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

# KASTAMONU YÖRESİ ULUDAĞ GÖKNARI MEŞCERELERİNDE GÖKNAR KANSERİ (*Melampsorella caryophyllacearum*)'NİN YOĞUNLUĞUNA ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ VE MODELLENMESİ

**Mertcan KARADENİZ**

| | |
|---|---|
| **Danışman** | **Prof. Dr. Sabri ÜNAL** |
| **Jüri Üyesi** | **Prof. Dr. Erol AKKUZU** |
| **Jüri Üyesi** | **Prof. Dr. Ömer KÜÇÜK** |
| **Jüri Üyesi** | **Dr. Öğr. Üyesi Funda OSKAY** |
| **Jüri Üyesi** | **Dr. Öğr. Üyesi Yalçın KONDUR** |

**DOKTORA TEZİ**
**ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**KASTAMONU – 2018**

**TEZ ONAYI**

**Mertcan KARADENİZ** tarafından hazırlanan "**Kastamonu Yöresi Uludağ Göknarı Meşcerelerinde Göknar Kanseri (*Melampsorella caryophyllacearum*)'nin Yoğunluğuna Etki Eden Faktörlerin Belirlenmesi ve Modellenmesi**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve **oy birliği** ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı**'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

| | | |
|---|---|---|
| Danışman | Prof. Dr. Sabri ÜNAL<br>Kastamonu Üniversitesi | ..... |
| Jüri Üyesi | Prof. Dr. Erol AKKUZU<br>Kastamonu Üniversitesi | ..... |
| Jüri Üyesi | Prof. Dr. Ömer KÜÇÜK<br>Kastamonu Üniversitesi | ..... |
| Jüri Üyesi | Dr. Öğr. Üyesi Funda OSKAY<br>Çankırı Karatekin Üniversitesi | ..... |
| Jüri Üyesi | Dr. Öğr. Üyesi Yalçın KONDUR<br>Çankırı Karatekin Üniversitesi | ..... |

28/08/2018

Enstitü Müdürü Prof. Dr. Hasbi YAPRAK .....

## TAAHHÜTNAME

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



# ÖZET


Doktora Tezi

KASTAMONU YÖRESİ ULUDAĞ GÖKNARI MEŞCERELERİNDE GÖKNAR KANSERİ (*Melampsorella caryophyllacearum*)'NİN YOĞUNLUĞUNA ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ VE MODELLENMESİ

Mertcan KARADENİZ
Kastamonu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Sabri ÜNAL

*Melampsorella caryophyllacearum* kuzey yarımkürede göknar türlerinde pas hastalığına neden olan heterozik bir pas mantarıdır. Göknarlarda cadı süpürgesi oluşumu ve dal ve gövdelerde kanserlere yol açmaktadır. Hastalık etmeninin varlığı Avrupa'da, Amerika'da, Kanada'nın doğusunda, Asya'da ve Türkiye'de birçok göknar türünde tespit edilmiştir.

Göknar Kanseri olarak bilinen *M. caryophyllacearum*'un mücadelesinde bugüne kadar dünyada herhangi bir fungusit tespit edilememiştir. Bu sebeple hastalığın varlığını ve enfeksiyonun yayılmasını etkileyen faktörler ile ilgili bilgileri kullanarak konukçu popülasyonları üzerinde hastalığın etkilerini azaltmak gerekmektedir. Bu amaçla *M. caryophyllacearum* mekansal dağılımını incelemek için daha fazla araştırma yapmak gerekmektedir. Salgınların mekansal dağılımları, konukçu-patojen sistemlerinde ekolojik ve evrimsel dinamiklerini etkileyen süreçleri ortaya çıkarabilmektedir.

Ormancılık uygulamalarında hastalık etmenlerine karşı mücadele yöntemlerinin tespit edilebilmesi için öncelikle etmeninin biyolojisi, çevre ve fizyografik koşulları ile ilişkisinin bilinmesi gerekmektedir.

Yapılan bu doktora çalışması ile Uludağ Göknarı'nın Kastamonu ilinde yayılış gösterdiği meşcerelerde *M. caryophyllacearum*'un yayılışı ve şiddetine etki eden çevresel faktörlerin (bakı, yükselti, eğim) belirlenerek bu hastalık etmenine ait coğrafi yayılış modeli ortaya konulmuş ve hastalıkla ilgili risk haritalarının oluşturulmuştur.

Arazi çalışmaları sonucunda elde edilen bilgilere göre araştırma alanında incelenen toplam 4230 Uludağ Göknarı bireyinin 1846 adedinde (%43,64) fungal hastalık etmeninin varlığı tespit edilmiştir. Bu oran belirti tiplerine göre ayrıldığında incelenen örnek ağaçların 900 adedinde gövde kanserleri (%21,27), 1378'inde dal şişkinliği (%32,57), 692'sinde ise cadı süpürgesi belirtisi (%16,36) olduğu görülmüştür.

Gövde kanserlerinin yerden yüksekliği ortalama 1,93 m (0,40-5,50 m) iken, dal şişkinlikleri ortalama yerden 3,49 m (0,7-16,5 m) yükseklikte, cadı süpürgeleri ise yerden ortalama 7,66 m (0,7-37,5 m) yükseklikte bulunmaktadır.

Hastalığa ait belirtiler daha çok 1400-1700 m yükselti basamağında ve nemin daha yoğun olduğu yerlerde görülmektedir. Ayıca hastalık etmeni saf veya karışık meşcere ayırt etmeksizin bütün Uludağ Göknarı ormanlarında zarara neden olabildiği ortaya konmuştur.

Son yıllarda coğrafi yayılış modellemeleri oluşturmak için sıkça kullanılan yöntemlerden biri olan maksimum entropi yaklaşımı ile *M. caryophyllacearum*'un üç farklı belirtisi, bunların birlikte bulunma durumları ve hastalığın var verisine göre toplamda sekiz adet yayılış modeli oluşturulmuş ve türe ait çevresel ve ekolojik değişkenlerle olan ilişkisi incelenmiştir. Kastamonu'daki coğrafi yayılış modelleri orta ve yüksek oranda güvenilir olarak bulunmuştur. Jackknife testinin sonuçlarına göre modelleri etkileyen en etkili faktör yükseklik olmuştur. Bunu izleyen değişkenler alanın bakısı ve entegre nem indeksidir.

Çalışma bu zamana kadar *M. caryophyllacearum'*un yayılışı ve modellenmesi üzerine yapılmış Türkiye'deki en detaylı çalışmadır. Sonuçların ülkemiz orman patolojisi çalışmalarına ışık tutması beklenmekte, elde edilen çıktıların ülke genelinde gerçekleştirilen hastalıklar ile mücadele kapsamında Göknar Kanseri ile ilgili yürütülen çalışmalara katkıda bulunacağı öngörülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** *Melampsorella caryophyllacearum, Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana,* Kastamonu, coğrafi yayılış modeli

**2018, 161 sayfa**
**Bilim Kodu: 1205**

# ABSTRACT

PhD. Thesis

DETERMINATION AND MODELING OF THE FACTORS EFFECTING THE DENSITY OF FIR BROOM RUST (*Melampsorella caryophyllacearum*) IN THE ULUDAĞ FIR STANDS IN KASTAMONU REGION

Mertcan KARADENİZ
Kastamonu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Sabri ÜNAL

**Abstract:** *Melampsorella caryophyllacearum* is a heterozygous rust fungi that causes rust disease on fir species in the northern hemisphere. It causes witches brooms, branch and stem swellings on firs. The presence of this disease has been detected in several fir species in Europe, America, Canada, East Asia and Turkey.

Any fungicides were found in the control of *M. caryophyllacearum*. For this reason, it is necessary to reduce the effect of the disease on the host populations using information about the presence of the disease and the factors affecting the spread of the infection. Further research is needed to investigate the spatial distribution of *M. caryophyllacearum* for this purpose. Spatial distribution of epidemics can reveal processes that affect the ecological and evolutionary dynamics of host-pathogen systems.

In order to determine the methods of controling the disease agents in forestry applications, it is necessary to know the relation between the biology, environment and physiographic conditions of the agent.

It is aimed to determine the geographical distribution model of *M. caryophyllacearum* and to establish risk maps related to the disease by determining the environmental factors (aspect, altitude, slope) affecting the distribution and severity of *M. caryophyllacearum* in the stands where Uludağ fir distributed in Kastamonu province with this PhD thesis.

According to the results obtained from the field studies, the presence of fungal agent found in 1846 (43,64%) of the total of 4230 Uludağ fir trees that examined in the study area. According to symptom types, the number of 900 trees have tree swellings on stems (21.27%), 1378 trees have branch swellings (13,578%), and 692 trees have witches brooms (69,32%) in the examined trees.

While the average height of the trunk swellings were 1,93 m (0,40-5,50 m), branch swellings 3,49 m (0,7-16,5 m) above the ground, while the witch broomers had an average height of 7,66 m (0,7-37,5 m).

Symptoms of the disease are mostly seen at places where the elevation step is 1400-1700 m and where the moisture is more intense. It has been shown that disease can infect the whole Uludağ fir forest without discriminating pure or mixed stands.

According to three different symptoms of *M. caryophyllacearum* and according to their availability, a total of eight models of distribution were established with the maximum entropy approach, which is one of the frequently used methods for creating geographical distribution models in recent years and the relation of the species to environmental and ecological variables was examined. The geographical distribution models in Kastamonu are found to be moderately and highly reliable. According to the results of the Jackknife test, the most effective factor influencing the models was height followed by aspect and integrated moisture index.

The study is the most detailed study about distribution and modelling of *M. caryophyllacearum* conducted in Turkey up to this time. It is anticipated that the results will shed light on the forest pathology studies of our country and it is predicted that the outputs will contribute to the studies carried out on fir broom rust throughout the country.

**Key Words:** *Melampsorella caryophyllacearum*, *Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana*, Kastamonu, geographical distribution model

**2018, 161 pages**
**Science Code: 1205**

# TEŞEKKÜR

"Kastamonu Yöresi Uludağ Göknarı Meşcerelerinde Göknar Kanseri (*Melampsorella caryophyllacearum*)'nin Yoğunluğuna Etki Eden Faktörlerin Belirlenmesi ve Modellenmesi" isimli Doktora tez çalışmamda danışmanlığımı yaparak, sabırla ve bilgiyle çalışmalarımda bana yardımcı olan, desteklerini bir an olsun üzerimden eksik etmeyen saygıdeğer hocam, Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Müh. Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Sabri ÜNAL'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın şekillenmesinde bilgi ve tecrübesi ile yardımlarını ve değerli zamanını esirgemeyen değerli hocam Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Müh. Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Erol AKKUZU'ya şükranlarımı sunarım.

Tezin başlangıcından bitimine kadar tez izleme komitesinde bulunarak bilgilerinden ve tecrübelerinden faydalandığım değerli hocam Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Müh. Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Tuğba DOĞMUŞ-LEHTİJARVİ'ye gönülden teşekkür ederim.

Jüri olarak tezime yaptığı katkılardan dolayı sayın hocalarım Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Müh. Bölümü Öğretim Üyesi Dr. Öğr. Üyesi Funda OSKAY'a ve Dr. Öğr. Üyesi Yalçın KONDUR'a çok teşekkür ederim. Fikirlerinden yararlandığım sayın hocam Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Müh. Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Ömer KÜÇÜK'e de ayrıca çok teşekkür ederim.

Arazi ve ofis çalışmalarımda beni yalnız bırakmayan, tezimin iyi bir hale gelmesinde büyük katkıları olan ve manevi olarak hep destek veren değerli meslektaşlarım ve arkadaşlarım Arş. Gör. Dr. Özkan EVCİN'e, Arş. Gör. Emre AKTÜRK'e, Arş. Gör. Abdullah UGIŞ'a, Arş. Gör. Durmuş Ali ÇELİK'e ve Arş. Gör. Çağrı OLGUN'a teşekkürü borç bilirim.

Tüm hayatımda olduğu gibi doktora sürecimde de bana maddi manevi destek olan, bana karşı inancını hiç kaybetmeyen, varlıklarıyla güç bulduğum ve beni yetiştiren sevgili annem Canan KARADENİZ'e ve babam Adnan KARADENİZ'e çok teşekkür ederim.

Mertcan KARADENİZ
Kastamonu, Ağustos, 2018

# İÇİNDEKİLER


| | Sayfa |
|---|---|
| ÖZET | iv |
| ABSTRACT | vi |
| TEŞEKKÜR | viii |
| İÇİNDEKİLER | ix |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ | xiii |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | xiv |
| TABLOLAR DİZİNİ | xv |
| HARİTALAR DİZİNİ | xvii |
| GRAFİKLER DİZİNİ | xix |
| FOTOĞRAFLAR DİZİNİ | xxi |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. KURAMSAL ÇERÇEVE | 6 |
| 2.1. Uludağ Göknarı Hakkında Genel Bilgiler | 6 |
| 2.1.1. Uludağ Göknarının Doğal yayılışı | 6 |
| 2.1.2. Uludağ Göknarının Botanik Özellikleri ve Kullanım Yerleri | 6 |
| 2.2. Pas Funguslarının Genel Özellikleri | 7 |
| 2.2.1. *Melampsorella caryophyllacearum*. | 9 |
| 2.2.1.1. *Melampsorella caryophyllacearum'un Taksonomideki Yeri* | 9 |
| 2.2.1.2. *Melampsorella caryophyllacearum'un Biyolojisi* | 10 |
| 2.2.1.3. *Melampsorella caryophyllacearum'un Belirtileri ve Zararı* | 11 |
| 2.2.1.4. *Melampsorella caryophyllacearum'un Yayılışı ve Konukçu Bitki Türleri* | 12 |
| 2.2.1.5. *Melampsorella caryophyllacearum ile ilgili yapılan çalışmalar*. | 15 |
| 2.3. Hastalıkların coğrafi dağılım modellemesine yönelik yapılan çalışmalar | 20 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM | 25 |
| 3.1. Materyal | 25 |
| 3.1.1. Araştırma Alanı | 26 |
| 3.2. Yöntem | 27 |
| 3.2.1. Hastalığın yoğunluk ve şiddetinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalar | 27 |

3.2.1.1. *Arazi Çalışmaları* ..... 27
3.2.1.1.1. *Keşif sörveyleri ve örnek alanların seçilmesi* ..... 28
3.2.1.2. *Örnek Alanlardan Veri Toplanması* ..... 29
3.2.1.2.1. *Yetişme ortamı özelliklerine ilişkin verilerin toplanması* ..... 30
3.2.1.2.2. *Konukçu özelliklerine ilişkin verilerin toplanması* ..... 30
3.2.1.2.3. *Hastalık etmenlerinin özelliklerine ilişkin verilerin toplanması* 31
3.2.1.3. *Örnek alımları* ..... 31
3.2.2. Laboratuvar Çalışmaları ..... 31
3.2.2.1. *Fungusun morfolojik tanısı* ..... 31
3.2.3. Verilerin Hazırlanması ..... 32
3.2.3.1. *Yetişme ortamı özelliklerine ait verilerin hazırlanması* ..... 32
3.2.3.2. *Konukçu özelliklerine ilişkin verilerin hazırlanması* ..... 32
3.2.3.3. *Hastalık etmenlerine ilişkin verilerin hazırlanması* ..... 32
3.2.4. Veri Analizleri ..... 33
3.2.5. Örnek Alanların Meteorolojik Kuraklık Durumunun belirlenmesi 33
3.2.6. Hastalık belirtilerinin Kernel yoğunluklarının belirlenmesi..... 34
3.2.7. Hastalığın yayılışını tahmin eden modelin oluşturulması ..... 34
3.2.7.1. *GPS verilerinin düzenlenmesi* ..... 34
3.2.7.2. *Altlık haritaların oluşturulması* ..... 34
3.2.7.3. *Modelde kullanılan parametreler* ..... 35
3.2.7.4. *Model doğruluğunun denetlenmesi ve testi* ..... 36
3.2.7.5. *Modellerin GPS verileri ve meşcere haritaları ile karşılaştırılması* ..... 37
4. BULGULAR ..... 38
4.1. *Melampsorella caryophyllacearum*'un morfolojik özelliklerinin belirlenmesi ..... 38
4.2. Örnek Alanların Genel Özellikleri ..... 40
4.3. Hastalık Etmenine Ait Bulgular ..... 41
4.4. Hastalık Etmeni İle Yetişme Ortamı Özellikleri Arasındaki İlişki ..... 46
4.5. Örnek Alanların Meteorolojik Kuraklık Durumu ..... 64
4.6. Hastalık Belirtilerinin Yoğunlukları ..... 70
4.7. Hastalığın Risk Modeline Ait Bulgular ..... 79
4.7.1. Cadı süpürgesi belirtisine ait modelleme sonuçları ..... 79

4.7.2. Dal şişkinliği belirtisine ait modelleme sonuçları..... 85
4.7.3. Gövde kanseri belirtisine ait modelleme sonuçları..... 90
4.7.4. Dal şişkinliğive cadı süpürgesi belirtilerinin birlikte bulunma durumuna ait modelleme sonuçları..... 95
4.7.5. Gövde kanseri ve dal şişkinliği belirtilerinin birlikte bulunma durumuna ait modelleme sonuçları ..... 100
4.7.6. Gövde kanseri ve cadı süpürgesi belirtilerinin birlikte bulunma durumuna ait modelleme sonuçları..... 105
4.7.7. Gövde kanseri, dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtilerinin birlikte bulunma durumuna ait modelleme sonuçları ..... 110
4.7.8. Göknar Kanserine ait modelleme sonuçları..... 115
4.8. Risk modeli değerlerinin GPS verileri ve meşcere haritası ile karşılaştırılması ..... 120
4.8.1. Cadı süpürgesi belirtisine ait risk modeli değerlerinin GPS verileri ve meşcere haritası ile karşılaştırılması ..... 120
4.8.2 Dal şişkinliği belirtisine ait risk modeli değerlerinin GPS verileri ve meşcere haritası ile karşılaştırılması ..... 122
4.8.3. Gövde kanseri belirtisine ait risk modeli değerlerinin GPS verileri ve meşcere haritası ile karşılaştırılması ..... 123
4.8.4. Dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtisinin birlikte bulunduğu örneklere ait risk modeli değerlerinin GPS verileri ve meşcere haritası ile karşılaştırılması..... 125
4.8.5. Gövde kanseri ve dal şişkinliği belirtisinin birlikte bulunduğu örneklere ait risk modeli değerlerinin GPS verileri ve meşcere haritası ile karşılaştırılması..... 126
4.8.6. Gövde kanseri ve cadı süpürgesi belirtisinin birlikte bulunduğu örneklere ait risk modeli değerlerinin GPS verileri ve meşcere haritası ile karşılaştırılması..... 128
4.8.7. Gövde kanseri, dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtisinin birlikte bulunduğu örneklere ait risk modeli değerlerinin GPS verileri ve meşcere haritası ile karşılaştırılması ..... 129
4.8.8. Göknar Kanserine ait risk modeli değerlerinin GPS verileri ve meşcere haritası ile karşılaştırılması..... 131

5. TARTIŞMA VE SONUÇ..... 133
6. ÖNERİLER ..... 138
KAYNAKLAR..... 140
EK 1 ..... 150
ÖZGEÇMİŞ..... 155

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|---|---|
| cm | Santimetre |
| ha | Hektar |
| m | Metre |
| µm | Mikrometre |
| mm | Milimetre |
| AUC | Area Under Curve |
| DEM | Digital Elevation Model |
| GPS | Global Positioning System |
| ROC | Reciever Operating Characteristic |
| SPI | Standardized Precipitation Index |

# ŞEKİLLER DİZİNİ

**Sayfa**

Şekil 2.1. *M. caryophyllacearum*'un yaşam döngüsü..... 11
Şekil 3.1. Örnek alanlar ile ilgili özelliklerin not edildiği karne..... 29
Şekil 3.2. Örnek alan içerisine giren bireylerin özellikleri ve hastalık belirtilerine ilişkin bilgilerin not alındığı arazi karnesi..... 31

# TABLOLAR DİZİNİ


**Sayfa**

Tablo 2.1. Pas mantarlarında dönem, üreme organları ve sporları ..... 9
Tablo 2.2. *M. caryophyllacearum*'un dünyada tespit edilen konukçu bitki türleri ..... 14
Tablo 3.1. Hastalık şiddetinin belirlenmesinde kullanılan hastalık skalası ..... 33
Tablo 4.1. *M. caryophyllacearum* örneklerinde esidi boyutları ..... 38
Tablo 4.2. Örnek alanlarda incelenen Uludağ göknarlarında hastalık etmeninin bulunma sıklıkları (%) ve hastalık şiddetleri (%) ..... 41
Tablo 4.3. Belirti ve hastalık etmeninin değişkenlere göre bulunma adetleri .... 47
Tablo 4.4. Hastalık şiddeti ve hastalık yaygınlığına ait 3 faktörlü ANOVA analizi sonuçları ..... 48
Tablo 4.5. Hastalık yaygınlığının bakıya göre Post-Hoc testi sonuçları ..... 52
Tablo 4.6. Hastalık yaygınlığının bakıya göre homojen alt gruplar tablosu ..... 52
Tablo 4.7. Hastalık yaygınlığının yükselti basamaklarına göre Post-Hoc testi sonuçları ..... 53
Tablo 4.8. Hastalık yaygınlığının yükselti basamaklarına göre homojen alt gruplar tablosu ..... 53
Tablo 4.9. Hastalık şiddetinin bakıya göre Post-Hoc testi sonuçları ..... 54
Tablo 4.10. Hastalık şiddetinin bakıya göre homojen alt gruplar tablosu ..... 54
Tablo 4.11. Hastalık şiddetinin yükselti basamaklarına göre Post-Hoc testi sonuçları ..... 55
Tablo 4.12. Hastalık şiddetinin yükselti basamaklarına göre homojen alt gruplar tablosu ..... 55
Tablo 4.13. Hastalık belirtilerinin bulunma yüzdelerine ait 3 faktörlü ANOVA analizi sonuçları ..... 57
Tablo 4.14. Cadı süpürgesi belirtisinin bakıya göre Post-Hoc testi sonuçları ... 58
Tablo 4.15. Cadı süpürgesi belirtisinin bakıya göre homojen alt gruplar tablosu 58
Tablo 4.16. Cadı süpürgesi belirtisinin yükselti basamaklarına göre Post-Hoc testi sonuçları ..... 59
Tablo 4.17. Cadı süpürgesi belirtisinin yükselti basamaklarına göre homojen alt gruplar tablosu ..... 59
Tablo 4.18. Dal şişkinliği belirtisinin bakıya göre Post-Hoc testi sonuçları ..... 60
Tablo 4.19. Dal şişkinliği belirtisinin bakıya göre homojen alt gruplar tablosu 60
Tablo 4.20. Dal şişkinliği belirtisinin yükselti basamaklarına göre Post-Hoc testi sonuçları ..... 61
Tablo 4.21. Dal şişkinliği belirtisinin yükselti basamaklarına göre homojen alt gruplar tablosu ..... 61
Tablo 4.22. Gövde kanseri belirtisinin bakıya göre Post-Hoc testi sonuçları .... 62
Tablo 4.23. Gövde kanseri belirtisinin bakıya göre homojen alt gruplar tablosu 62
Tablo 4.24. Gövde kanseri belirtisinin yükselti basamaklarına göre Post-Hoc testi sonuçları ..... 63
Tablo 4.25. Gövde kanseri belirtisinin yükselti basamaklarına göre homojen alt gruplar tablosu ..... 63
Tablo 4.26. Risk modeli değerlerinin cadı süpürgesi belirtisine ait GPS verileri ile karşılaştırılması ..... 120

Tablo 4.27. Risk modeli değerlerinin dal şişkinliği belirtisine ait GPS verileri ile karşılaştırılması ..... 122
Tablo 4.28. Risk modeli değerlerinin gövde kanseri belirtisine ait GPS verileri ile karşılaştırılması ..... 124
Tablo 4.29. Risk modeli değerlerinin dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtisinin birlikte bulunduğu örneklere ait GPS verileri ile karşılaştırılması ..... 125
Tablo 4.30. Risk modeli değerlerinin gövde kanseri ve dal şişkinliği belirtisinin birlikte bulunduğu örneklere ait GPS verileri ile karşılaştırılması ..... 127
Tablo 4.31. Risk modeli değerlerinin gövde kanseri ve cadı süpürgesi belirtisinin birlikte bulunduğu örneklere ait GPS verileri ile karşılaştırılması ..... 128
Tablo 4.32. Risk modeli değerlerinin gövde kanseri, dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtisinin birlikte bulunduğu örneklere ait GPS verileri ile karşılaştırılması ..... 130
Tablo 4.33. Risk modeli değerlerinin gövde Göknar Kanserine ait GPS verileri ile karşılaştırılması ..... 131

# HARİTALAR DİZİNİ


**Sayfa**

Harita 2.1. *M. caryophyllacearum*'un dünya üzerindeki yayılışı ..... 13
Harita 3.1. Kastamonu ili Uludağ göknarı yayılış alanları..... 26
Harita 3.2. Hastalığın yoğunluğu ve şiddetinin belirlemeye yönelik yapılan çalışma alanları A. Ilgaz Dağı ve çevresi, B. Küre-Kösreli Mevkii 27
Harita 3.3. Modellemede kullanılan ekolojik değişkenlere ait çeşitli altlık haritalar (a.Bakı, b.Yükseklik, c.Yüzey engebeliliği, d.Gölgelenme, e. Entegre nem indeksi, f.Eğim) ..... 35
Harita 4.1. 2016 yılı ilkbahar mevsimi yağış dağılışı..... 65
Harita 4.2. 2016 yılı yaz mevsimi yağış dağılışı ..... 66
Harita 4.3. 2017 yılı ilkbahar mevsimi yağış dağılışı..... 67
Harita 4.4. 2017 yılı yaz mevsimi yağış dağılışı ..... 68
Harita 4.5. 24 aylik Standart Yağış İndeksi metoduna göre meteorolojik kuraklık durumu ..... 69
Harita 4.6. Cadı süpürgesi belirtisine ait Kernel yoğunluk haritası..... 71
Harita 4.7. Dal şişkinliği belirtisine ait Kernel yoğunluk haritası..... 72
Harita 4.8. Gövde kanseri belirtisine ait Kernel yoğunluk haritası ..... 73
Harita 4.9. Dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtilerine ait Kernel yoğunluk haritası..... 74
Harita 4.10. Gövde kanseri ve dal şişkinliği belirtilerine ait Kernel yoğunluk haritası..... 75
Harita 4.11. Gövde kanseri ve cadı süpürgesi belirtilerine ait Kernel yoğunluk haritası..... 76
Harita 4.12. Gövde kanseri, dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtilerine ait Kernel yoğunluk haritası..... 77
Harita 4.13. Göknar Kanserine ait Kernel yoğunluk haritası..... 78
Harita 4.14. Kastamonu İli Uludağ göknarı ormanlarında cadı süpürgesi belirtisine ait risk haritası..... 84
Harita 4.15. Kastamonu İli Uludağ göknarı ormanlarında dal şişkinliği belirtisine ait risk haritası..... 89
Harita 4.16. Kastamonu İli Uludağ göknarı ormanlarında gövde kanseri belirtisine ait risk haritası..... 94
Harita 4.17. Kastamonu İli Uludağ göknarı ormanlarında dal şişkinliği ve cadı Süpürgesi belirtilerinin birlikte bulunduğu alanlara ait risk haritası..... 99
Harita 4.18. Kastamonu İli Uludağ göknarı ormanlarında gövde kanseri ve dal şişkinliği belirtilerinin birlikte bulunduğu alanlara ait risk haritası 104
Harita 4.19. Kastamonu İli Uludağ göknarı ormanlarında gövde kanseri ve cadı süpürgesi belirtilerinin birlikte bulunduğu alanlara ait risk haritası..... 109
Harita 4.20. Kastamonu İli Uludağ göknarı ormanlarında gövde kanseri ve dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtilerinin birlikte bulunduğu alanlara ait risk haritası ..... 114
Harita 4.21. Kastamonu İli Uludağ göknarı ormanlarında *M. caryophyllacearum*'un bulunduğu alanlara ait risk haritası..... 119

Harita 4.22. Meşcere haritası, cadı süpürgesi belirtisine ait GPS verileri ve risk modelinin çakıştırılması ..... 121
Harita 4.23. Meşcere haritası, dal şişkinliği belirtisine ait GPS verileri ve risk modelinin çakıştırılması ..... 123
Harita 4.24. Meşcere haritası, gövde kanseri belirtisine ait GPS verileri ve risk modelinin çakıştırılması ..... 124
Harita 4.25. Meşcere haritası, dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtisinin birlikte bulunduğu örneklere ait GPS verileri ve risk modelinin çakıştırılması ..... 126
Harita 4.26. Meşcere haritası, gövde kanseri ve dal şişkinliği belirtisinin birlikte bulunduğu örneklere ait GPS verileri ve risk modelinin çakıştırılması ..... 127
Harita 4.27. Meşcere haritası, gövde kanseri ve cadı süpürgesi belirtisinin birlikte bulunduğu örneklere ait GPS verileri ve risk modelinin çakıştırılması ..... 129
Harita 4.28. Meşcere haritası, gövde kanseri, dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtisinin birlikte bulunduğu örneklere ait GPS verileri ve risk modelinin çakıştırılması ..... 130
Harita 4.29. Meşcere haritası ve Göknar Kanserine ait risk modelinin çakıştırılması ..... 132

# GRAFİKLER DİZİNİ


**Sayfa**

Grafik 3.1. Araştırma aşamaları ..... 25
Grafik 3.2. Arazi çalışmalarının aşamaları..... 28
Grafik 4.1. Hastalık şiddeti (a) ve hastalığın yaygınlığının (b) farklı bakılardaki dağılımı ..... 49
Grafik 4.2. Hastalık şiddeti (a) ve hastalığın yaygınlığının (b) farklı yükselti basamaklarındaki dağılımı ..... 50
Grafik 4.3. Hastalık şiddeti (a) ve hastalığın yaygınlığının (b) farklı meşcere durumlarındaki dağılımı..... 51
Grafik 4.4. Cadı süpürgesi belirtisi için yapılan modelin performansı..... 80
Grafik 4.5. Cadı süpürgesi belirtisi için yapılan modellemenin performansını gösteren ROC eğrisini içeren grafik ..... 81
Grafik 4.6. Cadı süpürgesi belirtisine ait modeli yapılandıran değişkenlerinin marjinal cevaplandırıcı eğrileri ..... 82
Grafik 4.7. Cadı süpürgesi belirtisine ait modelin Jackknife analizi sonucu çıkan AUC değerleri..... 83
Grafik 4.8. Cadı süpürgesi belirtisi verilerine göre oluşturulan risk haritasında alanların risk derecelerine göre oranları ..... 84
Grafik 4.9. Dal şişkinliği belirtisi için yapılan modelin performansı ..... 86
Grafik 4.10. Dal şişkinliği belirtisi için yapılan modellemenin performansını gösteren ROC eğrisini içeren grafik ..... 87
Grafik 4.11. Dal şişkinliği belirtisine ait modeli yapılandıran değişkenlerinin marjinal cevaplandırıcı eğrileri..... 88
Grafik 4.12. Dal şişkinliği belirtisine ait modelin Jackknife analizi sonucu çıkan AUC değerleri ..... 88
Grafik 4.13. Dal şişkinliği belirtisi verilerine göre oluşturulan risk haritasında alanların risk derecelerine göre oranları..... 89
Grafik 4.14. Gövde kanseri belirtisi için yapılan modelin performansı ..... 91
Grafik 4.15. Gövde kanseri belirtisi için yapılan modellemenin performansını gösteren ROC eğrisini içeren grafik ..... 92
Grafik 4.16. Gövde kanseri belirtisine ait modeli yapılandıran değişkenlerinin marjinal cevaplandırıcı eğrileri..... 93
Grafik 4.17. Gövde kanseri belirtisine ait modelin Jackknife analizi sonucu çıkan AUC değerleri ..... 93
Grafik 4.18. Gövde kanseri belirtisi verilerine göre oluşturulan risk haritasında alanların risk derecelerine göre oranları..... 94
Grafik 4.19. Dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtileri için yapılan modelin performansı ..... 96
Grafik 4.20. Dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtileri için yapılan modellemenin performansını gösteren ROC eğrisini içeren grafik 97
Grafik 4.21. Dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtileri ait modeli yapılandıran değişkenlerinin marjinal cevaplandırıcı eğrileri..... 98
Grafik 4.22. Dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtilerine ait modelin Jackknife analizi sonucu çıkan AUC değerleri ..... 98

Grafik 4.23. Dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtisi verilerine göre oluşturulan risk haritasında alanların risk derecelerine göre oranları ..... 99
Grafik 4.24. Gövde kanseri ve dal şişkinliği belirtileri için yapılan modelin performansı..... 101
Grafik 4.25. Gövde kanseri ve dal şişkinliği belirtileri için yapılan modellemenin performansını gösteren ROC eğrisini içeren grafik 102
Grafik 4.26. Gövde kanseri ve dal şişkinliği belirtileri ait modeli yapılandıran değişkenlerinin marjinal cevaplandırıcı eğrileri ..... 103
Grafik 4.27. Gövde kanseri ve dal şişkinliği belirtileri ait modelin Jackknife analizi sonucu çıkan AUC değerleri..... 103
Grafik 4.28. Gövde kanseri ve dal şişkinliği belirtileri verilerine göre oluşturulan risk haritasında alanların risk derecelerine göre oranları 104
Grafik 4.29. Gövde kanseri ve cadı süpürgesi belirtileri için yapılan modelin performansı..... 106
Grafik 4.30. Gövde kanseri ve cadı süpürgesi belirtileri için yapılan modellemenin performansını gösteren ROC eğrisini içeren grafik 107
Grafik 4.31. Gövde kanseri ve cadı süpürgesi belirtileri ait modeli yapılandıran değişkenlerinin marjinal cevaplandırıcı eğrileri..... 108
Grafik 4.32. Gövde kanseri ve cadı süpürgesi belirtileri ait modelin Jackknife analizi sonucu çıkan AUC değerleri ..... 108
Grafik 4.33. Gövde kanseri ve cadı süpürgesi belirtileri verilerine göre oluşturulan risk haritasında alanların risk derecelerine göre oranları ..... 109
Grafik 4.34. Gövde kanseri, dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtileri için yapılan modelin performansı..... 111
Grafik 4.35. Gövde kanseri, dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtileri için yapılan modellemenin performansını gösteren ROC eğrisini içeren grafik..... 112
Grafik 4.36. Gövde kanseri, dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtilerine ait modeli yapılandıran değişkenlerinin marjinal cevaplandırıcı eğrileri..... 113
Grafik 4.37. Gövde kanseri, dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtilerine ait modelin Jackknife analizi sonucu çıkan AUC değerleri..... 113
Grafik 4.38. Gövde kanseri, dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtileri verilerine göre oluşturulan risk haritasında alanların risk derecelerine göre oranları ..... 114
Grafik 4.39. *M. caryophyllacearum* için yapılan modelin performansı ..... 116
Grafik 4.40. *M. caryophyllacearum* için yapılan modellemenin performansını gösteren ROC eğrisini içeren grafik ..... 117
Grafik 4.41. *M. caryophyllacearum*'a ait modeli yapılandıran değişkenlerinin marjinal cevaplandırıcı eğrileri..... 118
Grafik 4.42. *M. caryophyllacearum*'a ait modelin Jackknife analizi sonucu çıkan AUC değerleri ..... 118
Grafik 4.43. *M. caryophyllacearum*'un verilerine göre oluşturulan risk haritasında alanların risk derecelerine göre oranları..... 119

## FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

**Sayfa**

Fotoğraf 2.1. *M. caryophyllacearum*' un belirtileri A. Göknar gövdelerinde oluşan kanser dokuları, B. Dallarda oluşan şişkinlikler, C. Sürgünlerinde meydana gelen cadı süpürgesi oluşumu ve dikaryont konukçusu D. *Stellaria holostea*..... 12
Fotoğraf 3.1. Hastalık etmeni tarafından oluşturulan belirtiler A. gövde kanseri, B. dal şişkinliği, C. cadı süpürgesi oluşumu..... 30
Fotoğraf 3.2. Laboratuvarda incelenen gövde kanseri, dal şişkinliği ve cadı süpürgesi..... 32
Fotoğraf 4.1. Hastalıklı ibrelerde esidiler ..... 38
Fotoğraf 4.2. *M. caryophyllacearum*'un meydana getirdiği gövde kanseri ve dal şişkinliklerinin enine kesitleri ..... 39
Fotoğraf 4.3. *M. caryophyllacearum*'un uredium ve telium dönemlerini yaprakları üzerinde geçirdiği *Stellaria holostea* ..... 40

# 1. GİRİŞ

Bitkiler, dünyanın yaşam çevresinin büyük bir kısmını oluşturmaktadırlar. Ormanlar; ağaç topluluklarının oluşturduğu, başta odun hammaddesi olmak üzere çeşitli ana ve tali ürünler üreten ve hizmetler sağlayan yani, topluma ekolojik, ekonomik, sosyal ve kültürel faydalar sunan, doğal dengenin sürekliliğinde büyük rol oynayan ve yenilenebilir özellikte olan doğal bir kaynaktır. (Çanakçıoğlu ve Eliçin, 1999; Anonim, 2004; Anonim, 2012).

Ekolojik bakımdan zengin bir çeşitliliğe sahip olan ülkemizde ormanlar da tür ve kompozisyon olarak önemli bir yer tutmaktadır. 78 milyon hektar alana sahip olan ülkemizde ormanlık alanlar ülkenin %28,6'sını (22.342.935 ha) kaplamaktadır. Ülkemiz orman varlığının 7.346.851 hektarının (%33) geniş yapraklı türlere, 10.628.833 hektarının (%48) ibreli türlere ait olduğu ve 4.367.251 hektarının (%19) ise ibreli ve geniş yapraklı karışık ormanlara ait olduğu rapor edilmiştir. İbreli türlerin oluşturduğu meşcerelerin 6.825.672 ha'ının normal, kapalı 3.803.161 ha'nın ise boşluklu kapalı nitelikte olduğu belirtilmiştir (Anonim, 2015).

Pinopsida sınıfı, Pinales takımı ve Pinaceae ailesinde bulunan Göknarlar (*Abies* Mill.), Türkiye'de yaklaşık 383.422 ha normal koru, 201.359 ha bozuk koru olmak üzere toplam 584.781 ha (%2,62) alanda yayılış göstermektedir (Anonim, 2012; 2015). Göknarların Dünyada yaklaşık 48-49 türü bulunmaktadır (Farjon, 2010). Ülkemizde ise altı taksonla (*Abies cilicica* subsp. *cilicica* Carr., *Abies cilicica* subsp. *isaurica* Coode & Cullen, *Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana* Maltfelt, *Abies nordmanniana subsp. equi-trojani* Coode & Cullen, *Abies nordmanniana* subsp. *nordmanniana* Spach ve *Abies* x *olcayana* Ata & Merev) temsil edilen dört endemik türü bulunmaktadır (Tayanç, Çengel, Kandemir ve Velioğlu, 2012). IUCN kategorilerine göre ülkemize endemik olan Göknar taksonları (*Abies* x *olcayana* Ata & Merev, *A. nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana* Maltfelt, *A. nordmanniana* subsp. *equi-trojani* Coode & Cullen, *A. cilicica* subsp. *isaurica* Coode & Cullen), az tehdit altında kategorisinde yer almaktadır (Ata ve Merev, 1981; 1987; Ekim, Koyuncu, Vural, Duman, Aytaç ve Adıgüzel, 2000).

Ülkemizde göknarların taksonomisi ile ilgili çalışmalar halen devam etmekte olup Uludağ Göknarının morfolojik olarak bazı benzerlikler göstermesinden ötürü Kazdağı Göknarı olarak adlandırılabileceğine yönelik bilgiler bulunmaktadır (Jasińska, Sekiewicz, Ok, Romo, Boratynski ve Boratynska, 2017). Ancak yapılan genetik çalışmalar sonucunda bu iki tür ayrı olarak değerlendirilmektedir (Hrivnák, Paule, Krajmerová, Kulaç, Şevik, Turna, Tvauri ve Gömöry, 2017). Ülkemizdeki göknar ormanlarını, Doğu Karadeniz'de Doğu Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *nordmanniana*), Orta ve Batı Karadenizde Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*), Kazdağları'ndaki göknar ormanlarını ise Kazdağı göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*), Batı ve orta Toroslarda ise Toros Göknarı (*Abies cilicica* subsp. *cilicica*) oluşturmaktadır (Akkemik, 2018).

Toros Göknarı (*Abies cilicica* subsp. *cilicica*) ise Güney Anadolu Toros ve Amanos Dağlarındaki sarp, yüksek ve karstik arazilerde yayılış göstermektedir (Bozkuş, 1988). Doğu Akdeniz Bölgesinde yayılış gösteren türüne *A. cilicica* subsp. *cilicica* (tomurcukları reçinesiz, genç sürgünleri tüylü); Batı Akdeniz Bölgesinde yayılış gösteren türüne *A. cilicica* subsp. *isaurica* (tomurcukları reçineli, genç sürgünleri tüysüz) adı verilmiştir (Tayanç, Çengel, Kandemir ve Velioğlu 2012).

Kazdağı Göknarı (*A. nordmanniana* subsp. *equi-trojani* ) endemik bir türümüzdür. Kuzey Anadolu'nun kuzey batısında Biga Yarımadasının dağlık mıntıkası olan Kazdağları'nın bölgesinde yayılış göstermektedir. Bu sahalarda birbiriyle bağlantısı olmayan altı ayrı alanda bulunmaktadır (Ata, 1975).

Uludağ Göknarı (*A. nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*), Ülkemize özgü bir ağaç türüdür. Kuzey Anadolu'da Kızılırmak Vadisinden başlayarak batı yönünde Uludağ'a kadar kesintili olarak (Uludağ, Köroğlu Dağları, Bolu, Ilgaz ve Küre Dağları) yayılış gösterir (Anonim, 2015, Tayanç vd., 2012).

Doğu Karadeniz Göknarı (*A. nordmanniana* subsp. *nordmanniana*); Batı Kafkaslardan başlayarak Doğu Karadeniz Bölgesinde batıya doğru Kızılırmak'a kadar olan yerlerde

yayılış göstermektedir. Kayın, doğu ladini ve sarıçamla karışık, yer yer de saf meşcereler oluşturmaktadır (Mattfeld, 1928; Kayacık 1980).

Artan çevre meseleleriyle birlikte; doğal kaynakların korunması ve gelecekte ortaya çıkabilecek tehditlere karşı önlem alınmaya çalışılması son derece önem arz etmektedir. Ormanlar; çok yönlü yarar sağlayan ve sağlamaya devam edebilecek olan doğal kaynaklardan birisidir. Kendi kendini yenileyebilmesine karşın bazı alanlarda ormanlar sanayileşme, hızlı nüfus artışı ve çeşitli doğal ve yapay sebeplerden dolayı tahrip olmakta ve beraberinde birçok patojenik tehdittin etkin rol almasına sebep olmaktadır. Bu sebeplerden dolayı da ormanlar zamanla ihtiyacı karşılayamaz hale gelmiştir (Çanakçıoğlu ve Eliçin, 1999; Turna, Şevik ve Yahyaoğlu, 2010; Anonim, 2015; Şaşmaz, 2015).

Çeşitli işlevlere sahip olan ormanlar; etkisinin daha çabuk hissedildiği her türlü çevre kirliliği ve yangın zararının yanında; nispeten daha geç algılanan böcek zararı ve virüs, bakteri, nematod, fungus gibi neredeyse hiç gözle görülmeyen patojenlerin tehdidi altındadır (Agrios, 2005).

Dünya'da ve Ülkemizde hastalık etmenleri ele alındığında, fungusların ormanlarımızda önemli zararlara neden olduğunu, ancak funguslar tarafından oluşturulan hastalıklar üzerinde detaylı araştırmalar yapılmadığı görülmektedir (Çanakçıoğlu ve Eliçin, 1999). Hastalık etmenlerinin zararlarının tespit edildiği durumlarda neden oldukları zarar, bazı müdahalelerle azaltılmaya ya da giderilmeye çalışılsa da, bu süreç çok yavaş işlemektedir. Hastalık etmenleri, çoğunlukla plantasyon sahalarında, fidanlıklarda zarar yapsa da zaman zaman doğal ormanlarda da önemli kayıplara neden olmaktadır. Bunlar arasında, ülkemizde geniş yayılışa ve kullanım alanlarına sahip olmaları nedeniyle önemli yere sahip konifer türleri üzerinde görülen hastalık ve zararlılar son derece dikkat çekmekte ve önem arz etmektedir. Ormanlarda hastalık etmenlerinin sebep olduğu ağaç ölümleri, ağaçta artımın azalması gibi ekonomik kayıplara neden olduğu gibi, gençliğin gecikmesi, tür değişimi gibi ekolojik ve sürdürebilirlik açısından da istenmeyen durumlara yol açmaktadır (Çanakçıoğlu ve Eliçin, 1999).

Göknarlar, çoğunlukla nemli ve gölgeli alanlarda yetişen, meşcerede beraber bulunduğu diğer türlerin çeşitli sebeplerle ortamdan uzaklaşması ile meşcereye tek tabakalı ve monokültür karakter kazandıran bir ağaç türü olarak karşımıza çıkmaktadır (Genç, 2004). Monokültür orman alanlarının, hastalık etmenlerine karşı daha duyarlı olduğu ve uygun koşulların oluşması durumunda biyotik etkenlerin salgın oluşturma riskinin artacağı bilinen bir gerçektir. Bunun yanında, abiyotik faktörler de ağaçları zayıf düşürerek zararlılar ve hastalık etmenlerinin yayılışına uygun koşullar yaratmaktadır. Diğer bazı ağaç türlerine kıyasla daha uzun yaşamalarından dolayı göknarlar zararlı etkenlere karşı daha da duyarlı olmaktadır.

Dünyada göknarlara zarar veren *Heterobasidion annosum, Armillaria* spp., *Phytophthora* spp., *Herpotrichia parasitica* gibi çok sayıda fungal etmen bulunmaktadır (Filip ve Schmitt,1990; Doğmuş ve Doğanoğlu, 2003; Talgø, 2009; Talgø ve Stensvand, 2012; Anonim, 2016).

*Melampsorella caryophyllacearum,* Avrupa'da, Amerika'da, Kanada'nın doğusunda, Asya'da ve Türkiye'de birçok göknar türünde pas hastalığına neden olan heterozik bir pas mantarıdır (Drachkov, 1976; Singh, 1978; Pupavkin, 1982; Hama, 1987; Lundquist, 1993; Merrill, Wenner ve Peplinski., 1993; Teggli, Maresi, Santini, Sicoli, 1993; Nicolotti, Cellerino ve Anselmi, 1995; Uslu, Ünal ve Küçük 2001; Sarıkaya ve Avcı 2002).

