	Orta Riskli (0.25-0.50)(ha)	%	Riskli (0.50-0.75)(ha)	%	Yüksek Riskli (>0.75)(ha)	%
Münferit	564160	68,9	184554	22,5	68485	8,4	1995	0,2
Küme/Grup	672971	82,2	102047	12,5	38152	4,6	6024	0,7
Blok	816879	99,6	1513	0,2	736	0,1	66	0,1
Toplam	564961	69,0	186654	22,8	66197	8,1	1382	0,1
Münferit Karelaj	385557	47,0	327950	40,0	105687	13,0	0	0
Küme/Grup Karelaj	693230	84,6	93601	11,4	30334	3,7	2019	0,3
Blok Karelaj	784682	95,8	27661	3,4	6851	0,8	0	0
Toplam	380223	46,4	332416	40,6	106555	13,0	0	0

Bütün bu bulgular doğrultusunda münferit, küme/grup, blok, münferit karelaj, küme/grup karelaj, blok karelaj ve kombine biçimlerindeki meşcere tiplerinde gerçekleşme şekline göre fırtına zararları model analiz sonuçları ayrı ayrı ele alarak incelenmiştir. Fırtına zararlarına etki eden çevresel etmenlerin hangilerinin daha çok etkili olduğu görülmüştür.

4. TARTIŞMA

Ülkemizde ormanlar üzerinde fırtına zararına sebep olan abiyotik ve biyotik etmenler ormanlarımızın sürekliliğine zaman zaman önemli boyutlarda zararlar vermektedir. Abiyotik etmenlerin başında rüzgâr, fırtına ve kar zararları gelmektedir. Bu etmenlerin arasında en etkili olanı ise fırtına zararıdır. Fırtına zararı konusunda ülkemizde gerçekleştirilen bilimsel çalışmalar çok sınırlı sayıdadır. Zaman zaman yaşanan bu fırtınalar önemli miktarda doğal kaynak zararı oluşturmaktadır.

Fırtına zararı üzerinde etkili olan birçok faktör bulunmaktadır. Bu çalışmada; yükseklik, eğim, bakı, engebellik, toprak sınıflandırma sistemi, toprak derinliği, meşcere tipleri, orman formları, kapalılık, bonitet sınıfı, gelişim çağı, tabakalılık, karışım durumu, rüzgâr hızı, yağış ve yol yoğunluğu ele alınmıştır. Fırtına zararının engellenmesi veya zararı en aza indirmek için zararın riski üzerinde daha fazla etkili olan çevresel faktörleri belirlemek ve zarar riski taşıyan ormanlık sahaların risk haritalarını geliştirmek, bu gerekçelerle büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada, bir ekolojik niş modellemesi olan Maksimum Entropi Yaklaşımı (Maxent) kullanılarak, fırtına zararı risk haritaları oluşturulmuştur ve çevresel faktörlerin zarara etkileri irdelenmiştir. Model uygulamasında, 15 Mart 2013 tarihinde bölgede önemli boyutta zarara yol açan fırtına, Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, Kastamonu il sınırı dâhilinde değerlendirilmiştir.

Entropi üzerine yapılan çalışmalar son zamanlarda neredeyse her bilim dalının içerisine girmiştir ve artan bir trend göstermektedir. Doğada meydana gelen birçok olay aslında matematiksel bir kalıba uymakta ve istatistiki açıdan ise bir dağılım niteliği taşımaktadır. İlgilenilen bir olayın dağılım biçimini bilmek, araştırmacıya büyük fayda sağlayarak, olay hakkında daha kapsamlı bilgi edinmesine yarar sağlamaktadır. Örneğin, Özkan ve Mert, 2010; Gülsoy, 2011; Özkan, Mert ve Şentürk, 2011; Şentürk, 2012; Süel, 2014 ve Taş, 2017 yapmış oldukları çalışmalar ile bu çalışmanın şekillendirilmesine ışık tutmuşlardır.

Bu bağlamda, çalışmada meşcere tiplerinde gerçekleşme şekline göre fırtına zararlarının münferit, küme/grup, blok, münferit karelaj, küme/grup karelaj, blok

karelaj ve bunların kombine durumlarının, çevresel değişkenlere göre değerlendirilmeleri Maxent yaklaşımı ile test edilmiştir. Çalışma alanında elde edilen var veri sayısı (münferit 2011, küme/grup 83, blok 109, münferit karelaj 24966, küme/grup 1079 ve blok karelaj 1334) dikkate alındığında var verileri ile iyi modelleme yapan yaklaşım seçiminin isabetli olacağı düşünülmüştür. Düşük sayıda ($n > 30$) veri kullanarak yüksek doğruluk sağlıyor olduğunu gösteren çalışmalar, yaklaşımın seçiminde etkili olmuştur (Phillips vd, 2006).

Çalışmada fırtına zararına ait olarak ortaya çıkan modellerin başarısı, ROC analizleri, Jackknife testi ve ortalama eksiklik eğrisi yardımıyla sorgulanmıştır.

Çalışma kapsamında elde edilen ROC eğrileri ve ortalama AUC değerleri itibari ile blok (ortalama AUC = 0.962), blok karelaj (ortalama AUC = 0.940), ve küme/grup karelaj (ortalama AUC = 0.914) modellemelerinin başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Aynı şekilde münferit (ortalama AUC = 0.832) modellemesi, küme/grup (ortalama AUC = 0.891) ve fırtına zararı tek nokta verilerini kategorize etmeden tüm saha için oluşturulan modelinin (ortalama AUC = 0.828) yeterli bilgi düzeyinde olduğu görülmektedir. Münferit karelaj (ortalama AUC = 0.621) modelinin ve karelaj verilerinin kombine hale geldiğinde çıkan model (ortalama AUC = 0.613) yeterli bilgi vermediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar ile oluşturulan modellerin çalışmada kullanılan çevresel değişkenler tarafından şekillendirildiği anlaşılmaktadır.

Modellemelerde münferit, küme/grup, münferit karelaj ve tek noktaların kombinasyonu modelleme çıktılarının yeterli bilgi vermesi düzeyin olması ya da münferit karelaj modeli ve karelaj verilerinin kombine hale geldiğinde oluşturulan modelinin hiç bilgi vermemesinin sebepleri bulunmaktadır. Bunlarında birisi veri sayısının çok olması, var olan veri sayılarının konumlarının tam olarak çalışma alanına dağılım sağlamamış olmasıdır. Bir başka sebep ise ağaçların fırtına zararından daha çok tek tek değil meşcere halinde zarar görmesi olarak gösterilebilir.