Fungusun haplontik aşaması Göknarlar üzerinde diplontik aşaması ise çok yıllık bitkiler üzerinde oluşmaktadır (Berndt ve Oberwinkler, 1997). Sert (2009)'in Ziller (1974)'e atfen yapmış olduğu çalışmada fungusun tespit edildiği göknar türleri olarak *Abies amabilis* (Dougl.) Forbes, *A. grandis* Dougl., *A. lasiocarpa* Hook, *A. balsamea* L., *A. procera* Rehd., *A. concolor* (Gord. et Glend) Lindl. ex Hildebr. bildirilmektedir. Bu Göknar türleri dışında *A. alba* Mill., *A. nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* ve *A. cilicica* subsp. *cilicica*'da da zarar yaptığı bildirilmiştir (Uslu, Ünal ve Küçük, 2001; Sarıkaya ve Avcı, 2002, Solla ve Camarero, 2006). Uredospor aşamasının bulunduğu konukçu bitkiler ise *Cerastium* sp., *Stellaria* sp., *Arenaria* sp., ve *Aster* sp. olarak belirtmiştir (Smith, Dunez, Phillips, Lelliott ve Archer, 1992).

Hastalık daha çok dal şişkinliği ve cadı süpürgesi oluşumuna sebep olsa da gövdede oluşturduğu kanser şişkinlikleri ileriki aşamalarda ağacın çap artımı kaybına yani değer kaybına sebep olaması açısından önem arz etmektedir. Ayrıca önceki yıllarda yürütülen çalışmalarda *M. caryophyllacearum*' un yaygın olarak Kastamonu, Ilgaz Dağı'ndaki Uludağ Göknarlarında fırtına ve kar devriklerine neden olan enfeksiyonlardan sorumlu olabileceği öne sürülmüştür (Uslu, Ünal ve Küçük, 2001). Buradan hareketle, bu doktora çalışması kapsamında yürütülen çalışmaların ilk amacı, araştırma alanında bu fungal hastalık etmeninin yaygın olduğu hipotezinin test edilmesi olmuştur.

Yapılan bu doktora çalışmanın amacı Kastamonu'da Uludağ Göknarı'nın yayılış gösterdiği meşcerelerde *M. caryophyllacearum*'un yayılışı ve şiddetine etki eden fizyografik faktörlerin (bakı, yükselti ve eğim) belirlenmesi ve bu hastalık etmenine ait coğrafi yayılış modeli ortaya konulmasıdır.

# 2. KURAMSAL ÇERÇEVE

## 2.1. Uludağ Göknarı Hakkında Genel Bilgiler

### 2.1.1. Uludağ Göknarının Doğal yayılışı

Ülkemiz ormanlarının yaklaşık %2,62' ini oluşturan Uludağ Göknarı (*A. nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) yayılışını Kızılırmak ile Uludağ (Bursa) arasında kalan Batı Karadeniz Bölgesinde göstermektedir. Bu bölgede dağlar sıra dağlar karakterinde olmadığından, Uludağ Göknarının yayılışı kesintili bir durum göstermektedir. Bazen saf, çoğu kez de kayın ve çamlar ile karışıma girmektedir. Çoğunlukla 1100 – 1800 metre yükseltiler arasında yayılmakla birlikte, bazen üst orman sınırına (2000 m) kadar yayılış göstermektedir. Abant ve Uludağ, llgaz Dağları, Seben Dağları, Boyabat Göktepe Ormanları ve Ayancık' ta en güzel ormanları yer almaktadır. Doğu Karadeniz Göknarının aksine Uludağ göknarının bulunduğu meşcerelerde çoğu kez egemen ağaç durumundadır (Anşin ve Özkan, 1997; Arslan ve Çelem, 2001; Turna, Şevik ve Yahyaoğlu, 2010; Şevik, Topaçoğlu, Ramazan ve Çiftçioğlu, 2013; Turfan, Savacı ve Sarıyıldız, 2016; Akkemik, 2018).

### 2.1.2. Uludağ Göknarının Botanik Özellikleri ve Kullanım Yerleri

Uludağ Göknarı, Türkiye'ye özgü bir endemik taksondur. Genellikle 40 metreye kadar boylanabilen birinci sınıf orman ağacıdır. Genç sürgünlerinin çıplak ve tomurcuklarının reçineli olmasıyla ana türden ayrılır. Kozalak, iğne yaprak gibi öteki tüm morfolojik özelliklerce Doğu Karadeniz Göknarı ile hemen hemen benzerlik göstermektedir. Ayrıca, iğne yapraklarının üst yüzlerinin uç kısımlarında da beyaz stoma lekeleri görülmektedir (İlter, Çamlıyurt ve Balkız, 2002).

Reçinesiz, beyaz, işlenmesi kolay olan göknar odununun çok geniş kullanım alanları bulunmaktadır. Maden ve telefon direği yapımında, sütun yapımında, müzik aletleri, ambalaj sandıkları, mobilyacılıkta sıkça kullanılmaktadır. Selüloz oranı yüksek olduğu için kağıt üretiminde tercih edilen bir ağaç türüdür (Aslan, 1994). Ayrıca dünyada Noel

ağacı yetiştiriciliğinde çokça tercih edilen bir ağaç türüdür (Şevik vd., 2013; Gülcü ve Özbedel, 2016).

## 2.2. Pas Funguslarının Genel Özellikleri

Orman ağaçlarının simbiontları parazit, mutualist, komensalist, amensalist, rakip ya da nötralist olabilmektedirler. *Basidiomycota* familyası, *Pucciniomycetes* sınıfı ve *Pucciniales* takımında yer alan pas mantarları konukçularının canlı hücrelerine bağımlı olarak yaşayan zorunlu paraziter mantarlardır (Arthur ve Cummins, 1962; Littlefield, 1981; Allen, Morrison ve Wallis, 1996). Bu grubun neden olduğu hastalıklar çeşitlidir. Ağaçlardaki pas hastalıkları, yaprak ve ibre paslarını, kozalak paslarını, sürgün paslarını, kök paslarını ve süpürge paslarını içermektedir. Bazıları, floem ve kambiyumu kolonize ederek dallara ve gövdelere yayılır. Pas mantarları, kanser, gal, cadı süpürgesi oluşumuna, erken yaprak dökümüne, tepe ve sürgün kırılmalarına neden olmaktadırlar. (Anşin, 1987; Butin, 1995; Montoya, Sanchez, Fernandes ve Noriega, 2002).

Ekonomik olarak en önemli *Basidiomycetes* mantarlarıdır. Yaklaşık 164 cinsi ve 7800 türü bulunmaktadır. Epidemi meydana getirdiklerinde bitki kompozisyonunu ve bitki topluluk yapısını güçlü bir şekilde etkilemektedirler (Dobson ve Crawley, 1994). Arız oldukları konukçu bitkilerin fotosentez potansiyelini azaltarak ve kendi biyokütlelerine fotosentez ürünlerini yönlendirerek ve metabolize ederek, konuklarının karbon ayrışımını azaltmaktadırlar (Dawson, McCraken ve Carlisle, 2005).

Birçok tarım bitkisi, angiosperm ve gymnosperm orman ağaçlarına zararı bulunmaktadır (Hiratsuka ve Sato, 1982; Hiratsuka, 1992; Helfer, 2013). Orman ağaçlarının yapraklarını, dallarını ve gövdelerini etkileyebilmektedirler (Wegwitz, 1993). Hatta bulundukları alanda salgın oluşturduklarında ortamdaki bitki kompozisyonunu bile değiştirebilmektedirler (Helfer, 2013). Özellikle çamlardaki kabarcık pası zaman zaman önemli zararlara yol açmaktadır (Çanakçıoğlu ve Eliçin, 1999; Pekel ve Azaz, 2003).

Pas mantarları genellikle basidiokarp üretmezler ve biyolojileri uzun döngülü olan türler 5 spor dönemi geçirmektedirler (Tablo 2.1). Pas mantarlarının hepsinde, hemen her zaman bu beş spor türü oluşturulmamaktadır. Bununla birlikte bazı pas mantarları gelişim seyirlerini tek bir konukçuda (Ötozik pas mantarları) tamamlarken bazıları ise birkaç konukçu bitkiye (Heterozik pas mantarları) gereksinim duymaktadırlar (Newcombe, 2004).

Önemli araştırmalara rağmen, bugün bile pas mantarları tür düzeyinde tam olarak bilinmemekte ve bu grupta önemli tür çeşitliliğinin açıklığa kavuşturulmaya devam edeceğine inanmak için en az iki neden bulunmaktadır. Bunlardan ilki, dünyanın pek çok yerindeki bitkilerin, özellikle de tropik bölgelerdekilerin, pas mantarları üzerine çok az çalışma bulunmasıdır. İkincisi ise pas mantarlarının familya düzeyindeki geleneksel taksonomisi, öncelikle Teliosporlar gibi fungal yapıların morfolojisine ve daha az ölçüde konukçu kimliği ve yaşam döngüsü aşamalarına dayanmaktadır (Newcombe, 2004; Wingfield, Ericson, Szaro and Burden, 2004). Bu nedenle özellikle ekonomik değeri yüksek olan konukçu türlere sahip olan pas mantarları üzerine çalışmaların yapılması büyük önem arz etmektedir.

Literatür bilgilerine ve yapılan çalışmaların geneline bakıldığında dünyada iğne yapraklı türlerde en yaygın olan pas hastalıklarının; *Cronartium* türlerinin meydana getirdiği gövde pasları, *Chrysomyxa* türlerinin oluşturduğu kozalak pası hastalığı, *Melampsora* türlerinin sebep olduğu ibre pasları, ve *Melampsorella caryophyllacearum* tarafından meydana getirilen göknar kanseri olduğu tespit edilmiştir (Frigimelica, 2010).

*Coleosporium astereum* (Diet.) Syd. (Arthur, 1934), *Pucciniastrum epilobii* Otth (Hiratsuka, McArthur ve Emond, 1967), *Chrysomyxa arctostaphyli* Diet. (Peterson, 1961a;b), *Chrysomyxa pirolata* Wint. *Gymnosporangium clavariiforme* (Wulfen) DC. (1805) (Dragan ve Tanja, 2003), *Thekospora* sp. (Newcombe, 2004) türlerinin de iğne yapraklılarda özellikle çam, ladin ve göknarlarda pas hastalığına sebep olduğu bildirilmektedir.

Tablo 2.1. *Pas mantarlarında dönem, üreme organları ve sporları (Çanakçıoğlu ve Eliçin, 1999)*

| **Dönem Adı** | **Üreme Organları** | **Spor Adı** |
|---|---|---|
| Spermagonium (Pycnidium) | Spermagonium | Spermatum (Pycniospor) |
| Aecium (Esidium) | Aecidi (Esidi) | Aeciospor (Esidiospor) |
| Uredium | Uredo Yatağı | Uredospor |
| Telium | Teleuto Yatağı | Teliospor (Teleutospor) |
| Basidium | Basidi | Basidiospor |

*Cronartium flaccidum* (Alb. & Schwein.) G. Winter 1880, *Melampsora pinitorqua* Rostr., *Gymnosporangium fusc*um DC. ve *Melampsorella caryophyllacearum* Schroet. ülkemizde konifer türlerde görülen önemli pas mantarlarıdır (Çanakçıoğlu ve Eliçin, 1999).

### 2.2.1. *Melampsorella caryophyllacearum Schroet.*

*Melamsorella caryophyllacearum* kuzey yarımkürede göknar türlerinde göknar kanseri hastalığına neden olmaktadır. Hastalığın en göze çarpan belirtileri sarımtırak yeşil renkteki cadısüpürgeleri (Selik, 1980) ile gövdedeki kanserler ve dallardaki küresel şişliklerdir (Podner ve Metzler, 2009). Ağaçta radyal büyüme kaybı, çürüklük mantarları tarafından ksilem çürüklüğü, şişkinliklerin bulunduğu yerlerde rüzgâr kırıkları ve ileriki aşamalarda ağacın ölümü gibi zararlar oluşmasına sebep olur (Ziller, 1974; Drachkov, 1976; Singh, 1978; Solla, Sánchez-Miranda ve Camarero 2006). Bunlara ek olarak *Synanthedon cephiformis* (Ochsenheimer, 1808) adlı böceğin larvaları da bu fungus tarafından oluşturulan dal ve gövde kanserlerinde gelişimlerini göstermektedir (Lastuvka ve Lastuvka, 2015).

#### *2.2.1.1. Melampsorella caryophyllacearum'un Taksonomideki Yeri*

*M. caryophyllacearum* funguslar alemi, Basidiomycota şubesi, Urediniomycetes sınıfı, Uredinales takımı, Pucciniastraceae familyası altında yer almaktadır.

### *2.2.1.2. Melampsorella caryophyllacearum'un Biyolojisi*

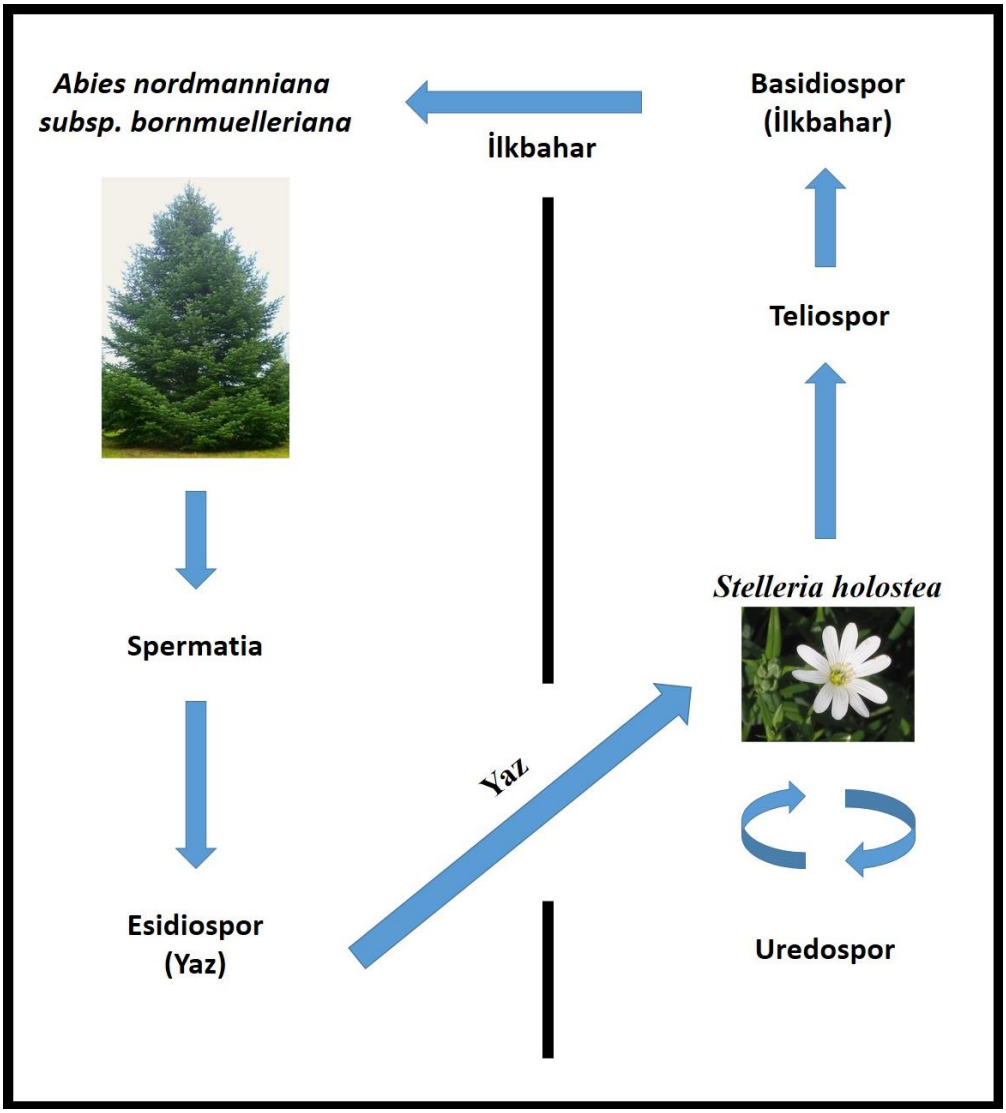
*M. caryophyllacearum* yaşam döngüsünü tamamlamak için iki ana konukçuya ve en az iki yıla gerek duymaktadır. İlkbaharda ara konukçuları olan *Stellaria* ve *Cerastium* gibi *Caryophyllaceae* familyasına ait bitkilerin yaprakları üzerinde uredium ve telium dönemlerini geçirmektedir. Daha sonra Basidi yataklarında gelişen basidiosporlar göknar sürgünlerine bulaşarak yaşam döngüsüne devam etmektedir (Ferguson, 2014) (Şekil 2.1).

Esidiosporlar yaz boyunca ara konukçulara bulaşmaktadır. Bu konukçular üzerinde öncelikle Uredo sonra ise Teleuto yatakları oluşmaktadır. Fungus ilk bulaştığı konukçu üzerinde yıllama kabiliyetindedir. Etrafta hiç göknar olmasa bile Uredium dönemi ile varlığını sürdürebilmektedir. Takip eden ilkbahar döneminde, Teleutosporlar Teleuto yataklarında filizlenmekte ve sonra Basidi yataklarında göknar sürgünlerini enfekte edecek Basidiosporları salmaktadır (Steidley ve Buchanan, 1971; Selik, 1986; Myren, 1994; Solla ve Camarero, 2006).

İlkbahar döneminde ara konukçu bitkilerdeki Basidi yataklarında oluşan basidiosporlar genç göknar sürgünlerinin kabuk içerisine girmektedirler. Burada yıllayan ve kambiyum faaliyetlerine zarar veren miselin faaliyetleri sonucunda hastalığın bulaştığı sürgün şişmeye başlamaktadır ve burada her sene büyümekte olan bir şişkinlik oluşmaktadır. Ancak bu şişkinlik bir tomurcuğa denk gelirse bunların dikine büyümesine ve aşırı dallanmasına sebep olmaktadır. Böylece sürgünlerin etrafında normalden kısa, kalın soluk yeşil ve bir uçlu ibreler oluşarak cadı süpürgesi oluşumu meydana gelmektedir. Haziran-Temmuz ayları arasında cadı süpürgesi üzerinde bulunan ibrelerin alt tarafında fungusun tas biçimindeki esidilerinde turuncu renkte olan 16-30 x14-17 µm büyüklüğünde esidiosporlar oluşmaktadır. Oluşan ibreler yaz sonuna doğru dökülmektedir. Ancak misel cadı süpürgesi ile birlikte kabukta canlı olarak kalmaktadır. Cadı süpürgesi uzun yıllar büyümeye devam etmektedir. (Wilson ve Henderson, 1966; Wegwitz, 1993).

Cadı süpürgesinin ölümünden sonra daldaki şişkinlik ağaç gövdesine yakın ise fungusun miselleri buradan gövdeye girmektedir. Bundan dolayı da gövdede anormal

yıllık halka oluşumları, düzensiz traheid oluşumları gibi bir hipertropi ortaya çıkmaktadır. Göknarlarda buna kanser uru adı verilmektedir (Uslu vd., 2001).

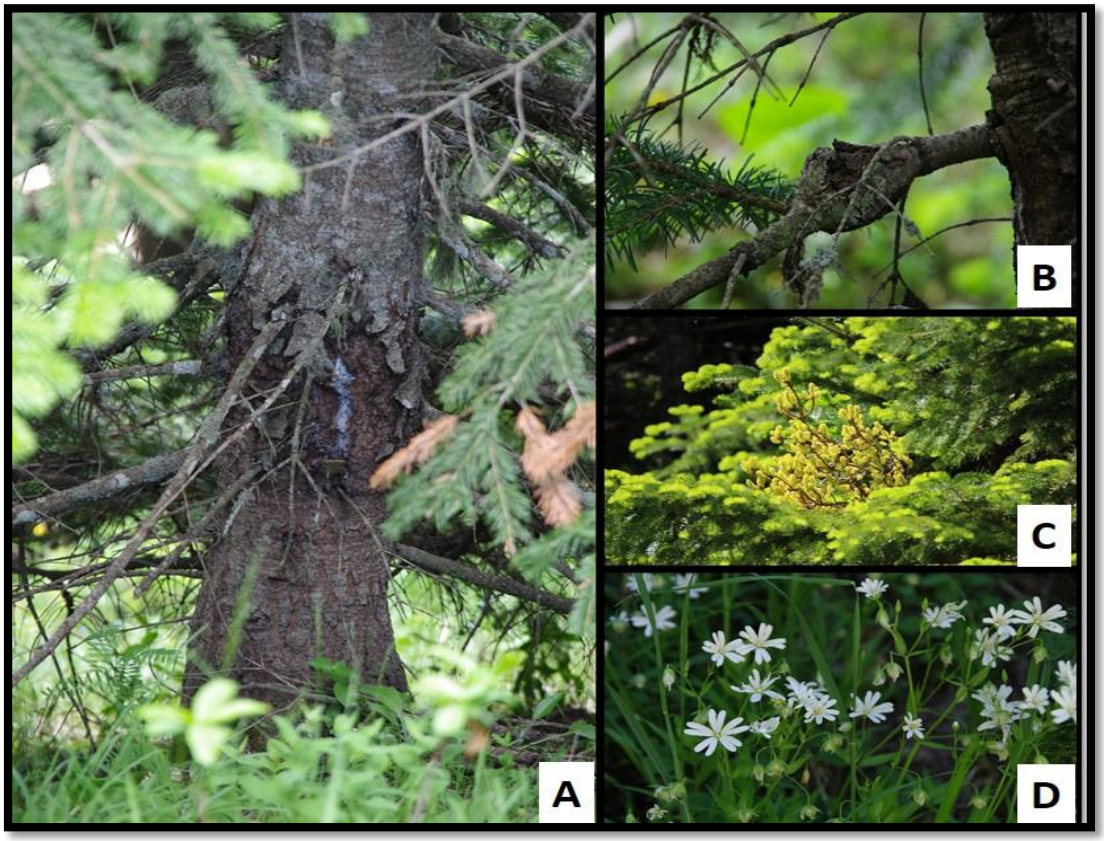



Şekil 2.1. *Melamsorella caryophyllacearum*'un yaşam döngüsü

### *2.2.1.3. Melampsorella caryophyllacearum'un Belirtileri ve Zararı*

Cadı süpürgesi oluşumu ağaçta yalnızca estetik olarak zarar vermektedir. Ancak cadı süpürgesinin üzerinde oluştuğu ilk şişkin kısım gövdeye yakın olursa zarar yapmaktadır. Çünkü burada zamanla kabuk ölmekte ve çatlamaktadır. Daha sonra burada bir kanser şişkinliği meydana gelmektedir (Fotoğraf 2.1). Bu şişkinlikler 60-70 yıl ağaç üzerinde bulunabilmektedir. Şişkinlik üzerinde açılan yaralardan çeşitli odun zararlısı mantarların ve böceklerin girmesini kolaylaştırarak ağaca dolaylı yoldan zarar

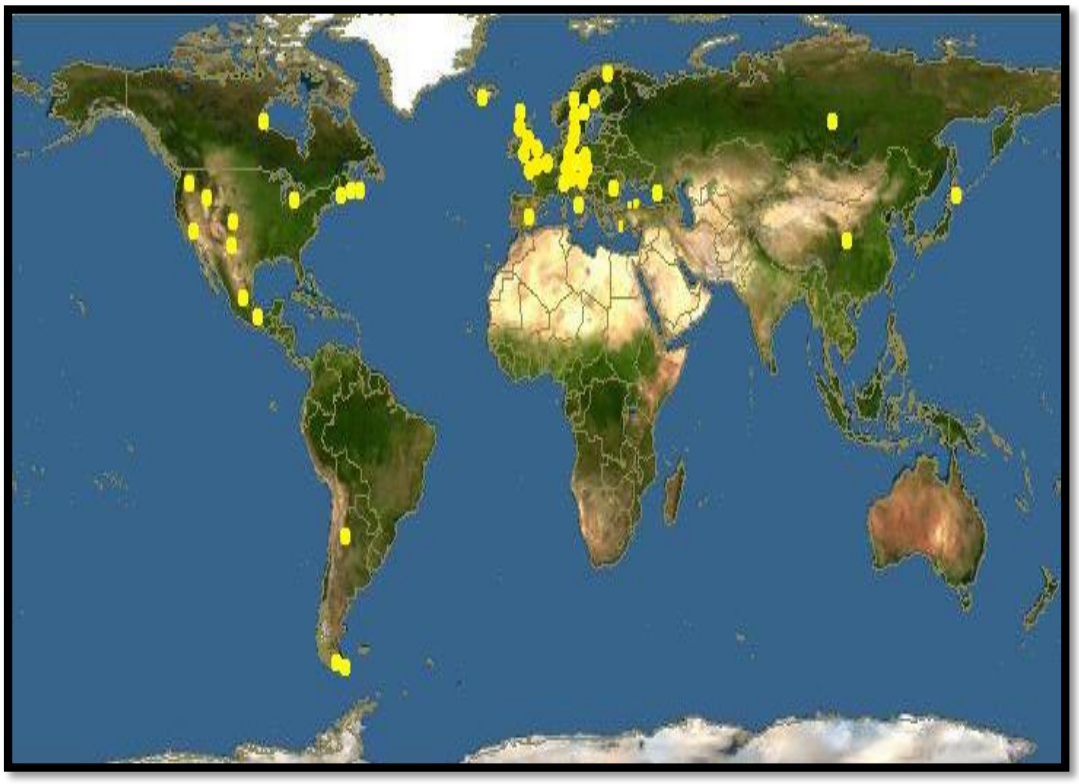
gelebilmektedir (Shigo, 1967). Ayrıca gövdede oluşan kanserler artım kayıplarına, rüzgar, kar, buz ve fırtına kırıklarına sebep olabilmektedir (Boullard, 1979; Oliva ve Colinas 2007a, Roganovic, 2013).




Fotoğraf 2.1. *M. caryophyllacearum*' un belirtileri A. Göknar gövdelerinde oluşan kanser dokuları, B. Dallarda oluşan şişkinlikler, C. Sürgünlerinde meydana gelen cadı süpürgesi oluşumu ve dikaryont konukçusu D. *Stellaria holostea*.

#### *2.2.1.4. Melampsorella caryophyllacearum Schroet.' un Yayılışı ve Konukçu Bitki Türleri*

*Melampsorella caryophyllacearum* kuzey yarım kürede, Amerika, Avrupa ve Asya kıtalarında yayılış göstermektedir (Harita 2.1). Hastalık etmeni heterozik bir fungus olduğu için birden fazla konukçusu bulunmaktadır. Yaşamının bir kısmını *Stelleria, Cerastium, Moehringa, Agrostemma* ve *Arenaria* gibi yıllık otsu bitkilerde geçirirken diğer bir dönemini ise çeşitli *Abies* türlerinde geçirmektedir.



Harita 2.1. *Melampsorella caryophyllacearum* Schroet.**'** un dünya üzerindeki yayılışı

Hastalık etmeni fungus Avrupa'da *Abies alba* Mill.'da (Teggli vd. 1993; Nicolotti vd. 1995, Sinclair ve Lyon, 2005), Amerika'da *A. balsamea* (L.) Mill. 'da, *A. fraseri* (Pursh) Poir.'de, *A. grandis* (Dougl.) Lindl.'de, *A. lasiocarpa* (Hook.) Nutt.'da (Lundquist 1993; Merrill et al. 1993) ve *A. concolor*'da (Garrett, 1925), Kanada'nın doğusunda *A. balsamea*'da (Singh 1978), ve Asya'da *A. sibirica* Ledeb., *A. homolepis* Sieb. & Zucc., *A. firma* Sieb. Et Zucc., *A. mariesii* Mast., *A. mayriana* Miyabe et Kudo, *A. sachaliensis* Mast., *A. veitchii* Lindl.'de yayılış göstermektedir.

Ülkemizde ise bu hastalık etmeni *A. cilicica* subsp. *cilicica* Carr.'da ve *Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana*'da görülmüştür (Tablo 2.2) (Drachkov 1976; Pupavkin 1982; Hama 1987; Uslu vd., 2001; Sarıkaya ve Avcı 2002; Öner, Doğan, Öztürk ve Gürer, 2009).

Tablo 2.2. *M. caryophyllacearum*'*un dünyada tespit edilen konukçu bitki türleri*

| **Konukçu bitki türleri** | **Tespit edildiği ülke** | **Kaynak** |
|---|---|---|
| *Abies alba* Mill. | İspanya<br>İtalya<br>Almanya | Tegli vd., 1993; Solla vd., 2005; Podner ve Metzler, 2009 |
| *Abies firma* Sieb et Zucc.<br>*Abies homolepsis* Sieb. et Zucc.<br>*Abies mariesii* Mast.<br>*Abies mayriana* Miyabe et Kudo<br>*Abies sachaliensis* Mast.<br>*Abies veitchii* Lindl. | Japonya | Ito ve Hama, 1964 |
| *Abies sibirica* | Sibirya | Alekseev vd., 1999 |
| *Abies balsamea* (L.) Mill.<br>*Abies fraseri* (Pursh) Poir.<br>*Abies grandis* (Dougl.) Lindl.<br>*Abies lasiocarpa* (Hook.) Nutt. | Amerika | Garrett, 1925; Lundquist, 1993; Merrill, Wenner ve Peplinski, 1993 |
| *Abies concolor* (Gordon) Lindley ex Hildebrand | | |
| *Abies cilicica* Carr. | Türkiye | Acatay, 1960; Uslu vd., 2001; Sarıkaya ve Avcı, 2002 |
| *Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* Mattf. | | |
| *Cerastium ciliatum* Turcz.<br>*Cerastium schizophelatum* Maxim.<br>*Stellaria frenzlii* Regel<br>*Stellaria media* Cyr.<br>*Stellaria nipponica* Ohwi<br>*Stellaria radians* L. | Japonya | Ito ve Hama, 1964 |
| *Stellaria nemorum* L. | Almanya | Podner ve Metzler, 2009 |
| *Arenaria saponarioides* Boiss. & Balansa | Türkiye | Sert, 2009 |

### *2.2.1.5. Melampsorella caryophyllacearum Schroet. ile ilgili yapılan çalışmalar*

*M. caryophyllacearum* Avrupa, Kuzey Amerika ve Asya'da ekonomik önemi olan birçok göknar türünde zarar yapmaktadır (Frank, 1880, Tubeuf, 1895; 1930; Yoshinaga, 1904; Arthur vd., 1929; Boyce, 1948; Mielke, 1957; Kamei, 1959; Merril vd, 1993; Skelly ve İnnes, 1994; Alekseev vd., 1999; Frigimelica, Carpanelli, Stergulc, Knizek, Forster ve Grodzki, 2001, Bernal ve Ibanez, 2008Nicolotti vd.,1995; Manoliu, Irimia, Grădinariu, ve Ungureanu, 2009; Irimia, 2010). Özellikle Amerika'da yılbaşı ağacı olarak kullanılan göknarlara önemli ekonomik zararları bulunmaktadır (Eshenaur ve Lamb, 2013). Normalde konukçu bitkinin ölümüne neden olmaz, fakat ağacı zayıflatarak diğer zararlıların girişini kolaylaştırmaktadır (Martin Bernal ve İbarra Ibanez, 2008). Yazın erken dönemlerinde fungusun bulaşmış olduğu göknar sürgünlerinde şişkinlik meydana gelmektedir. Eğer bu şişkinlik bir tomurcuğa yakın olursa burada aşırı gelişme meydana gelmektedir ve cadı süpürgesini oluşturmaktadır (Manoliuvd., 2009). Bunun dışında sürgündeki enfeksiyon gövdeye yakın bir yerde olursa ağacın gövde kısmında da şişkinlik ve hatta kanser dokusu oluşmaktadır. Bu kanser dokuları aynı zamanda *Phellinus hartigii* (Allesch. & Schnabl) Pat. gibi bazı funguslara giriş noktası da oluşturabilmektedir (Gilbertson ve Ryvarden, 1987; Cérný, 1989).

*M. caryophyllacearum,* ağaçta yalnızca fiziksel zarara yol açmamakta aynı zamanda kimyasal özelliklerine de etki etmektedir. Manoliu, Irimia, Mircea ve Spac'ın (2011) gerçekleştirmiş olduğu çalışmada *M. caryophyllacearum* tarafından enfekte olan ibrelerdeki hem kalitatif hem de kantitatif özelliklerine olan etkilerini incelemiştir. Bu amaçla sağlıklı ve enfekte olmuş ibrelerden elde ettiği uçucu yağların içeriklerini analiz etmiştir. Yaptığı analizler sonucunda; enfekte olan ibrelerde monoterpen konsantrasyonunun artışı gözlenmiştir. Bunun sonucunda *M. caryophyllacearum* tarafından enfekte edilen ibrelerden ilaç sanayi, parfüm endüstrisi ve aromaterapide kullanılabilecek özellikte ve kalitede uçucu yağların eldesinin imkansız kılınmakta olduğunu belirtmiştir.

Garrett (1925) tarafından yapılmış olan çalışmada Utah (ABD)'da tespit edilen pas mantarlarının bir listesini oluşturmuştur. Yapılan bu çalışmada *M. caryophyllacearum*'un *A. concolor* (Gord.) Parry'da zarar yaptığını belirtmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada ise İngiltere'de hastalık etmeninin *A. alba*'da görülmesine karşın çok yaygın olmadığından bahsedilmiştir (Murray, 1955).

Ülkemizde ise *M. caryophyllacearum* ile ilgili bazı çalışmalar yapılmış olsa da bu çalışmalar hastalığın ülkemizdeki durumu ile ilgili yeterli bilgi sunamamaktadır.

Hama (1964) ve Ito ve Hama tarafından 1964 yılında Japonya'da bazı konifer türlerde cadı süpürgesi oluşumuna sebep olan hastalık etmenlerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada *M. caryophyllacearum* birçok *Abies, Cerastium* ve *Stellaria* türünde tespit edildiği, özellikle bu fungusun subalpin ağaçlandırmada önem kazanan *A. firma* ve *A. homolepis* gençliklerinde ciddi zarar verdiği bildirilmiştir.

Ziller'in yapmış olduğu çalışmalar sonucunda Kanada'nın batı kesiminde ağaçlarda zarar yapan 47 pas türünün olduğunu belirtmiştir (Ziller, 1969). Daha sonra *A. lasiocarpa*'dan elde etmiş olduğu *M. caryophyllacearum* ile inokulasyon deneyleri yapmıştır. Yapmış olduğu inokulasyon denelerinde *S. media*'da *M. caryophyllacearum*'un uredinal enfeksiyonunun sonuca ulaşarak, yaşam döngüsünü tamamladığı tespit etmiştir (Ziller, 1970).

*M. caryophyllacearum*'un gelişimine sıcaklığın etkisini belirlemek amacıyla yapılmış olan bir tez çalışması sonucunda fungusun esidiosporları ve urediosporlarının su agar üzerinde en iyi 10-25$^{o}$C sıcaklıklarda gelişim gösterdiğini bulmuştur. Daha sonra *Stellaria media*'ları fungusun urediosporları ile inokule ederek farklı sıcaklıklarda inkubasyona bırakılmıştır. Bu patojenisite testi sonucunda Urediosporlar 15-25$^{o}$C'de inkubasyona bırakılan bitkilerde 11 ile 14 gün içinde oluşmaya başladığını belirtmiştir (Pawuk, 1971).

Merrill vd.' nin (1993) yapmış olduğu çalışmada Amerika'da daha çok *A.balsamea*'da zarar yaptığı bilinen *M. caryophyllacearum*, *A. fraseri*'de ilk kez rapor edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada hastalık bulaşmış olan sürgünlerin normal sürgünlerden daha

uzun olduğu ve hastalıklı sürgünde bulunan tomucukların normal sürügünde bulunanlara göre daha erken açtığı bildirilmiştir.

Kanada, Britanya Kolombiyası' nda yapılan bir çalışma sonucunda Melampsoraceae familyasına ait; *Pucciniastrum epilobii, Uredinopsis pteridis, Uredinopsis hashiokai, Melampsora abieticapraearum, Uredinopsis longimucronata, Pucciniastrum goeppertianum, Uredinopsis phegopteridis, Uredinopsis struthiopteridis, Milesina laeviuscula, Hyalopsora aspidiotus, Pucciniastrum pustulatum, Melampsora medusae, Melampsora occidentalis* ve *Melampsorella caryophyllacearum*' un göknarların ibre ve sürgünlerinde pas hastalığına sebep olduğunu tespit etmiştir (Wegwitz, 1993).

Sırbistan'da ağaçlardaki ve çalılardaki pas hastalıkları üzerine yapılan bir çalışmada ise *A. balsamea, A. amabilis, A. grandis* ve *A. lasiocarpa* üzerinde *M. caryaophyllacearum* tespit edilmiş ve Sırbistan'da ekonomik olarak önemli pas hastalıkları arasında olduğu belirtilmiştir (Dragan ve Tanja, 2003).

*Abies alba*' nın çap büyümesine *M. caryphyllacearum*' un etkisinin araştırıldığı çalışmalarda hastalıklı olan ağaçların çap büyümesi sağlıklı olanlara nazaran %20 daha az olduğunu ve ağacın odununda travmatik reçine akıntılarının olduğu tespit edilmiş, gövdede oluşan kanserlerin, ağaçtaki çap büyümesindeki kayıplarda önemli bir rol üstlendiği düşünülmüştür (Sánchez-Miranda, Camarero ve Solla, 2006; Solla, Sánchez-Miranda ve Camarero, 2006). Bu sonuçlar *Abies balsemea*' da yapılan sonuçlara benzerlik göstermektedir. Hatta *A. balsamea*' da boy artışında da azalma görülmektedir. (Singh, 1978). Ancak *A. sibirica*' da yapılan çalışmada ağaçta ne çap artımı ne de boy büyümesinde herhangi bir gerileme görülmemiştir (Tretyakova, ve Kosinov, 2003).

*M. caryophyllacearum* enfeksiyonuna çevresel faktörlerin etkisi üzerine yapılan bir çalışmada hastalık etmenin varlığı ile bakı, yükselti, eğim, en yakın nehre uzaklık, göknar ve kayınların bazal bölgesi, çalı, eğreltiotu ve otsu bitki örtüsü gibi abiyotik ve biyotik faktörler arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda güney bakılarda gövde kanserleri kuzey, doğu ve batıya nazaran daha az olduğunu bildirmiştir. Ayrıca

hastalıklı bireylerin düşük yükseltilerde ve nehire daha yakın alanlarda daha fazla bulunduğu görülmüştür. Hastalıklı bireylerin bulunduğu alanlarda *A. alba*'nın bazal alanının daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Buna karşın deneme alanlarının hepsinde eğim, çalı, eğreltiotu ve otsu bitki yüzeylerine göre bakıldığında benzer ortalamaların görüldüğü bulunmuştur. Hastalıklı bireylerde bulunan gövde kanserleri ve dal şişkinlikleri sırası ile 7,5 ve 12,5 m yükseklikte bulunmuştur (Solla ve Camarero, 2006).

Vanderweyen ve Fraiture (2007)'un yapmış olduğu çalışmada Belçika'da 1901 yılından beri pas mantarları ile ilgili herhangi bir çalışma yapılmadığından bahsetmiştir. Yapılan bu çalışma ile Belçika'da pas mantarlarına ait 50 türün tespit edildiğini bildirmiştir. Bu 50 mantar arasında *M. caryophyllacearum*'un, *A. alba*, *C. arvense*, *H. umbellatum*, *S. holostea* ve *S. nemorum* üzerinde yayılışının olduğunu bildirmiştir.

Pireneler'de (İspanya) yapılan bir çalışmada *V. album* ve *Melampsorella caryophyllacearum*, *A. alba*'ların sırasıyla %11,8 ve %14,5' ini etkilemiştir. Bu etmenlerden başka *A. alba* ormanlarında, *Armillaria* ve *H. annosum'*a ait belirtiler, meşcerelerin %93,1 ve %41,4*'* ünde görülmüştür (Oliva ve Colinas, 2007a).

İspanya'da çevresel faktörler ile *M. caryphyllacearum* arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla *A. alba* ormanlarında yapılan bir çalışma sonucunda hastalıklı ağaçların çaplarının sağlıklılara oranla daha kalın olduğu ve ışık indeksinin daha az olduğu meşcerelerde hastalığın daha yoğun olarak görüldüğünü bildirilmiştir (Oliva ve Colinas, 2007b).

Gonthier ve Nicolotti'nin 2013 yılında yapmış oldukları çalışmada da hastalığın ciddiyeti ile meşcerelerin ışık indeksi değerleri arasındaki korelasyon, meşceredeki tepe açıklığının fazla olması, meşcere altında bulunan ve ışık isteği düşük olan alternatif konukçunun varlığını azaltabileceği ve hastalığın alanda daha az görüleceği gösterilmiştir.

Bernal ve Ibanez 2008 yılında yapmış oldukları çalışmada belirttikleri üzere nem oranı, ılıman sıcaklıklar ve uzamış yağışların olduğu iklim koşulları, *M.*

*caryophyllacearum*'un enfeksiyonu için ideal şartlar oluşturmaktadır. Bu çevresel faktörlerin, konukçu bitkinin bu mantar tarafından inoküle olma yatkınlığında büyük öneme sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Güneybatı Almanya'da Podner ve Metzler'in (2009) yapmış olduğu çalışmada, saf *Picea abies* ormanlarının *Abies alba* ve diğer yerli türlerin kullanılarak karışık meşcere haline getirildiği alanlarda *A. alba*'nın plante edildiği sahaların ciddi bir şekilde *M. caryophyllacearum* tarafından enfekte edildiğini rapor etmiştir. Bu çalışmanın sonucunda bu pas mantarının, *A. alba*' nın genç plantasyonlarını %100'e kadar enfekte edebileceği belirtmiş, bu nedenle, *M. caryophyllacearum'* un belirli koşullar altında, yüksek kaliteli *A. alba* kerestesi üretiminde hala ciddi bir tehdit oluşturabileceğinden bahsetmiştir. Ayrıca *Caryophyllaceae* familyasından olan konukçuların yakınlarında bulunan doğal gençlik ve plantasyon sahalarında hastalığın görülme olasılığının daha fazla olabileceğinden bahsetmiştir.

Frigimelica (2010) tarafından İtalya' da yapılan bir çalışmada bu pas hastalığının görülme sıklığının ormanlar arasında büyük ölçüde değişiklik gösterdiği belirtilmiştir. Söz konusu çalışmada hastalığın yoğunluğunun cadı süpürgelerinin ve / veya dal veya gövdedeki kanserleri olan ağaçların yüzdesine göre değerlendirilmiştir.

Stanivukovic' in (2010) Sırbistan'da yapmış olduğu çalışmada *M. caryophyllacearum* ile enfekte olan ağaç sayısının 800 m yükselti basamağında 400 m yükselti basamağında olanlara göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca enfeksiyon yoğunluğunu artan toprak ve hava nemi ile ayrıca alandaki *Caryophyllaceae* familyasına ait otsu bitkilerin bulunmasının da önemli ölçüde arttırabileceği belirtilmiştir.

Lakatos, Mirtchev ve Mehemeti' nin 2014 yılında Güneydoğu Avrupa'da tespit edilen orman zararlıları hakkında yazmış olduğu kitapta *A. alba'* da zarar yapan *M. caryophyllacearum'* un gelişimini, düşük ışık ve yüksek nem koşullarının arttırdığı yönünde bilgi vermiştir. Ayrıca benzer şekilde ışık indeksini etkileyen alan faktörlerinin fungusun yayılmasında büyük rol oynadığını ilişkilendirilmiştir.

Ülkemizde bu hastalık ilk olarak Acatay (1960) tarafından Düzce ve Ayancık (Sinop)'ta bulunan saf ve karışık Uludağ Göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana*) meşcerelerinde tespit edilmiştir. Özellikle bu hastalığın 1200-1500 m rakımlarda dikkat çekecek kadar fazla olduğunu belirtmiştir.

Göbelez' in 1962 yılında yapmış olduğu çalışmada da *M. caryophyllacearum'*un Kastamonu'daki Uludağ göknarı ormanlarında yayılış yaptığı bildirilmiştir.

Uslu vd.'nin 2001 yılında yapmış olduğu çalışmada son zamanlarda, Uludağ Göknarı ormanlarında olağanüstü üretimlerinin artması dikkat çekmiştir. Yapılan bu araştırmada Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı, Bostan ve Karadere ve Handüzü Orman İşletmelerinde Uludağ Göknarı ormanlarındaki tüm ağaçların % 60-70'inin gövdelerinde kanser ve çatlaklar olduğu; üst dalları üzerinde şişlikler ve cadının süpürgelerinin görüldüğü bildirilmiştir. Cadı süpürgesinin görülme sıklığının yaşlıgöknar ağaçları arasında arttığı görülmüştür. Ayrıca gövdedeki kanserler yüzünden ağaçlarda rüzgar ve kar devriği zararı meydana geldiği rapor edilmiştir.

Sarıkaya ve Avcı, 2002 yılında Batı Akdeniz Bölgesindeki *Abies cilicica* Carr.'da bulunan zararlı ve hastalıkları ile ilgili yapmış oldukları çalışmada bu ağaç türünde *M. caryaophyllacearum'*un varlığından bahsetmişlerdir.

Sert'in (2009) ve Öner vd.'nin 2009 yılında yapmış oldukları çalışmalarda bu hastalık etmeninin Burdur'da *Arenaria saponarioides*'te, Çankırı ve Karabük' te Uludağ Göknarı meşcerelerinde bulunduğuna dair kayıtlar yer almaktadır.

### 2.3. *Hastalıkların coğrafi dağılım modellemesine yönelik yapılan çalışmalar*

Modelleme ile ilgili dünyada en fazla çalışma bitki türlerinin dağılımına yönelik olarak yapılmıştır. Bitki türleri dışında bazı çalışmalarda yaban hayvanları, böcekler ve mantarlar hedef türler olarak değerlendirilmiştir. Özellikle hastalıklarla mücadelede modelleme kullanılarak oluşturulan risk haritaları bu konuda önem arz etmektedir (Holdenrieder, Pautasso, Weisberg, ve Lonsdale, 2004). Bu bağlamda fungusların meydana getirdikleri hastalıkların coğrafi dağılım modellemesine yönelik yapılan bazı önemli çalışmalar aşağıda özetlenerek sunulmuştur.

Güney Afrika Cumhuriyeti'nde Van Staden, Erasmus, Roux, Wingfield ve van Jaarsveld'in 2004 yılında çam ve okaliptüs türlerine arız olan *Sphaeropsis sapin*ea (Fr.:Fr.) Dyko and Sutton [Syn. *Diplodia pinea* (Desm.) Kickx] ve *Cryphonectria cubensis* hastalık etmenlerinin habitat dağılım modellerini yapmışlardır. Çevresel parametrelerden elde edilen alanlar doğu Mpumalanga, orta ve batı KwaZulu-Natal ve doğu burnundaki yerlerde *Sphaeropsis sapin*ea'nın enfeksiyon risk dağılımı belirlenmiştir. *Cryphonectria cubensis'*in modellemesinin sonucunda KwaZulu-Natal'ın kıyı kesimin ile kuzeyindeki iç kesimlerde birkaç alanda, Mpumalanga ve Limpopo illerinde patojenin olası dağılımları belirlenmiştir.

Kelly, Shaari, Guo ve Liu'nun 2005 yılında yapmış oldukları çalışmada, Amerika Birleşik Devletleri'nde ani meşe ölümlerine neden olan *Phytophthora ramorum*'un potansiyel habitat denemelerinin hastalık ile mücadelede önemli olduğunu düşünerek 5 farklı model (Kural tabanlı model, lojistik regresyon, sınıflandırma ve regresyon ağacı, genetik algoritma modeli ve vektör destekli makineler) üretmişlerdir. Kural tabanlı model ve lojistik regresyon analizlerinin sonucuna göre hastalık nedeni olan *Phytophthora ramorum* doğudan güneydoğuya kadarki alanlarda yüksek risk görülürken, kuzeye doğru riskin azaldığı tespit edilmiştir. Sınıflandırma ve regresyon ağacı ve genetik algoritma modeli sonuçları da benzer çıkmıştır. Bu iki modelin önceki ikisinden farkı, batıda bulunan eyaletlerde de yüksek risk belirlenmiş olmasıdır. Vektör destekli makinelerin sonuçları ise diğerlerinden daha kaba sonuçlar vermiştir.

Kluza, Vieglais, Andreasen ve Peterson'ın (2007), *Phytophthora ramorum*' un neden olduğu ani meşe ölümlerinin coğrafik yayılış tahminlerini belirlemek amacıyla ekolojik niş modeli tekniklerinden yararlanmışlardır. Ekolojik niş modeline dayanarak patojenin Kaliforniya'daki dağılımını ve yerel türlerin potansiyel dağılımlarını türetmişlerdir. Modellemenin sonucunda patojeninin Kaliforniya Nevada'da eğimli batı yamaçlarla beraber kuzey ve güney kıyılar boyunca da yayılış gösterdiğini belirlemişlerdir.

Klopfenstein, Kim, Hanna, Richardson ve Lundquist'in 2009 yılında yapmış oldukları çalışmada iklim değişikliğinin orman hastalıklarına etkilerinin tahmin edilmesi, hastalıkların olumsuz etkilerini en aza indirgeyen orman yönetimi uygulamalarını belirlemede yardımcı olacağını belirtmiştir. Doğru olarak tespit edilen patojenlerin ve konukçıların kesin yerleri belgelenmesi ve hangi iklim faktörlerinin tür dağılımını etkilediğini belirlemek için mekansal olarak referans alınması gerektiğinden bahsetmiştir. Bu bilgiler ile biyoklimatik modeller, öngörülen iklim senaryoları altında konukçu ve patojen türleri için uygun iklim alanının oluşumu ve dağılımını tahmin edebileceğinden söz etmiştir. Ayrıca dağılım verileri genellikle eksik olduğundan orman patojenleri için tahmin edilebilir kapasitenin son derece sınırlı olduğunu bildirmiştir.

La Manna, Matteucci ve Kitzberger' in 2012 yılında *Austrocedrus chilensis* ormanlarında zarar yapan *Phytophthora austrocedrae* mantarı üzerine yaptıkları çalışmada yaygın olarak kullanılan üç farklı modelleme tekniği (Mahalanobis mesafesi, MaxEnt ve lojistik regresyon) kullanılmıştır. Her modelde çevrenin sağlık durumu ve akarsulara uzaklık, eğim, bakı, yükseklik, ortalama yıllık yağış ve toprak pH'ı gibi çevresel etmenleri kullanılmıştır. Her üç model ile hastalığın tahmini dağılım modelleri oluşturulmuştur. Ancak, Maxent ve Lojistik regrasyon, anlamlı bir farklılık gösteren, en iyi öngörücü performansı sunduğunu belirlemiştir. Bu modellere göre hastalık belirtisi göstermeyen orman alanlarının %50'sinin hastalık riski olabilecek alanlarda bulunduğunu belirtmiştir.

Dal Maso ve Montecchio'nun (2014) son zamanlarda dişbudaklarda ciddi zararlara sebep olan *Hymenoscyphus fraxineus*'un potansiyel dağılımının modellenmesi üzerinde yapmış oldukları çalışmada tür dağılım modellemesi kullanılmıştır. Ayrıca, bir ağ analizi, patojenin doğal yayılışı için gerçekçi risk tahminlerini elde etmek amacıyla yayılış dinamiğine dahil edilmiştir. Bu multi-modelleme prosedürü sonucunda en fazla tehlike altındaki bölgelerin, merkezi ve doğu Alpler, Baltık Devletleri, güney Finlandiya ve Slovakya ile güney Polonya'yı kapsayan alanları gösterirken, çalışma alanının çoğu, hastalığın doğal yayılışı için daha az uygun görülmüştür. Ayrıca istatistiksel model tahminlerinin, bol yaz yağışları, yüksek toprak nemi ve düşük hava sıcaklığı ile yüksek oranda korelasyon gösterdiği belirtilmiştir.

Da Silva Galdino, Kumar, Oliveira, Alfenas, Neven, Al-Sadi ve Picanço'nun (2016) yapmış oldukları çalışmada Mango ani kuruma hastalığının küresel potansiyel dağılımınının tahmin edilmesi, potansiyel Mango ani kuruma hastalığı riski altında olan mango yetiştirme alanların tanımlanması ve hastalığın dağılımı ile ilişkili iklim faktörlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu hastalığın global potansiyel dağılımını değerlendirmek için bağıntılı maksimum entropi tabanlı model (MaxEnt) algoritması kullanmıştır. Ortalama yıllık sıcaklık, en soğuk çeyrekteki yağış miktarı, yağış mevsimselliği ve en kurak ay değişkenlerinin hastalığın potansiyel dağılımında etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak, uygulanan modelin öngördüğü alanlarda patojenin hastalık oluşturma olasılığının yüksek olduğu görülmüştür.

Gutiérrez-Hernández, Sánchez Hernández, Ramo, Sánchez-Solana ve García'nın (2017) yapmış oldukları araştırmada Endülüs'te (Güney İspanya) *P. cinnamomi*'nin potansiyel dağılımını tahmin etmek için çevresel niş modelleri uygulanmıştır. Bu kapsamda çalışma alanında *P. cinnamomi*'nin varlık yokluğu hakkında coğrafi referanslı bir veritabanı geliştirilmiştir. Çıkarımsal yaklaşım, varlık-yokluk verilerini kullanan regresyon yöntemlerine ve varlık-arka plan verilerini kullanan makine öğrenme algoritmalarına dayanarak ve ROC/AUC kullanarak modeller değerlendirilmiştir. Sonuç olarak modeller Endülüs'te *P. cinnamomi*'nin, bölgenin üçte biri ile yarısı arasında ve bağlantılı alanlardan oluşan büyük bir potansiyel yayılış alanı olduğunu göstermiştir.

Yine Endülüs'te meşe ormanlarına arız olan *Phytophthora cinnamom*i'nin mevcut ve gelecekteki potansiyel dağılımını doğru olarak tahmin etmek için Duque-Lazo, Navarro-Cerrillo, Van Gils, ve Groen (2018)'nin yapmış oldukları çalışmada tür dağılım modellerini kullanmışlar ve hangi çevresel değişkenin patojenin dağılımını etkilediği değerlendirilmiştir. Sonuç olarak *Phytophthora cinnamomi*'nin mevcut potansiyel dağılımı için doğru tahminler elde edilmiştir.

Hirata, Nakamura, Nakao, Kominami, Tanaka, Ohashi, Takano, Takeuchi ve Matsui'nin (2017) yapmış oldukları çalışmada dünya çapında 21 duyarlı çam türlerinde çam solgunluk hastalığı riski değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmada, ortalama aylık sıcaklık ve 15 aylık ortalama sıcaklığın 15 °C'yi aştığı zaman arasındaki

farkın toplamı, çam solgunluk hastalığı'na karşı korunmasız olabilecek bölgeleri belirlemek için kullanılmıştır. Ayrıca, her bir çam türünün tür dağılımı modellerini kullanarak iklim değişikliğinin habitat uygunluğu üzerindeki etkisi de değerlendirilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya'nın güney kısımları bu hastalığa karşı hassas bölgeler olarak sınıflandırılmıştır.

Ikegami ve Jenkins'in 2018 yılında yaptıkları çalışmada çam solgunluğu hastalığının dağılımını belirlemek adına MaxEnt modellemesi kullanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre sarıçam gibi bazı konukçu türlerin hastalığın yayılış gösterebileceği alanların dışında kaldığı ancak iklim değişikliği şu anda öngörülen haliyle devam ederse bu alanların yarısının risk altında olabileceği belirtilmiştir.

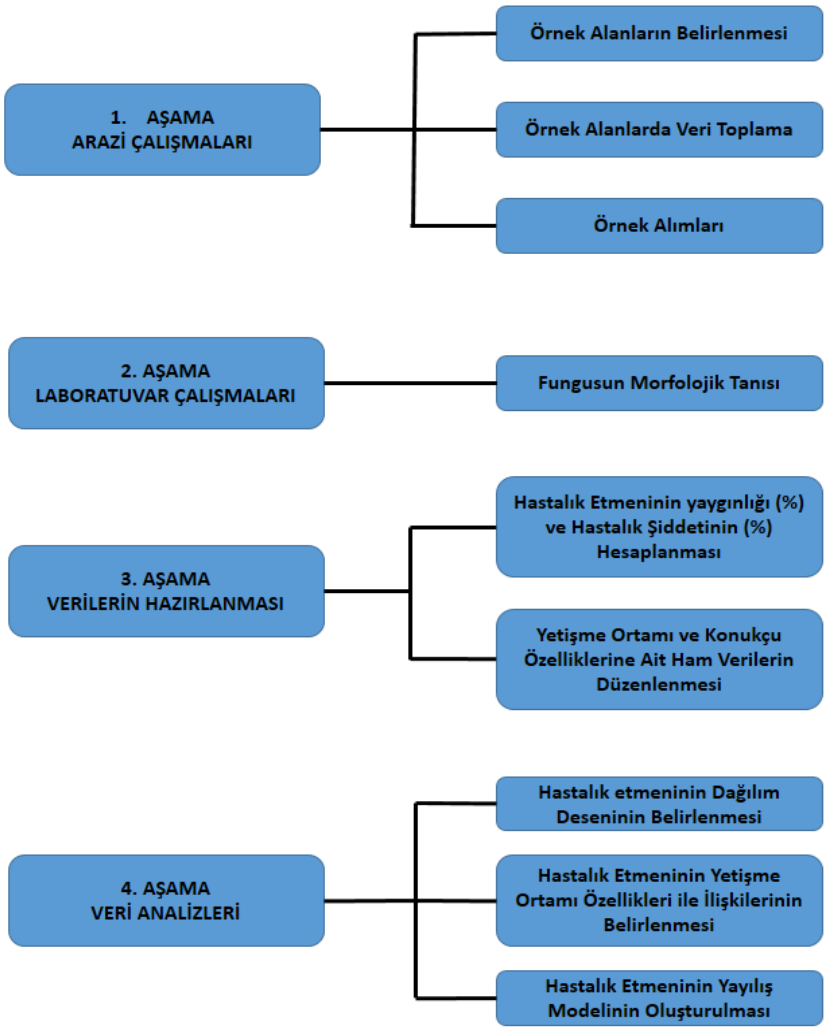
Narouei-Khandan, Harmon, Harmon, Olmstead, Zelenev, Van der Werf, Worner, Senay ve van Bruggen (2017)'in Doğu ve Kuzeybatı ABD ve Kanada'da yaban mersini ve kızılcıklar üzerinde önemli bir endemik hastalık olan *Vaccinium* dal yanıklığı üzerine yapmış oldukları araştırmada hastalığın potansiyel küresel dağılımını tahmin etmek için MaxEnt ve Multi Model Framework modelleri kullanılmıştır. En kurak çeyrekteki yağış ve ortalama yıllık sıcaklık küresel dağılımını tahminin çoğuna katkıda bulunmuştur. Sonuçlar, *P. vaccinii*' nin MaxEnt modeline göre optimal yıllık ortalama sıcaklığın 10°C olmasına rağmen, serin iklimlerle sınırlı olmadığını göstermektedir. Uygulanan modeller, ABD'nin merkezi ve doğu ABD ile ABD ve Kanada'nın batı kıyısındaki iklimlerin hastalığın yayılışında yardımcı olacağını doğru bir şekilde tahmin etmiştir.

Bosso, Luchi, Maresi, Cristinzio, Smeraldo ve Russo (2017) yapmış oldukaları çalışmada İtalya'da *Diplodia sapinea* için maksimum entropi modelleri geliştirmiştirler. *D. sapinea*'nın gelecekteki iklim projeksiyonlarını tespit etmek için iki temsili konsantrasyon yolu ve iki zaman projeksiyonu için altı küresel iklim modeli kullanılmıştır. Hastalığın yayılışını etkileyen en önemli çevresel faktörlerin, arazi örtüsü, rakım, en kuru ve en sıcak çeyreğin ortalama sıcaklığı, en düşük çeyrek yağışları, yağış mevsimselliği ve en soğuk ayın asgari sıcaklığı olduğu görülmüştür. Sonuç olarak *D. sapinea*'nın dağılımının çoğunlukla orta ve güney İtalya'da olabileceği belirtilmiştir.

# MATERYAL VE YÖNTEM

## 3.1. Materyal

Araştırmanın ana materyalini, araştırma sınırları içerisinde yer alan Uludağ Göknarı (*A. nordmanniana* subsp. *bornmülleriana*) ormanları ve bu ağaç türünde Göknar Kanseri hastalığına sebep olan *Melampsorella caryophyllacearum* oluşturmaktadır. Araştırmalar Grafik 3.1'de belirtilen aşamalar çerçevesinde yürütülmüştür.

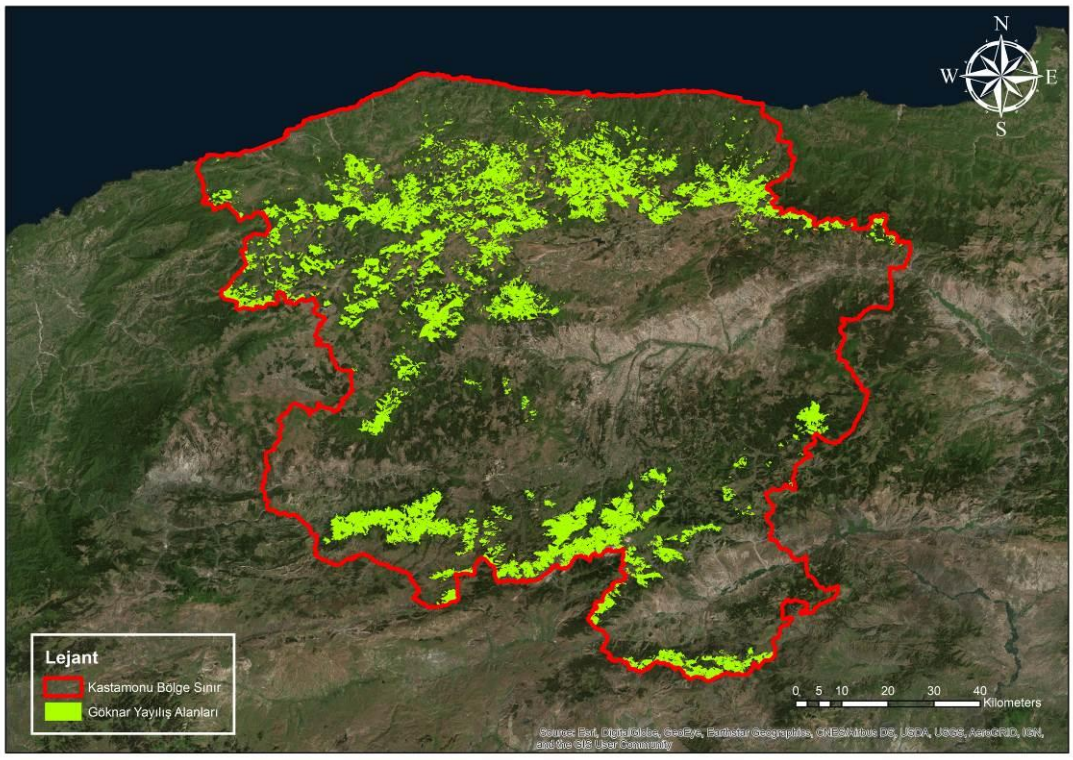



Grafik 3.1. Araştırma aşamaları

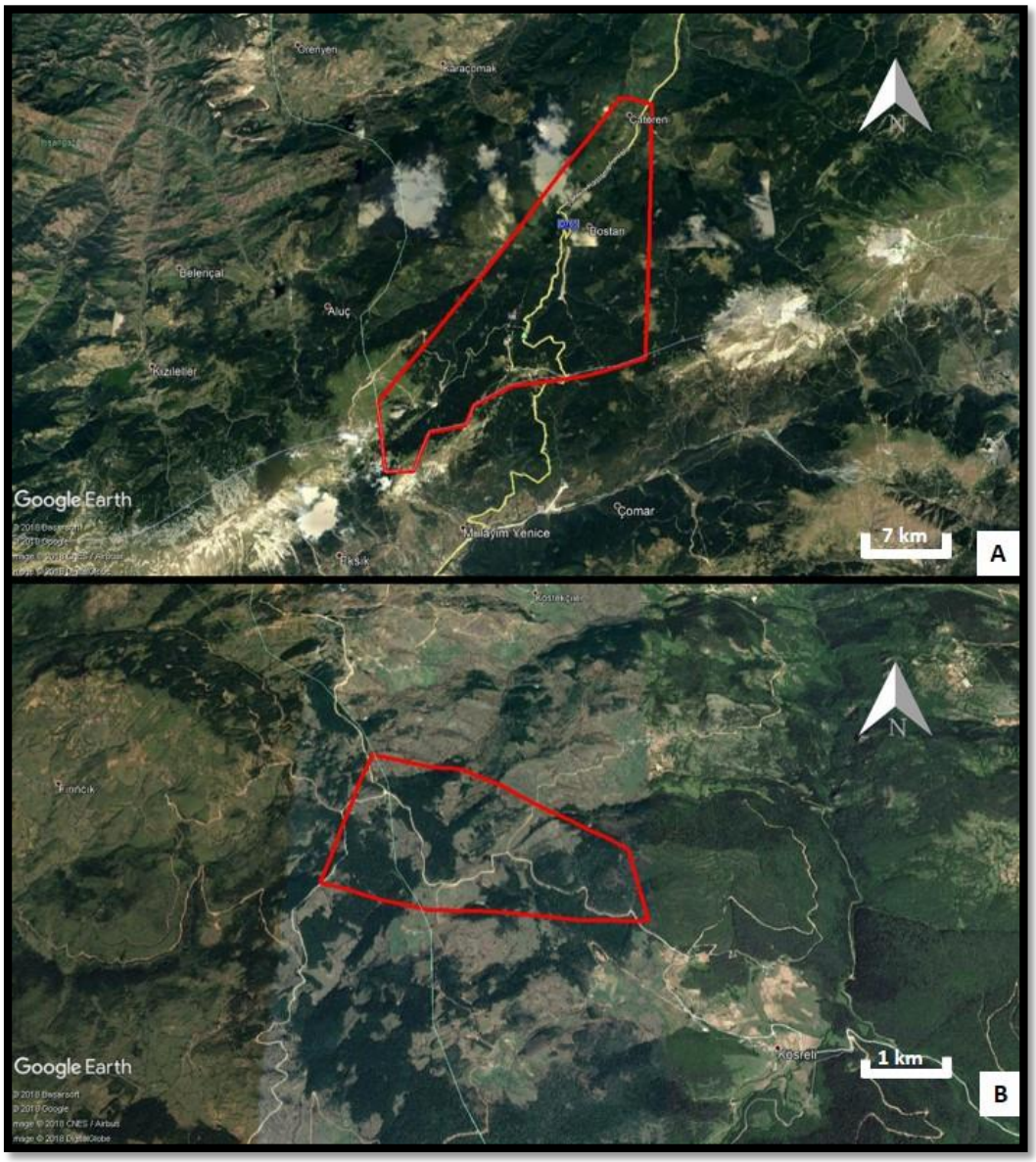
### 3.1.1. Araştırma Alanı

Araştırma alanını kapsayan Uludağ göknarı ormanları Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı Azdavay, Bozkurt, Cide, Çatalzeytin, Daday, Hanönü, İhsangazi, İnebolu, Karadere, Kastamonu, Küre, Pınarbaşı, Samatlar, Taşköprü ve Tosya İşletme Müdürlükleri ile Ilgaz ve Küre Dağı Milli Parkları sınırları içerisinde yer almaktadır. Kastamonu yöresinde yer alan Uludağ Göknarları ormanları toplamda 124.752,53 ha. alanı kaplamaktadır ( Harita 3.1).

Hastalığın yoğunluğu ve şiddetinin belirlemeye yönelik yapılan çalışmalar, Kastamonu il merkezine 40 km uzaklıkta yer alan Ilgaz Dağı Milli Parkı ve çevresi ile Küre ilçesi Kösreli mevkiinde yer alan Uludağ Göknarının yayılış gösterdiği alanlarda sürdürülmüştür (Harita 3.2). Hastalığın yayılış modellemesine ait veriler ise Kastamonu ili Uludağ göknarı sahalarından toplanmıştır.




Harita 3.1. Kastamonu ili Uludağ göknarı yayılış alanları




Harita 3.2. Hastalığın yoğunluğu ve şiddetinin belirlemeye yönelik yapılan çalışma alanları A. Ilgaz Dağı ve çevresi, B. Küre-Kösreli Mevkii

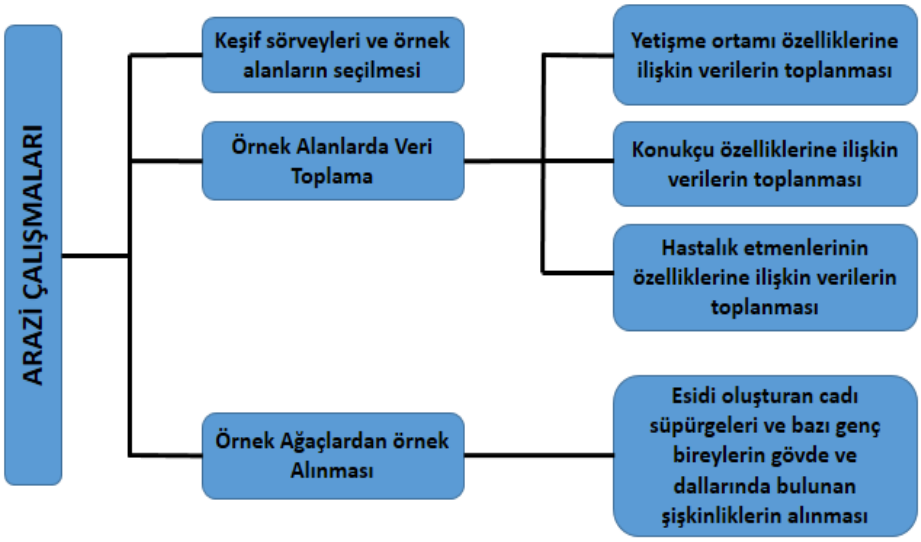
## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Hastalığın yoğunluk ve şiddetinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalar

#### *3.2.1.1. Arazi Çalışmaları*

Araştırmanın arazi çalışmaları aşamasında keşif sörveyleri ile araştırmaların yürütüleceği örnek alanlar seçilmiş ve ardından örnek alanlarda yetişme ortamı,

konukçu özellikleri ve hastalık etmenleri ile ilgili verilerin toplanmasına yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmalarının aşamaları Grafik 3.2'de sunulmuştur.




Grafik 3.2. Arazi çalışmalarının aşamaları

#### 3.2.1.1.1. *Keşif sörveyleri ve örnek alanların seçilmesi*

Keşif sörveyi; herhangi bir faydalı veya zararlı organizmanın bir ülkede veya bir bölgede var olup olmadığını tespit etmektir (Anonim, 2012). Bu araştırmada, keşif sörveyleri, araştırma alanında Göknar Kanseri ile ilişkili fungal hastalık etmeninin bulunduğu ve araştırmaların yürütüleceği örnek alanların tespit edilmesi amacı ile gerçekleştirilmiştir.

Keşif sörveylerine ait arazi karneleri incelenerek, farklı yükselti basamakları ve bakılarda yer alan hastalık etmenlerine ait belirtilerin görüldüğü alanlar, araştırmanın yürütüleceği örnek alanlar olarak seçilmiştir.

Sörveylerde tespit edilen örnek alanların coğrafi konumları, yükseltisi, bakısı arazi karnesine not edilmiştir (Şekil 3.1).

| Yetişme Ortamı Özellikleri Arazi Karnesi | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Örnek Alan No | Koordinatlar | | Yükselti (m) | Bakı |
| | Enlem | Boylam | | |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |

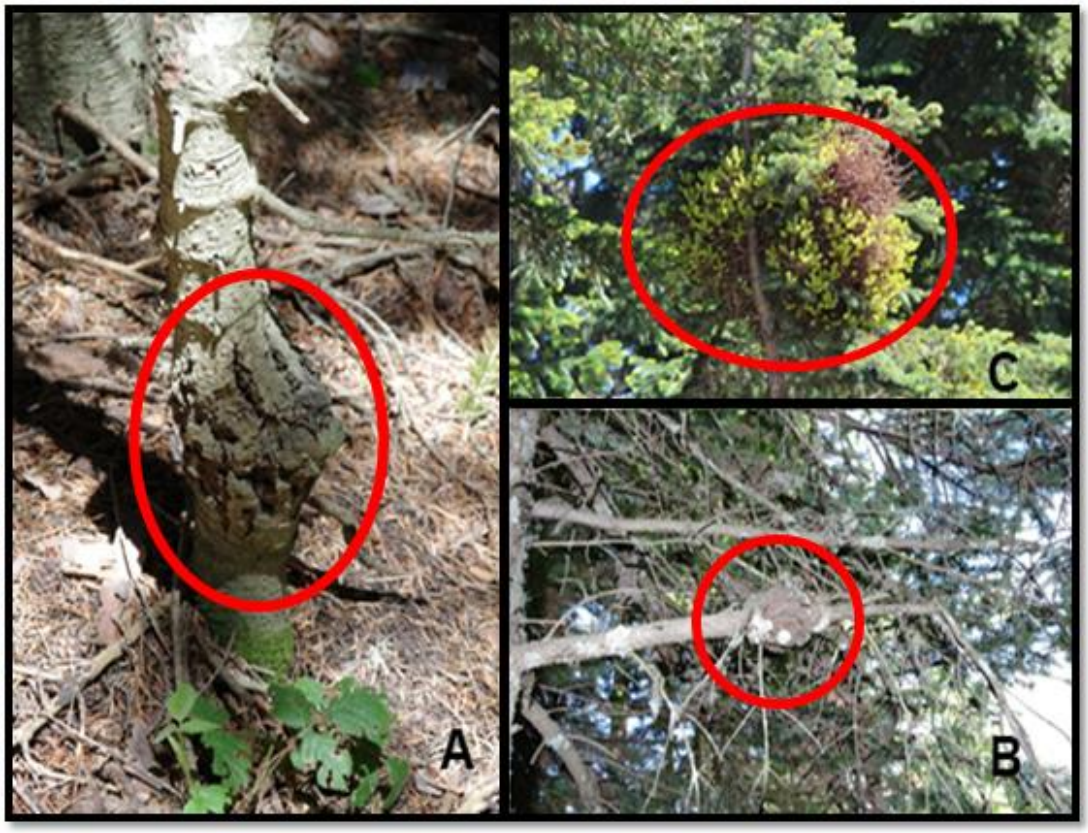
Şekil 3.1. Örnek alanlar ile ilgili özelliklerinin not edildiği karne

### *3.2.1.2. Örnek Alanlarda Veri Toplama*

Örnek alan çalışmaları 2016-2017 yılları Haziran ve Ağustos ayları arasında yürütülmüştür.

Ilgaz Dağı Milli Parkı ve çevresi ile Küre ilçesi Kösreli mevkiinde yapılan arazi çalışmalarında daha önceden hastalık belirtilerinin de görüldüğü Uludağ Göknarı sahalarında 20x10m genişliğinde toplamda 172 örnek alan alınmıştır. Örnek alanların etrafı şeritmetre ile belirlenmiştir. Bu örnek alanların köşe koordinatları GPS yardımı ile alınmıştır.

Örnek alanların sınırlarının belirlenmesinden sonra örnek alanların yetişme ortamı özellikleri tespit edilmiştir. Daha sonra örnek alan içerisinde yer alan 4230 örnek ağaç tek tek incelenmiş ve bu ağaçların GPS yardımı ile konumları kayıt edilmiştir. Konumu kaydedilen bireyler hastalığa ait olan belirtilerin (Fotoğraf 3.1) varlığı bakımından incelenmiştir.




Fotoğraf 3.1. Hastalık etmeni tarafından oluşturulan belirtiler A. gövde kanseri, B. dal şişkinliği, C. cadı süpürgesi oluşumu

#### *3.2.1.2.1. Yetişme ortamı özelliklerine ilişkin verilerin toplanması*

Ölçümler örnek alanlarda, alanın orta kısmında gerçekleştirilmiştir. Yetişme ortamı özellikleri olarak alanda ölçülen özellikler EK 1'de verilmiştir. Koordinatlar el GPS'i, yükselti altimetre, bakı pusula ile ölçülerek örnek alan arazi karnesine işlenmiştir.

#### *3.2.1.2.2. Konukçu özelliklerine ilişkin verilerin toplanması*

Her örnek alanda konumu kaydedilen bireylerin göğüs yüksekliğindeki çapları ölçülüp arazi karnesine işlenmiştir. Konukçuların sağlık durumu, örnek alanlarda, alan içerisine giren her bir bireyin sağlıklı ve normal gelişim sergileyen (iğne yaprak rengi, sürgün gelişimleri normal, kuru dal, geriye doğru ölüm belirtisi görülmeyen) bir birey kıstas alınarak görsel olarak yapılan değerlendirme ile belirlenmiştir.

### *3.2.1.2.3. Hastalık etmeninin özelliklerine ilişkin verilerin toplanması*

Arazi çalışmaları sırasında toplamda 4230 ağaç incelenmiştir. Konumları kaydedilen, her bir ağaç, Göknar Kanserinin belirtilerinin (Cadı süpürgesi, dal şişkinliği, gövde kanseri) varlığı bakımından incelenmiştir. Herhangi bir belirtiye rastlanılırsa, arazi karnesinde ilgili belirtiye ait sütunda belirtilmiştir (Şekil 3.2)

| Örnek Alan No | Hastalık Belirtilerine İlişkin Arazi Karnesi | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Örnek Ağaç No | Ağacın Yaşı | Ağacın Çapı (cm) | Gövde Kanseri | Dal Kanseri | Cadı Süpürgesi | Açıklama |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Şekil 3.2. Örnek alan içerisine giren bireylerin özellikleri ve hastalık belirtilerine ilişkin bilgilerin not alındığı arazi karnesi

### *3.2.1.3. Örnek alımları*

Örnek alanlardan esidi oluşturan cadı süpürgeleri ve bazı genç bireylerin gövde kanserleri ve dallarında bulunan şişkinlikler toplanmıştır. Bu örnekler, örneğin alındığı alan numarası, örnek numarası ve tarihi yazılarak poşetler içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Örnekler incelemeye alınana kadar buzdolabında (4˚C±1˚C) muhafaza edilmiştir.

## 3.2.2. Laboratuvar Çalışmaları

### *3.2.2.1. Fungusun morfolojik tanısı*

Laboratuvar çalışmalarının ana materyallerini, hastalık etmenine ait cadı süpürgesi belirtisi ve üzerinde esidileri taşıyan enfekte olmuş ibreler oluşturmuştur. Ayrıca arazi çalışmalarından toplanan gövde kanserleri ve dal şişkinliklerinin enine kesitleri de incelenmiştir (Fotoğraf 3.2). Fungusun teşhisi esidilerin morfolojik yapısı ve büyüklüğü göz önünde tutularak yapılmıştır.



Fotoğraf 3.2. Laboratuvarda incelenen gövde kanseri, dal şişkinliği ve cadı süpürgesi

### 3.2.3. Verilerin Hazırlanması

Araştırma kapsamında, örnek alanlarda yetişme ortamı, konukçu ve hastalık etmeninin özelliklerine ilişkin veriler toplanmış, hastalık ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkilerin analizlerinde kullanılmıştır.

#### *3.2.3.1. Yetişme ortamı özelliklerine ait verilerin hazırlanması*

Yetişme ortamı özelliklerine ait veriler, arazi çalışması sırasında örnek alanlarda gerçekleştirilen ölçümler sonucunda arazi karnesine not edilen ham verilerin istatistik analizlerde kullanılan uygun formata dönüştürülmesi sonucunda oluşturulmuştur.

#### *3.2.3.2. Konukçu özelliklerine ilişkin verilerin hazırlanması*

Konukçu özelliklerine ilişkin veriler, araştırma alanında hastalığın simptomlarının ağaçlar üzerinde bulunma durumları ve her bir konukçuda oluşturdukları zarar şiddeti ile ilişkilendirilmiştir.

#### *3.2.3.3. Hastalık etmenine ilişkin verilerin hazırlanması*

Hastalık etmenlerine ilişkin veriler; araştırmaya konu olan fungal hastalık etmeninin (*M. caryophyllacearum*) (1) bulunup bulunmaması (var/yok), (2) yaygınlığı (%) ve (3) hastalık şiddeti (%) değerleridir. Hastalık etmenlerinin yaygınlığı; örnek alanlarda incelenen birey sayısının hastalıklı birey sayısına oranı üzerinden % olarak hesaplanmıştır. Ayrıca her simptomatik ağaçtaki ortalama gövde kanseri, dal şişkinliği ve cadı süpürgesi sayısı (hastalığın yoğunluğu) da hesaplanmıştır.

Hastalık şiddetinin yüzdesi; her bir hastalık etmenince enfekteli bulunan her bir birey için arazide kaydedilen 4 seviyeli (0-3) skala değerleri (Tablo 3.1) kullanılarak Towsend-Heuberger formülü ile hesaplanmıştır (Karman, 1971) (Denklem 3.1 ).

$$\text{Hastalık Şiddeti} = \frac{\Sigma(\text{n x V})}{\text{Z x N}}\ x\ 100 \qquad (3.1)$$

Burada 'n', skalada farklı hastalık derecelerine isabet eden örnek adedi, 'V' skala değeri, 'Z' en yüksek skala değeri ve 'N' gözlem yapılan toplam örnek sayısını temsil etmektedir.

Tablo 3.1. *Hastalık şiddetinin belirlenmesinde kullanılan hastalık skalası*

| Skala Değeri | Skala Değerine Karşılık Gelen Tanımlar |
|---|---|
| 0 | Hastalık belirtisi yok (Ağaç sağlıklı) |
| 1 | 1-3 adet hastalık belirtisi var (Düşük) |
| 2 | 4-6 adet hastalık belirtisi var (Orta) |
| 3 | 7 ve daha fazla hastalık belirtisi var (Yüksek) |

### 3.2.4. Veri Analizleri

Örnek alanlarda hastalık etmeninin yaygınlığı (%) ve hastalık şiddeti (%) ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler 3 faktörlü ANOVA analizinde Tukey testi kullanılarak incelenmiştir. Hastalık etmeni için, bakı, yükselti basamakları ve meşcere durumu değişkenlerinden hangisi ya da hangilerinin hastalık şiddeti ve yaygınlığı ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir.

### 3.2.5. Örnek Alanların Meteorolojik Kuraklık Durumunun belirlenmesi

Hastalık etmeni ve hastalığın yayılış gösterdiği ara konukçunun gelişimi açısından nem önem taşımaktadır. Bu sebeple örnek alanların kuraklık ya da nem durumu belirlenirken Meteoroloji Genel Müdürlüğünün 2016-2017 yılları yağış değerlendirme raporları ve 24 aylik standart yağış indeksi haritasından faydalanılmıştır.

### 3.2.6. Hastalık Belirtilerinin Kernel Yoğunluklarının Belirlenmesi

Kernel yoğunluğu tahmini, tanımlı bir yarıçapa sahip çember içerisine düşen noktaların yoğunluğunu ifade etmektedir. Kernel yoğunluğu analizinde noktaların dağılım sıklığı, karelerin gözlenen frekans dağılımı ile beklenen değerinin karşılaştırılması ile test edilmektedir (Yalçın ve Düzgün, 2013).

Hastalık belirtilerinin konum verilerie göre kernel yoğunlukları QGIS 3.2.2 programının Heatmap aracı kullanılarak hesaplanmıştır.

### 3.2.7. Hastalığın yayılışını tahmin eden modelin oluşturulması

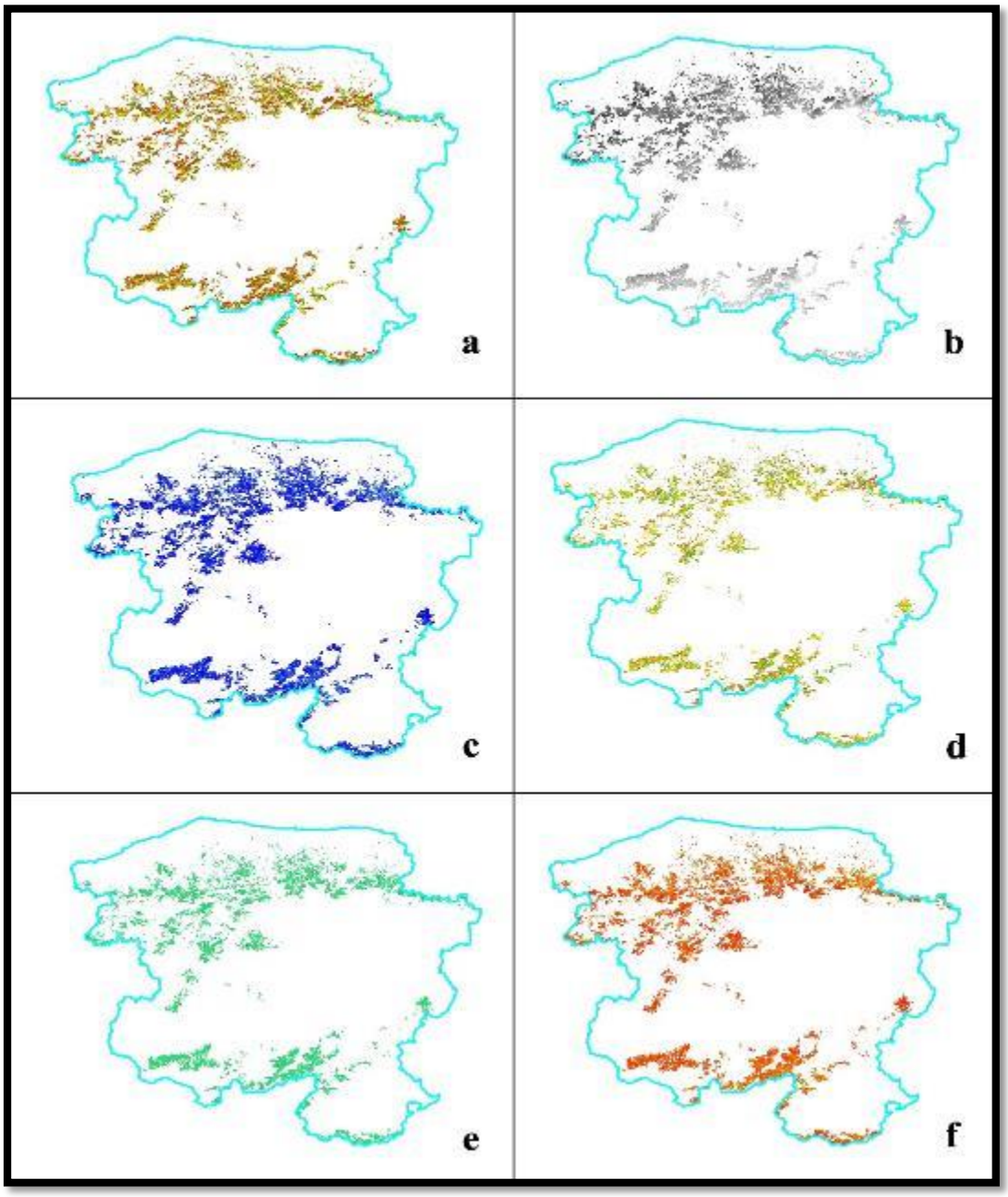
Veri değerlendirmesi ve modellemeler için maksimum entropi yaklaşımını kullanan Java uygulaması olan MaxEnt 3.4.1 yazılımından faydalanılmıştır. Bu programın kullanılabilmesi için alan ile ilgili ekolojik değişkenlere ait altlık haritaların oluşturulması ve verilerin program tarafından okunabilir ve analize girebileceği biçime getirilmesi gerekmektedir.

#### *3.2.7.1 GPS verilerinin düzenlenmesi*

Kastamonu İli sınırları içerisinde yer alan Uludağ Göknarı ormanlarında hastalığın belirtilerinin görüldüğü ağaçlardan el GPS'i yardımı ile alınan veriler "KML" formatında indirilmiştir. Bu dosyadaki veriler ArcGIS programı ile GPS ile elde edilen verilerin koordinatları bilgisayara kaydedilerek, programın okuyabileceği "CSV" formatına dönüştürülmüştür.

#### *3.2.7.2. Altlık haritaların oluşturulması*

Verilerin bulunduğu alanlara ait DEM (Digital Elevation Model - Dijital Yükseklik Modeli) çıkartılmış ve modelleme yapılması için alandaki ekolojik değişkenlere ait çeşitli altlık haritalar (Bakı, yükseklik, yüzey engebeliliği, gölgelenme, nemlilik ve eğim) ArcGIS kullanarak oluşturulmuştur (Harita 3.3). Daha sonra bu veriler alanın ölçeğinde kesilerek ASCII formatına dönüştürelerek kaydedilmiştir.




Harita 3.3. Modellemede kullanılan ekolojik değişkenlere ait çeşitli altlık haritalar (a.Bakı, b.Yükseklik, c.Yüzey engebeliliği, d.Gölgelenme, e. Entegre nem indeksi, f.Eğim)

### *3.2.7.3. Modelde kullanılan parametreler*

Modelin oluşturulması için GPS ile elde edilen koordinat verileri "CSV" formatında programın "Örnekler" kısmına eklenmiştir. Daha sonrasında değişkenlere ait altlık haritalar, "Çevresel katmanlar" kısmına eklenmiştir.

MaxEnt programıyla modelleme yapılırken kullanılan ayarlarda çıktı formatı olarak lojistik format kullanılmış, varlık kayıtlarının %25'i model sınamaları (Rastgele test yüzdesi) için kullanılmış, 5 tekerrürde çalıştırılmış ve düzenlileştirme çarpanı 1 olarak alınmıştır. Düzenlileştirme çarpanı tahminlenen dağılımın ne kadar gerçeğe uyumlu olduğunu belirlemektedir. Burada düzenlileştirme çarpanı 1'den küçük değerler modelde tanımlanan varlık noktalarına uyumlu daha lokal dağılımlarla sonuçlanırken, 1'den büyük değerler ise varlık verisinden daha geniş bir dağılım alanı ile sonuçlanmaktadır (Philips vd., 2006).

#### *3.2.7.4. Model doğruluğunun denetlenmesi ve testi*

Modelleme sonucu çıkan uygunluk haritalarının gerçekle ne kadar uyuştuğunun denetlenmesi gerekmektedir. Bunun için modellemenin doğruluğuyla ilgili fikir verebilecek yöntemlerden biri ROC (Reciever Operating Characteristic - Alıcı İşletim Karakteristiği) eğrilerinin değerlendirilmesidir. Oluşturulan ROC eğrileri duyarlılık ve özgünlük bileşenlerinden oluşmaktadır. Burada duyarlılık, model girdisini oluşturan verinin model sonucunda oluşan hastalığın alanda var olduğunu belirten olasılık katmanını hangi doğrulukta tahmin edebildiğini gösterir. Özgünlük, hastalığın alanda var olmadığına dair tahminin doğruluk derecesinin ölçütüdür (Süel, 2014). Sonuç olarak eğrinin anlamlılığı AUC'un (Area Under Curve - Eğri Altındaki Alan) büyüklüğüyle ölçülür. AUC değeri 0,5 ila 1 arasında değerler almaktadır. AUC değerinin 1 sayısına yakınlığı oluşturulan modelin başarılı olduğunu gösterir. Diğer bir ölçüt olarak Uygulama ve Test çizgilerinin ortadaki doğrusal çizgilere yakın olması modelin başarılı olduğunu göstermektedir (Philips vd., 2006; Baldwin, 2009; Elith vd., 2011).

Modelleri etkileyen değişkenlerin değerlendirilmesinde ise jackknife yöntemi kullanılmaktadır (Krebs, 1998; Phillips vd., 2006). Bu yöntemde her tekrar için çevresel değişkenlerin biri dışarıda bırakılıp, geriye kalan değişkenler kullanılarak model çalıştırılmaktadır ve sonuç olarak oluşan kazanç hesaplanır. Daha sonra model yalnızca etkisi hesaplanmak istenen değişken kullanılarak ikinci bir kazanç daha hesaplamaktadır. Toplam kazanç tüm değişkenler analize tekrar katılarak hesaplanmaktadır. Elde edilen kazanç, modeli oluşturan değişkenlerin model

sonucuna verdikleri katkıyı ölçmek için kullanılmaktadır. Bir değişken tek başına kullanıldığında elde edilen kazanç toplam kazançtan düşük olursa bu değişkenin hastalığın dağılımında etkili olmadığı yorumu yapılabilmektedir (Ertürk, 2010; Süel, 2014).

#### *3.2.7.5. Modellerin GPS verileri ve meşcere haritaları ile karşılaştırılması*

Elde edilen modellerdeki alanların risk oranlarına göre dağılımları (%) ile daha önceden GPS ile koordinatları alınmış ve hastalık belirtisi gösteren ağaçların bu alanlardaki bulunma yüzdeleri modelin doğrluğu açısından karşılaştırılmıştır.

Ayrıca elde edilen risk haritaları meşcere haritaları ile karşılaştırılarak hastalığın hangi meşcerelerde daha yaygın olabileceği belirlenmeye çalışılmıştır.

# 4. BULGULAR

## 4.1. *Melampsorella caryophyllacearum*'un morfolojik özelliklerinin belirlenmesi

Örnek alanlarda Uludağ göknarları üzerinde tespit edilen, hastalık etmenine ait cadı süpürgesi ve bu cadı süpürgeleri üzerinde esidileri taşıyan enfekte olmuş ibreler toplanmış ve laboratuvarda gerekli olan ölçümleri yapılmıştır (Fotoğraf 4.1).

5 adet ibrede yapılan ölçümler (her bir ibrede en az 8 adet esidi) sonucunda elde edilen verilere göre esidilerin büyüklüklerine ait ortalama değerler Tablo 4.1' te sunulmuştur.