Fırtına zararı meşcerelerde münferit şekilde gerçekleşen sahaların risk modelini açıklayan en etkili çevresel değişkenler; yağış, yükseklik, meşcere tipleri, gelişim çağı ve bonitettir. Yağışın fırtına zararı üzerinde etkisine bakılacak yağış

oluşumundan sonra doygun hale gelen toprak gevşemesi ile fırtına zararına sebep olmaktadır (Çanakçıoğlu, 1993). Bu çalışmada, modelleme için fırtına zararının olduğu güne ait yağış verileri kullanılmıştır. Ancak meteorolojiden alınan bilgiler doğrultusunda birkaç gün öncesinde oluşan yağışın bilgileri bulunmaktadır. Zarardan birkaç gün önce gerçekleşen yağış toprak yapısını doygun hale getirerek, gevşemesinden dolayı fırtına zararında etkili olmuştur. Modelleme sonucu elde edilen sonuçta 0–400 m arasındaki yüksekliklerin modelde etkili olmadığı bu alanlarda riskin düşük olduğu, 400–1800 m arasındaki yüksekliklerde riskin görülebileceği ve 1800 m'den yüksek alanlarda ise riskin azaldığı elde edilmiştir. Buna benzer bir çalışmada yüksek yerlerde yetişen ağaçların fırtınaya karşı direnci fazla olduğundan fırtına zararı riski azdır (Schmoeckel ve Kottmeler, 2008). Meşcere tiplerinde ise saf ibreli ağaçların riskten daha çok etkilendiği gözlenmiştir. Buna benzer bir çalışmada yapraklı ağaç türleri, ibreli yapraklı ağaç türlerine göre fırtınalara daha dayanıklı olduğu vurgulanmıştır (Foster ve Boose, 1995). Yapraklı ağaç türlerinin daha dayanıklı olmasının sebebi ise gövde yapılarının daha dayanıklı olması ve kök yapılarının daha derinlere ulaşması olarak belirtilmiştir (Çanakçıoğlu, 1993). Gelişim çağı değişkenindeki ince ağaçlık çağındaki ağaçların daha katkı sağladığı görülmektedir. Jull (2001) çalışmasında ağaç çapı arttıkça fırtına zararının düştüğünü ifade etmiştir. Waldron, Ruel ve Gauthier (2012) çalışmalarında orta eğimli (%15–30) ve toprak derinliğinin 1 m'den fazla olduğu arazilerde fırtına zararına sıkça rastlanıldığını ifade etmişlerdir. Bu çalışmada eğim ve toprak derinliği ile beraber bonitet sınıfında, eğimi %0–20 arasında eğime sahip arazilerde ve toprak derinliği sıg (20–50 cm) olan arazilerde riskin görüleceği öne çıkmıştır.

Münferit kareyaj açısından bakıldığında ise; meşcere tipleri, yükseklik, bonitet ve gelişim çağı çevresel değişkenleri modeli açıklayan değişkenlerdir. Modelde etkili olan meşcere tipleri sınıfı saf ibreli ağaç türleridir. Bu konudaki çalışmada ibreli türlerin yapraklı türlere göre fırtına zararına dayanıksız tür olduğu belirtilmiştir (Foster ve Boose, 1195). Yükseklik faktörünün modelde de katkısı ise yüksekliğin düşük olduğu yerde de katkı sağlamaması yüksekliğin arttıkça modele katılması ile belirli yükseklikten sonra ise sabit bir değer alması görülmüştür. Benzer çalışmada yüksek kesimlerde ağaçların sürekli fırtına ve diğer çevresel faktörlerin altında yetiştiği için dirençli oldukları belirtilmektedir. (Schmoeckel ve Kottmeler, 2008).

Modellemede, bonitet sınıfı faktörüne eğim ve toprak derinliği ile bakıldığında eğimi %0–20 ve toprak derinliği orta derin (50–90 cm) topraklara sahip arazilerde riskin görüleceği öne çıkmıştır. Waldron, Ruel ve Gauthier (2012) çalışmalarında orta eğimli (%15–30) ve toprak derinliğinin 1 m'den fazla olduğu arazilerde fırtına zararına sıkça rastlanıldığını ifade etmişlerdir. Modellemede, gelişim çağına bakıldığında, fırtına zararları daha çok seçme kuruluşlarında etkili olduğu görülmüştür. Jull (2001), çalışmasında ağaç çapı arttıkça fırtına zararının düştüğünü ifade etmiştir.

Küme şeklinde gerçekleşen fırtına zararındaki risk dağılım modelinde etkili olan temel değişken yağış, rüzgâr hızı ve gelişim çağıdır. Veri toplama aşamasında meteorolojik veriler incelediğinde fırtına gününde fazla bir yağışın olmadığı görülmüştür. Zararın birkaç gün öncesindeki günlerde yağışların meydana geldiği tespit edilmiştir. Yüksek yağış oluşan alanlarda fırtına zararı riskinin arttığı görülmüştür. Bu da kuvvetli yağış alan toprağın yapısında gevşemesinden dolayı fırtına zararına neden olmaktadır (Çanakçıoğlu, 1993). Rüzgâr hızında ise 4–18 m/sn hızındaki rüzgârların riske pozitif etki sağladığı sonucu bulunmuştur. Yapılan çalışmada şiddetli fırtınanın uzun zaman sürmesi durumunda ağaçlar üzerinde zararın çok arttığını vurgulamıştır (Lanquaye, 1999). Gelişim çağına ise seçme kuruluşlu ağaçların riskten daha çok etkileneceği ortaya konulmuştur. Ağaç çapı arttıkça fırtına zararının düştüğünü ifade etmiştir (Jull, 2001).