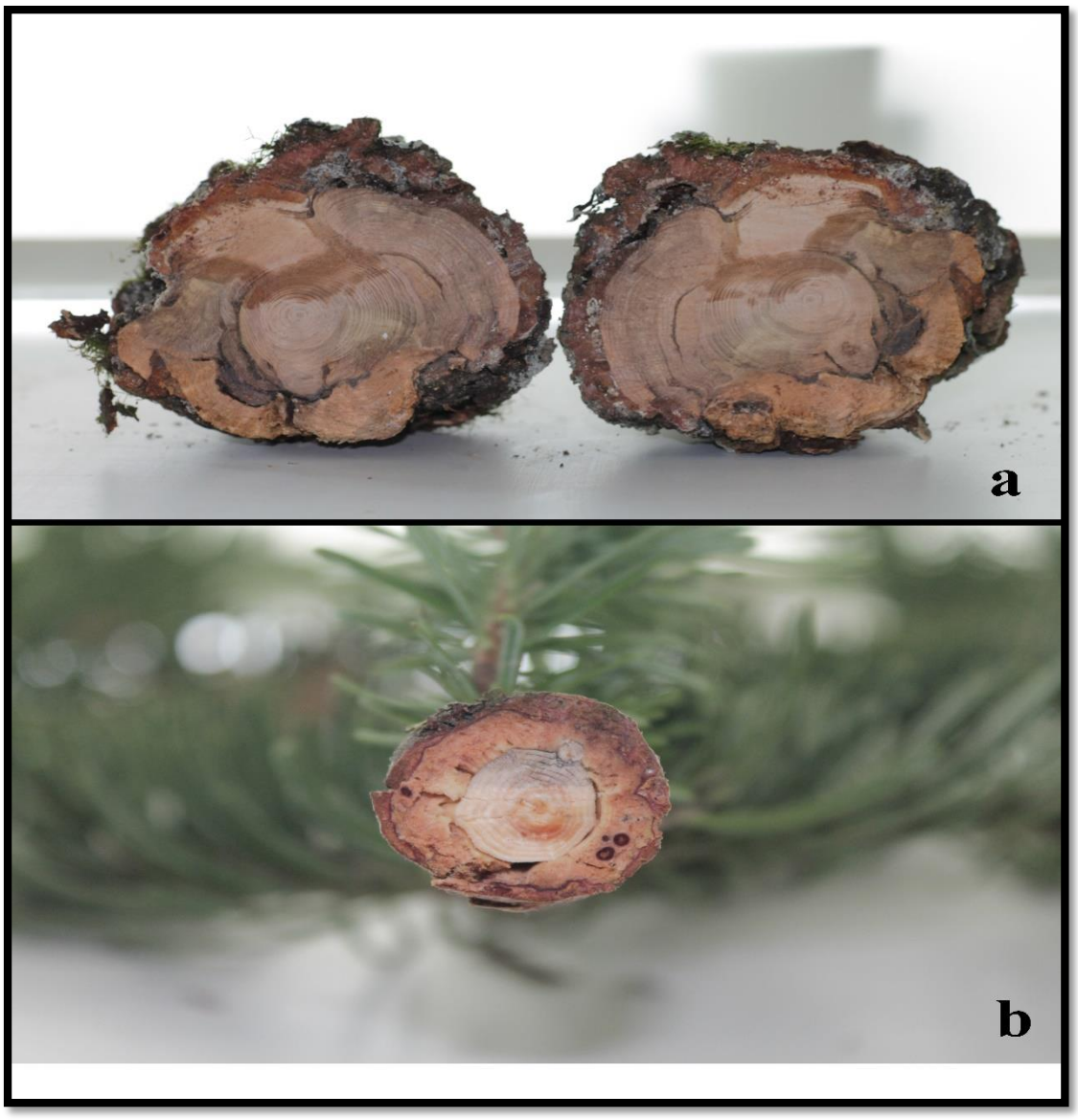
Fotoğraf 4.1. Hastalıklı ibrelerde esidiler

Tablo 4.1. *M. caryophyllacearum* örneklerinde esidi boyutları

| Esidi Boyu (mm) | | Esidi Eni (mm) | |
|---|---|---|---|
| Ortalama | Min.-Mak. | Ortalama | Min.-Mak. |
| 0,95 | 0,56-1,37 | 0,63 | 0,27-1,00 |

Yapılan morfolojik incelemeler sonucunda hastalıklı olan ibrelerin sağlıklı olan ibrelerden daha kısa olduğu (ortalama 1 cm kadar) görülmüştür. Hastalıklı ibrelerin alt tarafında yer alan dip kısmı turuncu kahverengi ve uç kısmı beyaz renkli olan esidi lerin uzunlukları ortalama olarak 0,95 mm iken genişlikleri 0,63 mm olarak ölçülmüştür (Tablo 4.1).

Cadı süpürgesi belirtisinin yanında hastalığın diğer belirtileri olan gövde kanserleri ve dal şişkinlikleri de incelenmiştir. İncelenen 5 adet gövde kanserlerinin çapları 6 cm ile 82 cm arasında değişiklik gösterirken, toplanan 12 adet dal şişkinliğinin çapları 2,5 cm ile 7 cm arasında değişiklik göstermektedir. Arazi çalışmalarında toplanan gövde kanserleri ve dal şişkinliklerinin enine kesitleri incelendiğinde ağacın odun dokusunda meydana getirdiği morfolojik bozukluklar da gözlemlenmiştir (Fotoğraf 4.2).




Fotoğraf 4.2. *M. caryophyllacearum'un* meydana getirdiği a) gövde kanserleri ve b) dal şişkinliklerinin enine kesitleri

Ayrıca örnek alınan alanlarda hastalığın biyolojisinde ve yayılışında önemi büyük olan *Caryophyllaceae* familyasına ait *Stellaria holostea*'ların da varlığı gözlemlenmiştir (Fotoğraf 4.3).



Fotoğraf 4.3. *M. caryophyllacearum*'un Uredium ve Telium dönemlerini yaprakları üzerinde geçirdiği *Stellaria holostea (Ilgaz Dağı Milli Parkı)*

## 4.2. Örnek Alanların Genel Özellikleri

Kastamonu ili Uludağ göknarı ormanları içerisinde farklı yükselti basamaklarında yer alan göknar kanseri hastalığı etmeninin bulunduğu örnek alanların belirlenmesi amacı ile gerçekleştirilen keşif sörveyleri sonucunda toplam 172 örnek alan belirlenmiştir.

Örnek alanların yükselti basamakları 1100-1400 m (47 adet), 1400-1700 m (65 adet), 1700-2000 m (60 adet) arasındadır. Örnek alanların 44' ü Kuzey bakıda, 40' ı doğu bakıda, 46' sı güney bakıda ve 42' si batı bakıda yer almaktadır. Yine bu örnek alanların 85' i meşcere kenarında, 87' si meşcere içerisinde yer almaktadır.

### 4.3. Hastalık Etmenine Ait Bulgular

*M. caryophyllacearum'* un skala değeri üzerinden kaydedilen hastalık şiddeti verileri incelendiğinde, patojenin örnek alanların büyük çoğunluğunda düşük seviyede zarara yol açtığı görülmüştür. Bu hastalık etmeninin %50 ve daha yüksek seviyede zararına maruz kalmış örnek alan sayısı 15 adettir (%8,72).

Gövde kanserlerinin yerden yüksekliği ortalama 1,93 m (0,40-5,50 m)iken, dal şişkinlikleri ortalama yerden 3,49 m (0,7-16,5 m) yükseklikte, cadı süpürgeleri ise yerden ortalama 7,66 m (0,7-37,5 m) yükseklikte bulunmaktadır.

Arazi çalışmalarında incelenen örnek ağaçların ortalama çapı 19,24 cm'dir. Bu örnek ağaçlardan sağlıklı olanların ortalama çapı 18,35 cm, hastalıklı olanların ortalama çapı 20,39 cm'dir.

Arazide yapılan ölçümlerin ardından, bireyler üzerinde yapılan incelemeler ait ham verilerden faydalanılarak, örnek alanlarda hastalığın ağaçlarda bulunma durumlarına (var/yok) göre yaygınlıkları (%) ve zarar şiddetleri (%) skala değerleri üzerinden hesaplanmıştır. Elde edilen değerler Tablo 4.2'de sunulmuştur.

Tablo 4.2. *Örnek alanlarda incelenen Uludağ göknarlarında hastalık etmeninin bulunma sıklıkları (%) ve hastalık şiddetleri (%)*

| Örnek Alan No | Örnek Ağaç Sayısı | Hasta Ağaç Sayısı | Hastalık Şiddeti (%) | Hastalık Yaygınlığı (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 35 | 20 | 15,23 | 57,1 |
| 2 | 31 | 20 | 34,41 | 64,5 |
| 3 | 44 | 23 | 34,09 | 52,3 |
| 4 | 43 | 12 | 17,44 | 27,9 |
| 5 | 40 | 15 | 23,75 | 37,5 |
| 6 | 50 | 21 | 27 | 42 |
| 7 | 40 | 24 | 25,83 | 60 |
| 8 | 38 | 13 | 22,37 | 34,2 |
| 9 | 41 | 13 | 17,07 | 31,7 |
| 10 | 48 | 7 | 9,38 | 14,6 |
| 11 | 47 | 14 | 19,15 | 29,8 |
| 12 | 44 | 12 | 13,63 | 27,3 |
| 13 | 44 | 24 | 33,33 | 54,5 |

Tablo 4.2’ nin devamı

| Örnek Alan No | Örnek Ağaç Sayısı | Hasta Ağaç Sayısı | Hastalık Şiddeti (%) | Hastalık Yaygınlığı (%) |
|---|---|---|---|---|
| 14 | 46 | 20 | 40,22 | 43,5 |
| 15 | 43 | 13 | 23,26 | 30,2 |
| 16 | 34 | 14 | 27,94 | 38,2 |
| 17 | 40 | 11 | 15,83 | 27,5 |
| 18 | 36 | 12 | 16,67 | 33,3 |
| 19 | 32 | 9 | 18,75 | 28,1 |
| 20 | 36 | 12 | 25 | 33,3 |
| 21 | 41 | 20 | 32,93 | 48,8 |
| 22 | 46 | 14 | 17,39 | 30,4 |
| 23 | 37 | 14 | 20,72 | 37,8 |
| 24 | 36 | 13 | 23,61 | 36,1 |
| 25 | 34 | 14 | 30,88 | 41,2 |
| 26 | 36 | 12 | 20,83 | 33,3 |
| 27 | 42 | 24 | 29,37 | 57,1 |
| 28 | 38 | 15 | 27,63 | 39,5 |
| 29 | 40 | 21 | 30,83 | 52,5 |
| 30 | 39 | 21 | 35,9 | 53,8 |
| 31 | 34 | 21 | 25,89 | 61,8 |
| 32 | 39 | 20 | 33,33 | 51,3 |
| 33 | 44 | 24 | 35,6 | 54,5 |
| 34 | 38 | 21 | 38,16 | 55,3 |
| 35 | 40 | 21 | 27,5 | 52,5 |
| 36 | 39 | 21 | 37,18 | 53,8 |
| 37 | 35 | 19 | 27,62 | 54,3 |
| 38 | 41 | 19 | 34,15 | 46,3 |
| 39 | 35 | 13 | 25,71 | 37,1 |
| 40 | 37 | 12 | 21,62 | 32,4 |
| 41 | 36 | 19 | 41,67 | 52,8 |
| 42 | 33 | 11 | 25,76 | 33,3 |
| 43 | 36 | 18 | 34,72 | 50 |
| 44 | 32 | 12 | 28,13 | 37,5 |
| 45 | 35 | 14 | 28,57 | 40 |
| 46 | 38 | 13 | 23,68 | 34,2 |
| 47 | 43 | 16 | 25,58 | 37,2 |
| 48 | 36 | 12 | 22,22 | 33,3 |
| 49 | 42 | 23 | 30,16 | 54,8 |
| 50 | 32 | 14 | 31,25 | 43,8 |
| 51 | 31 | 16 | 35,48 | 51,6 |
| 52 | 33 | 21 | 30,3 | 63,6 |
| 53 | 50 | 20 | 20,75 | 40 |
| 54 | 15 | 6 | 22,33 | 40 |
| 55 | 20 | 1 | 5 | 5 |

Tablo 4.2'in devamı

| Örnek Alan No | Örnek Ağaç Sayısı | Hasta Ağaç Sayısı | Hastalık Şiddeti (%) | Hastalık Yaygınlığı (%) |
|---|---|---|---|---|
| 56 | 21 | 9 | 42,86 | 42,9 |
| 57 | 17 | 2 | 5,88 | 11,8 |
| 58 | 25 | 5 | 12 | 20 |
| 59 | 21 | 5 | 14,28 | 23,8 |
| 60 | 45 | 12 | 11,11 | 26,7 |
| 61 | 56 | 15 | 10,71 | 26,8 |
| 62 | 36 | 16 | 23,61 | 44,4 |
| 63 | 12 | 4 | 20,83 | 33,3 |
| 64 | 13 | 6 | 46,15 | 46,2 |
| 65 | 21 | 13 | 41,27 | 61,9 |
| 66 | 19 | 9 | 21,05 | 47,4 |
| 67 | 16 | 7 | 43,75 | 43,8 |
| 68 | 21 | 8 | 17,46 | 38,1 |
| 69 | 14 | 6 | 42,86 | 42,9 |
| 70 | 26 | 15 | 30,77 | 57,7 |
| 71 | 11 | 4 | 24,24 | 36,4 |
| 72 | 14 | 7 | 50 | 50 |
| 73 | 8 | 5 | 62,5 | 62,5 |
| 74 | 17 | 5 | 17,65 | 29,4 |
| 75 | 18 | 9 | 27,78 | 50 |
| 76 | 19 | 10 | 28,95 | 52,6 |
| 77 | 18 | 9 | 50 | 50 |
| 78 | 18 | 4 | 22,22 | 22,2 |
| 79 | 14 | 3 | 21,43 | 21,4 |
| 80 | 17 | 7 | 41,18 | 41,2 |
| 81 | 25 | 9 | 36 | 36 |
| 82 | 28 | 12 | 42,86 | 42,9 |
| 83 | 26 | 9 | 34,62 | 34,6 |
| 84 | 23 | 10 | 43,48 | 43,5 |
| 85 | 29 | 14 | 25,86 | 48,3 |
| 86 | 24 | 11 | 29,17 | 45,8 |
| 87 | 18 | 8 | 44,44 | 44,4 |
| 88 | 14 | 5 | 35,71 | 35,7 |
| 89 | 19 | 10 | 24,56 | 52,6 |
| 90 | 22 | 9 | 40,91 | 40,9 |
| 91 | 26 | 14 | 28,85 | 53,8 |
| 92 | 21 | 7 | 21,43 | 33,3 |
| 93 | 11 | 8 | 48,48 | 72,7 |
| 94 | 11 | 6 | 36,36 | 54,5 |
| 95 | 13 | 6 | 28,21 | 46,2 |
| 96 | 27 | 12 | 33,33 | 44,4 |
| 97 | 15 | 10 | 35,56 | 66,7 |

Tablo 4.2'in devamı

| Örnek Alan No | Örnek Ağaç Sayısı | Hasta Ağaç Sayısı | Hastalık Şiddeti (%) | Hastalık Yaygınlığı (%) |
|---|---|---|---|---|
| 98 | 13 | 4 | 30,77 | 30,8 |
| 99 | 19 | 8 | 26,32 | 42,1 |
| 100 | 7 | 4 | 35,71 | 57,1 |
| 101 | 22 | 9 | 22,73 | 40,9 |
| 102 | 11 | 7 | 33,33 | 63,6 |
| 103 | 15 | 10 | 36,67 | 66,7 |
| 104 | 15 | 9 | 33,33 | 60 |
| 105 | 10 | 7 | 40 | 70 |
| 106 | 30 | 15 | 26,67 | 50 |
| 107 | 9 | 8 | 88,89 | 88,9 |
| 108 | 13 | 5 | 23,08 | 38,5 |
| 109 | 46 | 18 | 39,13 | 39,1 |
| 110 | 26 | 15 | 30,77 | 57,7 |
| 111 | 33 | 11 | 33,33 | 33,3 |
| 112 | 12 | 6 | 29,17 | 50 |
| 113 | 13 | 9 | 38,46 | 69,2 |
| 114 | 11 | 6 | 54,55 | 54,5 |
| 115 | 14 | 7 | 50 | 50 |
| 116 | 37 | 18 | 48,65 | 45,9 |
| 117 | 10 | 4 | 25 | 40 |
| 118 | 16 | 4 | 15,63 | 25 |
| 119 | 12 | 8 | 37,5 | 66,7 |
| 120 | 20 | 11 | 32,5 | 55 |
| 121 | 18 | 7 | 38,89 | 38,9 |
| 122 | 13 | 7 | 28,21 | 53,8 |
| 123 | 18 | 11 | 37,04 | 61,1 |
| 124 | 9 | 7 | 61,11 | 77,8 |
| 125 | 18 | 10 | 27,78 | 55,6 |
| 126 | 21 | 14 | 40,48 | 66,7 |
| 127 | 14 | 12 | 45,24 | 85,7 |
| 128 | 16 | 8 | 27,08 | 50 |
| 129 | 9 | 6 | 66,67 | 66,7 |
| 130 | 17 | 15 | 35,18 | 88,2 |
| 131 | 14 | 7 | 28,57 | 50 |
| 132 | 22 | 12 | 34,09 | 54,5 |
| 133 | 19 | 9 | 21,05 | 47,4 |
| 134 | 13 | 7 | 53,85 | 53,8 |
| 135 | 26 | 18 | 36,54 | 69,2 |
| 136 | 17 | 10 | 58,82 | 58,8 |
| 137 | 11 | 6 | 31,82 | 54,5 |
| 138 | 16 | 9 | 27,08 | 56,3 |
| 139 | 19 | 6 | 21,05 | 31,6 |

Tablo 4.2'in devamı

| Örnek Alan No | Örnek Ağaç Sayısı | Hasta Ağaç Sayısı | Hastalık Şiddeti (%) | Hastalık Yaygınlığı (%) |
|---|---|---|---|---|
| 140 | 22 | 9 | 40,91 | 40,9 |
| 141 | 13 | 5 | 30,77 | 38,5 |
| 142 | 16 | 3 | 12,5 | 25 |
| 143 | 14 | 5 | 25 | 35,7 |
| 144 | 22 | 5 | 18,18 | 22,7 |
| 145 | 18 | 6 | 22,22 | 33,3 |
| 146 | 15 | 6 | 26,67 | 40 |
| 147 | 26 | 6 | 13,46 | 23,1 |
| 148 | 21 | 5 | 14,29 | 28,6 |
| 149 | 13 | 5 | 38,46 | 38,5 |
| 150 | 16 | 3 | 18,75 | 18,8 |
| 151 | 15 | 6 | 26,67 | 40 |
| 152 | 14 | 6 | 42,86 | 42,9 |
| 153 | 17 | 12 | 38,24 | 70,6 |
| 154 | 11 | 5 | 45,45 | 45,5 |
| 155 | 20 | 10 | 55 | 50 |
| 156 | 14 | 7 | 50 | 50 |
| 157 | 22 | 12 | 54,55 | 54,5 |
| 158 | 18 | 14 | 77,78 | 77,8 |
| 159 | 13 | 8 | 46,15 | 61,5 |
| 160 | 14 | 8 | 39,29 | 57,1 |
| 161 | 11 | 8 | 36,36 | 63,6 |
| 162 | 16 | 6 | 31,25 | 37,5 |
| 163 | 12 | 4 | 20,83 | 33,3 |
| 164 | 23 | 9 | 17,39 | 43,5 |
| 165 | 19 | 5 | 15,79 | 26,3 |
| 166 | 12 | 4 | 20,83 | 33,3 |
| 167 | 27 | 10 | 20,37 | 37 |
| 168 | 15 | 7 | 30 | 46,7 |
| 169 | 11 | 6 | 54,55 | 54,5 |
| 170 | 16 | 5 | 16,67 | 31,3 |
| 171 | 9 | 5 | 25,93 | 55,6 |
| 172 | 17 | 8 | 26,47 | 47,1 |
| **Ortalama** | 24,59 | 10,73 | 31,22 | 45,43 |

Tablo 4.2 incelendiğinde örnek ağaçların 1846 tanesinde hastalık etmenine rastlandığı, örnek alanlar arasında bu hastalığın yaygınlığının %5 ile %88,90 arasında değiştiği görülmektedir. Hastalık şiddeti de %5 ile %88,89 arasında değişiklik göstermektedir.

### 4.4. Hastalık Etmeni İle Yetişme Ortamı Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Kastamonu Uludağ göknarı ormanlarında yürütülen bu çalışmada 172 örnek alandaki 4230 örnek ağaçtan 900 adedinde gövde kanseri, 1378 adedinde dal şişkinliği ve 692 adedinde cadı süpürgesi belirtisi görülmüştür. Bu belirtilerin değişkenlere (Bakı, yükselti, meşcere konumu) göre dağılımları Tablo 4.3' te sunulmuştur.

Tablo 4.3. *Belirti ve hastalık etmeninin değişkenlere göre bulunma adetleri*

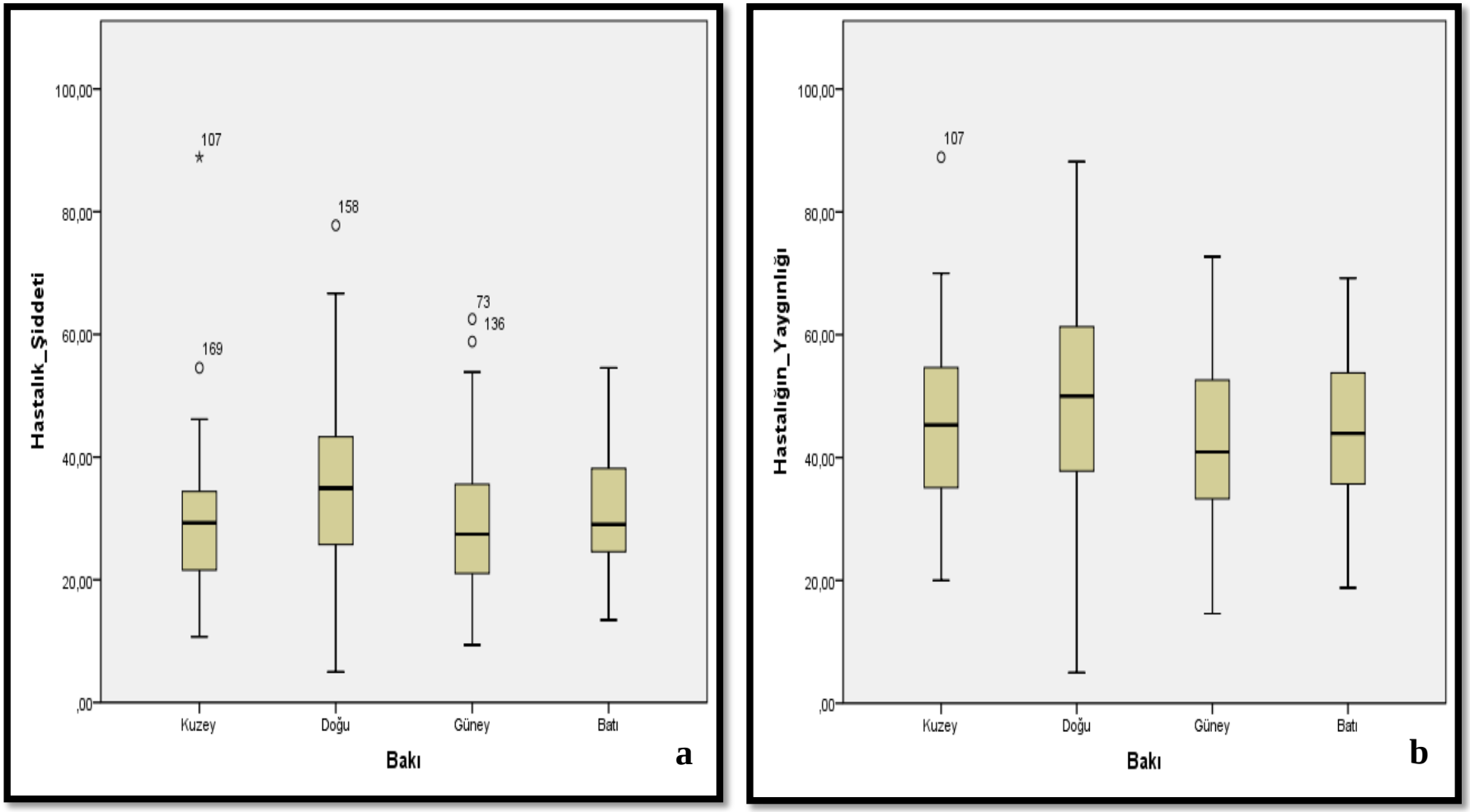
| Bakı | Yükselti (m) | Meşcere Durumu | Gövde Kanseri | Dal Şişkinliği | Cadı Süpürgesi | *M. caryophyllacearum* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kuzey | 1100-1400 | Kenar | 32 | 58 | 33 | 72 |
| | | İç | 21 | 58 | 23 | 66 |
| | | Toplam | 53 | 116 | 56 | 138 |
| | 1400-1700 | Kenar | 63 | 74 | 41 | 115 |
| | | İç | 50 | 77 | 39 | 111 |
| | | Toplam | 113 | 151 | 80 | 226 |
| | 1700-2000 | Kenar | 62 | 65 | 30 | 111 |
| | | İç | 30 | 41 | 24 | 60 |
| | | Toplam | 92 | 106 | 54 | 171 |
| | Toplam | | 258 | 373 | 190 | 535 |
| Doğu | 1100-1400 | Kenar | 29 | 21 | 7 | 46 |
| | | İç | 33 | 30 | 7 | 43 |
| | | Toplam | 62 | 51 | 14 | 89 |
| | 1400-1700 | Kenar | 61 | 92 | 40 | 98 |
| | | İç | 56 | 84 | 39 | 89 |
| | | Toplam | 117 | 176 | 79 | 187 |
| | 1700-2000 | Kenar | 49 | 47 | 23 | 78 |
| | | İç | 38 | 40 | 20 | 64 |
| | | Toplam | 87 | 87 | 43 | 142 |
| | Toplam | | 266 | 314 | 136 | 418 |
| Güney | 1100-1400 | Kenar | 18 | 54 | 17 | 60 |
| | | İç | 25 | 58 | 21 | 64 |
| | | Toplam | 43 | 112 | 38 | 124 |
| | 1400-1700 | Kenar | 46 | 86 | 71 | 104 |
| | | İç | 28 | 52 | 33 | 71 |
| | | Toplam | 74 | 138 | 104 | 175 |
| | 1700-2000 | Kenar | 36 | 60 | 31 | 82 |
| | | İç | 18 | 36 | 27 | 45 |
| | | Toplam | 54 | 96 | 58 | 127 |
| | Toplam | | 171 | 346 | 200 | 426 |
| Batı | 1100-1400 | Kenar | 6 | 22 | 1 | 22 |
| | | İç | 12 | 25 | 1 | 32 |
| | | Toplam | 18 | 47 | 2 | 54 |
| | 1400-1700 | Kenar | 40 | 66 | 50 | 86 |
| | | İç | 44 | 94 | 42 | 119 |
| | | Toplam | 84 | 160 | 92 | 205 |
| | 1700-2000 | Kenar | 60 | 74 | 40 | 115 |
| | | İç | 43 | 64 | 32 | 93 |
| | | Toplam | 103 | 138 | 72 | 208 |
| | Toplam | | 205 | 345 | 166 | 467 |
| TOPLAM | | | 900 | 1378 | 692 | 1846 |

Yapılan 3 faktörlü ANOVA analizi sonucunda hastalık yaygınlığına bakı, yükselti basamakları ve meşcere durumunun istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğu ancak meşcere durumunun etkisinin hastalık şiddetinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olmadığı görülmüştür (Tablo 4.4).

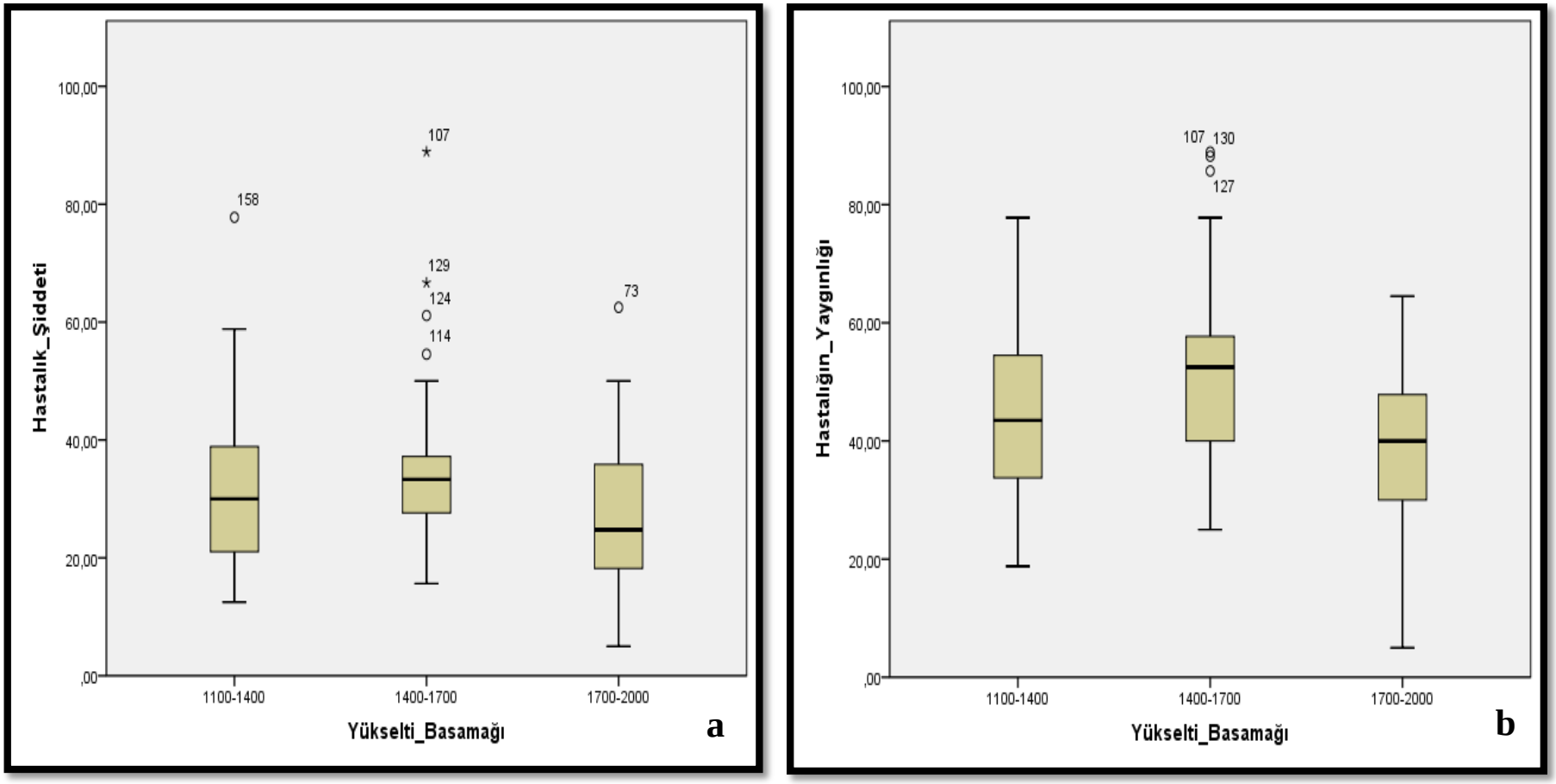
Tablo 4.4. *Hastalık şiddeti ve hastalık yaygınlığına ait 3 faktörlü ANOVA analizi sonuçları*

| | **Kareler Toplamı** | **df** | **Ortalama Kare** | **F** | **Önem Seviyesi** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Hastalık Şiddeti** | | | | | |
| Bakı | 1309,636 | 3 | 436,545 | 3,050 | 0,031 |
| Yükselti Basamağı | 1744,360 | 2 | 872,180 | 6,093 | 0,003 |
| Meşcere Durumu | 412,904 | 1 | 412,904 | 2,884 | 0,092 |
| Bakı * Yükselti Basamağı | 3109,323 | 6 | 518,220 | 3,620 | 0,002 |
| Bakı * Meşcere Durumu | 545,560 | 3 | 181,853 | 1,270 | 0,287 |
| Yükselti Basamağı * Meşcere_Durumu | 94,519 | 2 | 47,259 | 0,330 | 0,719 |
| Bakı * Yükselti Basamağı * Meşcere Durumu | 538,680 | 6 | 89,780 | 0,627 | 0,708 |
| **Hastalığın Yaygınlığı** | | | | | |
| Bakı | 1382,538 | 3 | 460,846 | 3,027 | 0,031 |
| Yükselti Basamağı | 5633,241 | 2 | 2816,621 | 18,50 | 0,000 |
| Meşcere Durumu | 1101,360 | 1 | 1101,360 | 7,235 | 0,008 |
| Bakı * Yükselti Basamağı | 3623,201 | 6 | 603,867 | 3,967 | 0,001 |
| Bakı * Meşcere Durumu | 755,911 | 3 | 251,970 | 1,655 | 0,179 |
| Yükselti Basamağı * Meşcere_Durumu | 494,453 | 2 | 247,226 | 1,624 | 0,201 |
| Bakı * Yükselti Basamağı * Meşcere Durumu | 1038,259 | 6 | 173,043 | 1,137 | 0,344 |

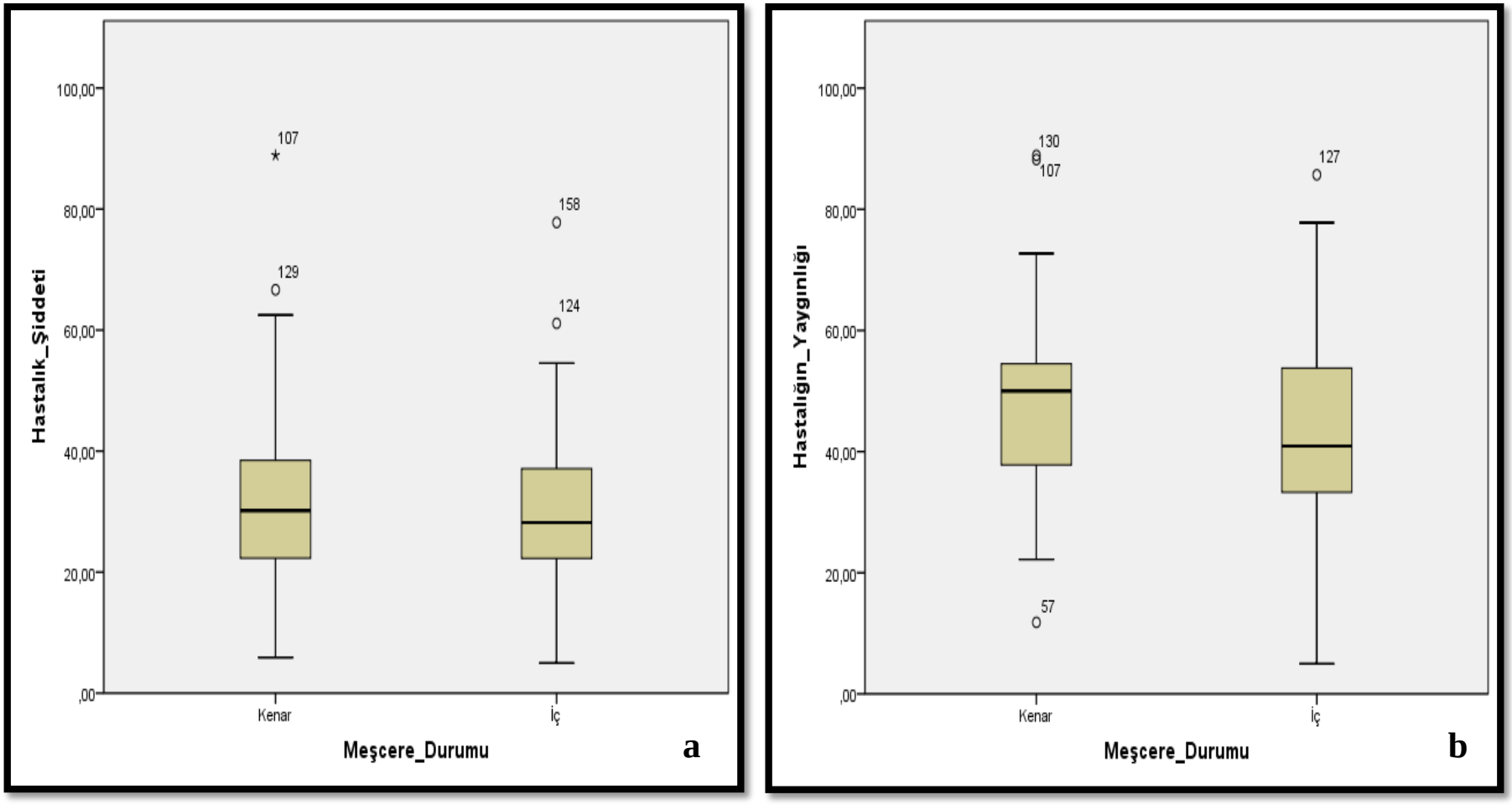
*M. caryophyllacearum*' un bulunduğu örnek alanlarda hastalık şiddeti ve yaygınlığı dağılımına ait grafiklere bakıldığında hastalık şiddeti ve yaygınlığı doğu bakılarda daha fazla olduğu görülmüştür (Grafik 4.1). Yükselti basamaklarına göre incelendiğinde ise 1400-1700 m yükselti basamağında hastalığın şiddeti ve yaygınlığının daha fazla olduğu görülmektedir (Grafik 4.2). Ayrıca hastalık şiddeti ve yaygınlığının meşcere kenarlarında daha yoğun olduğu tespit edilmiştir (Grafik 4.3). Ancak Tablo 4.4 incelendiğinde hastalığın şiddetinde meşcere durumunun $p \leq 0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmektedir ($p=0.092$).




Grafik 4.1. Hastalık şiddeti (a) ve hastalığın yaygınlığının (b) farklı bakılardaki dağılımı.




Grafik 4.2. Hastalık şiddeti (a) ve hastalığın yaygınlığının (b) farklı yükselti basamaklarındaki dağılımı.




Grafik 4.3. Hastalık şiddeti (a) ve hastalığın yaygınlığının (b) farklı meşcere durumlarındaki dağılımı.

Hastalığın yaygınlığı bakılara göre incelendiğinde doğu bakılarda hastalığın daha yaygın olduğu ve doğu bakılar ile güney bakılar arasında p≤0,05 düzeyinde anlamlı bir fark olduğu görülmektedir (Tablo 4.5, 4.6).

Tablo 4.5. *Hastalık yaygınlığının bakıya göre Post-Hoc testi sonuçları*

| **Bakı** | | **Ortalamalar Farkı** | **Standart Hata** | **Önemlilik Seviyesi (P)** | **%95 Güven Aralığı** | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | **Alt Sınır** | **Üst Sınır** |
| **Kuzey** | **Doğu** | -3,5920 | 2,69543 | 0,544 | -10,5960 | 3,4119 |
| | **Güney** | 3,5965 | 2,60172 | 0,512 | -3,1639 | 10,3570 |
| | **Batı** | 1,8895 | 2,66160 | 0,893 | -5,0266 | 8,8056 |
| **Doğu** | **Kuzey** | 3,5920 | 2,69543 | 0,544 | -3,4119 | 10,5960 |
| | **Güney** | 7,1886***** | 2,66738 | 0,039 | ,2575 | 14,1197 |
| | **Batı** | 5,4815 | 2,72582 | 0,189 | -1,6014 | 12,5645 |
| **Güney** | **Kuzey** | -3,5965 | 2,60172 | 0,512 | -10,3570 | 3,1639 |
| | **Doğu** | -7,1886***** | 2,66738 | 0,039 | -14,1197 | -,2575 |
| | **Batı** | -1,7070 | 2,63319 | 0,916 | -8,5493 | 5,1352 |
| **Batı** | **Kuzey** | -1,8895 | 2,66160 | 0,893 | -8,8056 | 5,0266 |
| | **Doğu** | -5,4815 | 2,72582 | 0,189 | -12,5645 | 1,6014 |
| | **Güney** | 1,7070 | 2,63319 | 0,916 | -5,1352 | 8,5493 |

*Ortalamalar farkı 0,05 düzeyinde anlamlı

Tablo 4.6. *Hastalık yaygınlığının bakıya göre homojen alt gruplar tablosu*

| **Bakı** | **Örnek Alan Sayısı** | **Alt Gruplar** | |
|---|---|---|---|
| **Güney** | 46 | 42,4239 [b] | |
| **Batı** | 42 | 44,1310 [b] | 44,1310 [a] |
| **Kuzey** | 44 | 46,0205 [b] | 46,0205 [a] |
| **Doğu** | 40 | | 49,6125 [a] |
| **Önemlilik Seviyesi (P)** | | 0,533 | 0,172 |

Hastalığın yaygınlığı yükselti basamaklarına göre incelendiğinde 1400-1700 m yükselti basamağında hastalığın daha yaygın olduğu ve bu yükselti basamağının diğer yükselti basamakları ile arasında p≤0,05 düzeyinde anlamlı bir fark olduğu görülmektedir (Tablo 4.7, 4.8).

Tablo 4.7. *Hastalık yaygınlığının yükselti basamaklarına göre Post-Hoc testi sonuçları*

| **Yükselti Basamakları (m)** | | **Ortalamalar Farkı** | **Standart Hata** | **Önemlilik Seviyesi (P)** | **%95 Güven Aralığı** | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | **Alt Sınır** | **Üst Sınır** |
| 1100-1400 | 1400-1700 | -7,3052***** | 2,36237 | 0,007 | -12,8982 | -1,7122 |
| | 1700-2000 | 5,4419 | 2,40332 | 0,064 | -,2481 | 11,1318 |
| 1400-1700 | 1100-1400 | 7,3052***** | 2,36237 | 0,007 | 1,7122 | 12,8982 |
| | 1700-2000 | 12,7471***** | 2,20886 | 0,000 | 7,5175 | 17,9766 |
| 1700-2000 | 1100-1400 | -5,4419 | 2,40332 | 0,064 | -11,1318 | ,2481 |
| | 1400-1700 | -12,7471***** | 2,20886 | 0,000 | -17,9766 | -7,5175 |

*Ortalamalar farkı 0,05 düzeyinde anlamlı

Tablo 4.8. *Hastalık yaygınlığının yükselti basamaklarına göre homojen alt gruplar tablosu*

| **Bakı** | **Örnek Alan Sayısı** | **Alt Gruplar** | |
|---|---|---|---|
| **1700-2000** | 60 | 39,1283 [b] | |
| **1100-1400** | 47 | 44,5702 [b] | |
| **1400-1700** | 65 | | 51,8754 [a] |
| **Önemlilik Seviyesi (P)** | | 0,054 | 1,000 |

Hastalığın şiddeti bakılara göre incelendiğinde doğu bakılarda hastalığın daha yaygın olduğu ve doğu bakılar ile güney ve kuzey bakılar arasında p≤0,05 düzeyinde anlamlı bir fark olduğu görülmektedir (Tablo 4.9, 4.10).

Tablo 4.9. *Hastalık şiddetinin bakıya göre Post-Hoc testi sonuçları*

| **Bakı** | | **Ortalamalar Farkı** | **Standart Hata** | **Önemlilik Seviyesi (P)** | **%95 Güven Aralığı** | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | **Alt Sınır** | **Üst Sınır** |
| **Kuzey** | **Doğu** | -5,6810* | 2,61385 | 0,035 | -12,4730 | 1,1110 |
| | **Güney** | 0,0121 | 2,52298 | 1,000 | -6,5438 | 6,5679 |
| | **Batı** | -1,3008 | 2,58105 | 0,958 | -8,0076 | 5,4059 |
| **Doğu** | **Kuzey** | 5,6810* | 2,61385 | 0,035 | -1,1110 | 12,4730 |
| | **Güney** | 5,6931* | 2,58665 | 0,028 | -1,0282 | 12,4144 |
| | **Batı** | 4,3802 | 2,64332 | 0,350 | -2,4884 | 11,2488 |
| **Güney** | **Kuzey** | -0,0121 | 2,52298 | 1,000 | -6,5679 | 6,5438 |
| | **Doğu** | -5,6931* | 2,58665 | 0,028 | -12,4144 | 1,0282 |
| | **Batı** | -1,3129 | 2,55350 | 0,956 | -7,9481 | 5,3222 |
| **Batı** | **Kuzey** | 1,3008 | 2,58105 | 0,958 | -5,4059 | 8,0076 |
| | **Doğu** | -4,3802 | 2,64332 | 0,350 | -11,2488 | 2,4884 |
| | **Güney** | 1,3129 | 2,55350 | 0,956 | -5,3222 | 7,9481 |

*Ortalamalar farkı 0,05 düzeyinde anlamlı

Tablo 4.10. *Hastalık şiddetinin bakıya göre homojen alt gruplar tablosu*

| **Bakı** | **Örnek Alan Sayısı** | **Alt Gruplar** | |
|---|---|---|---|
| **Güney** | 46 | 29,5707 [b] | |
| **Kuzey** | 44 | 29,5827 [b] | |
| **Batı** | 42 | 30,8836 [b] | 30,8836 [a] |
| **Doğu** | 40 | | 35,2638 [a] |
| **Önemlilik Seviyesi (P)** | | 0,533 | 0,172 |

Hastalığın şiddeti yükselti basamaklarına göre incelendiğinde 1400-1700 m yükselti basamağında hastalığın daha yaygın olduğu ve bu yükselti basamağının 1700-200 m yükselti basamağı ile arasında p≤0,05 düzeyinde anlamlı bir fark olduğu görülmektedir (Tablo 4.11, 4.12).

Tablo 4.11. *Hastalık şiddetinin yükselti basamaklarına göre Post-Hoc testi sonuçları*

| **Yükselti Basamakları (m)** | | **Ortalamalar Farkı** | **Standart Hata** | **Önemlilik Seviyesi (P)** | **%95 Güven Aralığı** | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | **Alt Sınır** | **Üst Sınır** |
| 1100-1400 | 1400-1700 | -2,1880 | 2,29088 | 0,606 | -7,6117 | 3,2358 |
| | 1700-2000 | 4,5208 | 2,33059 | 0,131 | -0,9969 | 10,0386 |
| 1400-1700 | 1100-1400 | 2,1880 | 2,29088 | 0,606 | -3,2358 | 7,6117 |
| | 1700-2000 | 6,7088* | 2,14201 | 0,006 | 1,6375 | 11,7801 |
| 1700-2000 | 1100-1400 | -4,5208 | 2,33059 | 0,131 | -10,0386 | ,9969 |
| | 1400-1700 | -6,7088* | 2,14201 | 0,006 | -11,7801 | -1,6375 |

*Ortalamalar farkı 0,05 düzeyinde anlamlı

Tablo 4.12. *Hastalık şiddetinin yükselti basamaklarına göre homojen alt gruplar tablosu*

| **Yükselti Basamakları (m)** | **Örnek Alan Sayısı** | **Alt Gruplar** | |
|---|---|---|---|
| **1700-2000** | 60 | 27,4477 [b] | |
| **1100-1400** | 47 | 31,9685 [b] | 31,9685 [a] |
| **1400-1700** | 65 | | 34,1565 [a] |
| **Önemlilik Seviyesi (P)** | | 0,115 | 0,597 |

Hastalık belirtilerinin fizyografik faktörlerden etkilenip etkilenmediğini belirlemek amacıyla yapılan 3 faktörlü ANOVA analizi sonucunda cadı süpürgesi oluşumunda sadece yükselti basamağının istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğu görülmüştür. Dal şişkinliği oluşumunda ise yine yükselti basamaklarının istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu görülürken bakı ve meşcere durumunun bir etkisi olmadığı görülmüştür. Yapılan analiz sonucunda gövde kanserinin oluşumunda ise bakı ve yükselti basamaklarının istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. (Tablo 4.13).