Küme/Grup karelej için risk dağılım modelini yapılandıran en önemli değişkenler yağış, rüzgâr hızı, gelişim çağı ve yükseklik olarak ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada, modelleme için fırtına zararının olduğu güne ait yağış verileri kullanılmıştır. Ancak meteorolojiden alınan bilgiler doğrultusunda birkaç gün öncesinde oluşan yağışın bilgileri bulunmaktadır. Zarardan birkaç gün önce gerçekleşen yağış toprak yapısını doymun hale getirerek, gevşemesinden dolayı fırtına zararında etkili olmuştur. Yapılan çalışmada, yağışların artması ile toprak yapısı doymun hale gelerek, gevşeme meydana gelmesi ile fırtına zararına neden olacağı vurgulanmıştır (Çanakçıoğlu, 1993). Rüzgâr hızı ise 18–20 m/sn olduğunda modele en yüksek katkıyı sağlamaktadır. Rüzgârların uzun süreli ve şiddetli bir şekilde devam etmesi orman ağaçları üzerinde fırtına riskini arttırmaktadır (Lanquaye, 1999). Çalışmada, bu tür

devriklerin olduğu alanlarda gelişim çağı seçme kuruluşlu olması etkili olduğu sonucu gözlemlenmiştir. Ağaç çapı arttıkça fırtına zararının düştüğünü ifade etmiştir (Jull, 2001). Yükseklik ise 0–400 m aralığında riskin az görüldüğü, 400–1800 m yüksekliğinde riskin arttığı daha sonraki yüksekliklerde ise riskin azaldığı görülmüştür. Benzer çalışmada, 150 m’den düşük arazilerde fırtına zararının düşük olduğu, yüksekliğin 1000 m’ye ulaştığı yerlerde riskin yüksek olduğunu ve yüksek kesimlerde ağaçların sürekli fırtına ve diğere çevresel faktörlerin altında yetiştiğı için dirençli oldukları belirtilmektedir. (Schmoeckel ve Kottmeler, 2008).

Blok şeklinde gerçekleşen fırtına zararlarının riskli olduğu dağılım modelinde bonitet sınıfı, rüzgâr hızı, bakı ve toprak derinliği değişkenleri etkili olmuştur. Waldron, Ruel ve Gauthier (2012) çalışmalarında, orta eğimli (%15–30) ve toprak derinliğinin 1 m’den fazla olduğu arazilerde fırtına zararına sıkça rastlanıldığını ifade etmişlerdir. Bu çalışmada ise eğim ve toprak derinliği ile birlikte bonitet sınıfı çevresel değişkenine bakıldığında, %0–40 arasındaki eğimli arazilerin ve toprak derinliği orta toprak (50–90 m) sınıfına sahip arazilerin fırtına esnasında daha riskli sahalar olarak öne çıkmışlardır. Bonitet sınıfında II duruma kadar fırtına zararı etkisi artarken, II durumdan sonra modele etkisi azalmıştır. Bu durumda II durumdan itibaren bonitet sınıfı iyileştikçe fırtına zararı riskinin düştüğü gözlenmiştir. Rüzgâr hızı etkisine bakıldığında ise 14–16 m/sn aralığındaki rüzgâr hızların etkili olduğu görülmüştür. Şiddetli fırtınanın uzun zaman sürmesi durumunda ağaçlar üzerinde zararın çok arttığını vurgulamıştır (Lanquaye, 1999). Modellemede bakının etkisine bakıldığında kuzeydoğu bakıda kurulu ormanların fırtına zararlarına daha korunmasız bir halde yakalanabilecekleri ortaya konulmuştur. Toprak derinliği çevresel değişkenine bakıldığında ise, orta derinlikteki (50–90 m) topraklarda yerleşik ormanların fırtına zararından daha çok etkileneceği ortaya konulmuştur.

Blok karelejda, ise modele katkısı olan değişkenler bonitet, rüzgâr hızı, yağış, yol yoğunluğu ve gelişim çağıdır. Bonitet sınıfı etkisine eğim ve toprak derinliği faktörleri ile bakıldığında, eğimin etkili olmadığı ve toprak derinliğinin sığ (20–50 cm) topraklarda riskin yüksek olduğu öne çıkmaktadır. Waldron, Ruel ve Gauthier (2012) çalışmalarında ise, orta eğimli (%15–30) ve toprak derinliğinin 1 m’den fazla olduğu arazilerde fırtına zararına sıkça rastlanıldığını ifade etmişlerdir. Rüzgâr

hızında ise en çok riskin olacağı hız 14–16 m/sn olduğu sonucu elde edilmiştir. Şiddetli fırtınanın uzun zaman sürmesi durumunda ağaçlar üzerinde zararın çok arttığını vurgulamıştır (Lanquaye, 1999). Yağışın fırtına zararı üzerinde etkisine bakılacak yağış oluşumundan sonra doygun hale gelen toprak gevşemesi ile fırtına zararına sebep olmaktadır (Çanakçıoğlu, 1993). Bu çalışmada, modelleme için fırtına zararının olduğu güne ait yağış verileri kullanılmıştır. Ancak meteorolojiden alınan bilgiler doğrultusunda birkaç gün öncesinde oluşan yağışın bilgileri bulunmaktadır. Zarardan birkaç gün önce gerçekleşen yağış toprak yapısını doygun hale getirerek, gevşemesinden dolayı fırtına zararında etkili olmuştur. Yol yoğunluğu faktörünün modele katkısı yoğunluk arttıkça katkı da artmaktadır. Konu ile ilgili olan literatür çalışmasında da desteklendiği gibi yol yoğunluğu artarsa sel potansiyeli artar ve toprak gevşek hale gelir fırtına zararına karşı direnç azalır (Kunert vd., 2015). Gelişim çağında ise ince ağaçlık çağında fırtına riski artmaktadır. Jull (2001), çalışmasında ağaç çapı arttıkça fırtına zararının düştüğünü ifade etmiştir.