Cadı süpürgesi belirtisi bakılara göre incelendiğinde güney bakılarda hastalığın daha yaygın olduğu ancak bakılar arasında $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür (Tablo 4.14, 4.15).

Cadı süpürgesi belirtisi yükselti basamaklarına göre incelendiğinde 1400-1700 m yükselti basamağında hastalığın daha yaygın olduğu ve bu yükselti basamağının diğer yükselti basamakları ile arasında $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bir fark olduğu görülmüştür (Tablo 4.16, 4.17).

Tablo 4.13. *Hastalık belirtilerinin bulunma yüzdelerine ait 3 faktörlü ANOVA analizi sonuçları*

| | **Kareler Toplamı** | **df** | **Kareler Ortalaması** | **F** | **Önem Seviyesi** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Cadı Süpürgesi** | | | | | |
| Bakı | 478,290 | 3 | 159,430 | 1,117 | 0,344 |
| Yükselti Basamağı | 2035,184 | 2 | 1017,592 | 7,130 | 0,001 |
| Meşcere Durumu | 181,926 | 1 | 181,926 | 1,275 | 0,261 |
| Bakı * Yükselti Basamağı | 1371,590 | 6 | 228,598 | 1,602 | 0,151 |
| Bakı * Meşcere Durumu | 371,104 | 3 | 123,701 | ,867 | 0,460 |
| Yükselti Basamağı * Meşcere_Durumu | 338,922 | 2 | 169,461 | 1,187 | 0,308 |
| Bakı * Yükselti Basamağı * Meşcere Durumu | 863,183 | 6 | 143,864 | 1,008 | 0,422 |
| **Dal Şişkinliği** | | | | | |
| Bakı | 1119,418 | 3 | 373,139 | 2,075 | 0,106 |
| Yükselti Basamağı | 7518,067 | 2 | 3759,034 | 20,903 | 0,000 |
| Meşcere Durumu | 68,147 | 1 | 68,147 | ,379 | 0,539 |
| Bakı * Yükselti Basamağı | 4532,448 | 6 | 755,408 | 4,201 | 0,001 |
| Bakı * Meşcere Durumu | 1237,709 | 3 | 412,570 | 2,294 | 0,080 |
| Yükselti Basamağı * Meşcere_Durumu | 165,800 | 2 | 82,900 | ,461 | 0,632 |
| Bakı * Yükselti Basamağı * Meşcere Durumu | 1031,478 | 6 | 171,913 | ,956 | 0,457 |
| **Gövde Kanseri** | | | | | |
| Bakı | 5842,519 | 3 | 1947,506 | 11,067 | 0,000 |
| Yükselti Basamağı | 3056,998 | 2 | 1528,499 | 8,686 | 0,000 |
| Meşcere Durumu | 484,449 | 1 | 484,449 | 2,753 | 0,099 |
| Bakı * Yükselti Basamağı | 3159,324 | 6 | 526,554 | 2,992 | 0,009 |
| Bakı * Meşcere Durumu | 518,992 | 3 | 172,997 | ,983 | 0,403 |
| Yükselti Basamağı * Meşcere_Durumu | 1282,527 | 2 | 641,263 | 3,644 | 0,029 |
| Bakı * Yükselti Basamağı * Meşcere Durumu | 464,809 | 6 | 77,468 | ,440 | 0,851 |

Tablo 4.14. *Cadı süpürgesi belirtisinin bakıya göre Post-Hoc testi sonuçları*

| Bakı | | Ortalamalar Farkı | Standart Hata | Önemlilik Seviyesi (P) | %95 Güven Aralığı | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Alt Sınır | Üst Sınır |
| **Kuzey** | **Doğu** | -0,5005 | 2,60995 | 0,997 | -7,2823 | 6,2814 |
| | **Güney** | -2,4542 | 2,51921 | 0,764 | -9,0002 | 4,0919 |
| | **Batı** | 1,8426 | 2,57719 | 0,891 | -4,8541 | 8,5394 |
| **Doğu** | **Kuzey** | 0,5005 | 2,60995 | 0,997 | -6,2814 | 7,2823 |
| | **Güney** | -1,9537 | 2,58279 | 0,874 | -8,6650 | 4,7576 |
| | **Batı** | 2,3431 | 2,63937 | 0,811 | -4,5152 | 9,2014 |
| **Güney** | **Kuzey** | 2,4542 | 2,51921 | 0,764 | -4,0919 | 9,0002 |
| | **Doğu** | 1,9537 | 2,58279 | 0,874 | -4,7576 | 8,6650 |
| | **Batı** | 4,2968 | 2,54968 | 0,135 | -2,3285 | 10,9220 |
| **Batı** | **Kuzey** | -1,8426 | 2,57719 | 0,891 | -8,5394 | 4,8541 |
| | **Doğu** | -2,3431 | 2,63937 | 0,811 | -9,2014 | 4,5152 |
| | **Güney** | -4,2968 | 2,54968 | 0,135 | -10,9220 | 2,3285 |

*Ortalamalar farkı 0,05 düzeyinde anlamlı

Tablo 4.15. *Cadı süpürgesi belirtisinin bakıya göre homojen alt gruplar tablosu*

| Bakı | Örnek Alan Sayısı | Alt Gruplar |
|---|---|---|
| **Batı** | 42 | 10,8619 [a] |
| **Kuzey** | 44 | 12,7045 [a] |
| **Doğu** | 40 | 13,2050 [a] |
| **Güney** | 46 | 15,1587 [a] |
| **Önemlilik Seviyesi (P)** | | 0,346 |

Tablo 4.16. *Cadı süpürgesi belirtisinin yükselti basamaklarına göre Post-Hoc testi sonuçları*

| Yükselti Basamakları (m) | | Ortalamalar Farkı | Standart Hata | Önemlilik Seviyesi (P) | %95 Güven Aralığı | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Alt Sınır | Üst Sınır |
| 1100-1400 | 1400-1700 | -7,5666* | 2,28745 | 0,003 | -12,9822 | -2,1510 |
| | 1700-2000 | -1,6644 | 2,32710 | 0,755 | -7,1739 | 3,8451 |
| 1400-1700 | 1100-1400 | 7,5666* | 2,28745 | 0,003 | 2,1510 | 12,9822 |
| | 1700-2000 | 5,9022* | 2,13880 | 0,018 | ,8385 | 10,9659 |
| 1700-2000 | 1100-1400 | 1,6644 | 2,32710 | 0,755 | -3,8451 | 7,1739 |
| | 1400-1700 | -5,9022* | 2,13880 | 0,018 | -10,9659 | -,8385 |

*Ortalamalar farkı 0,05 düzeyinde anlamlı

Tablo 4.17. *Cadı süpürgesi belirtisinin yükselti basamaklarına göre homojen alt gruplar tablosu*

| Yükselti Basamakları (m) | Örnek Alan Sayısı | Alt Gruplar | |
|---|---|---|---|
| **1100-1400** | 47 | 9,5872 [b] | |
| **1700-2000** | 60 | 11,2517 [b] | |
| **1400-1700** | 65 | | 17,1538 [a] |
| **Önemlilik Seviyesi (P)** | | 0,741 | 1,000 |

Dal şişkinliği belirtisi bakılara göre incelendiğinde doğu bakılarda hastalığın daha yaygın olduğu ancak bakılar arasında p≤0,05 düzeyinde anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür (Tablo 4.18, 4.19).

Dal şişkinliği belirtisi yükselti basamaklarına göre incelendiğinde 1400-1700 m yükselti basamağında hastalığın daha yaygın olduğu görülmüştür. 1400-1700 yükselti basamağı ile 1100-1400 m yükselti basamağı arasında p≤0,05 düzeyinde anlamlı bir

fark olmamasına karşın bu iki yükselti basamağının 1700-2000 m yükselti basamağı arasında p≤0,05 düzeyinde anlamlı bir fark bulunduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.20, 4.21).

Tablo 4.18. *Dal şişkinliği belirtisinin bakıya göre Post-Hoc testi sonuçları*

| **Bakı** | | **Ortalamalar Farkı** | **Standart Hata** | **Önemlilik Seviyesi (P)** | **%95 Güven Aralığı** | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | **Alt Sınır** | **Üst Sınır** |
| **Kuzey** | **Doğu** | -6,3507 | 2,92966 | 0,137 | -13,9633 | 1,2619 |
| | **Güney** | -4,5399 | 2,82781 | 0,379 | -11,8879 | 2,8080 |
| | **Batı** | -0,3110 | 2,89289 | 1,000 | -7,8281 | 7,2060 |
| **Doğu** | **Kuzey** | 6,3507 | 2,92966 | 0,137 | -1,2619 | 13,9633 |
| | **Güney** | 1,8108 | 2,89917 | 0,924 | -5,7226 | 9,3441 |
| | **Batı** | 6,0396 | 2,96269 | 0,179 | -1,6588 | 13,7381 |
| **Güney** | **Kuzey** | 4,5399 | 2,82781 | 0,379 | -2,8080 | 11,8879 |
| | **Doğu** | -1,8108 | 2,89917 | 0,924 | -9,3441 | 5,7226 |
| | **Batı** | 4,2289 | 2,86201 | 0,454 | -3,2079 | 11,6657 |
| **Batı** | **Kuzey** | 0,3110 | 2,89289 | 1,000 | -7,2060 | 7,8281 |
| | **Doğu** | -6,0396 | 2,96269 | 0,179 | -13,7381 | 1,6588 |
| | **Güney** | -4,2289 | 2,86201 | 0,454 | -11,6657 | 3,2079 |

*Ortalamalar farkı 0,05 düzeyinde anlamlı

Tablo 4.19. *Dal şişkinliği belirtisinin bakıya göre homojen alt gruplar tablosu*

| **Bakı** | **Örnek Alan Sayısı** | **Alt Gruplar** |
|---|---|---|
| **Kuzey** | 44 | 29,8818 |
| **Batı** | 42 | 30,1929 |
| **Güney** | 46 | 34,4217 |
| **Doğu** | 40 | 36,2325 |
| **Önemlilik Seviyesi (P)** | | 0,130 |

Tablo 4.20. *Dal şişkinliği belirtisinin yükselti basamaklarına göre Post-Hoc testi sonuçları*

| Yükselti Basamakları (m) | | Ortalamalar Farkı | Standart Hata | Önemlilik Seviyesi (P) | %95 Güven Aralığı | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Alt Sınır | Üst Sınır |
| 1100-1400 | 1400-1700 | -2,8673 | 2,56766 | 0,505 | -8,9463 | 3,2117 |
| | 1700-2000 | 11,7614* | 2,61217 | 0,000 | 5,5770 | 17,9458 |
| 1400-1700 | 1100-1400 | 2,8673 | 2,56766 | 0,505 | -3,2117 | 8,9463 |
| | 1700-2000 | 14,6287* | 2,40080 | 0,000 | 8,9447 | 20,3127 |
| 1700-2000 | 1100-1400 | -11,7614* | 2,61217 | 0,000 | -17,9458 | -5,5770 |
| | 1400-1700 | -14,6287* | 2,40080 | 0,000 | -20,3127 | -8,9447 |

*Ortalamalar farkı 0,05 düzeyinde anlamlı

Tablo 4.21. *Dal şişkinliği belirtisinin yükselti basamaklarına göre homojen alt gruplar tablosu*

| Yükselti Basamakları (m) | Örnek Alan Sayısı | Alt Gruplar | |
|---|---|---|---|
| **1700-2000** | 60 | 23,9067 [b] | |
| **1100-1400** | 47 | | 35,6681 [a] |
| **1400-1700** | 65 | | 38,5354 [a] |
| **Önemlilik Seviyesi (P)** | | 1,000 | ,495 |

Gövde kanseri belirtisi bakılara göre incelendiğinde doğu bakılarda hastalığın daha yaygın olduğu ve diğer bakılar ile arasında $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bir fark olduğu görülmüştür (Tablo 4.22, 4.23).

Gövde kanseri belirtisi yükselti basamaklarına göre incelendiğinde 1400-1700 m yükselti basamağında hastalığın daha yaygın olduğu görülmüştür. 1400-1700 yükselti

basamağı ile diğer yükselti basamakları arasında p≤0,05 düzeyinde anlamlı bir fark bulunduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.24, 4.25).

Tablo 4.22. *Gövde kanseri belirtisinin bakıya göre Post-Hoc testi sonuçları*

| **Bakı** | | **Ortalamalar Farkı** | **Standart Hata** | **Önemlilik Seviyesi (P)** | **%95 Güven Aralığı** | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | **Alt Sınır** | **Üst Sınır** |
| **Kuzey** | **Doğu** | -8,6957* | 2,89805 | 0,017 | -16,2261 | -1,1652 |
| | **Güney** | 6,6340 | 2,79729 | 0,087 | -0,6347 | 13,9026 |
| | **Batı** | 2,8128 | 2,86168 | 0,759 | -4,6232 | 10,2487 |
| **Doğu** | **Kuzey** | 8,6957* | 2,89805 | 0,017 | 1,1652 | 16,2261 |
| | **Güney** | 15,3297* | 2,86789 | 0,000 | 7,8776 | 22,7818 |
| | **Batı** | 11,5085* | 2,93072 | 0,001 | 3,8931 | 19,1238 |
| **Güney** | **Kuzey** | -6,6340 | 2,79729 | 0,087 | -13,9026 | 0,6347 |
| | **Doğu** | -15,3297* | 2,86789 | 0,000 | -22,7818 | -7,8776 |
| | **Batı** | -3,8212 | 2,83113 | 0,533 | -11,1778 | 3,5354 |
| **Batı** | **Kuzey** | -2,8128 | 2,86168 | 0,759 | -10,2487 | 4,6232 |
| | **Doğu** | -11,5085* | 2,93072 | 0,001 | -19,1238 | -3,8931 |
| | **Güney** | 3,8212 | 2,83113 | 0,533 | -3,5354 | 11,1778 |

*Ortalamalar farkı 0,05 düzeyinde anlamlı

Tablo 4.23. *Gövde kanseri belirtisinin bakıya göre homojen alt gruplar tablosu*

| **Bakı** | **Örnek Alan Sayısı** | **Alt Gruplar** | |
|---|---|---|---|
| **Güney** | 46 | 18,5478 [b] | |
| **Batı** | 42 | 22,3690 [b] | |
| **Kuzey** | 44 | 25,1818 [b] | |
| **Doğu** | 40 | | 33,8775 [a] |
| **Önemlilik Seviyesi (P)** | | 0,099 | 1,000 |

Tablo 4.24. *Gövde kanseri belirtisinin yükselti basamaklarına göre Post-Hoc testi sonuçları*

| Yükselti Basamakları (m) | | Ortalamalar Farkı | Standart Hata | Önemlilik Seviyesi (P) | %95 Güven Aralığı | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Alt Sınır | Üst Sınır |
| 1100-1400 | 1400-1700 | -9,5361* | 2,53995 | 0,001 | -15,5495 | -3,5227 |
| | 1700-2000 | -1,8875 | 2,58398 | 0,746 | -8,0051 | 4,2302 |
| 1400-1700 | 1100-1400 | 9,5361* | 2,53995 | 0,001 | 3,5227 | 15,5495 |
| | 1700-2000 | 7,6486* | 2,37490 | 0,004 | 2,0259 | 13,2712 |
| 1700-2000 | 1100-1400 | 1,8875 | 2,58398 | 0,746 | -4,2302 | 8,0051 |
| | 1400-1700 | -7,6486* | 2,37490 | 0,004 | -13,2712 | -2,0259 |

*Ortalamalar farkı 0,05 düzeyinde anlamlı

Tablo 4.25. *Gövde kanseri belirtisinin yükselti basamaklarına göre homojen alt gruplar tablosu*

| Yükselti Basamakları (m) | Örnek Alan Sayısı | Alt Gruplar | |
|---|---|---|---|
| **1100-1400** | 47 | 20,4809 [b] | |
| **1700-2000** | 60 | 22,3683 [b] | |
| **1400-1700** | 65 | | 30,0169 [a] |
| **Önemlilik Seviyesi (P)** | | ,731 | 1,000 |

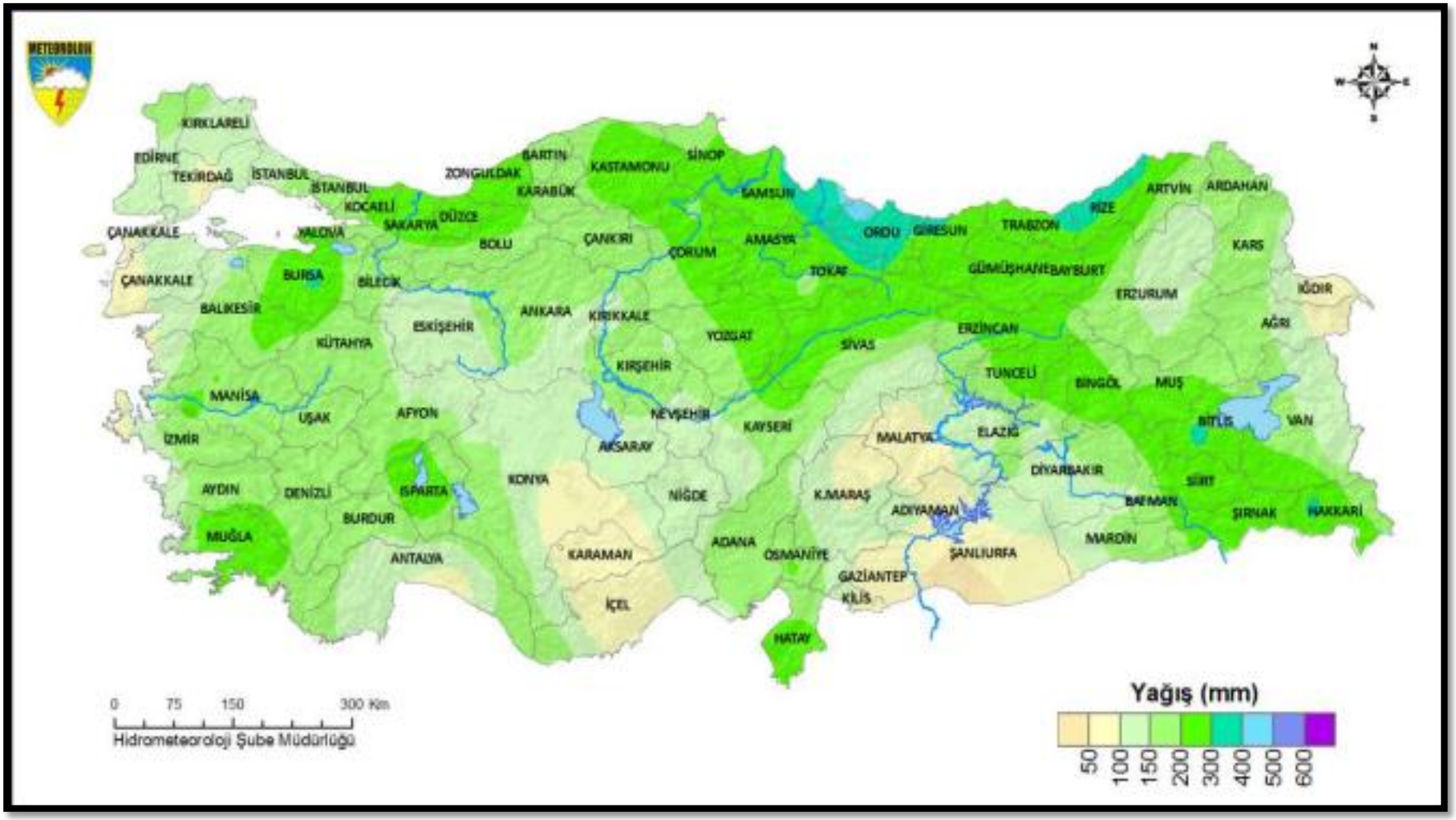
## 4.5. Örnek Alanların Meteorolojik Kuraklık Durumu

*M. caryophyllacearum'* un yayılışındaki etkenlerden biri de alandaki nem miktarıdır. Bu verilerin eldesinde Meteoroloji Genel Müdürülüğünün 2016-2017 yılları yağış değerlendirmeleri ve SPI (Standardized Precipitation Index - Standart Yağış İndeksi ) verilerinden faydalanılmıştır.

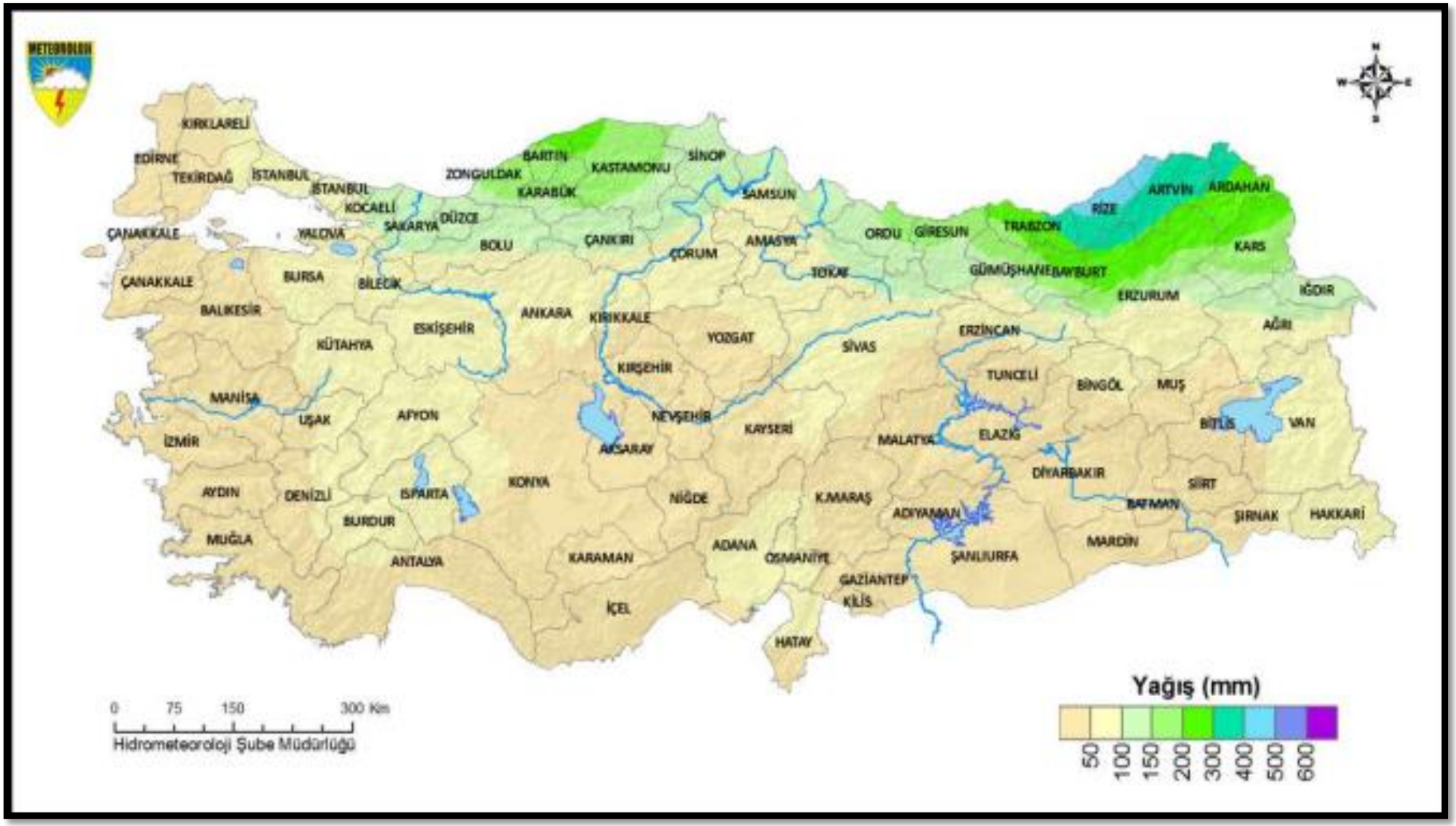
2016 yılı alansal yağış dağılımı incelendiğinde Kastamonu' nun yıllık yağışının 600-1000 mm arasında olduğu görülmektedir. Bu da Türkiye normallerinin üzerinde bir yağış miktarına sahip olduğunu göstermektedir. 2016 yılı ilkbahar mevsimi ve yaz mevsimi yağış miktarları da yağış ortalamalarının üzerinde olduğu görülmektedir. Ancak 2017 yılı alansal yağış dağılımı incelendiğinde Kastamonu' nun yıllık yağışının 400-800 mm arasında olduğu görülmektedir. Bu da yağış miktarının Türkiye normallerinin altına düştüğünü göstermektedir. 2017 yılı ilkbahar mevsiminde yağış miktarının normalin biraz altına düştüğü ancak yaz mevsimi yağış miktarlarında da yağışın ortalamanın üzerinde olduğu görülmektedir (Anonim2016b; 2017) (Harita 4.1-4.4).

Standart yağış indeksinin 24 aylık (Ağustos 2016- Temmuz 2018) verileri incelendiğinde ise Kastamonu' nun normal ve hafif nemli hatta Ilgaz Dağı tarafının orta nemli alanlarda yer aldığı görülmüştür (Anonim2018) (Harita 4.5).

Bu da hastalık etmeninin gelişmesi ve yayılması için yeteri kadar nemin bulunduğunu göstermektedir.



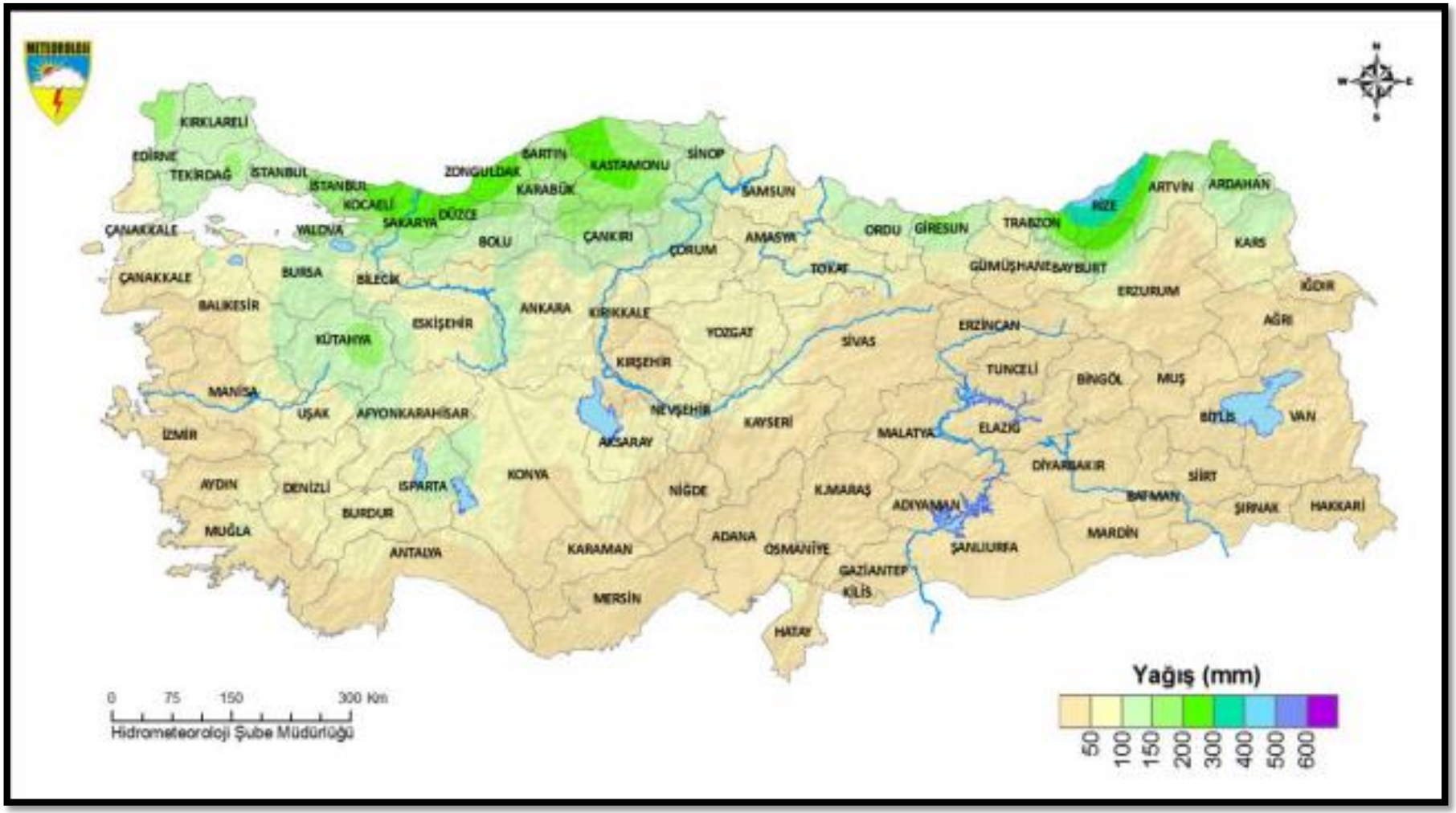

Harita 4.1. 2016 yılı ilkbahar mevsimi yağış dağılışı (Anonim, 2016b)



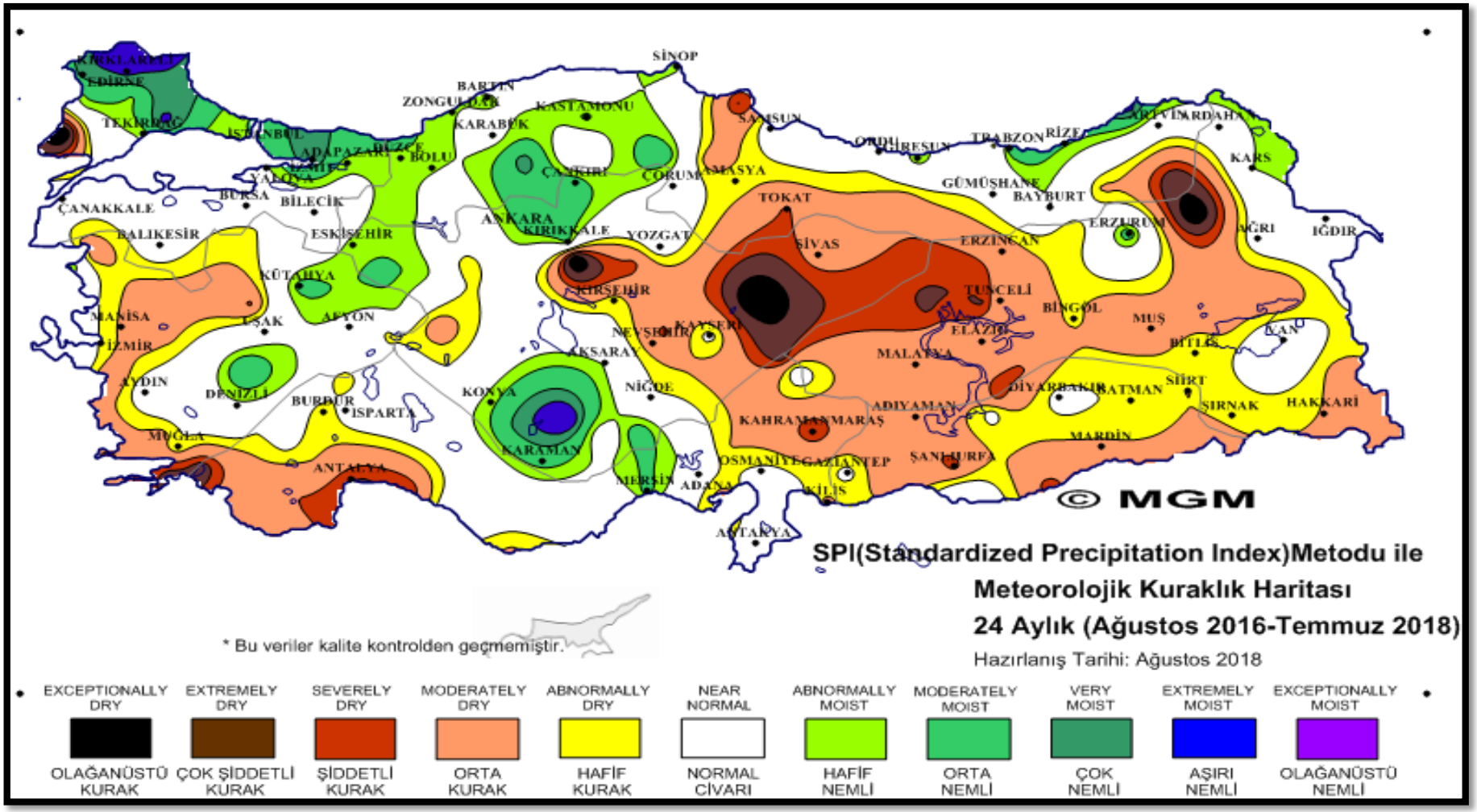

Harita 4.2. 2016 yılı yaz mevsimi yağış dağılışı (Anonim, 2016b)




Harita 4.3. 2017 yılı ilkbahar mevsimi yağış dağılışı (Anonim, 2017)




Harita 4.4. 2017 yılı yaz mevsimi yağış dağılışı (Anonim, 2017)

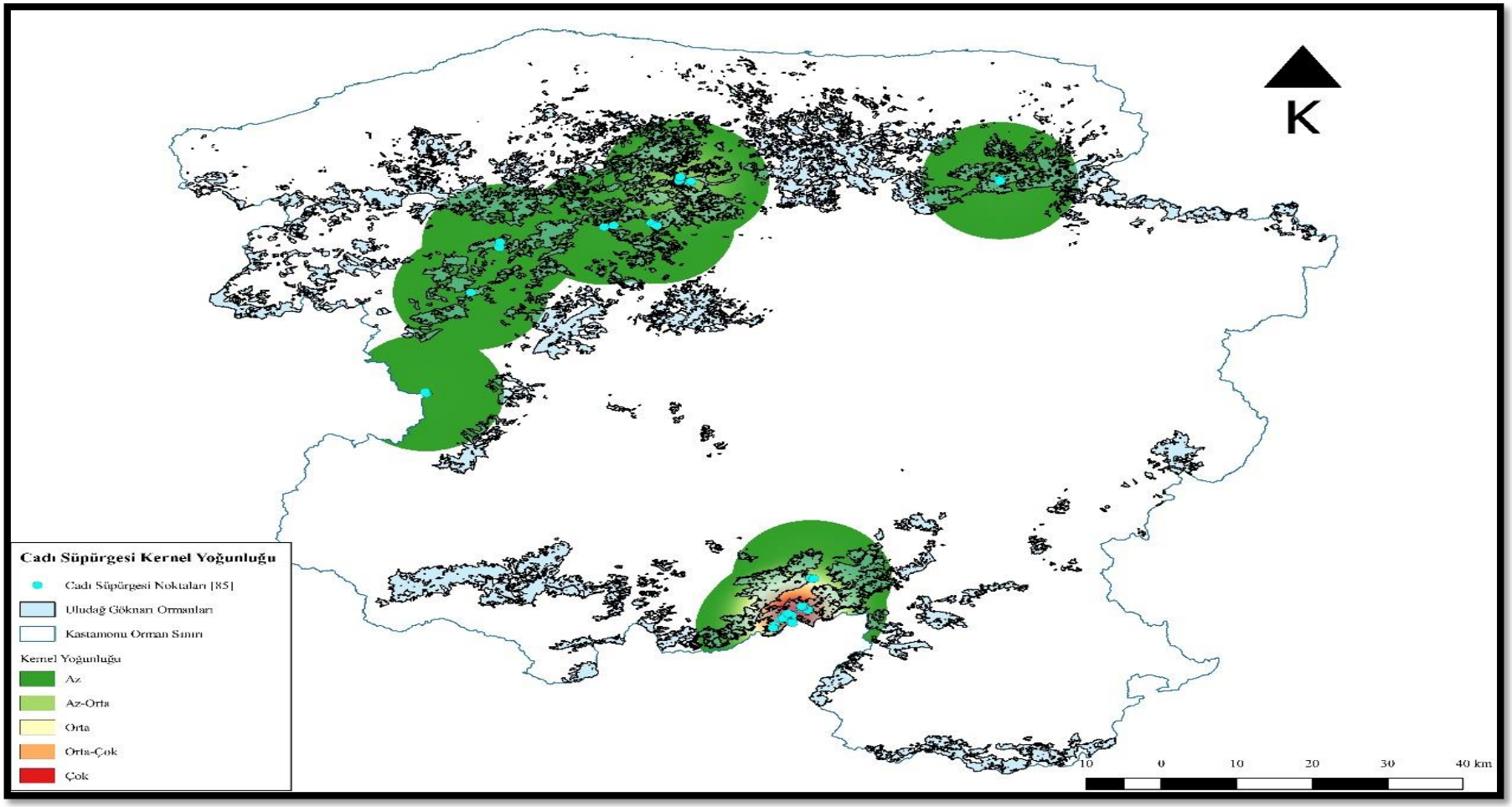



Harita 4.5. 24 aylık Standart Yağış İndeksi metoduna göre meteorolojik kuraklık durumu (Anonim, 2018)

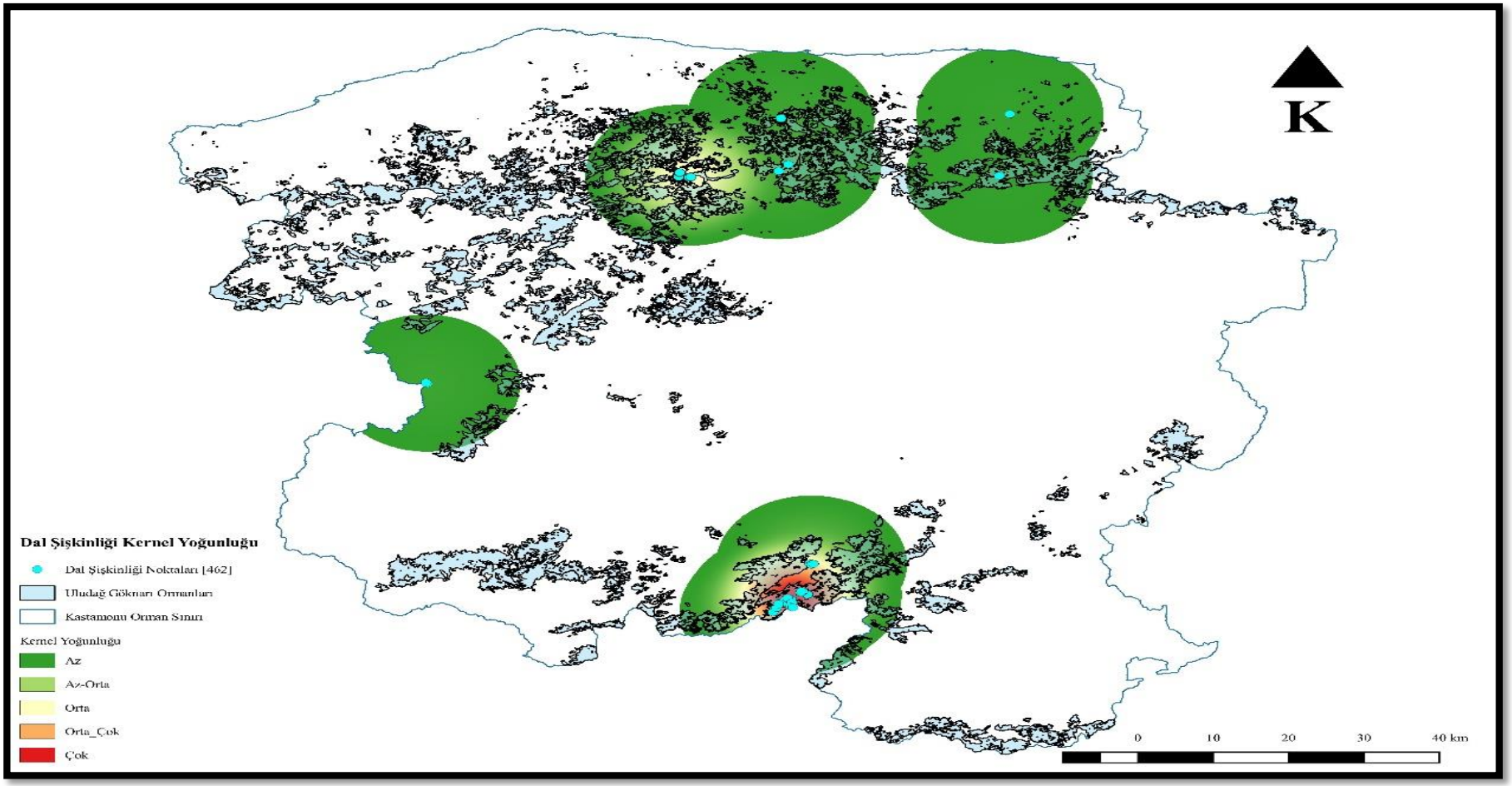
## 4.6. Hastalık Belirtilerinin Yoğunlukları

QGIS 3.2.2 programının Heatmap aracı kullanılarak, gözlem yapılan alanlarda hastalık etmenine ait belirtilerinin ayrı ayrı ve birlikte bulunduğu Uludağ Göknarı bireylerinin koordinatları kullanılarak üretilen haritalar Harita 4.6-4.13'de sunulmuştur.

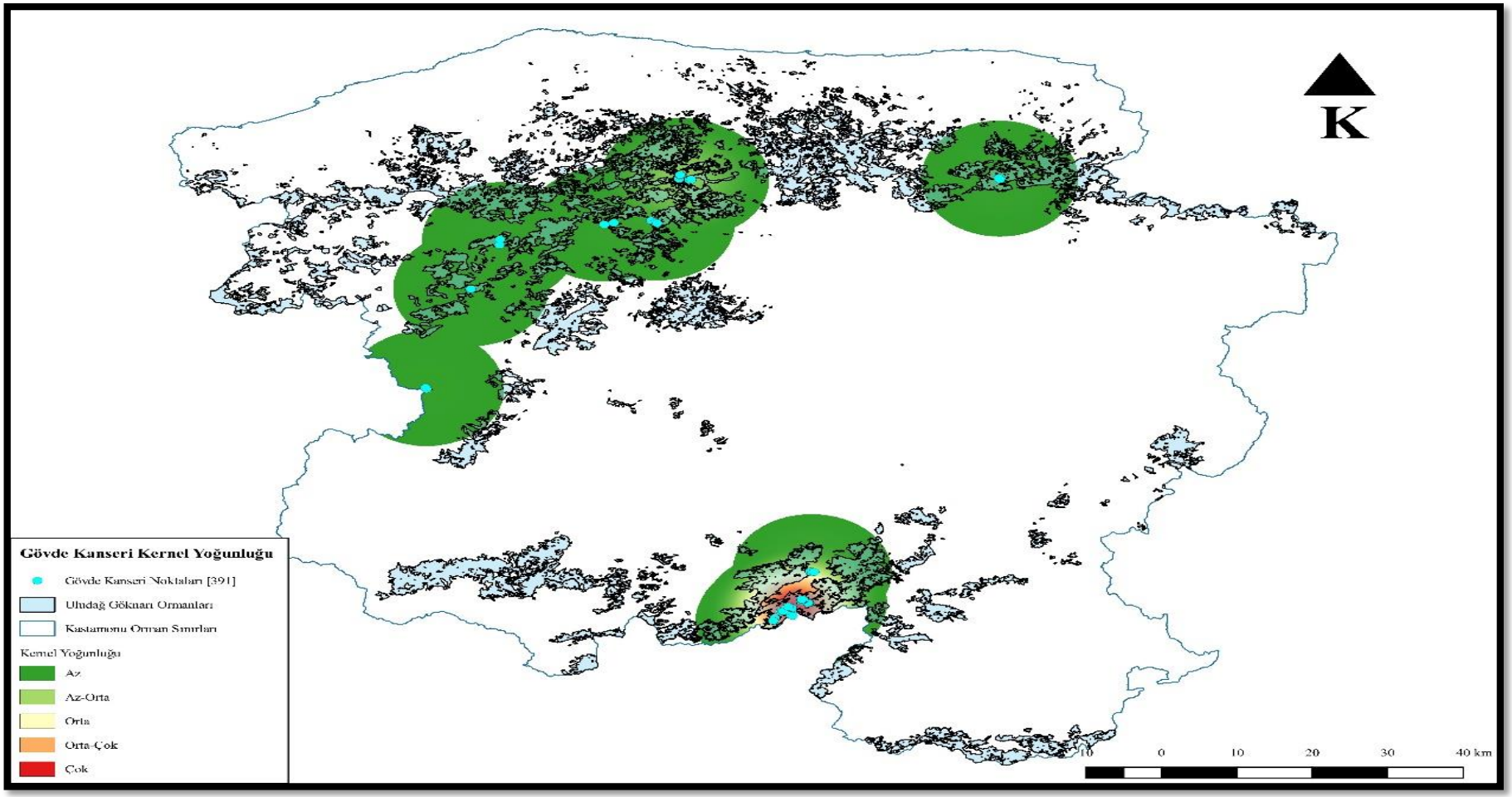
Elde edilen bulgulara bakıldığında bütün belirtilerin ayrı ayrı ve birlikte bulunma durumlarına göre en fazla Ilgaz Dağı ve çevresindeki alanlarda daha yoğun olduğu görülmüştür. Hastalığın var verisine göre yapılan analizde ise yine Ilgaz Dağı ve çevresinde yoğun olarak tespit edilmiştir. Bu bilgiye ek olarak dal şişkinliği ve cadı süpürgesinin birlikte görüldüğü ağaçların Ilgaz Dağı dışında Küre'de yer alan ormanlarda da yoğun olduğu görülmüştür.