Fırtına zararı gerçekleşen alanların kategorize edilmeden tamamının risk modellemesinde yağış, meşcere tipleri, yükseklik, gelişim çağı ve bonitet etmenlerinin etkisi daha yüksektir. Yağış faktörüne bakılacak olursa, modelleme için fırtına zararının olduğu güne ait yağış verileri kullanılmıştır. Ancak meteorolojiden alınan bilgiler doğrultusunda birkaç gün öncesinde oluşan yağışın bilgileri bulunmaktadır. Zarardan birkaç gün önce gerçekleşen yağış toprak yapısını doygun hale getirerek, gevşemesinden dolayı fırtına zararında etkili olmuştur. Literatür çalışmasında buna karşın yağışın artması ya da meydana gelmesiyle toprak yapısında gevşemeye sebep olacağından fırtına zararı riski artmaktadır (Çanakçıoğlu, 1993). Meşcere tiplerinin etkisine bakılacak olursa saf ibreli ağaç türlerinin fırtına zararından daha çok etkilendiği görülmüştür. Benzer bir çalışmada, ibreli türlerin, yapraklı türlere göre fırtına riskine dayanıklılık seviyesi düşük olduğu vurgulanmıştır (Çanakçıoğlu, 1993). Modele yüksekliğin etkisi değişken bir halde iken maksimum yükseklik değerini 1600–1800 m olduğu görülmüştür. Yüksek rakımlarda yetişen ağaçların fırtına zararına karşı riski azalmaktadır (Schmoeckel ve Kottmeler, 2008). Modele etkiyi en çok etkiyi 3. sınıfında yer alan sırkılık ve direklik çağındaki ağaçların riskten etkilendiği sonucu gözlemlenmiştir. Jull (2001), çalışmasında gelişim çağı arttıkça riskin düşeceğini belirtmiştir. Modellemede, bonitetin etkisine

eğim ve toprak derinliği ile birlikte bakılırsa, eğimi %0–40 arazilerde ve toprak derinliği sığ toprak yapılarında riskin etkili olduğu görülmüştür. Benzer çalışmada, orta eğimli (%15–30) ve toprak derinliğinin 1 m'den fazla olduğu arazilerde fırtına zararına sıkça rastlanıldığını belirtilmiştir (Waldron, Ruel ve Gauthier 2012).

Son olarak fırtına zararı gerçekleşen alanların kategorize edilmeden tamamının karelej risk modellemesinde ise meşcere tipleri, gelişim çağı ve yükseklik değişkenleri modeli yapılandırmıştır. Meşcere tipleri çevresel değişkeninde ibreli + ibreli karışık ağaç türlerinin risk dağılımında etkisi maksimum değerdedir. Benzer bir çalışmada Çanakçıoğlu (1993), ibreli türlerin, yapraklı türlere göre fırtına riskine dayanıklılık seviyesi düşük olduğunu ifade etmiştir. Gelişim çağı faktörünün modele katkısına bakıldığında ise seçme kuruluşlu ormanlarda fırtına risk dağılımına maksimum etki ettiği görülmektedir. Yapılan çalışmada ağaçlardaki çap arttıkça fırtına zararı riskinin de azaldığı belirtilmiştir (Jull, 2001). Yüksekliğin etkisine bakılırsa, 0–400 m arasında riskin düşük olduğu, 400–1600 m riskin artarak yükseldiği ve 1600 m'den sonra riskin azaldığı görülmüştür. Buna benzer bir çalışmada, yüksekliğin 150 m'den düşük olduğu sahalarda fırtına zararı riskinin düşük olduğu, 1000 m'ye kadar yüksekliğine kadar riskin ise en üst seviyelere çıktığı, fırtına zararı etkisi altında yetişen ormanlarda ise riskin düşük olduğu ifade edilmiştir (Schmoeckel ve Kottmeler, 2008).

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Fırtına zararlarının engellenmesi veya asgari seviyeye düşürülmesi için fırtına zararı riski üzerinde daha etkili olan faktörlerin belirlenmesi ve fırtına zararı riski taşıyan sahaların risk açısından modellenmesi büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışma kapsamında Kastamonu ili ormanlık alanlarında fırtına zararları meşcere tiplerinde gerçekleşme şekillerine göre ele alınarak, risk haritaları oluşturulmuştur ve değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda, rüzgârlar neticesinde oluşan orman zararlarının, zarar tipleri gözetilerek kategorize edilmelerinin belirgin bir farklılık oluşturmadığı ortaya konulmuştur. Buna karşın, zararları oluştuğu yer itibari ile ele almanın, anlaşılabilirliği açısından daha değerli bilgiler üreteceği sonucuna varılmıştır.

Bu risk haritalarının irdelenmesinden sonra fırtına zararına etki eden çevresel sebeplerin ne derece de etkili oldukları daha iyi anlaşılmıştır. Bu ve benzeri beklenmedik doğa olayları sonucu oluşabilecek zararları asgari seviyelerde tutabilmek için aşağıda sıralanan öneriler dikkate alınabilir;

- Fırtına zararlarını asgari seviyelerde tutabilmek için silvikültürel, amenajman ve teknik açıdan önlemler alınmalıdır. Fırtına riski altındaki meşcerelerde, meşcere dinamiklerinin bozulmasına yol açacak müdahalelerden kaçılmalı, özellikle yollar hâkim rüzgar yönleri dikkate alınarak planlanmalı ve gerçekleştirilmelidir.
- Meşcere kenarları hakim rüzgar yönlerine dik, korumasız bırakılmamalıdır. Mecburi durumlarda meşcere kenarları rüzgâr perdeleri ile desteklenmeli ve meşcerelere rüzgar girişleri engellenmelidir.
- Fırtına zararı riskli bulunan sahalarda meşcere kuruluşları seçme olarak muhafaza edilmeli ve yüksek rüzgârlara dayanımı yüksek ağaç türlerine bu kuruluşlarda yer verilmelidir.
- Fırtına zararı riski taşıyan alanlarda idare sürelerinin kısa tutulması isabetli olacaktır.

- Meşcere boyutunda uygulanamayacakta olsa, korunması düşünölen münferit ağaçların kökleri üzerine ızgara yapmak veya kök konisi üzerine taşlar yığmak faydalı olabilir.

Elde edilen risk haritalarının incelenmesi sonucunda kullanılan yaklaşım ile ilgili öneriler ise aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

- Maxent yazılımında kullanılan var veri setlerinin çalışma alanının her yerine homojen şekilde dağılımının sağlanması ve örneklem noktalarının oluşturulması daha isabetli olacaktır.
- Kullanılabilecek iklimsel değişkenlerin, bu çeşit bir çalışmanın yürütöleceğı mekânsal kapsamda daha sık aralıklarla ve uzun süreler ile ölçölmeleri, elde edilecek sonuçların hassasiyetini artıracak olması itibari ile önemlidir.
- Kastamonu ili ormanlık alanlarda yapılan bu çalışma için modellemede kullanılan yazılım ve çevresel değişken haritaları DVD içerisinde EK 5'te verilmektedir. Bu çalışma alanı içerisine düşen var veri setinize ait koordinat(larımızı) “*.csv” formatında kayıt ettikten sonra modelleme işlemini gerçekleştirilebilir, risk alanları ve risk yüzdesi tahmin edilebilir.

KAYNAKLAR

- Acatay, G. & Gülen, İ., (1971). Türkiye Ormanlarında Fırtına Zararları. *İ.Ü Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, 21(2), 1-20.
- Araújo M. B. & Guisan A., (2006). Five (or so) Challenges For Species Distribution Modelling, *Journal of Biogeography*, 33, 1677 – 1688.
- Atalay, İ., (2006). *Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası*. 3. Baskı. Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü Yayını. Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Avcı, V. & Sunkar, M., (2015). Giresun’da Sel ve Taşkın Oluşumuna Neden Olan Aksu Çayı ve Batlama Deresi Havzalarının Morfometrik Analizleri. *Coğrafya Dergisi*, 30, 91-119.
- Aykut, T. (1977). Kastamonu Mıntıkası Orman Yollarında Üst Yapı Tekniği Üzerine Araştırmalar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 27 (1), 125 - 126.
- Baldwin R., (2009), Use of Maximum Entropy Modeling in Wildlife Research, *Entropy*, 11(4), 854 – 866.
- Brotons, L., Thuiller, W., Araujo, M. B., Hirzel, A. H., (2004). Presence-Absence Versus Presence-Only Modelling Methods For Predicting Bird Habitat Suitability, *Ecography*, 27, 437 – 448.
- Çakır, F. & Bozkuş, F., (2017). Çankırı Yöresi Ormandan Stebe Geçiş Kuşağındaki Meşcere Kuruluş Özellikleri. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 111-121.
- Çanakçıoğlu, H., (1993). Orman Koruma. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi. Üniversite Yayın No: 3624. Fakülte Yayın No: 411. ISBN 975-404-199-7. İstanbul, 633.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve Çevre İzinleri Şube Müdürlüğü, (2016). Kastamonu İli 2015 Yılı Çevre Durum Raporu. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Kastamonu.
- Eler, Ü., (2002). Bonitetin Önemi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A(2). 1 – 10.

- Elith J., Graham C., Anderson R., Dudík M., Ferrier S., Guisan A., Hijmans R., Huettmann F., Leathwick J., Lehmann A., Li J., Lohmann L., Loiselle B., Manion G., Moritz C., Nakamura M., Nakazawa Y., Overton J., Peterson A., Phillips S., Richardson K., Scachetti-Pereira R., Schapire R., Soberón J., Williams S., Wisz M., Zimmermann N., (2006), Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data, *Ecography*, 29, 129–151.
- Elith, J., Kearney, M., Phillips, S., (2010). The Art of Modelling Range-Shifting Species. *Methods in Ecology and Evolution*, 1(4), 330-342.
- Elith J., Phillips S., Hastie T., Dudík M., Chee Y., Yates C., (2011), A statistical explanation of MaxEnt for ecologists, *Diversity and Distributions*, 17, 43 – 57.
- Erdem, R., (1951). Fırtına Zararlarının Türkiye Ormanları İçin Olan Önemi ve Buna Karşı Alınması Gerekli Tedbirler. *İ.Ü Orman Fakültesi Dergisi*, 1(2), 49-57.
- Ertürk, A., (2010). Bartın İli ve Çevresinde *Canis lupus L.* 1758'in (CARNIVORA: CANIDAE) (KURT) CBS Tabanlı Habitat Uygunluğu Analizleri ve Yayılış Modellemesi. Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Ankara.
- Ferrier S.,(2002), Mapping Spatial Pattern in Biodiversity for Regional Conservation Planning: Where to from Here?, *Systematic biology*, 2, 331-363.
- Foster, D.R. & Boose, E.R., (1995). Hurricane Disturbance Regimes In Temperate And Tropical Forest Ecosystems. In *Wind and Trees*. M.P. Coutts and J. Grace (eds.). *Cambridge University Press*. Cambridge, 305-339.
- Freeman, E.A., & Moisen, G.G., (2008). A Comparison of The Performance of Threshold Criteria for Binary Classification in Terms of Predicted Prevalence and Kappa. *Ecological Modelling*, 217(1), 48-58.
- Guisan A. & Zimmermann N., (2000), Predictive habitat distribution models in ecology, *Ecological Modelling*, 135, 147 – 186.
- Gülsoy, S., (2011). *Pistacia terebinthus L. subsp. palaestina* (Boiss.) Engler (Anacardiaceae)'in Göller Yöresindeki Yetiştirme Ortamı Özellikleri ve Yetiştirme Ortamı-Meyve Uçucu Yağ İçeriği Etkileşimleri. Doktora Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Isparta.
- Gümüş, S., (2013).ORM 423 Ormancılık Uygulamaları-I Ders Notları. *Karadeniz Teknik Üniversitesi*. Trabzon.
- Günel, N. (2013). Türkiye' de İklimin Doğal Bitki Örtüsü Üzerindeki Etkileri. *Acta Turcica Çevrimiçi Tematik Türkoloji Dergisi, Online Thematic Journal of Turkic Studies*, Yıl V, (1).

- Hasdemir, M. & Demir, M., (2005). Ormancılıktaki Gelişmelere Bağlı Olarak Orman Yol Şebekelerinin Fonksiyonel Planlama Esasları Ve Orman Yol Yoğunluğu. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, B. 55(2).
- Hernandez P. A., Graham C., Master L., Albert D., (2006), The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods, *Ecography*, 29, 773–785.
- Hirzel AH., Hausser J., Chessel D., Perrin N., (2002), Ecological-Niche Factor Analysis: How To Compute Habitat-Suitability Maps Without Absence Data?, *Ecology*, 83(7), 2027 – 2036.
- Isaacs, R. E., Stueve, K. M., Lafon, C. W. and Taylor, A. H., (2014). Ice storms generate spatially heterogeneous damage patterns at the watershed scale in forested landscapes. *Ecosphere*, 5(11).
- İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, (2016). 2016 Yılı Çalışma Raporu. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, *İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü*, Kastamonu.
- İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, (2016). Kastamonu İli Arazi Varlığı ve Arazilerin Tarımsal Kullanma Uygunluğu Haritası. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, *İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü*, Kastamonu.
- Jaynes, E.T., (1957). Information Theory and Statistical Mechanics. *Physical Review*, 106(4), 620.
- Jull, M., (2001). Wind Damage and Related Risk Factors for Interior Douglas-fir Leave Trees in Central BC. *Proceedings of the Windthrow Researchers Workshop*, Richmond, British Columbia, January 31-February 1, 12-18.
- Karacaoğlu, Ç., (2013). *Isophya Rizeensis* (Orthoptera: Tettigoniidae) Türünün Ekolojik Niş Modellemesi. Doktora Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Ankara.
- Kastamonu Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü, (2013). Kastamonu Bölgesine Ait 2013 Yılı İklim Verileri. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Kastamonu.
- Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, (2013). Kastamonu Bölgesine Ait 2013 Yılı Amenajman Veri Dosyaları. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, Kastamonu.
- Keleş, S. & Bulut, S., (2014). Aynı Yaşlı ve Değişik Yaşlı Orman Formlarının Orman Ekosistem Fonksiyonları Kapsamında Karşılaştırılması. *II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu*. 22 – 24 Ekim 2014, Isparta.