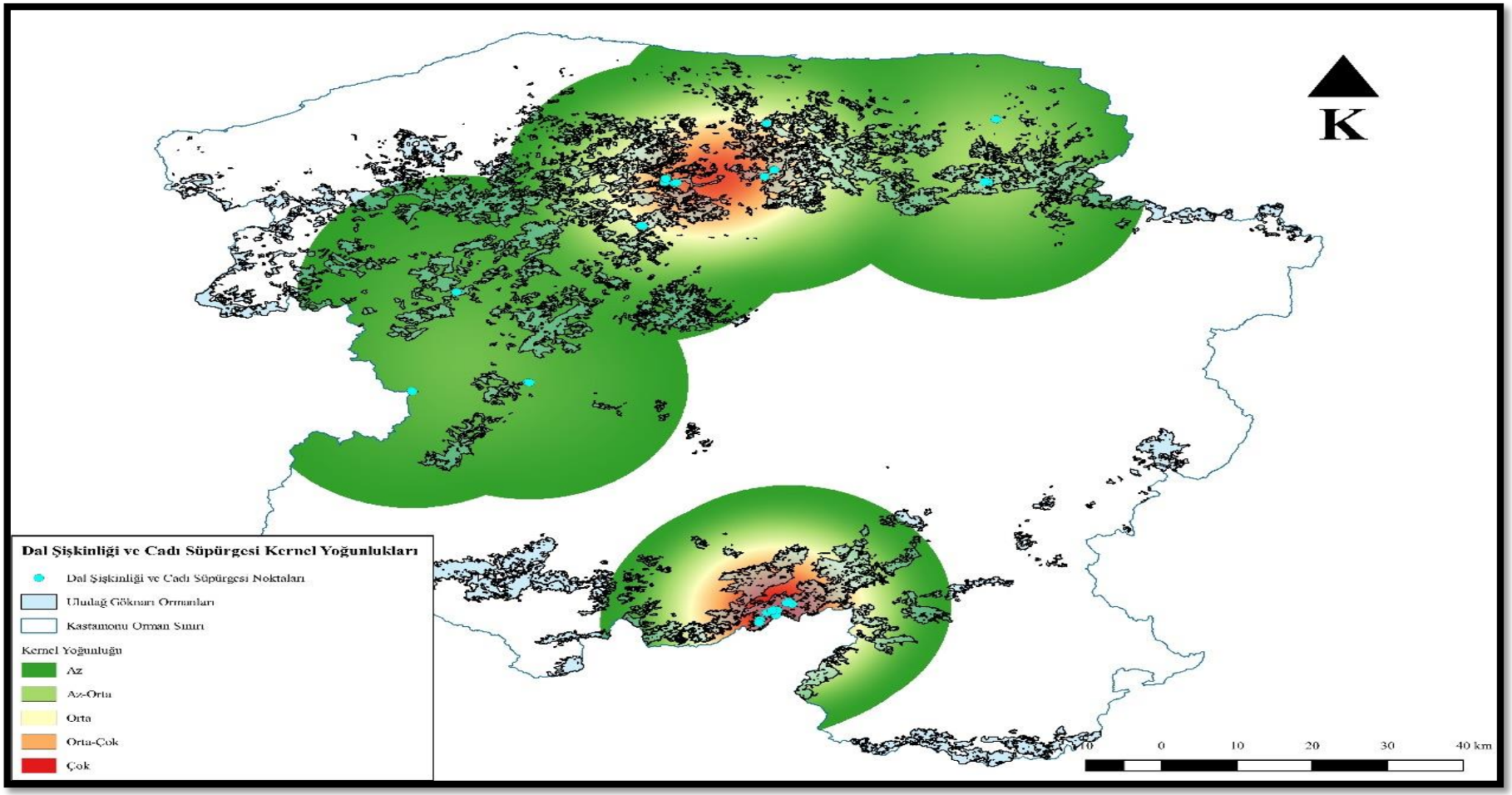

Harita 4.6. Cadı süpürgesi belirtisine ait Kernel yoğunluk haritası



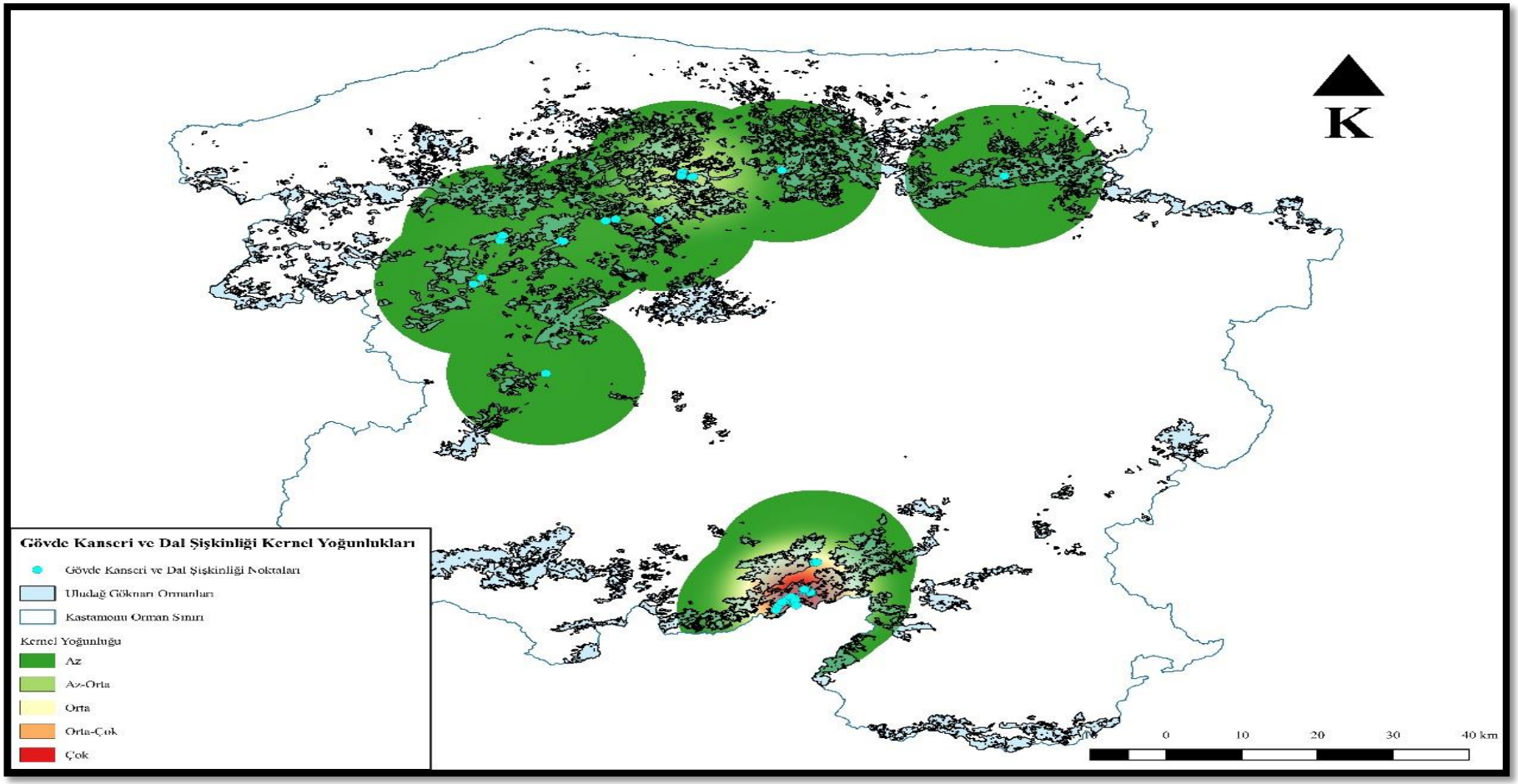

Harita 4.7. Dal şişkinliği belirtisine ait Kernel yoğunluk haritası



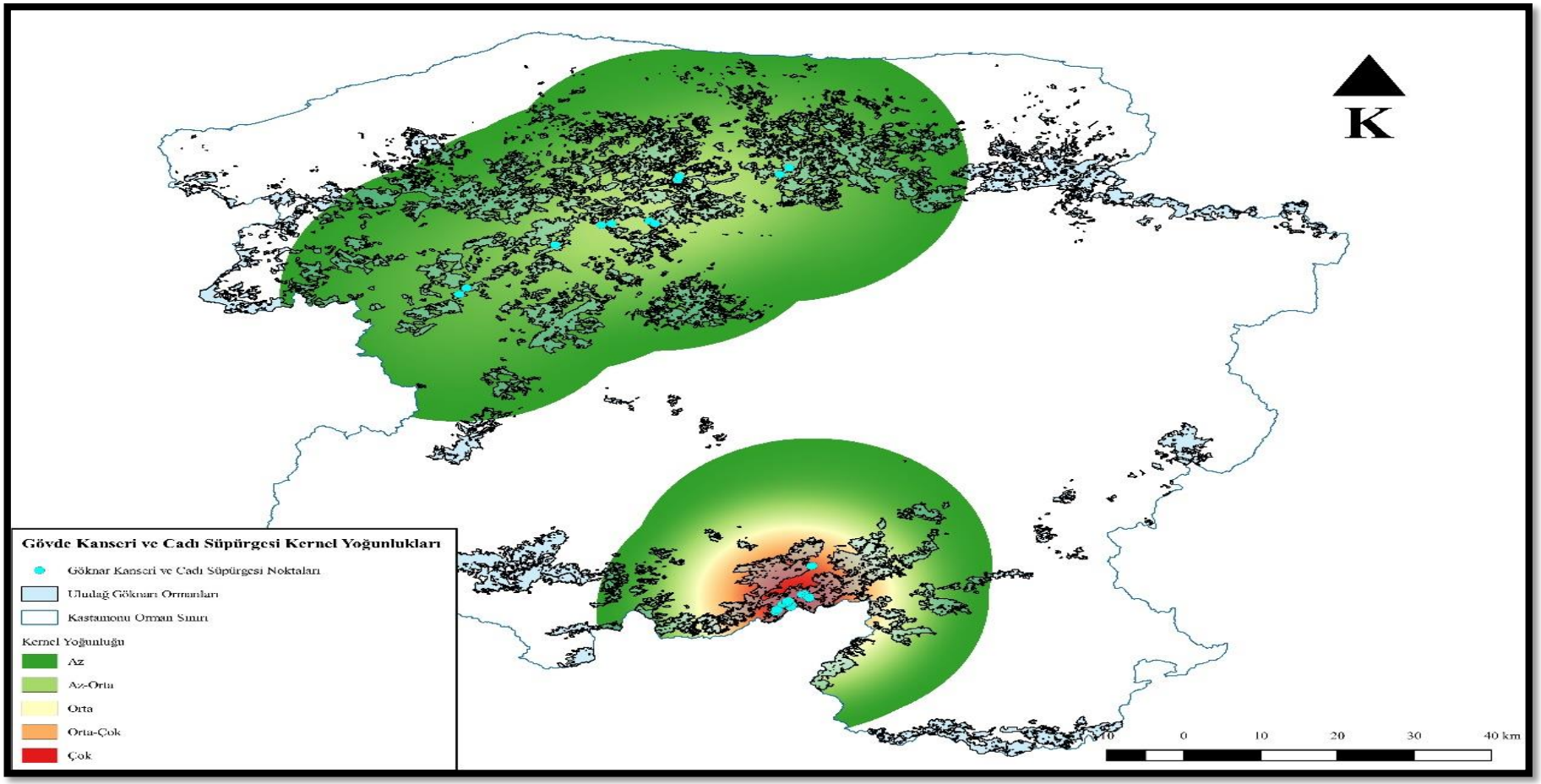

Harita 4.8. Gövde kanseri belirtisine ait Kernel yoğunluk haritası



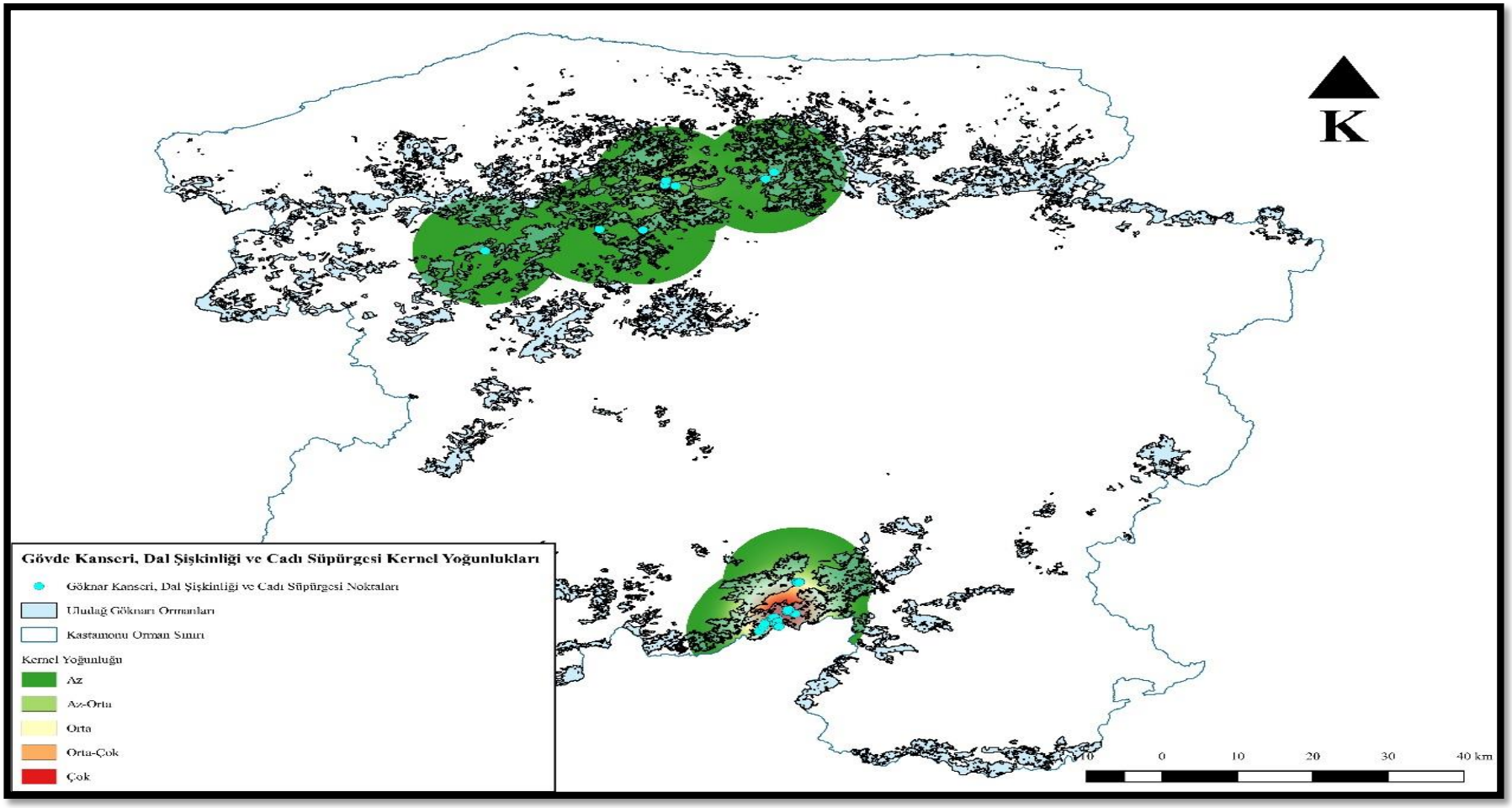

Harita 4.9. Dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtilerine ait Kernel yoğunluk haritası



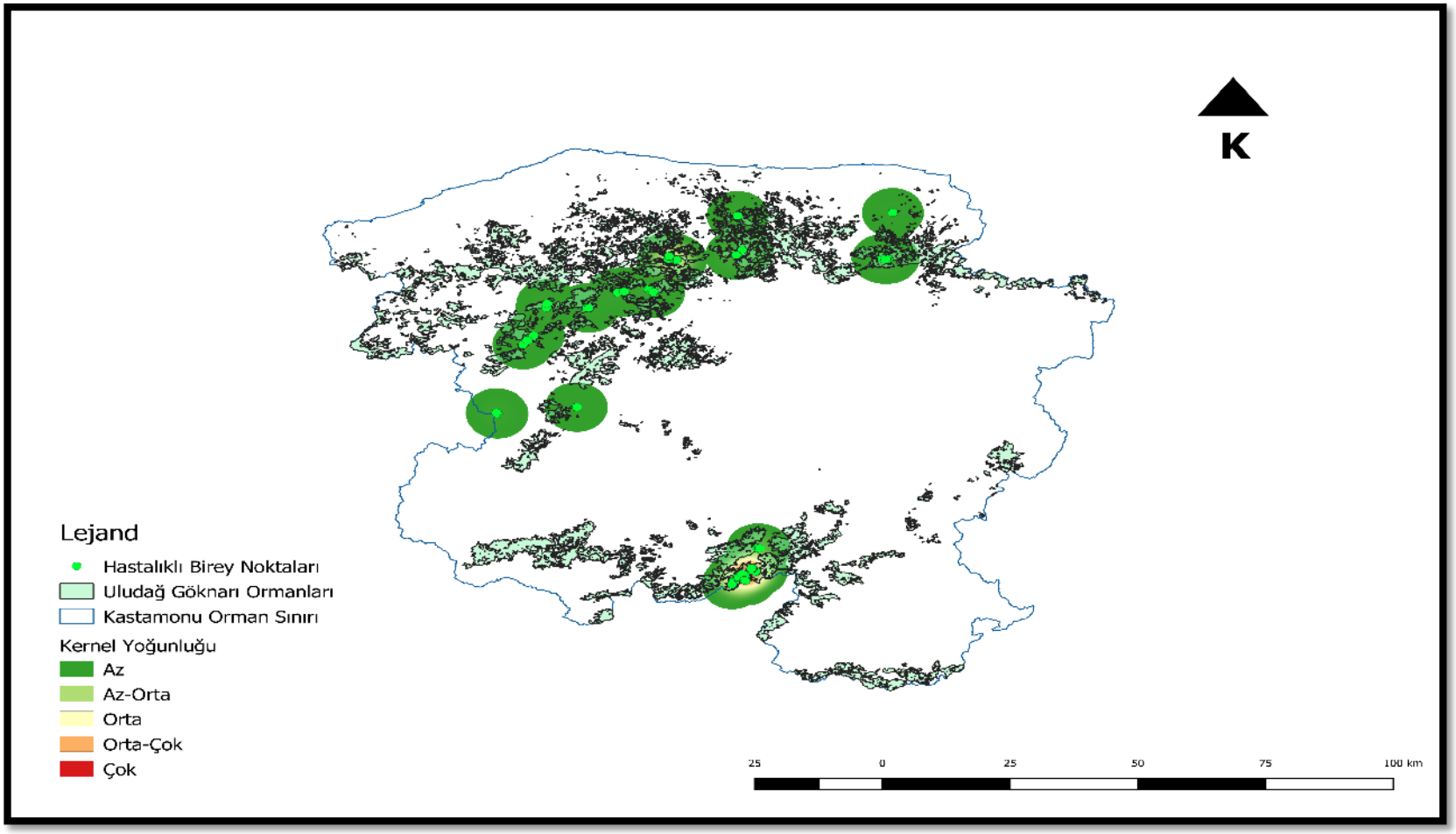

Harita 4.10. Gövde kanseri ve dal şişkinliği belirtilerine ait Kernel yoğunluk haritası




Harita 4.11. Gövde kanseri ve cadı süpürgesi belirtilerine ait Kernel yoğunluk haritası




Harita 4.12. Gövde kanseri, dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtilerine ait Kernel yoğunluk haritası




Harita 4.13. Göknar Kanserine ait Kernel yoğunluk haritası

## 4.7.Hastalığın Risk Modeline Ait Bulgular

Maxent 3.4.1 yazılımında Kastamonu ili Uludağ göknarı ormanlarında hastalığın belirtilerinin görüldüğü ağaçlardan el GPS'i yardımı ile alınan veriler ile her bir belirti için tek tek ve birlikte bulunma durumlarına göre risk modelleri belirlenmiş ve çevresel değişkenlerle ilişkileri analiz edilmiştir.

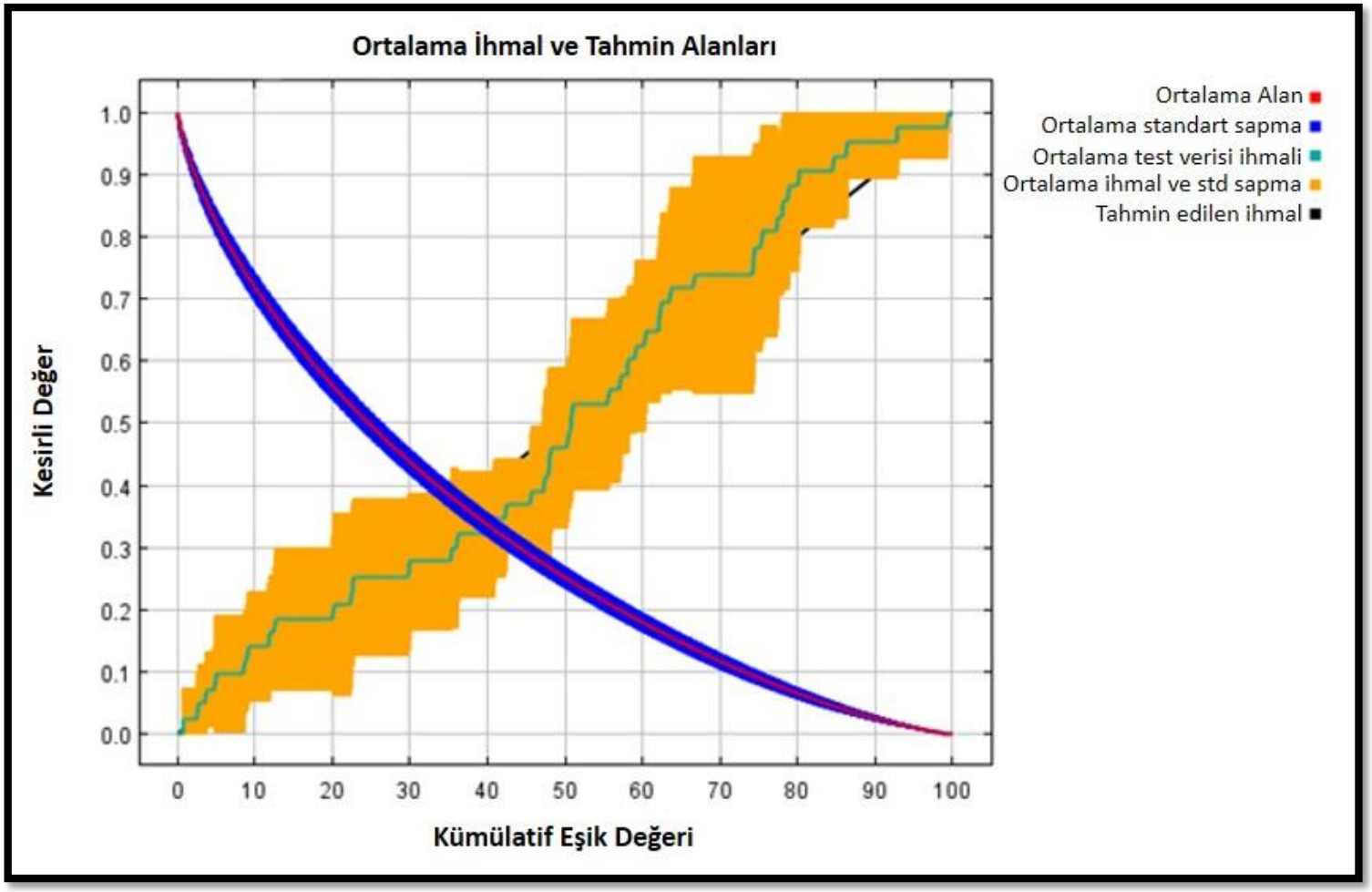
### 4.7.1. Cadı süpürgesi belirtisine ait modelleme sonuçları

Alınan sonuçlar değerlendirildiğinde hastalık risk modeli performansları orta düzeyde güvenilir bulunmuştur (Grafik 4.4). Elde edilen risk modelinin ROC değeri=0,779 olarak tespit edilmiştir (Grafik 4.5). Bu sonuca göre modelin orta düzeyde başarı gösterdiği görülmüştür (Philips vd., 2006).

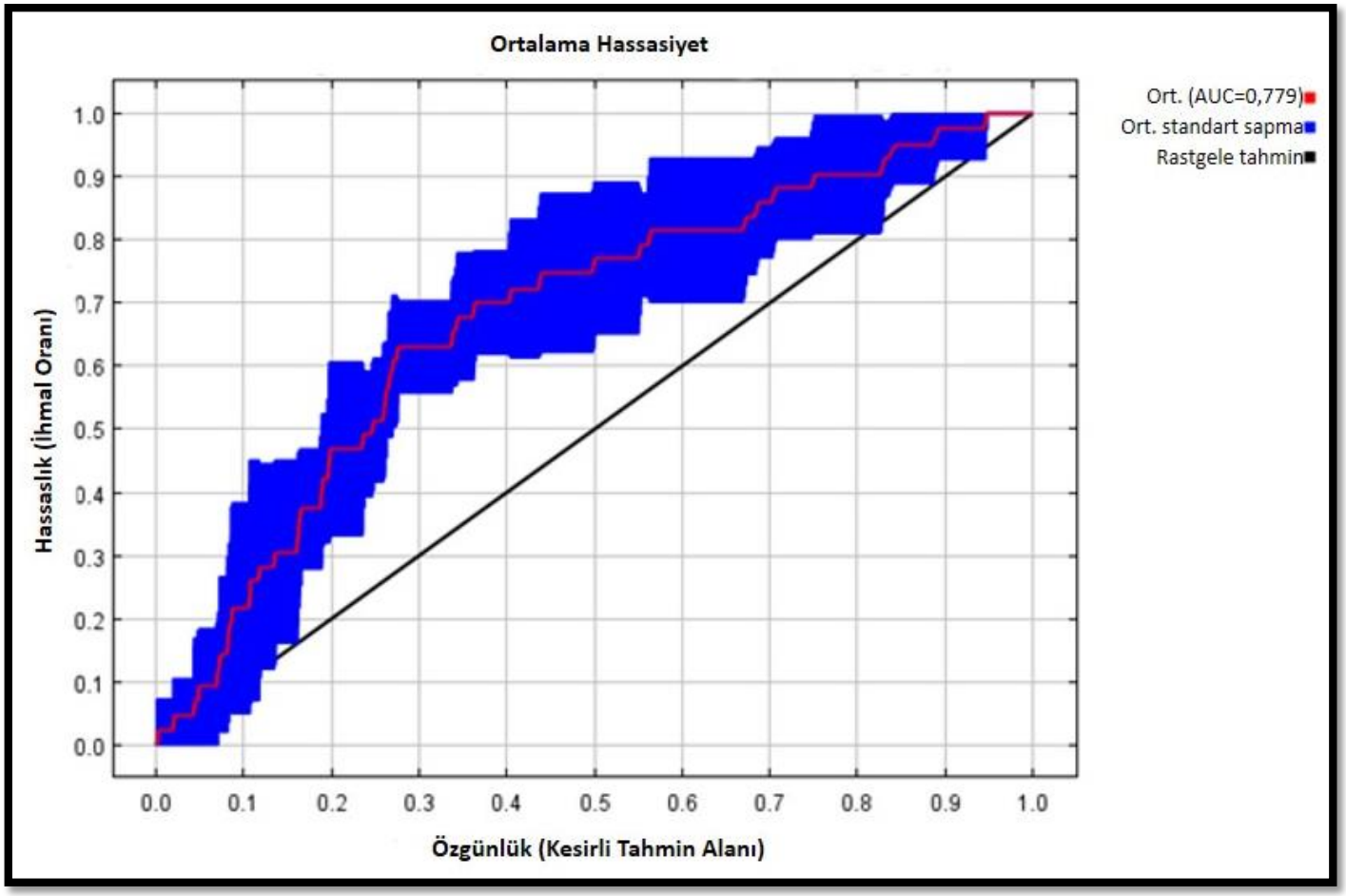
Hastalığın risk modellemesi oluşturulurken kullanılan her bir değişken için marjinal cevaplandırıcı eğrileri grafikler halinde belirtilmiştir (Grafik 4.6). Bu eğriler, değişkenlerin en yüksek katkıyı sağladığı tespit edilen aralıkları göstermektedir.

Bu eğriler her bir değişkenin MaxEnt modelinin tahminini nasıl etkilediğini göstermektedir. Marjinal cevaplandırıcı eğrileri her bir çevresel değişkenin değişkenlik gösterdiği gibi, varolan olasılık olasılığının nasıl değiştiğini ve diğer tüm çevresel değişkenleri ortalama örnek değerlerinde nasıl koruduğunu göstermektedir. Modeller, eğrilerde belirgin olmayan korelasyonlara bağlı olabileceğinden dolayı, eğer güçlü bir biçimde ilişkili değişkenler varsa, eğrilerin yorumlanmasının zor olabileceği belirtilmektedir. Çünkü model, korelasyonlara eğrilerde belirgin olmayan şekillerde bağlı olabilmektedir. Başka bir deyişle, eğriler tam olarak bir değişkenin değişmesinin marjinal etkisini gösterirken, model birlikte değişen değişken kümelerinden faydalanabilmektedir. Bu sebeple her değişkenin kendi içinde yorumlanması mümkün olmayabilmektedir (Philips vd., 2006).

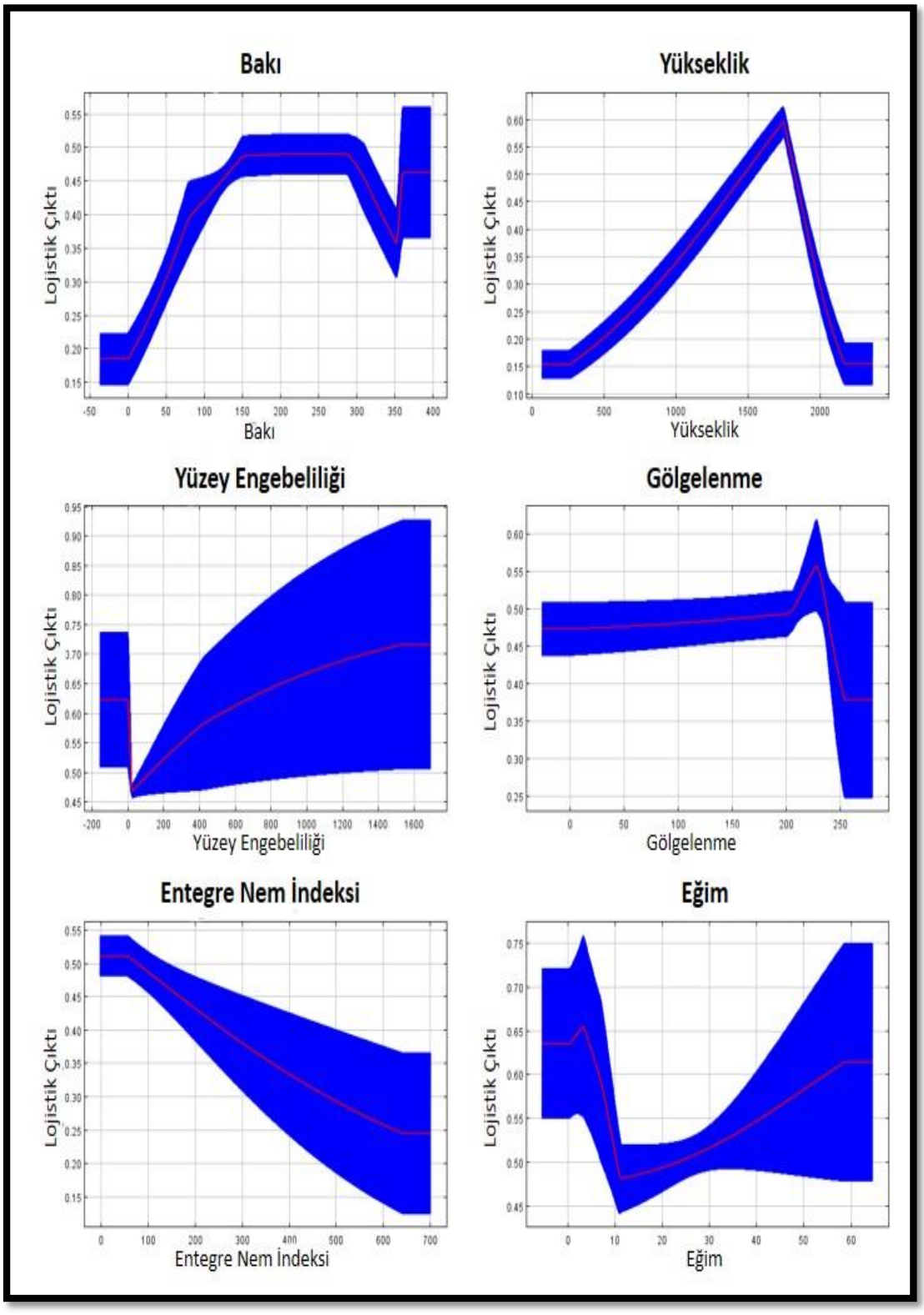
Jackknife testinin sonuçlarına göre modeli etkileyen en yüksek değer eğim değişkenine aittir. Bunu izleyen değişkenler yükseklik, yüzey engebeliliği ve bakı sınıflarıdır. Bu değişkenlerin en yüksek değerleri eğimin düşük, yüksekliğin 1700-2000 metre, yüzey engebeliliğinin yüksek olan alanlar ile güney ve batı bakılarda tespit edilmiştir. Gösterilen değerler, tekerrürlerden elde edilen ortalamalardır (Grafik 4.7).



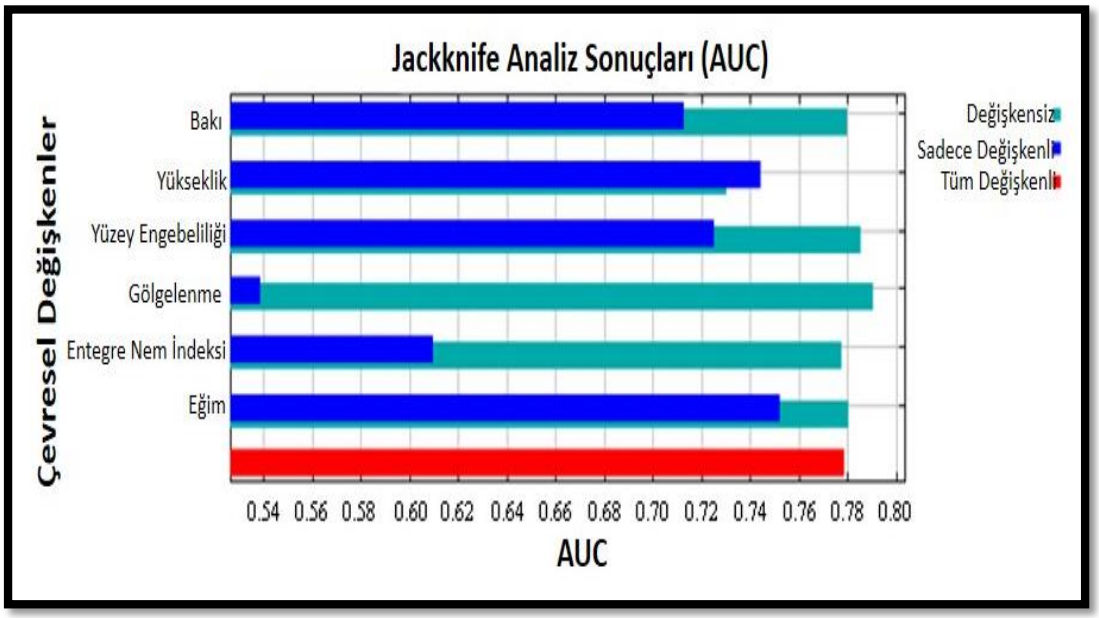

Grafik 4.4. Cadı süpürgesi belirtisi için yapılan modelin performansı




Grafik 4.5. Cadı süpürgesi belirtisi için yapılan modellemenin performansını gösteren ROC eğrisini içeren grafik



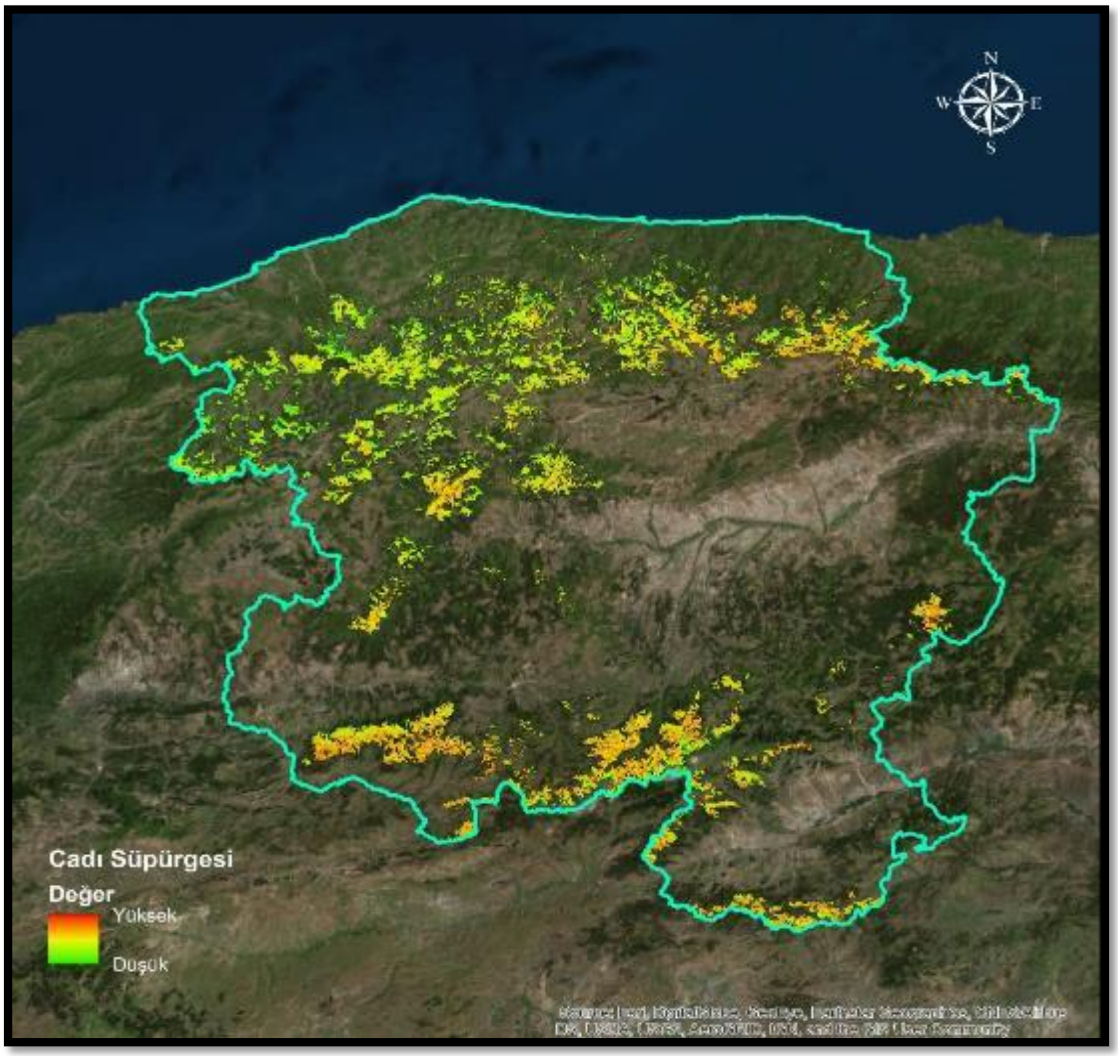

Grafik 4.6. Cadı süpürgesi belirtisine ait modeli yapılandıran değişkenlerinin marjinal cevaplandırıcı eğrileri



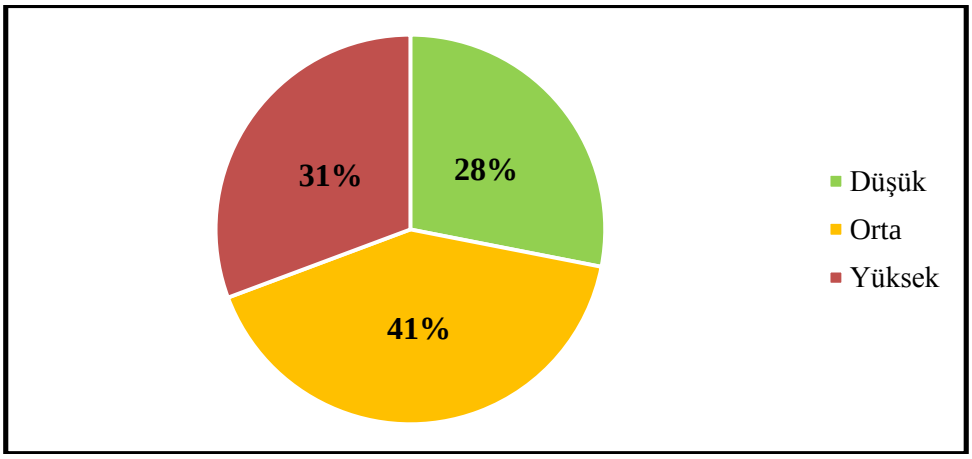

Grafik 4.7. Cadı süpürgesi belirtisine ait modelin Jackknife analizi sonucu çıkan AUC değerleri

Yapılan analizler sonucunda cadı süpürgesi belirtisi verilerine göre Kastamonu ili sınırları içerisindeki Uludağ Göknarları için bir risk haritası oluşturulmuştur (Harita 4.14).

Oluşturulan risk haritası incelendiğinde en fazla alanı orta risk derecesine sahip alanların (51440,21 ha) oluşturduğu bunu sırasıyla yüksek (38288,98 ha) ve düşük (35023,35 ha) riskli alanların takip ettiği görülmüştür (Grafik 4.8).




Harita 4.14. Kastamonu İli Uludağ göknarı ormanlarında cadı süpürgesi belirtisine ait risk haritası




Grafik 4.8. Cadı süpürgesi belirtisi verilerine göre oluşturulan risk haritasında alanların risk derecelerine göre oranları

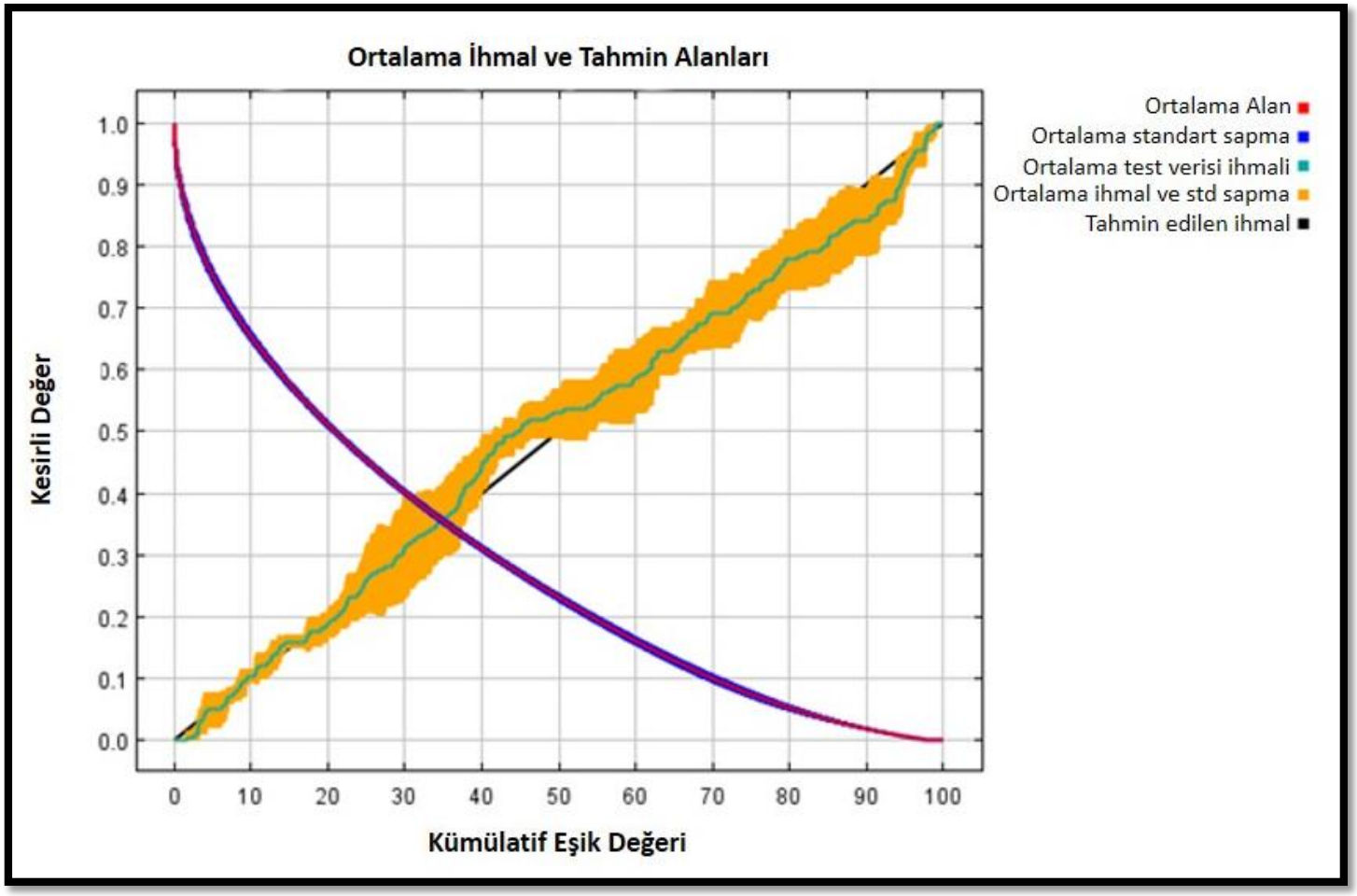
### 4.7.2. Dal şişkinliği belirtisine ait modelleme sonuçları

Dal şişkinliği belirtisine ait modellemeden alınan sonuçlar değerlendirildiğinde risk modeli performansları yüksek düzeyde güvenilir bulunmuştur (Grafik 4.9). Elde edilen risk modelinin ROC değeri=0,813 olarak tespit edilmiştir (Grafik 4.10). Bu sonuca göre modelin yüksek düzeyde başarı gösterdiği görülmüştür.