- Krebs, C.J., (1998). *Ecological Methodology*, Addison-Welsey Educational Publishers Inc., USA, 620p.
- Kunert, N., Aparecido, L.M.T., Higuchi, N., Santos, J., Trumbore, S., (2015). Higher tree transpiration due to road-associated edge effects in a tropical moist lowland forest. *Agricultural and Forest Meteorology*, 213, 183-192.
- Lanquaye, C.O., (1999). *Empirical Modelling Of Windthrow Risk And Hazard Mapping Using Geographical Information Systems*, (Msc Thesis), *The University of Science and Technology*, Kumasi, Ghana, 126.
- Maxent, (2017). Presence-Only Modeling With Maxent. Erişim Tarihi: 06.08.2017. <http://plantecology.syr.edu/fridley/bio793/maxent.html>.
- Merow, C., Smith, M., Silander, J., (2013), A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: what it does, and why inputs and settings matter, *Ecography*, 36, 1058–1069.
- Mert, A., Şentürk, Ö., Güney, C.O., Akdemir, D., Özkan, K., 2013. Mapping of Some Distal Variables Available for Mapping Habitat Suitabilities of The Species: A Case Study of Buldan District. *GeoMed 2013 The 3rd International Georaphy Symposium*, Eds: Atalay, İ., Efe, R., 10 – 13 June, 2013, Kemer – Antalya, pp. 210.
- Mitchell, S.J., (2000). Stem growth response in Douglas-fir and Sitka spruce following thinning: Implications for assessing wind-firmness. *For. Ecol. and Manage.*, 135, 105-114.
- Özkan, K., & Mert, A., (2010). Isparta Yukarı Gökdere Yöresinde Kasnak Meşesi'nin İklim Senaryolarına Göre 2050 ve 2080 Yıllarında Muhtemel Potansiyel Yayılış Alanlarının Coğrafi Modellemesi. *Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu*, 17–18 Haziran, Çorum.
- Özkan, K., Mert, A., Şentürk, Ö., (2011). Estimation of Potential Distribution of NonWood Trading Species Richness Using Classification and Regression Tree Technique: A Case Study From Lakes District, Turkey. II. International NonWood Forest Products Symposium, Eds: Fakir, H., Dutkuner, İ., Gürlevik, N., Sarıkaya, Babalık, A., Isparta, Turkey, 238-246.
- Öztürk, S., Tönük, G., Arıcak, B., (2012). Devrekâni Çayı Alt Havzası'nın Doğal Kaynak Değerlerinin CBS ile belirlenmesi. *KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi, Özel Sayı (14 - 21)*, 18.
- Pearson, R., Raxworthy, C., Nakamura, M., Peterson, T., (2007), ORIGINAL ARTICLE: Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar, *Journal of Biogeography*, 34, 102–117.

- Peltona, H. & Kellomaki, S., (1993). A Mechanistic Model For Calculating Windthrow And Stem Breakage Of Scot Pines At Stand Edge. *Silva Fennica*, 27, 99-111.
- Phillips, S., Anderson, R., Schapire, R., (2006), Maximum entropy modeling of species geographic distributions, *Ecological Modelling*, 190, 231 – 259.
- Phillips, S.J., (2008). Transferability, Sample Selection Bias and Background Data in Presence-Only Modelling: A Response To Peterson et al.. *Ecography*, 31(2), 272-278.
- Phillips, S.J., 2010. A Brief Tutorial On Maxent, versions: 3.4.1. Erişim tarihi: 05.08.2017. <http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/>.
- Rizzo, D.M. & Harrington, T.C., (1998). Root movement and root damages of red spruce and balsam fir on subalpine in the White Mountains, New Hampshire. *Can. J. Res.* 18, 991 – 1001.
- Sappington, J.M., Longshore, K.M., Thompson, D.B., (2007). Quantifying landscape ruggedness for animal habitat analysis: A case study using bighorn sheep in the Mojave Desert, *The Journal of Wildlife Management*, 71 (5), 1419 – 1426.
- Schmoeckel, J. & Kottmeler, C., (2008). Storm damage in the Black Forest caused by the winter storm “Lothar” – Part 1: Airborne damage assessment, *Hazards Earth Syst., Sci.*, 8, 795 – 803.
- Schütz, J. P., Götz, M., Schmid, W., Mandallaz, D., (2006). Vulnerability of spruce (*Picea abis*) and beech (*Fagus sylvatica*) forest stands to storms and consequences for silviculture, *Eur. J. Forest Res.*, 125, 291 – 302.
- Sıvacioğlu, A., Ayan, S., Öner, N., (2007). Silvikültürel Uygulamaların Ilgaz Dağları Gökna Ormanlarındaki Meşcere Yapısına Ve Çevreye Etkisi. 18- 21 Nisan *Ulusal Çevre Sempozyumu*, 2, Mersin.
- Süel, H., (2014). Isparta – Sütçüler Yöresinde Av Türlerinin Habitat Uygunluk Modellemesi. Doktora Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Isparta.
- Şentürk, Ö., (2012). Sütçüler Yöresinde Asli Orman Ağacı Türlerinin Potansiyel Yayılış Alanlarının Modellenmesi. Doktora Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*. Isparta.
- Taş, İ., (2017). CBS Tabanlı Bulanık Mantık Yöntemi Kullanılarak Fırtına Zararı Risk Haritasının Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Bursa Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Bursa.
- URL–1<http://www.globalbilgiler.com/2015/12/degisik-yasl-koru-ormanlarında.html>
10.07.2018 tarihinde erişim sağlanmıştır.

URL–2<http://www.renklinot.com/soru-cevap-2/kastamonu-ili-hakkinda-detayli-bilgiler.html> 19.07.2017 tarihinde erişim sağlanmıştır.

URL–3<http://www.kastamonukultur.gov.tr/TR,169990/iklim-ve-bitki-ortusu.html> 21.07.2017 tarihinde erişim sağlanmıştır.

URL–4<https://earthexplorer.usgs.gov/> 10.10.2016 tarihinde erişim sağlanmıştır.

Ülker, E. D., (2015). Geç Kuarter İklim Değişimlerinin Quercus robur L.'un (Saplı Meşe) Coğrafi Dağılımı Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Ankara.

Ünal, S., Sıvacıoğlu, A., Ayan, S., Öner, N., (2007). Ilgaz Dağları Ormanlarındaki Fırtına Devrikleri Ve Entomolojik Sonuçları. *18- 21 Nisan Ulusal Çevre Sempozyumu*, 1–11, Mersin.

Venkatachalam, P., Mohan, B.K., Kotwal, A., Mishra, V., Muthuramakrishnan, V., Pandya M., (2001). Automatic Delineation of Watersheds for Hydrological Applications Proc. *ACRS 2001 - 22nd Asian Conference on Remote Sensing*, 5-9 November 2001, Singapore. Vol. 2, 1096–1101.

Ward, D.F., (2007). Modelling The Potential Geographic Distribution of Invasive Ant Species in New Zealand. *Biological Invasions*, 9(6), 723-735.

Wisn, M., Hijmans, R., Li, J., Peterson, A., Graham, C., Guisan, A., Group, N.†, (2008), Effects of sample size on the performance of species distribution models, *Diversity and Distributions*, 14, 763–773.

Yost, A.C., Petersen, S.L., Gregg, M., Miller, R., (2008). Predictive Modeling and Mapping Sage Grouse (*Centrocercus Urophasianus*) Nesting Habitat Using Maximum Entropy and A Long-Term Dataset From Southern Oregon. *Ecological Informatics*, 3(6), 375-386.

EKLER

EK 1	Olağanüstü Hasılat Etası Raporu Örneği
EK 2	Örnek Bir Olağanüstü Hasılat Etası Raporu
EK 3	Olağanüstü Hasılat Cetveli Örneği
EK 4	Örnek Bir Olağanüstü Hasılat Cetveli
EK 5	Maxent Yazılımı ve Çevresel Değişkenlerin Bulunduğu DVD



EK 1 Olağanüstü Hasılat Etası Raporu Örneği

OLAĞANÜSTÜ HASILAT ETASI RAPORU

ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ :
ORMAN İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ :
ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİ :
AMENAJMAN PLANININ ADI :
PLANIN UYGULAMA YILLARI :

- 1- RAPORUN TANZİM SEBEBİ:** Yangın, fırtına, kar, böcek tahribatı, enerji nakil hattı, yol güzergâhı vb. biyotik ve abiyotik menşeli olayların hangisinden dolayı meydana geldiği belirtilecektir. İzin verilen sahalarda tarih ve olur numarası yazılacaktır.
- 2- OLAĞANÜSTÜ ETANIN MAHİYETİ:** Olayın gençleştirme, bakım, seçme işletme sınıflarından hangisinin içinde ve münferit, grup, küme veya geniş sahalarda mı meydana geldiği belirtilecektir.
- 3- OLAĞANÜSTÜ ETANIN MAHSUP SEKLİ:** Bu kısma, “Orman Amenajman Yönetmeliği’nin 93. maddesinde belirtilen esaslara uyularak mahsup yapıldığı” yazılacaktır. Ancak, mahsubu yapılamayacaksa nedeni burada belirtilecektir.

Arazide yapılan inceleme ve tespitlere dayalı olarak olağanüstü hasılat etası raporu tarafımdan

AMENAJMAN PLAN VERİLERİ						OLAĞANÜSTÜ OLAYIN MEYDANA GELDİĞİ								
İşletme Sınıfı	Blok No.	Bölme No.	Meşcere Tipi	Alan ha	Ağaç Türü	Eta		Alan (ha)	Ağaç Türü	Eta		Mahsup		OHER NEDENİ
						m ³	Ster			m ³	Ster	m ³	Ster	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
														Fırtına
														Yangın
														Böcek
														Diğer

düzenlenmiştir. __/__/__

Tanzim Eden

__/__/__

Adı Soyadı

__ Orman İşl. Şefi

Uygundur

__/__/__

Adı Soyadı

__ Orman İşl. Müdürü

İncelendi

__/__/__

Adı Soyadı

O.İ.P. Şube Müdürü

Onay

__/__/__

Adı Soyadı

Bölge Müdürü

Not: 1. Plan ünitesinde birbirine yakın zamanlarda oluşmuş fakat farklı mahiyetteki olağanüstüler için tek bir rapor düzenlenebilir. Olayın mahiyeti açıklamalar sütununda gösterilir.

2. 11, 12, 13 ve 14 nolu sütunlara miktarlar, ondalıksız tam rakamlara yuvarlanarak yazılır.

EK 2 Örnek Bir Olağanüstü Hasılat Etası Raporu

EK: 32

OLAĞANÜSTÜ HASILAT ETASI RAPORU

ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ : KASTAMONU
ORMAN İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ : TAŞKÖPRÜ
ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİ : DİKMEN
AMENAJMAN PLANININ ADI : FONKSİYONEL AMENAJMAN PLANI
PLANIN UYGULAMA YILLARI : 2009-2028
1-RAPORUN TANZİM SEBEBİ : Dikmen Orman İşletme Şefliğinin 14 Nolu Tensil bölümünde fırtına nedeni ile meydana gelen devrik ve kırık fertlerin alınması
2-OLAĞANÜSTÜ ETANIN MAHİYETİ : Devrikler karaçam işletme sınıfında kuşçuca olarak meydana gelmiştir.
3-OLAĞANÜSTÜ ETANIN MAHSUP ŞEKLİ : Orman Amenajman Yönetmeliğinin 93. Maddesinde belirtilen esaslara uyularak mahsup yapılacaktır.