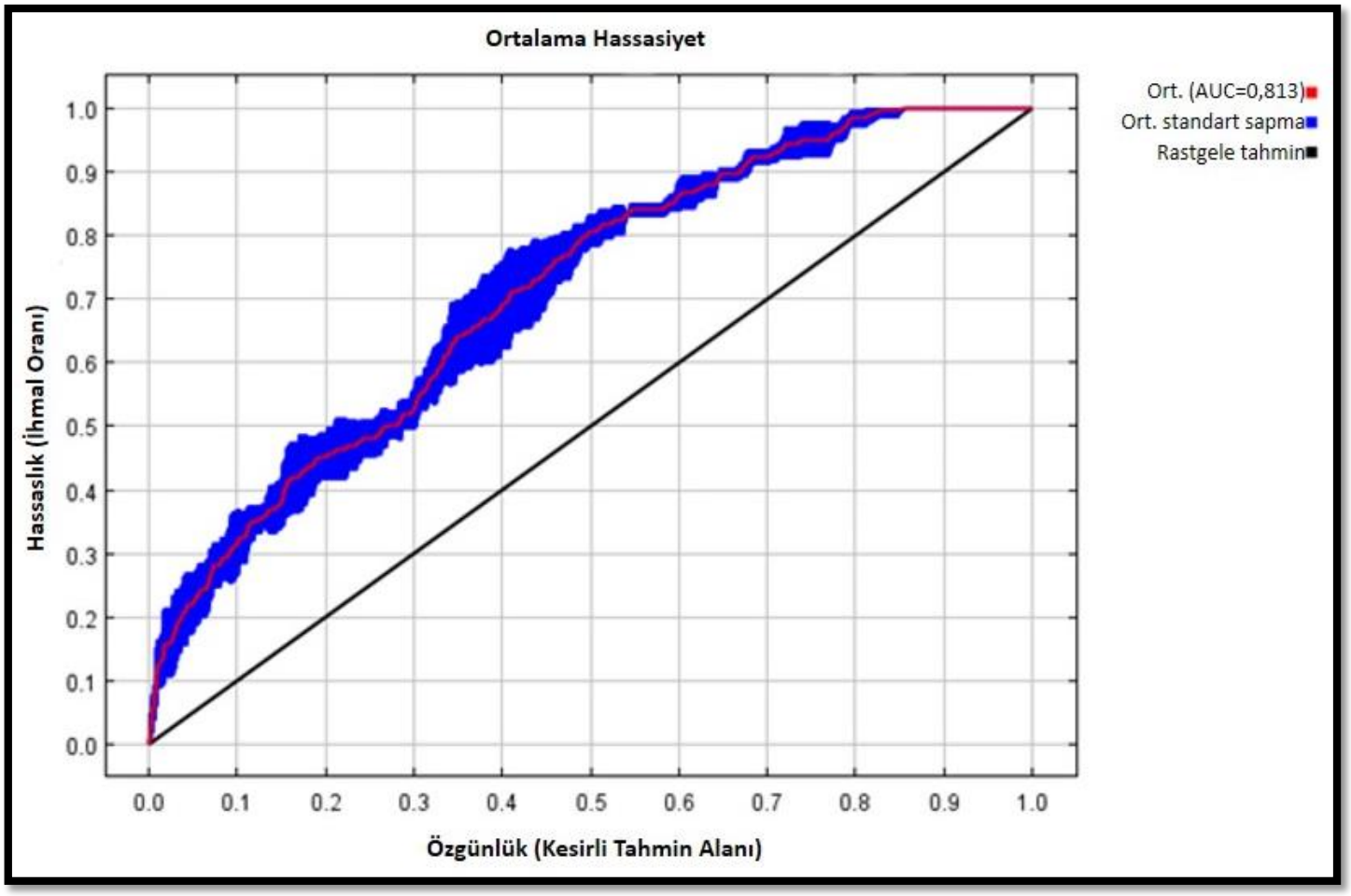
Jackknife testinin sonuçlarına göre dal şişkinliği belirtisine ait modeli etkileyen en yüksek değer yükseklik değişkenine aittir. Bunu izleyen değişkenler bakı, eğim ve yüzey engebeliliği sınıflarıdır. Bu değişkenlerin en yüksek değerleri yüksekliğin 1700-2000 metre yükseltiler arasında, güney bakılarda, yüksek eğim derecelerinde ve yüzey engebeliliğinin düşük olduğu yerlerde görülmüştür (Grafik 4.11, 4.12).

Yapılan analizler sonucunda dal şişkinliği belirtisi verilerine göre Kastamonu ili sınırları içerisindeki Uludağ Göknarları için bir risk haritası oluşturulmuştur (Harita 4.15).

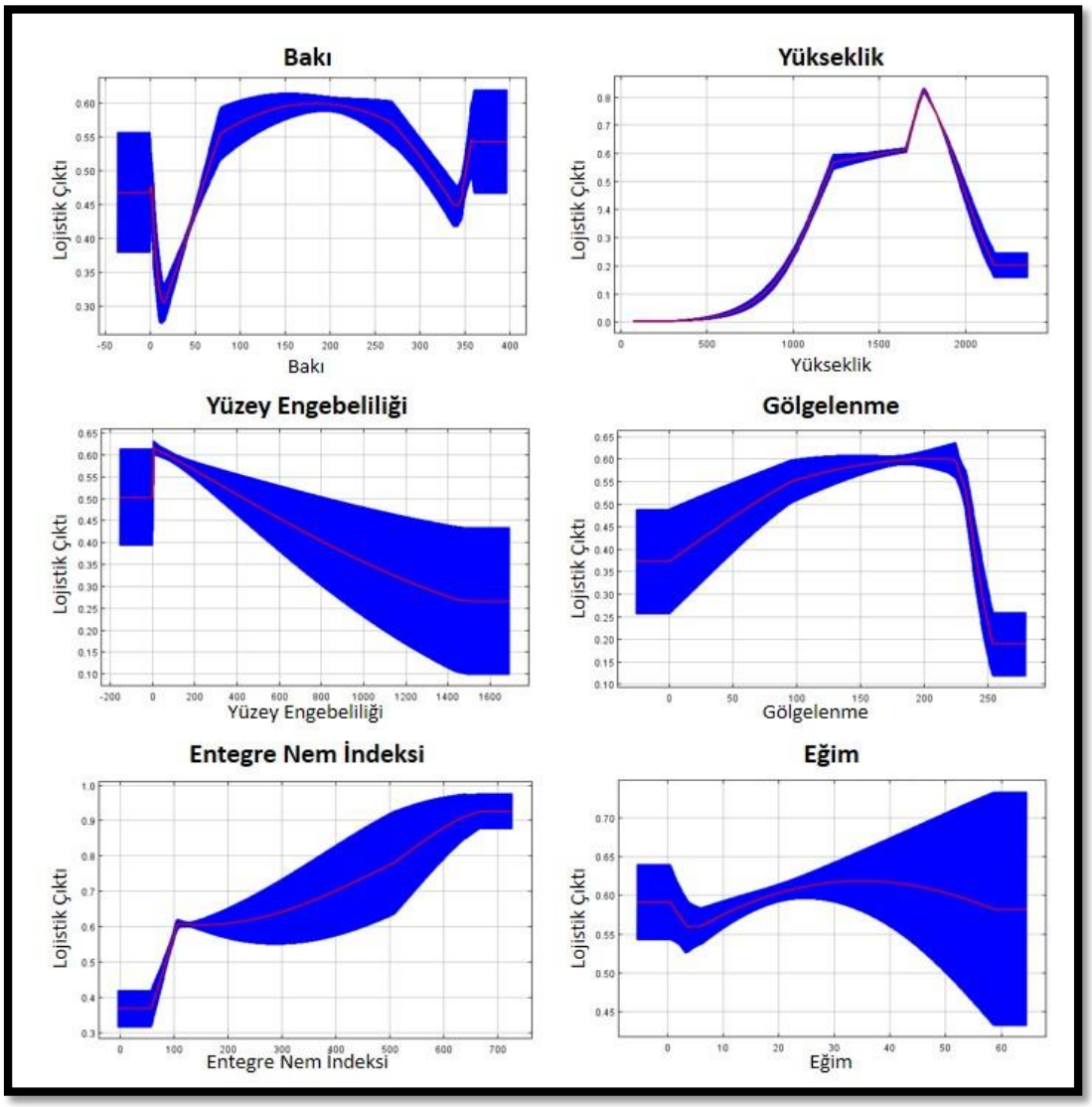
Oluşturulan risk haritası incelendiğinde en fazla alanı orta risk derecesine sahip alanların (47055,93 ha) oluşturduğu bunu sırasıyla yüksek (46351,79 ha) ve düşük (31344,81 ha) riskli alanların takip ettiği görülmüştür (Grafik 4.14).



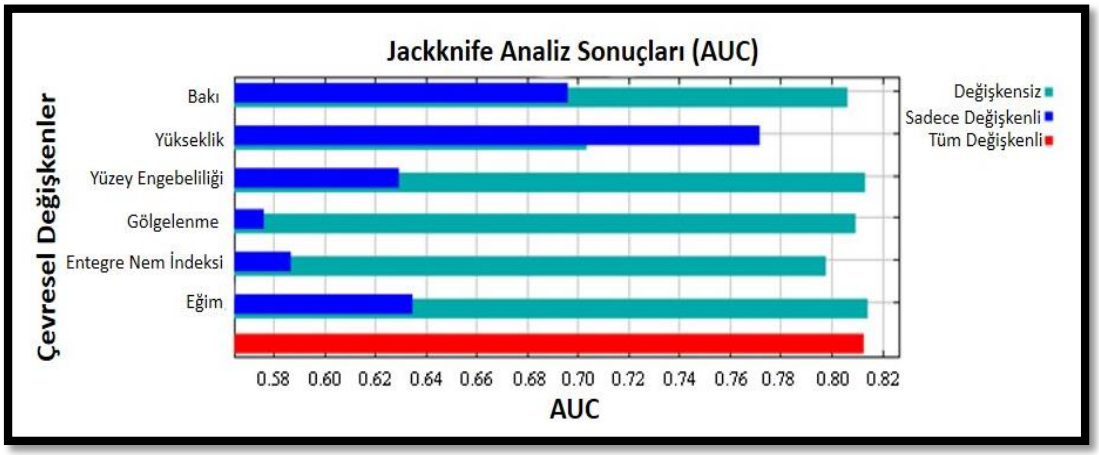

Grafik 4.9. Dal şişkinliği belirtisi için yapılan modelin performansı



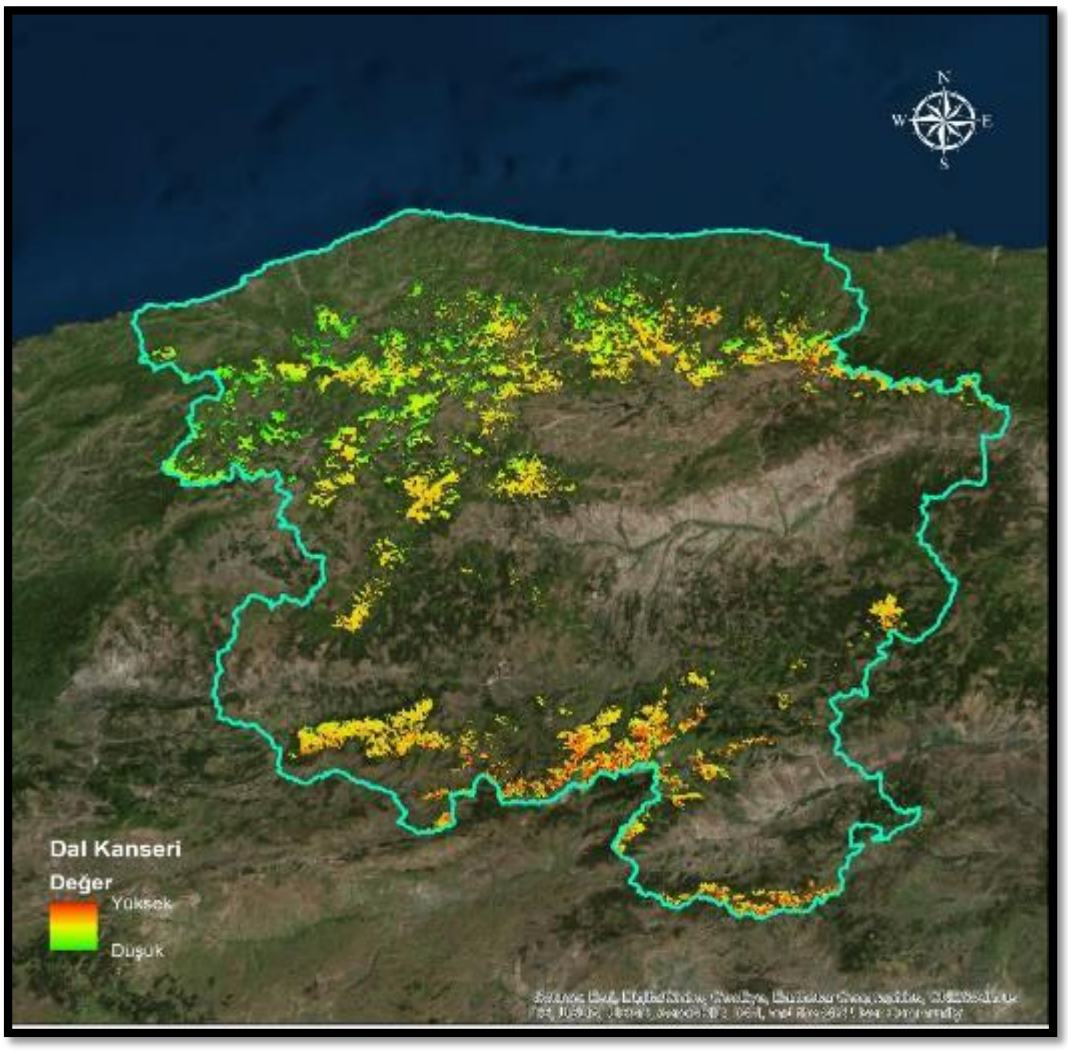

Grafik 4.10. Dal şişkinliği belirtisi için yapılan modellemenin performansını gösteren ROC eğrisini içeren grafik



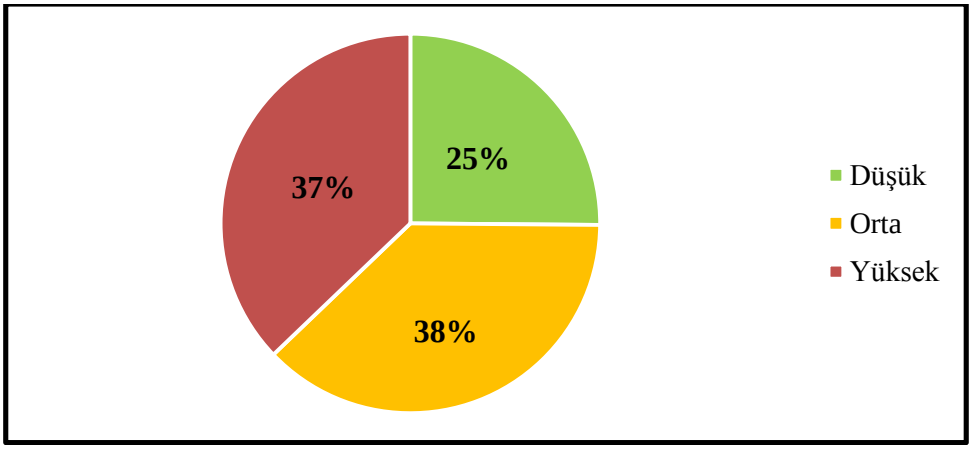

Grafik 4.11. Dal şişkinliği belirtisine ait modeli yapılandıran değişkenlerinin marjinal cevaplandırıcı eğrileri




Grafik 4.12. Dal şişkinliği belirtisine ait modelin Jackknife analizi sonucu çıkan AUC değerleri




Harita 4.15. Kastamonu İli Uludağ göknarı ormanlarında dal şişkinliği belirtisine ait risk haritası




Grafik 4.13. Dal şişkinliği belirtisi verilerine göre oluşturulan risk haritasında alanların risk derecelerine göre oranları

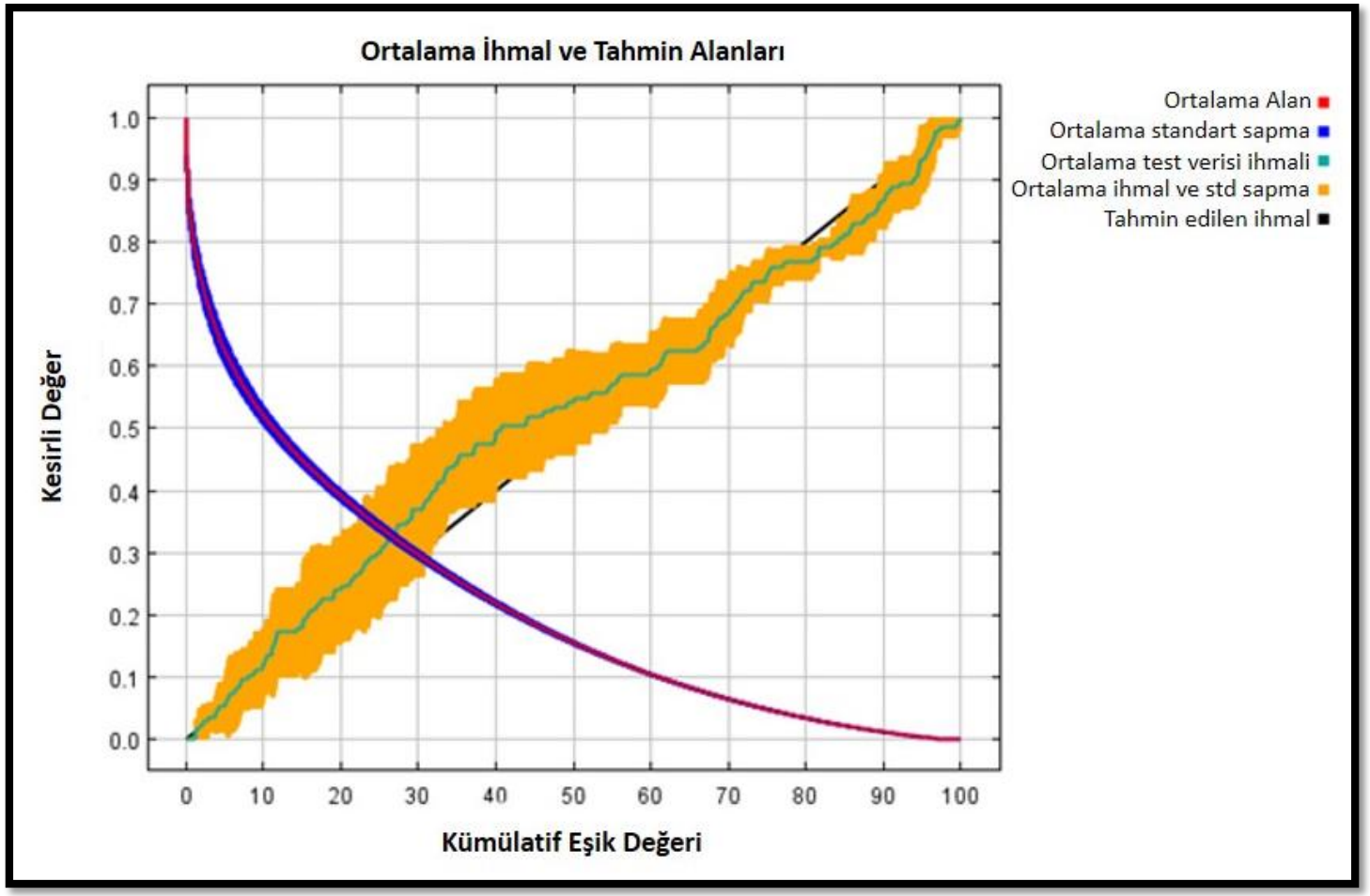
### 4.7.3. Gövde kanseri belirtisine ait modelleme sonuçları

Gövde kanseri belirtisine ait modellemeden alınan sonuçlar değerlendirildiğinde risk modelinin performansları yüksek düzeyde güvenilir bulunmuştur (Grafik 4.14). Elde edilen hastalık risk modelinin ROC değeri=0,861 olarak tespit edilmiştir (Grafik 4.15). Bu sonuca göre modelin yüksek düzeyde başarı gösterdiği görülmüştür.

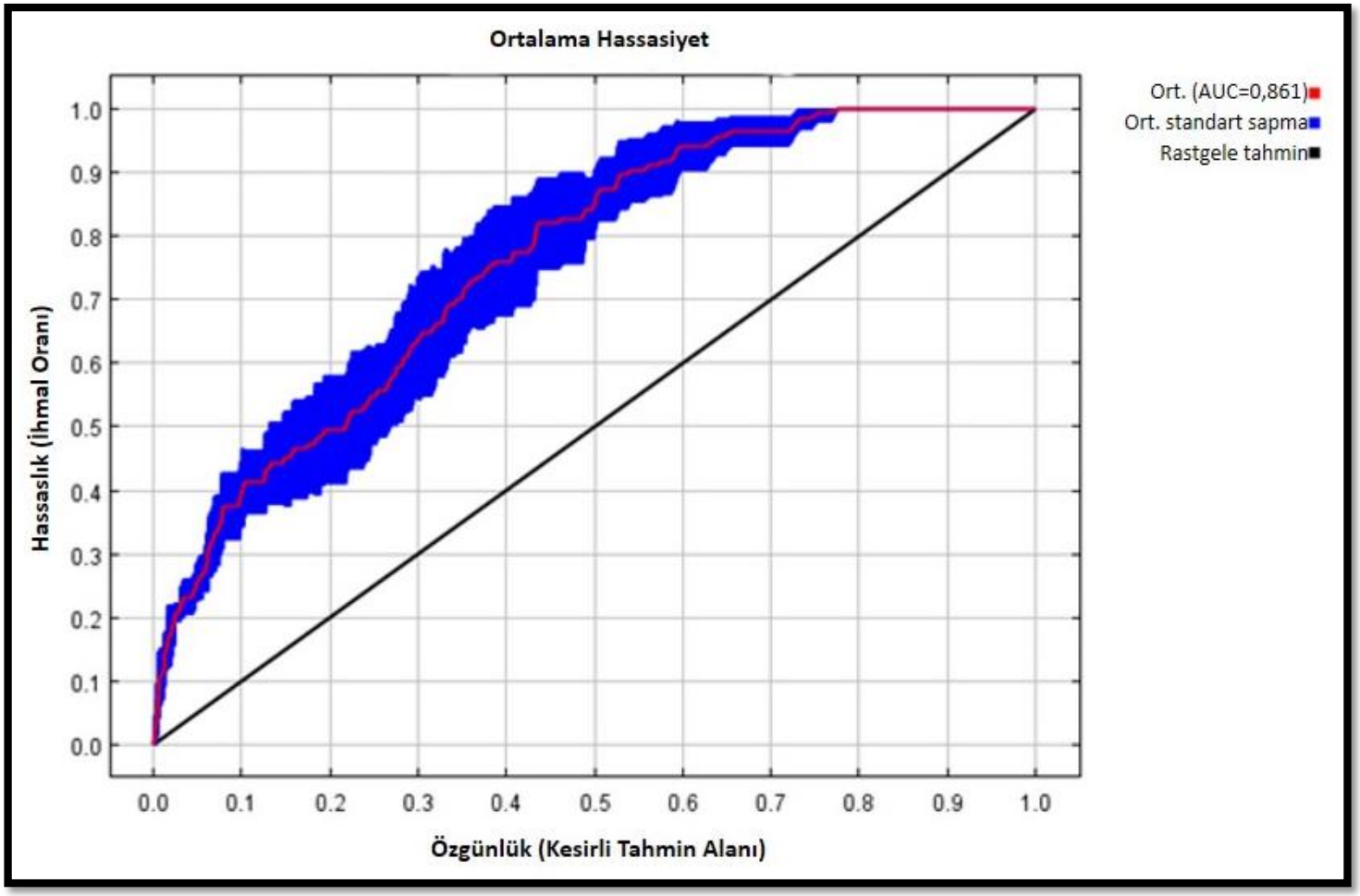
Jackknife testinin sonuçlarına göre gövde kanseri belirtisine ait modeli etkileyen en yüksek değer yükseklik değişkenine aittir. Bunu izleyen değişkenler bakı, yüzey engebeliliği ve entegre nem indeksi sınıflarıdır. Bu değişkenlerin en yüksek değerleri yüksekliğin 1700-2000 metre yükselti basamağında, güney bakılarda, düşük yüzey engebeliliği olan ve yüksek nem indeksine sahip alanlarda görülmüştür (Grafik 4.16, 4.17).

Yapılan analizler sonucunda gövde kanseri belirtisi verilerine göre Kastamonu ili sınırları içerisindeki Uludağ Göknarları için Harita 4.16'te olduğu gibi bir risk haritası oluşturulmuştur.

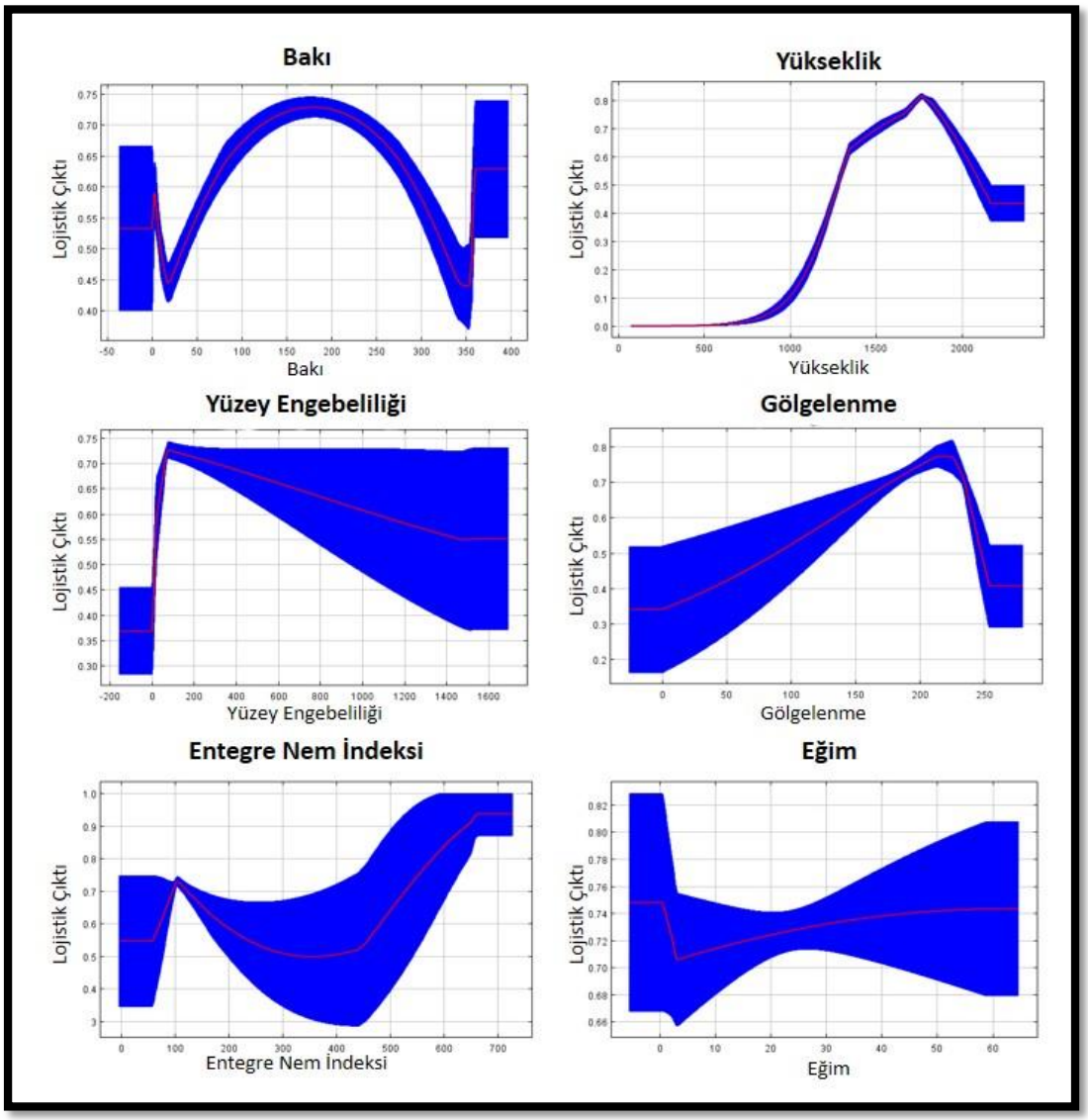
Oluşturulan risk haritası incelendiğinde en fazla alanı düşük risk derecesine sahip alanların (53501,60 ha) oluşturduğu bunu sırasıyla orta (48390,80 ha) ve yüksek riskli (22860,13 ha) alanların takip ettiği görülmüştür (Grafik 4.18).



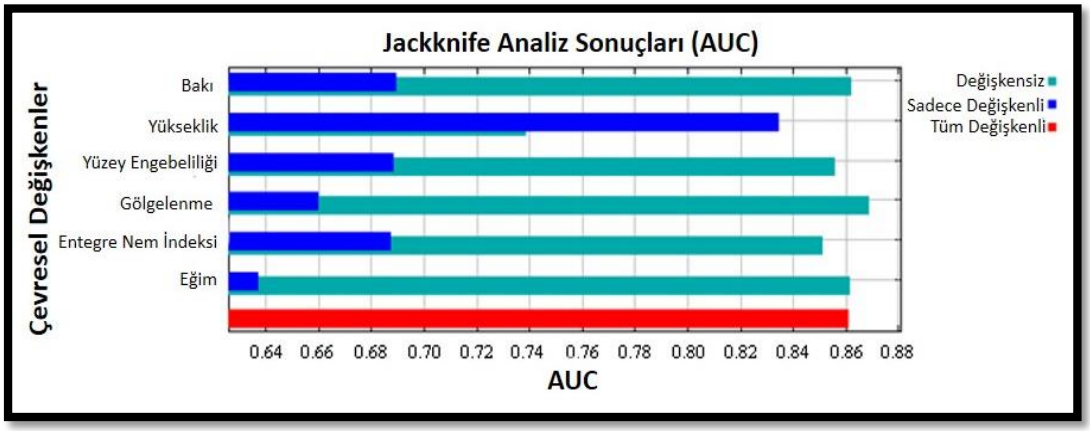

Grafik 4.14. Gövde kanseri belirtisi için yapılan modelin performansı



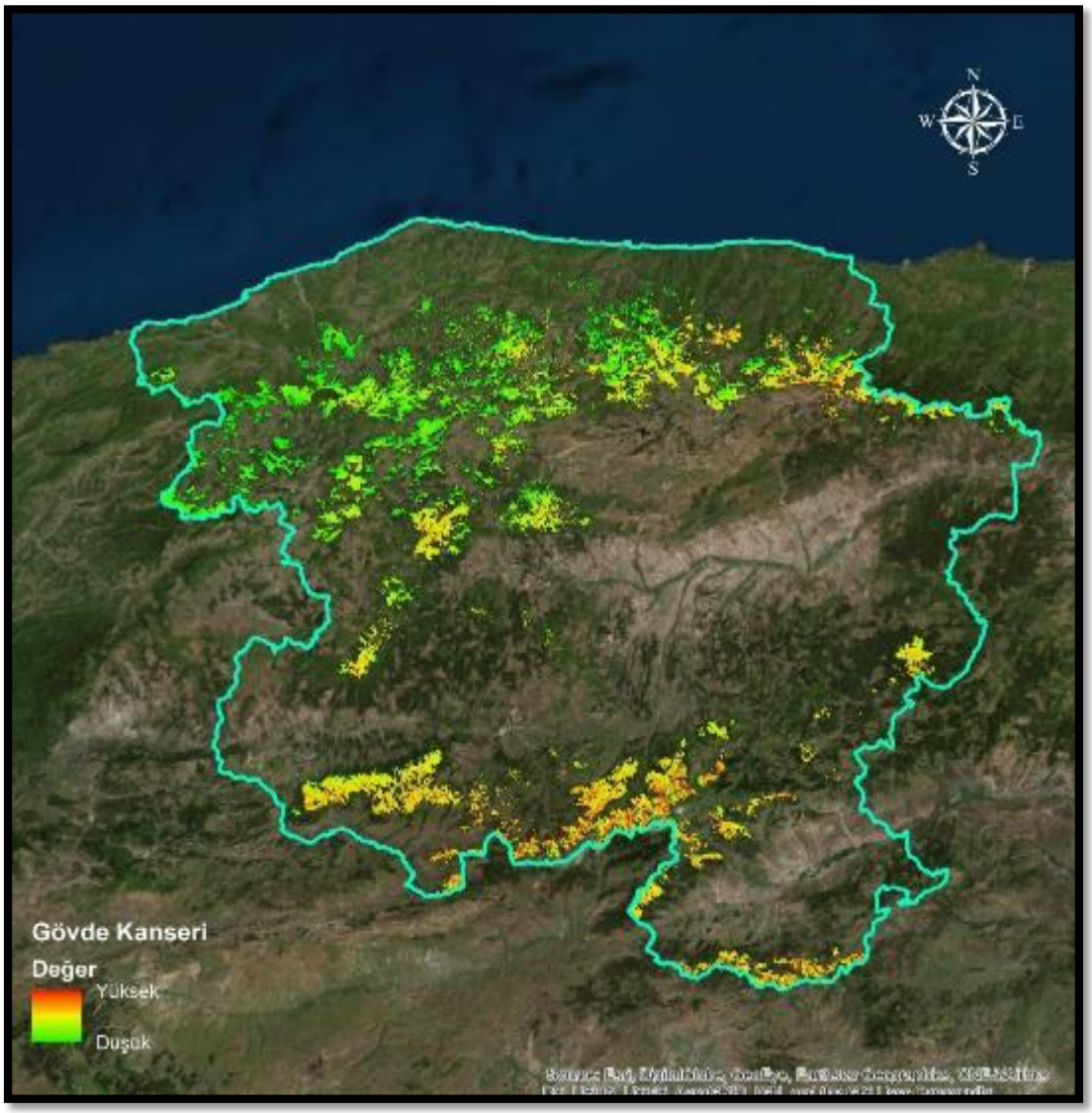

Grafik 4.15. Gövde kanseri belirtisi için yapılan modellemenin performansını gösteren ROC eğrisini içeren grafik



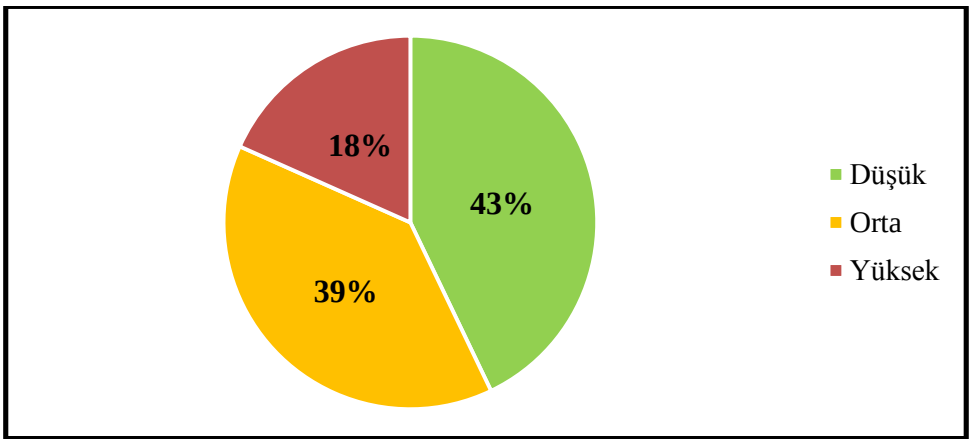

Grafik 4.16. Gövde kanseri belirtisine ait modeli yapılandıran değişkenlerinin marjinal cevaplandırıcı eğrileri




Grafik 4.17. Gövde kanseri belirtisine ait modelin Jackknife analizi sonucu çıkan AUC değerleri




Harita 4.16. Kastamonu İli Uludağ göknarı ormanlarında gövde kanseri belirtisine ait risk haritası




Grafik 4.18. Gövde kanseri belirtisi verilerine göre oluşturulan risk haritasında alanların risk derecelerine göre oranları

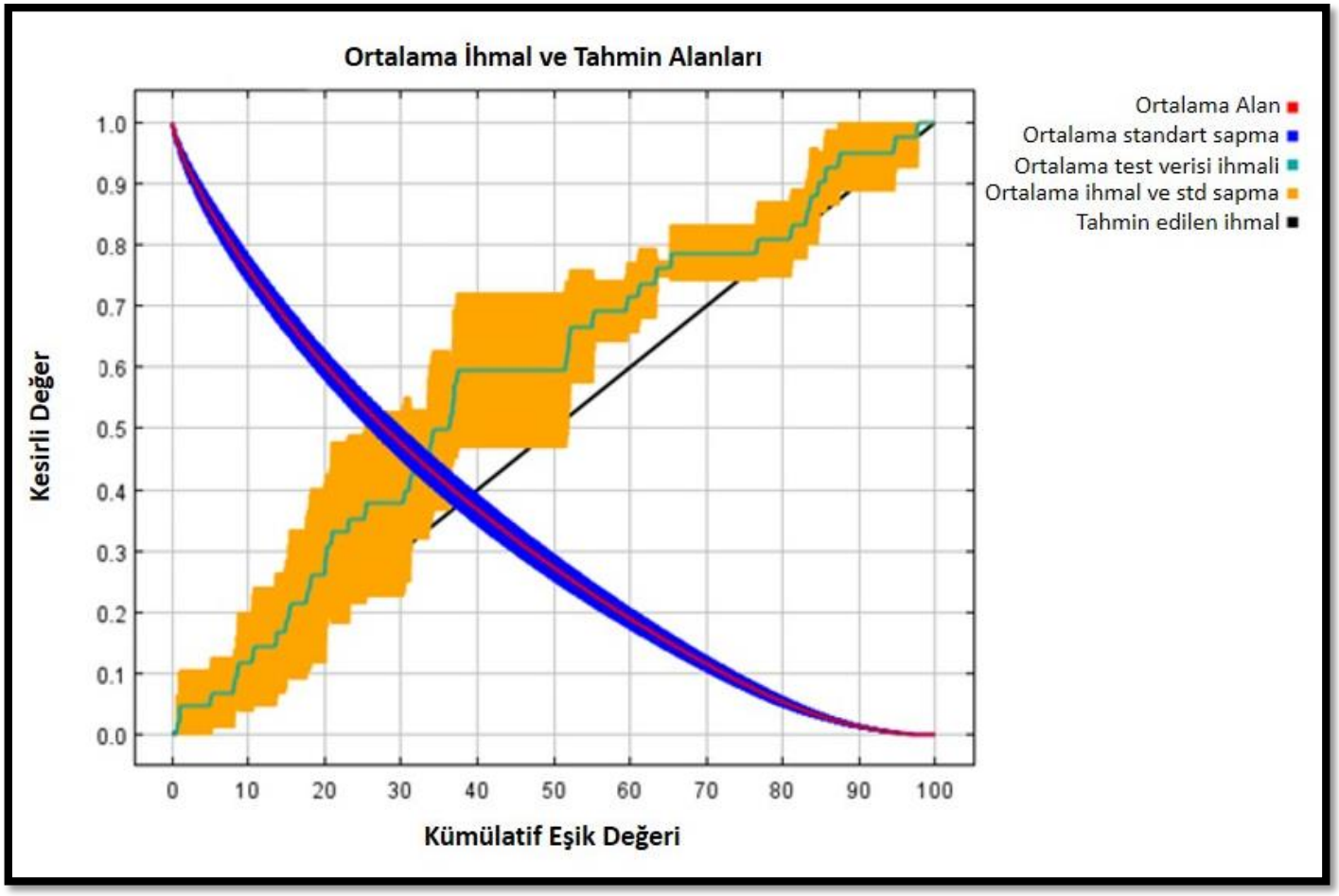
### 4.7.4. Dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtilerinin birlikte bulunma durumuna ait modelleme sonuçları

Dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtilerinin birlikte bulunma durumuna göre yapılan modellemeden alınan sonuçlar değerlendirildiğinde hastalık risk modelinin performansları orta düzeyde güvenilir bulunmuştur (Grafik 4.19 ). Elde edilen hastalık risk modelinin ROC değeri=0,693 olarak tespit edilmiştir (Grafik 4.20). Bu sonuca göre modelin orta düzeyde denilebilecek bir başarı gösterdiği görülmüştür.

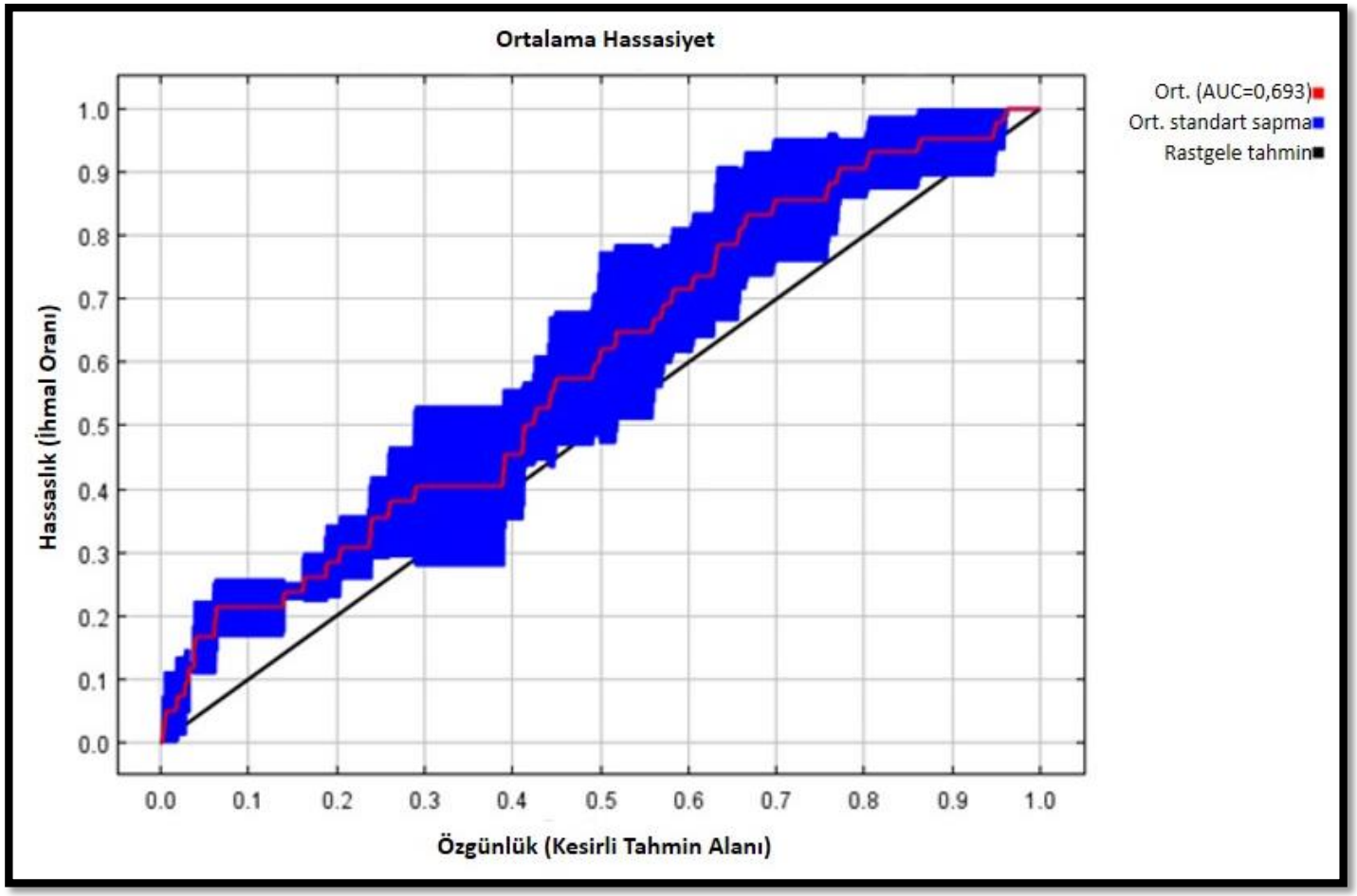
Jackknife testinin sonuçlarına göre dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtilerinin birlikte bulunma durumuna göre yapılan modeli etkileyen en yüksek değer eğim değişkenine aittir. Bunu izleyen değişkenler yüzey engebeliliği, gölgelenme ve bakı sınıflarıdır. Bu değişkenlerin en yüksek değerleri eğimin ve yüzey engebeliliğinin düşük olduğu, gölgelenmenin yüksek olduğu ve kuzey bakılarda bulunmuştur (Grafik 4.21, 4.22).

Yapılan analizler sonucunda dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtilerinin birlikte bulunduğu durumdaki verilerine göre Uludağ göknarları için oluşturulan risk haritası Harita 4.17'te gösterilmiştir.

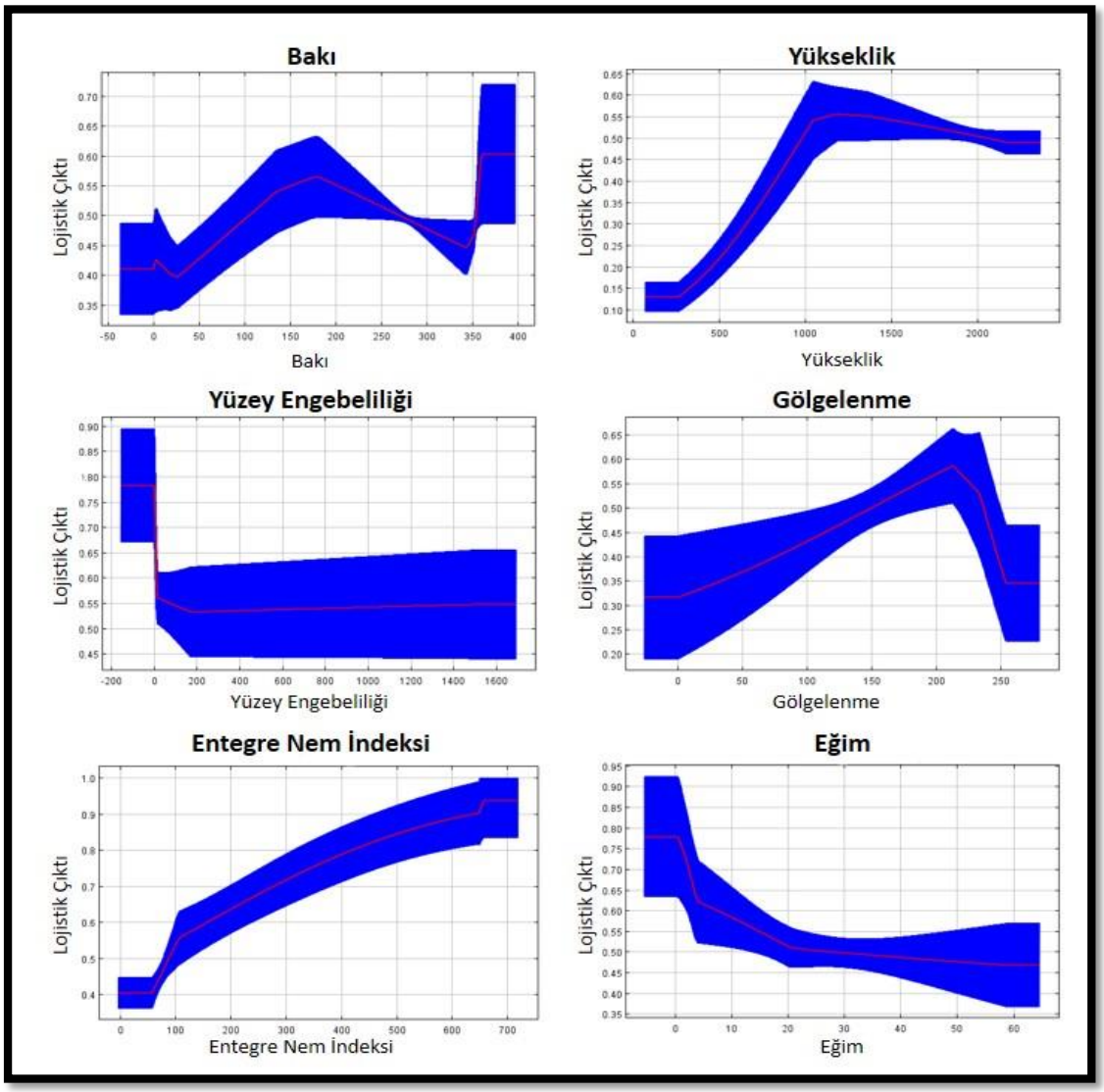
Oluşturulan risk haritası incelendiğinde en fazla alanı orta risk derecesine sahip alanların (61486,34 ha) oluşturduğu bunu sırasıyla düşük (53725,26 ha) ve yüksek (9540,93 ha) riskli alanların takip ettiği görülmüştür (Grafik 4.23).