Menferit

AMENAJMAN PLAN VERİLERİ						OLAĞANÜSTÜ ETANIN MEYDANA GELDİĞİ								
İşletme Sınıfı	Blok No	Bölme No	Meşçere Tipi	Alanı (Ha)	Ağaç Türü	Etası		Alanı (Ha)	Ağaç Türü	Etası		Mahsup		O.H.E.Rap. NEDENİ
						(M3)	Ster			(M3)	Ster	(M3)	Ster	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	Tensil	14	Çked3	3,7	Çk	174	0	3,7	Çk	174	0	0	0	FIRTINA
BÖLME TOPLAMI				3,7		174	0	3,7		174	0	0	0	
GENEL TOPLAM				3,7			0	3,7		174	0	0	0	

Arazide yapılan inceleme ve tespitlere dayalı olarak "Olağanüstü Hasılat Etası Raporu" tarafından düzenlenmiştir. 25.03.2013

Tanzim Eden
25.03.2013
Hidayet GÜZEL
Dikmen İşletme Şefi

Uygun Dur
25.03.2013
Amin Boran YILMAZ
Taşkoprü İşletme Müdürü

İncelendi
8.4./2013
O.I.P. Şube Müdürü
Erçin ATEŞ

ONAY
.../.../2013
Bölge Müdürü
Yasar ÇAMUR

EK 3 Olağanüstü Hasılat Cetveli Örneği

ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ YILLA OLAĞANÜSTÜ HASILAT CETVELİ

Sıra No.	İŞLETME ŞEFLİĞİ ADLARI	OLAĞANÜSTÜ HASILATIN ÇEŞİDİ VE MİKTARLARI																	
		Yangın Zararı		Fırtına Zararı		Kar Zararı		Yol ve Tesis		İzin İrtifak		Bücek Zararı		Mantar Zararı		Diğer Nedenler		TOPLAM OÜH	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	İşletme Müdürlüğüne bağlı bütün İşletme Şeflikleri adları yazılacaktır.																		
	Yangın nedeniyle zarar görmüş ormandan çıkarılan ağaçların DKGH olarak m ³ veya Ster ölçü miktarları yazılacaktır.	m ³	Ster																
	Fırtına, Kasırga, Hortum olayları nedeniyle zarar görmüş ve ormandan çıkarılan ağaçların DKGH olarak m ³ veya Ster ölçü miktarları yazılacaktır.	m ³	Ster																
	Kar baskısı ve buzlanma ile Çığ gibi olaylar nedeniyle zarar görmüş ve ormandan çıkarılan ağaçların DKGH olarak m ³ veya Ster ölçü miktarları yazılacaktır.	m ³	Ster																
	Yol bakımı, genişletme, yeni yol açılması, YEY, YEŞ ve YARDOP ile ilgili tesisleri nedeniyle ormandan çıkarılan ağaçların DKGH olarak m ³ veya Ster ölçü miktarları yazılacaktır.	m ³	Ster																
	Kurumca izin verilen Maden, Ocak, Baraj ve enerji Nakil Hattı vb. ormandan çıkarılan ağaçların DKGH olarak m ³ veya Ster ölçü miktarları yazılacaktır.	m ³	Ster																
	Ölümüne yol açacak kadar mantar zararı görmüş ve bundan dolayı ormandan çıkarılan ağaçların DKGH olarak m ³ veya Ster ölçü miktarları yazılacaktır.	m ³	Ster																
	Açma, Kaçak Kesim, Fizyolojik Kuraklık, Asit Yağışları vb. olaylardan dolayı ormandan çıkarılan ağaçların DKGH olarak m ³ veya Ster ölçü miktarları yazılacaktır.	m ³	Ster																
	İşletme Şefliği ormanlık alanlarında, ormandan çıkarılan olağanüstü hasılat çeşitlerinin genel toplamı DKGH olarak m ³ veya Ster ölçü miktarları yazılacaktır.	m ³	Ster																

NOT: Olağanüstü hasılat etaları miktarı yazılacak metreküp cinsinden ölçümler m³ sütununa, Ster cinsinden ölçümler ise Ster sütununa yazılacaktır.

Tarih

Adı / Soyadı

Orman İşletme Müdürü

EK 5 Maxent Yazılımı ve Çevresel Değişkenlerin Bulunduğu DVD



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Pakize TORUN
Doğum Yeri ve Yılı : Dazkırı, 15.08.1991
Medeni Hali : Bekâr
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : ptorun@ogr.kastamonu.edu.tr



Eğitim Durumu

Lise : Çay Nene Hatun Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi (2006-2010)
Lisans : Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği (2011-2015)

Yayınları

- Altunel, A. O., Genç Özer, C., Torun, P., (2016). Assessment of a Salvage Logging Operation after Winter Storms: A Case Study of Ihsangazi Forest Directorate. *Kastamonu, Eur. J. Forest Eng, 2(1)*. 41-47.
- Altunel, A. O., Özer Genç, Ç., Torun, P.,(2016). Can Logging Be Better Organized In Environmentally Sensitive Areas: A Case Study Of Ihsangazi Forest Directorate. *1st International Symposium of Forest Engineering and Technologies (FETEC 2016)*, 02-04 Haziran 2016, Bursa.
- Altunel, A. O., Özer Genç, Ç., Torun, P.,(2016). Can Operational Planning Help Cut The Cost Of Logging: A Case Study Of Ihsangazi Forest Directorate. *1st International Symposium of Forest Engineering and Technologies (FETEC 2016)*, 02-04 Haziran 2016, Bursa.
- Altunel, A. O., Torun, P., (2016). Automatic Extraction of Drainage Networks through Digital Elevation Models. *International Forestry Symposium (IFS 2016)*, 07-10 Aralık 2016, Kastamonu.
- Altunel, A. O., Torun, P., (2017). GPS and Google Earth Integration; One Step Further to Operational Planning. *International Symposium on New Horizons in Forestry*, 18-20 Ekim 2017, Isparta.

Altunel, A. O., Altunel, T., Torun, P., (2017). Obstacles to Enhancements of Ilgaz Mountain National Park Winter Tourism Potential. *1.Uluslararası Sürdürülebilir Turizm Kongresi*, 23-25 Kasım 2017, Kastamonu.