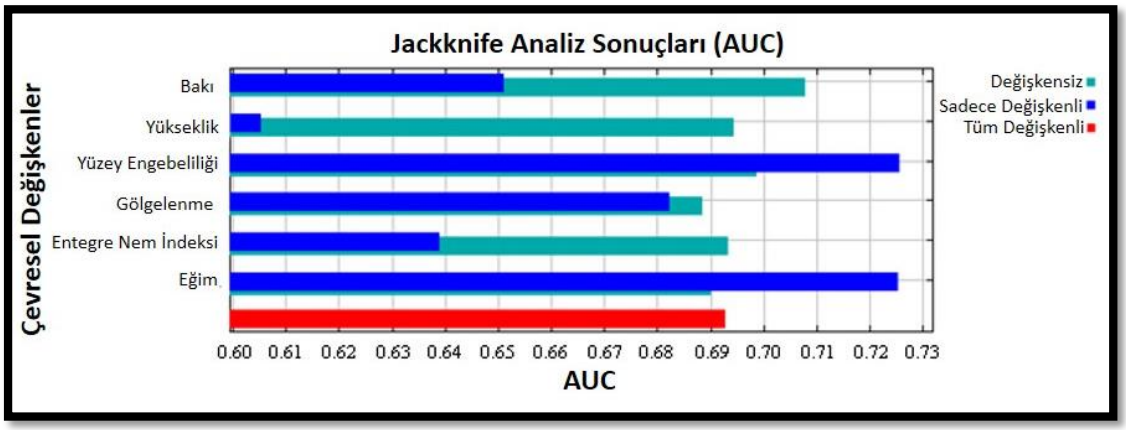

Grafik 4.19. Dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtileri için yapılan modelin performansı



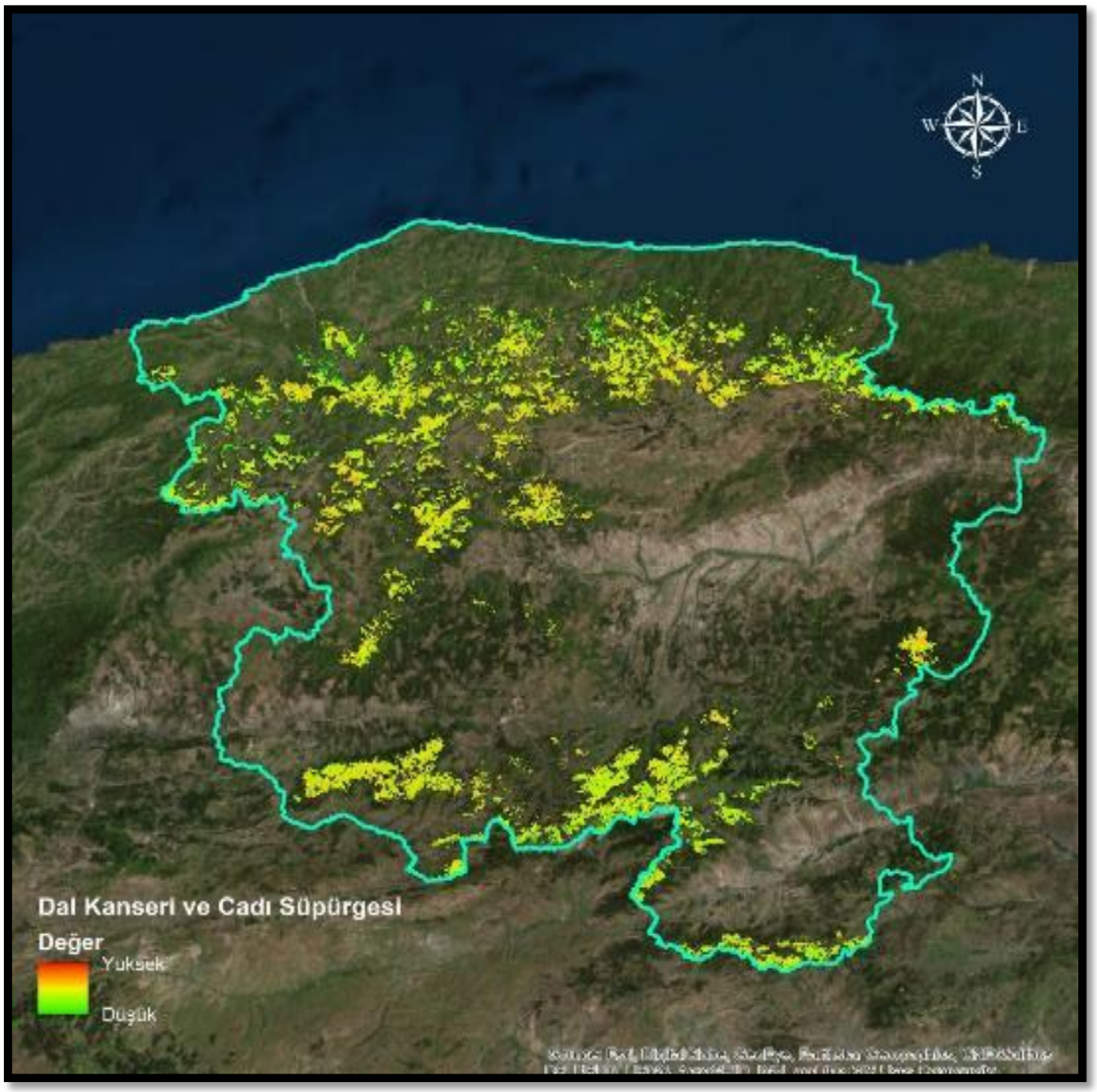

Grafik 4.20. Dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtileri için yapılan modellemenin performansını gösteren ROC eğrisini içeren grafik



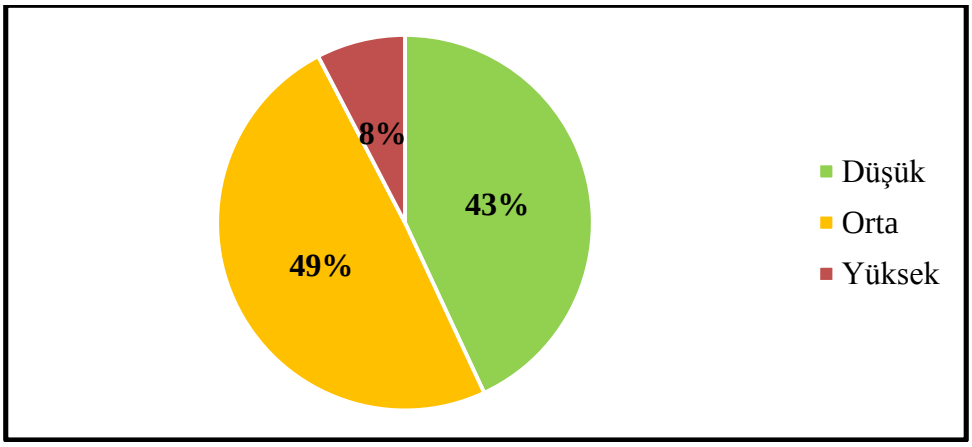

Grafik 4.21. Dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtileri ait modeli yapılandıran değişkenlerinin marjinal cevaplandırıcı eğrileri




Grafik 4.22. Dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtilerine ait modelin Jackknife analizi sonucu çıkan AUC değerleri




Harita 4.17. Kastamonu İli Uludağ göknarı ormanlarında dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtilerinin birlikte bulunduğu alanlara ait risk haritası




Grafik 4.23. Dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtisi verilerine göre oluşturulan risk haritasında alanların risk derecelerine göre oranları

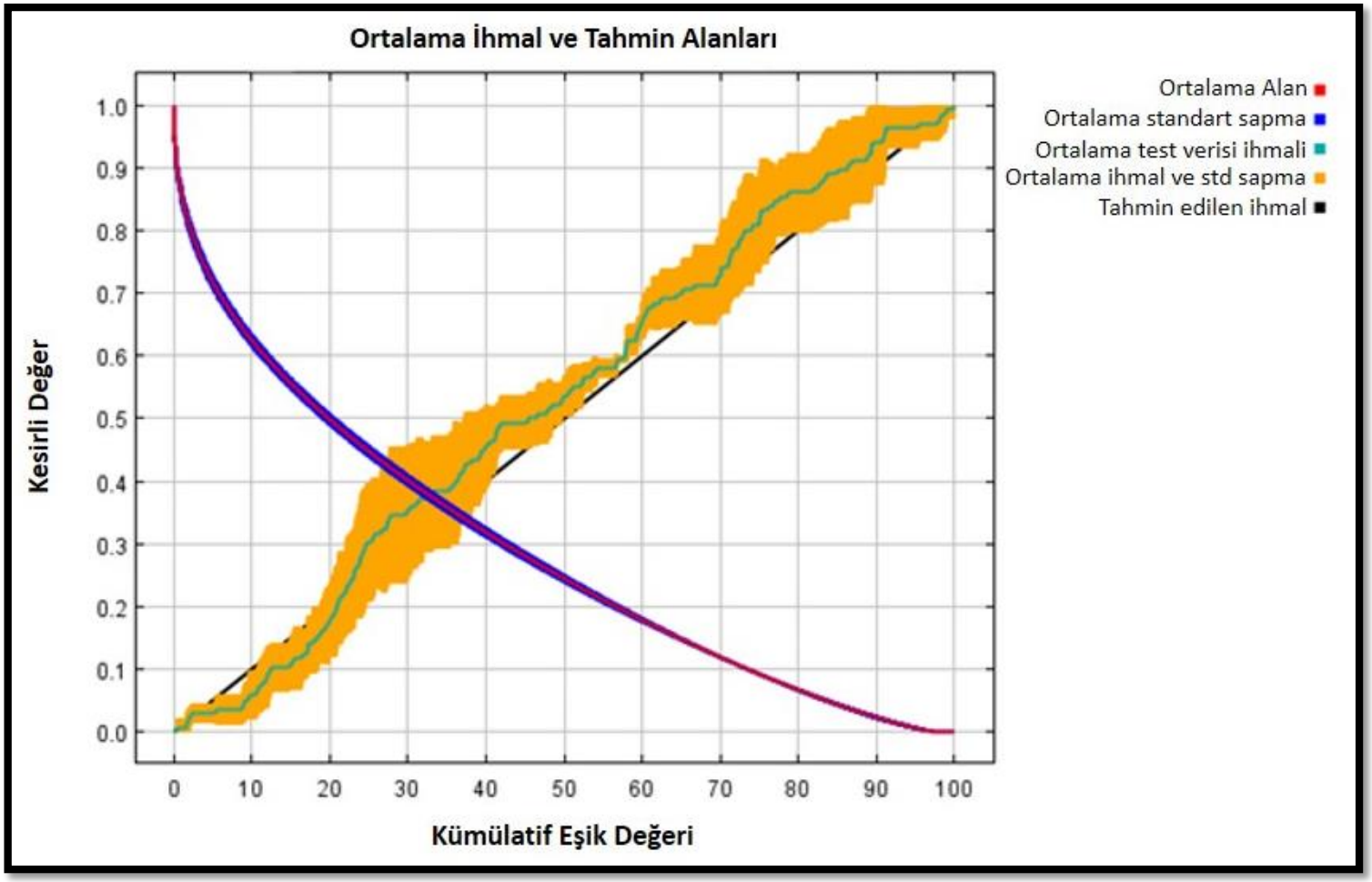
### 4.7.5. Gövde kanseri ve dal şişkinliği belirtilerinin birlikte bulunma durumuna ait modelleme sonuçları

Gövde kanseri ve dal şişkinliği belirtilerinin birlikte bulunma durumuna göre yapılan modellemeden alınan sonuçlar değerlendirildiğinde habitat uygunluk model performansları yüksek düzeyde güvenilir bulunmuştur (Grafik 4.24). Elde edilen hastalık risk modelinin ROC değeri=0,798 olarak tespit edilmiştir (Grafik 4.25 ). Bu sonuca göre modelin yüksek düzeyde denilebilecek bir başarı gösterdiği görülmüştür.

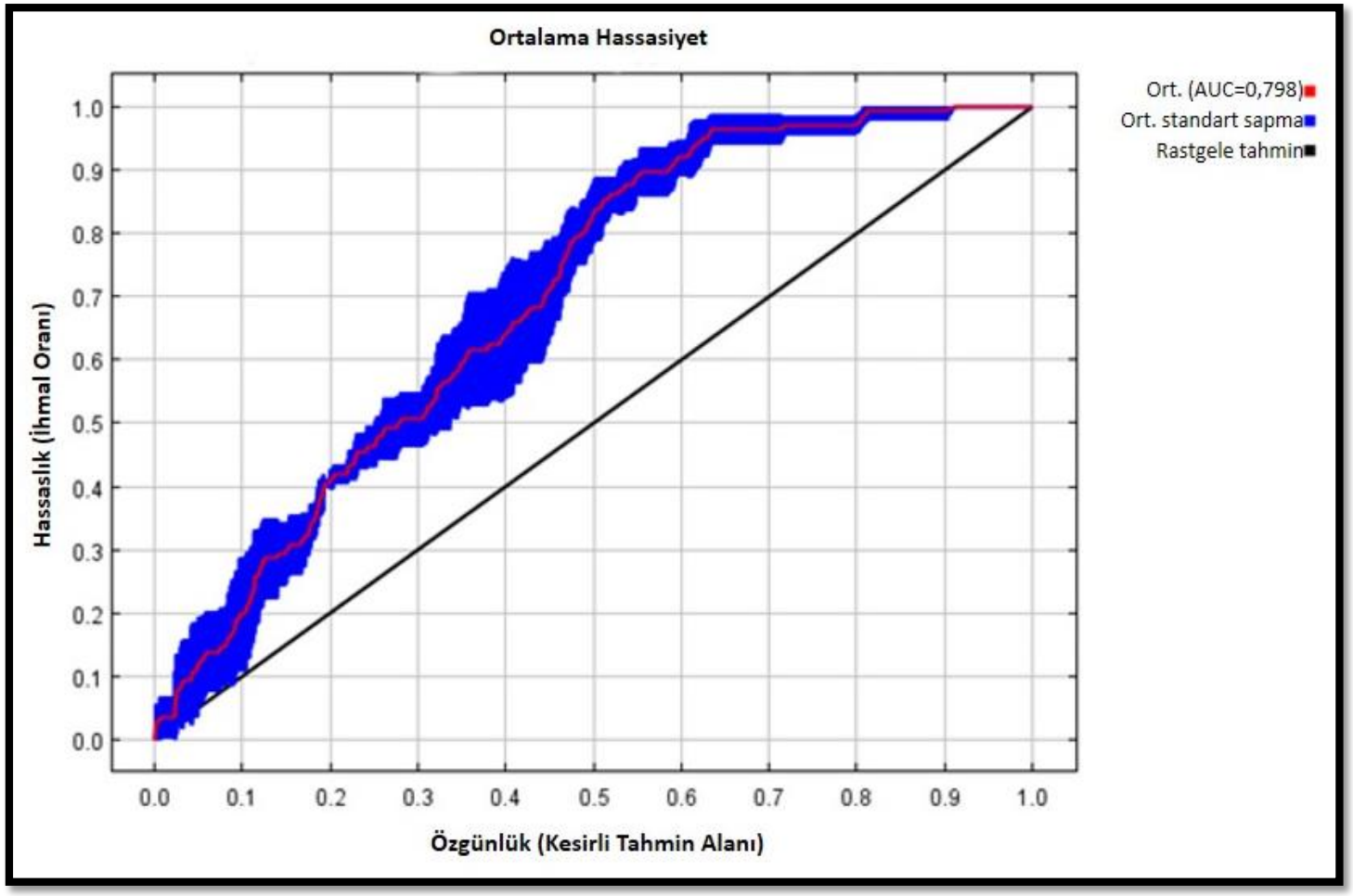
Jackknife testinin sonuçlarına göre gövde kanseri ve dal şişkinliği belirtilerinin birlikte gözlemlendiği durumlara ait modeli etkileyen en yüksek değer yükseklik değişkenine aittir. Bunu izleyen değişkenler gölgelenme, entegre nem indeksi ve bakı sınıflarıdır. Bu değişkenlerden yüksekliğin 1700-2000 metre yükselti basamağında, gölgelenmenin düşük, nem indeksinin yüksek ve güney bakılarda en yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir (Grafik 4.26, 4.27 ).

Yapılan analizler sonucunda gövde kanseri ve dal şişkinliği belirtilerinin birlikte bulunduğu durumdaki verilerine göre Uludağ Göknarları için oluşturulan risk haritası Harita 4.18'te gösterilmiştir.

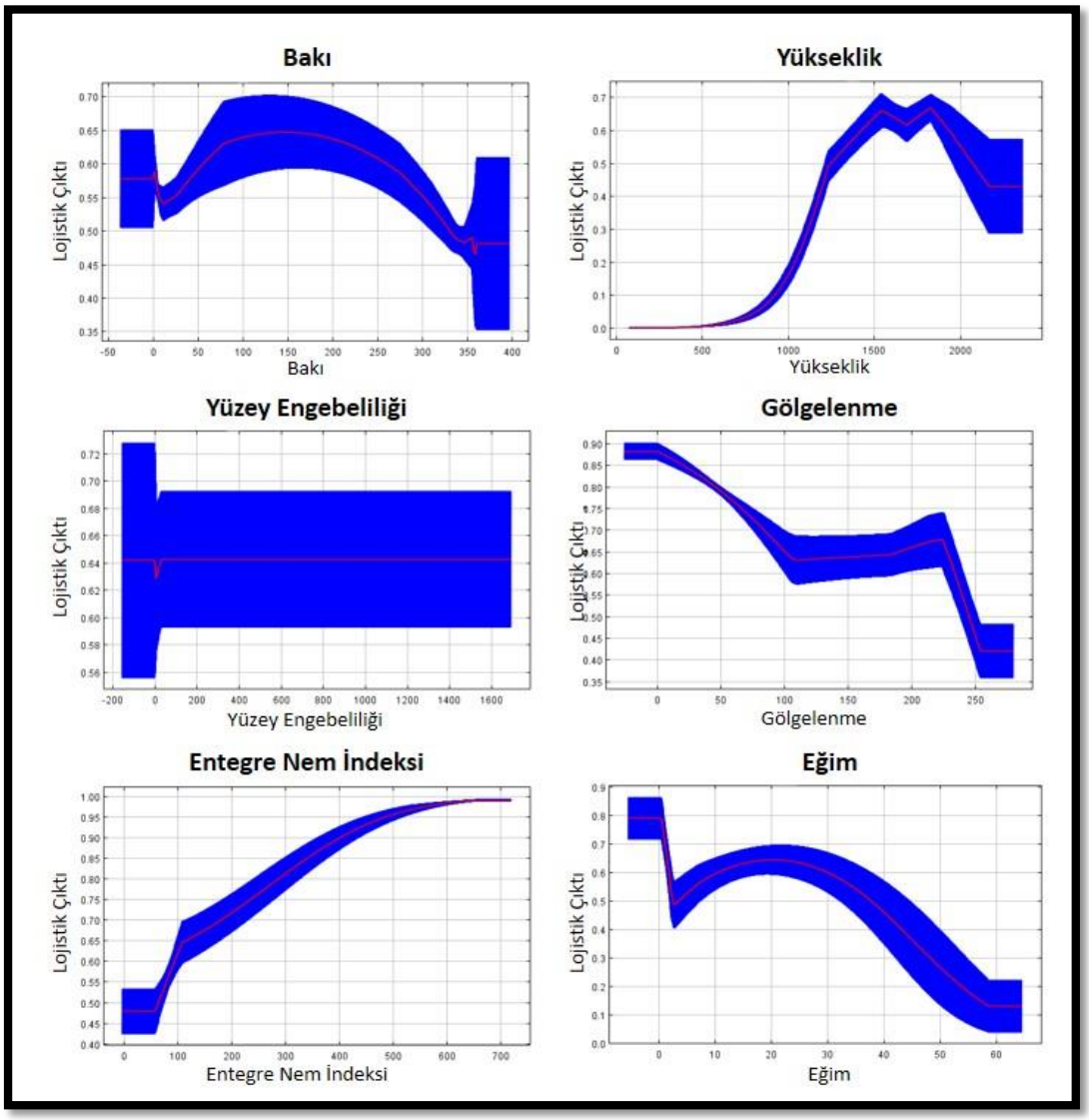
Oluşturulan risk haritası incelendiğinde en fazla alanı yüksek risk derecesine sahip alanların (58200,81 ha) oluşturduğu bunu sırasıyla orta (34475,28 ha) ve düşük (32076,44 ha) riskli alanların takip ettiği görülmüştür (Grafik 4.28).



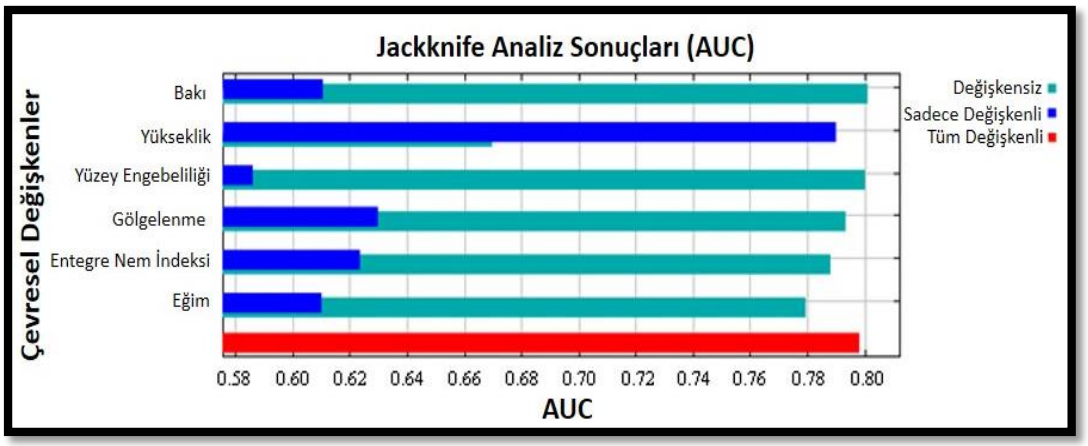

Grafik 4.24. Gövde kanseri ve dal şişkinliği belirtileri için yapılan modelin performansı



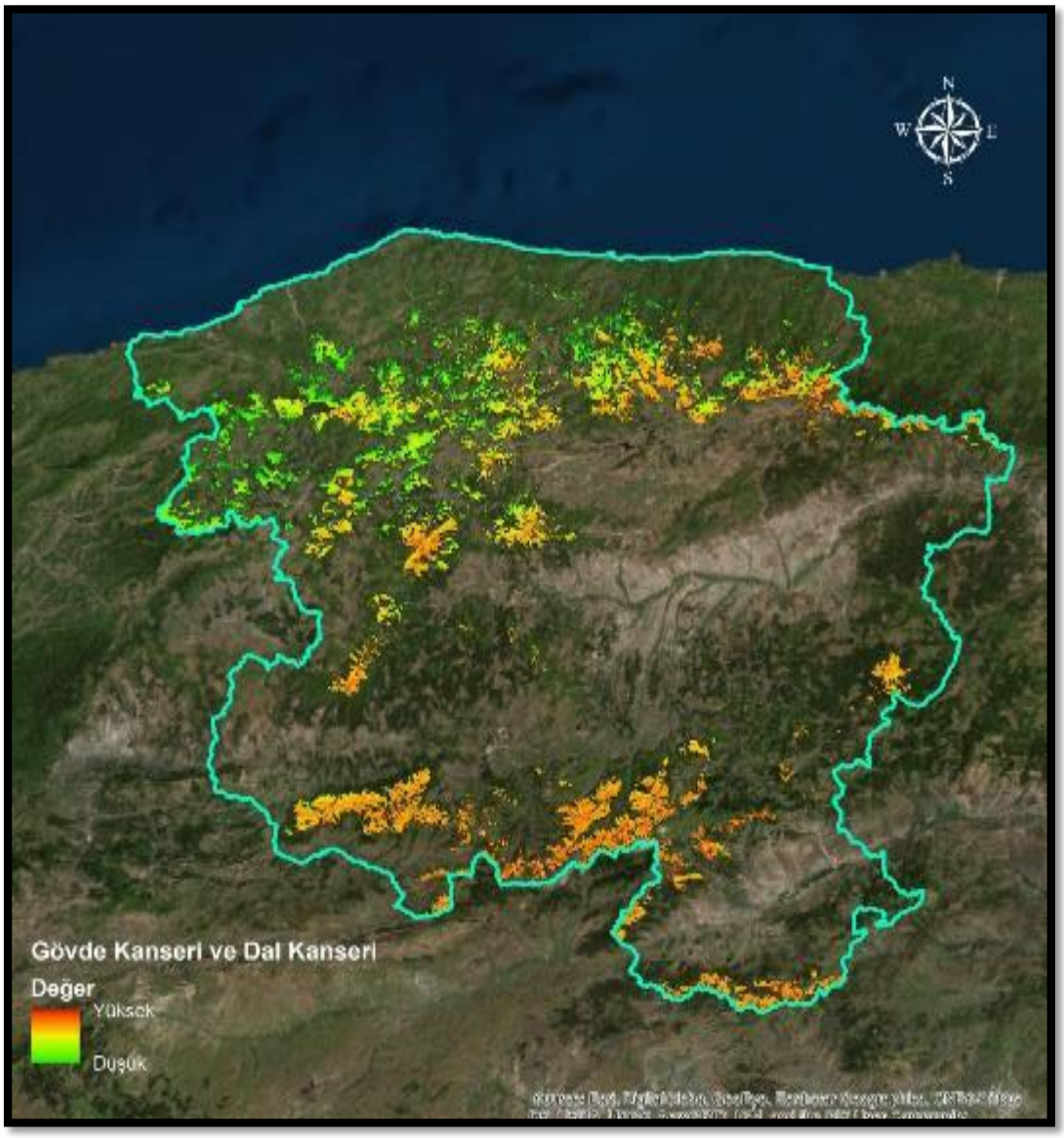

Grafik 4.25. Gövde kanseri ve dal şişkinliği belirtileri için yapılan modellemenin performansını gösteren ROC eğrisini içeren grafik



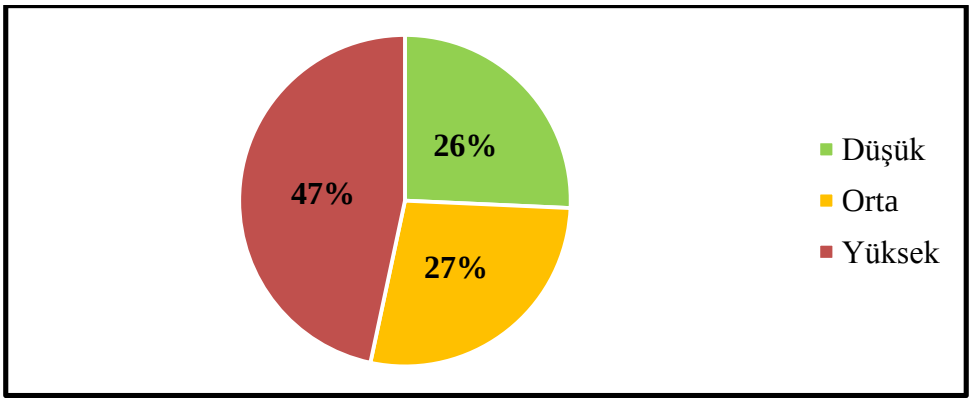

Grafik 4.26. Gövde kanseri ve dal şişkinliği belirtileri ait modeli yapılandıran değişkenlerinin marjinal cevaplandırıcı eğrileri




Grafik 4.27. Gövde kanseri ve dal şişkinliği belirtileri ait modelin Jackknife analizi sonucu çıkan AUC değerleri




Harita 4.18. Kastamonu İli Uludağ göknarı ormanlarında gövde kanseri ve dal şişkinliği belirtilerinin birlikte bulunduğu alanlara ait risk haritası




Grafik 4.28. Gövde kanseri ve dal şişkinliği belirtileri verilerine göre oluşturulan risk haritasında alanların risk derecelerine göre oranları

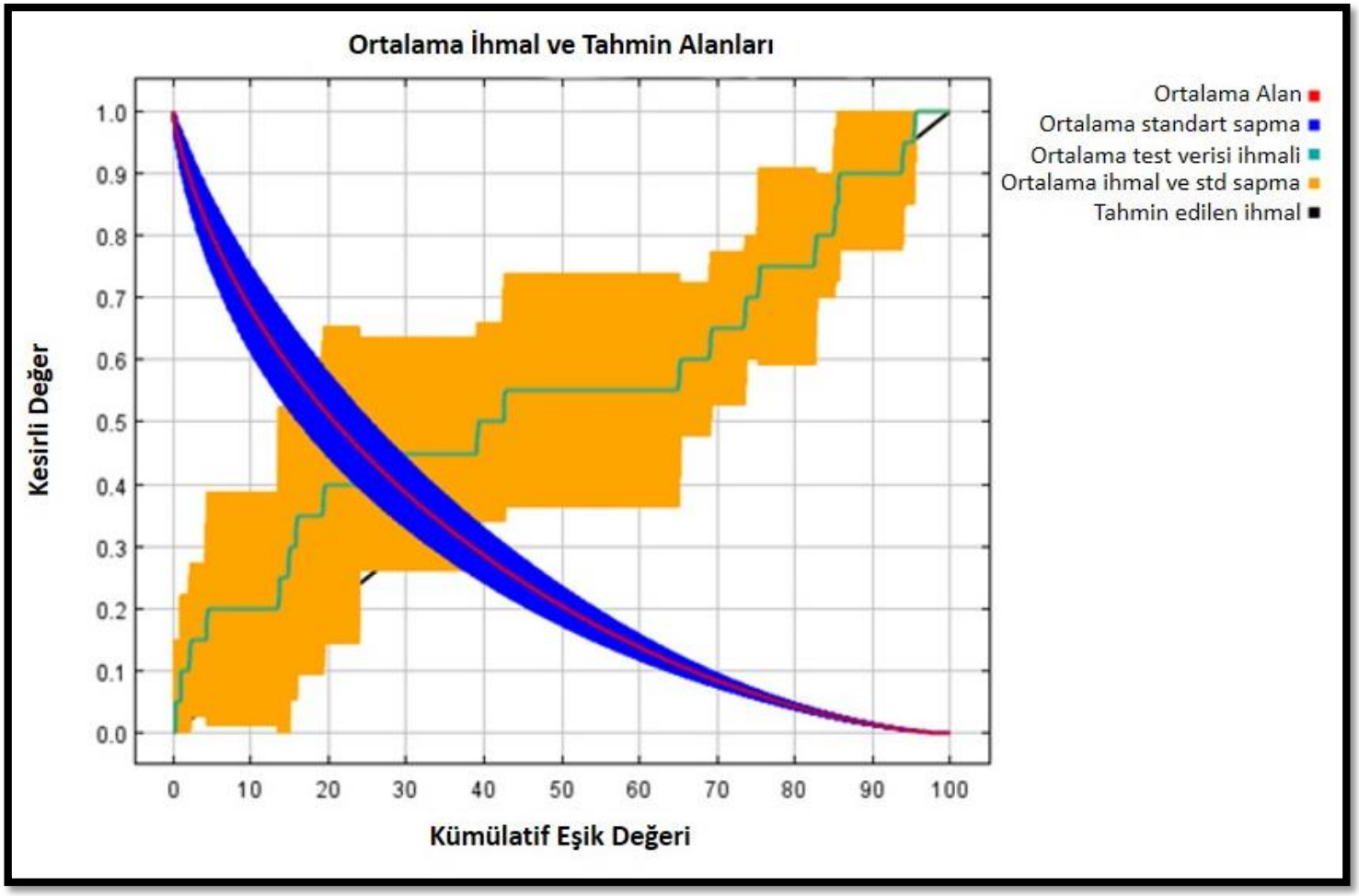
### 4.7.6. Gövde kanseri ve cadı süpürgesi belirtilerinin birlikte bulunma durumuna ait modelleme sonuçları

Gövde kanseri ve cadı süpürgesi belirtilerinin birlikte bulunma durumuna göre yapılan modellemeden alınan sonuçlar değerlendirildiğinde habitat uygunluk model performansları orta düzeyde güvenilir bulunmuştur (Grafik 4.29). Elde edilen hastalık risk modelinin ROC değeri=0,733 olarak tespit edilmiştir (Grafik 4.30). Bu sonuca göre modelin orta düzeyde başarı gösterdiği görülmüştür.

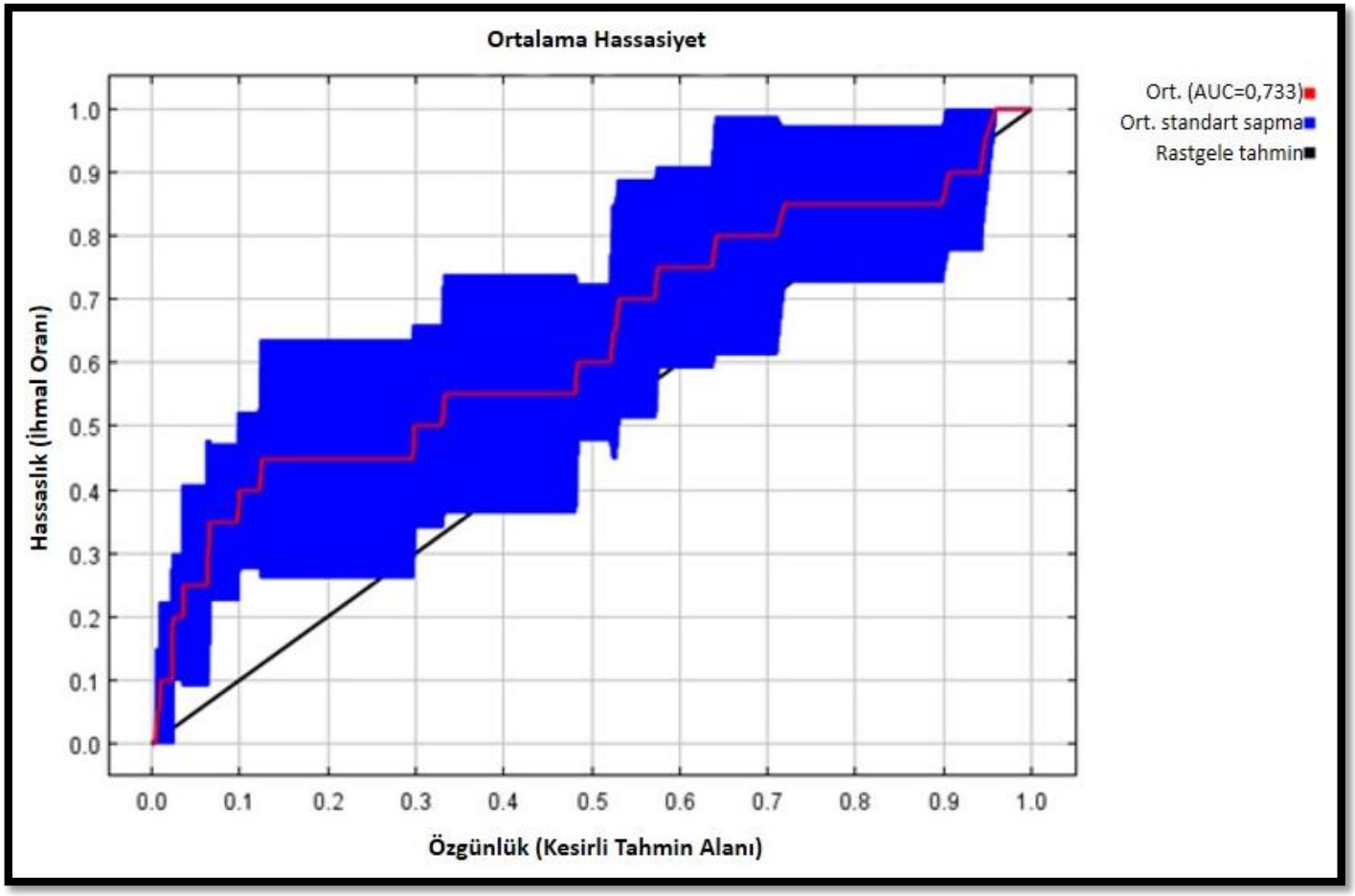
Jackknife testinin sonuçlarına göre gövde kanseri ve cadı süpürgesi belirtilerinin birlikte gözlemlendiği durumlara ait modeli etkileyen en yüksek değer nemlilik değişkenine aittir. Bunu yükseklik değişkeni takip etmiştir. Yükselti olarak 1700-2000 metre yükselti basamağındaki alanlarda yüksek değerler görülmüştür (Grafik 4.31, 4.32).

Yapılan analizler sonucunda gövde kanseri ve cadı süpürgesi belirtilerinin birlikte bulunduğu durumdaki verilerine göre Uludağ Göknarları için oluşturulan risk haritası Harita 4.19'te gösterilmiştir.

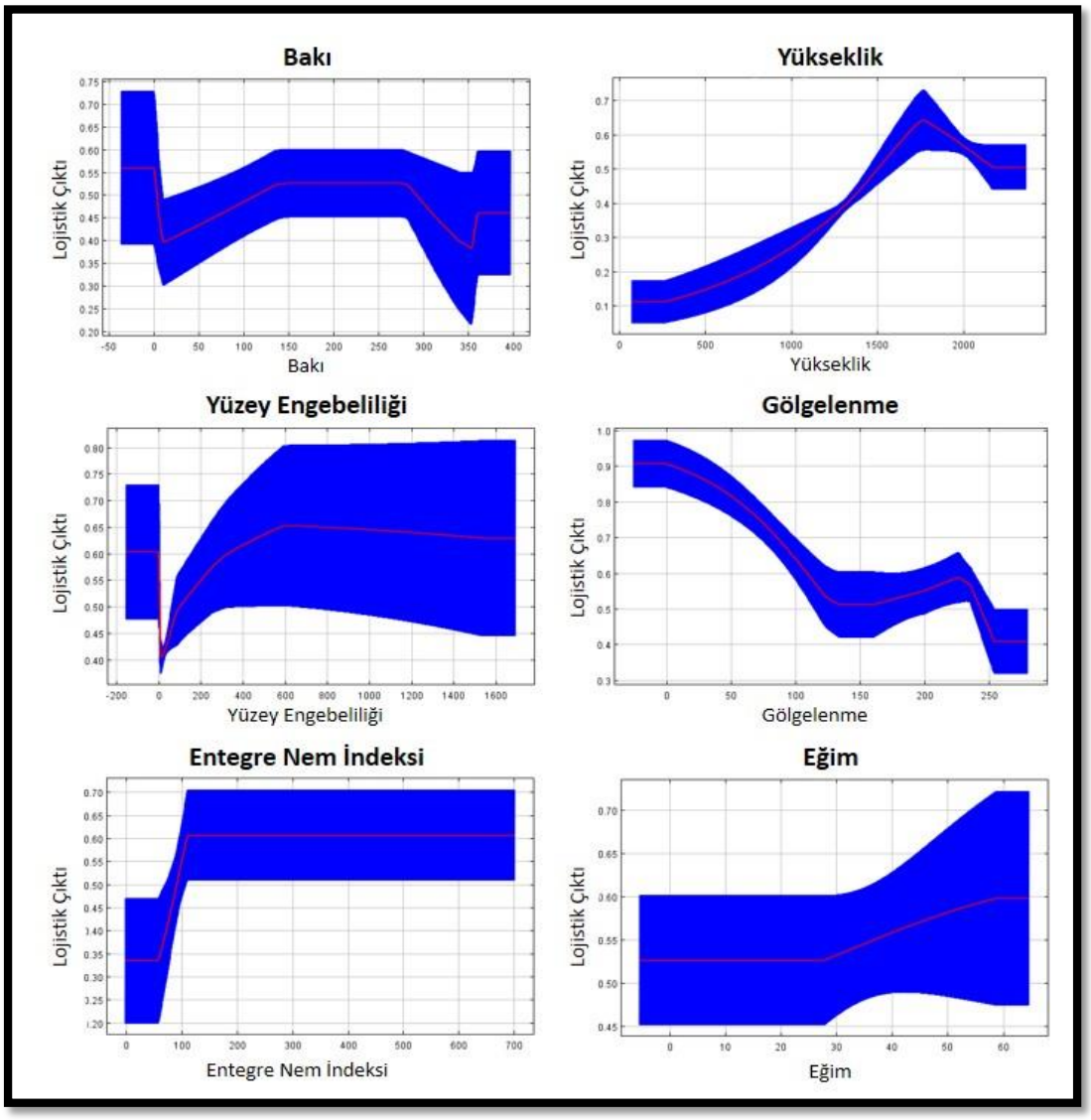
Oluşturulan risk haritası incelendiğinde en fazla alanı düşük risk derecesine sahip alanların (53203,29 ha) oluşturduğu bunu sırasıyla orta (48343,20 ha) ve yüksek (23206,04 ha) riskli alanların takip ettiği görülmüştür (Grafik 4.33).



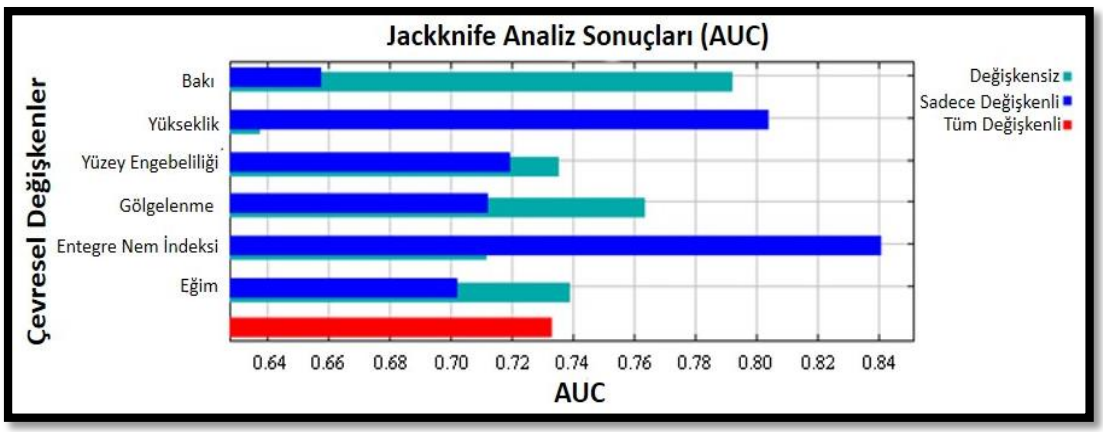

Grafik 4.29. Gövde kanseri ve cadı süpürgesi belirtileri için yapılan modelin performansı



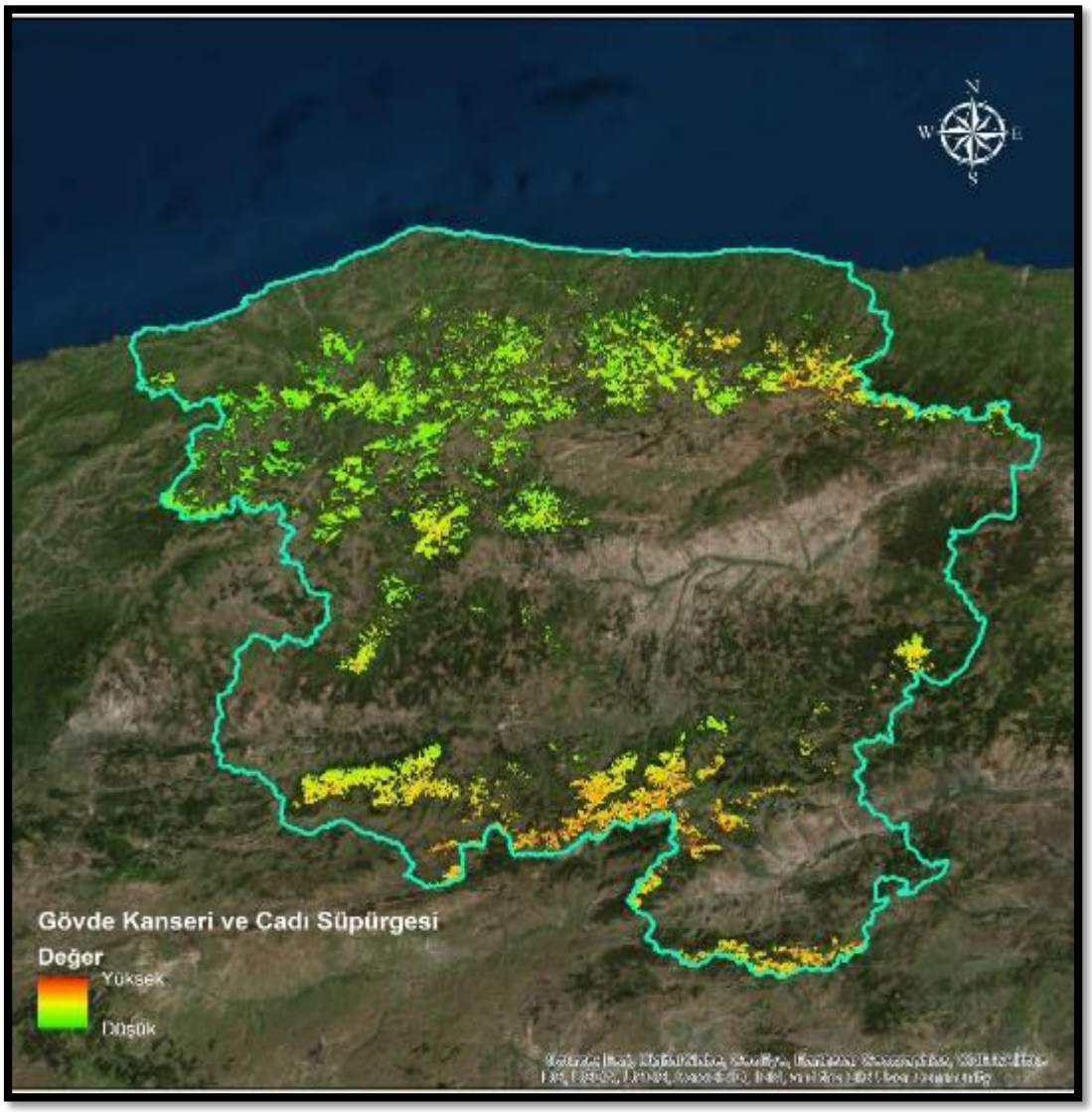

Grafik 4.30. Gövde kanseri ve cadı süpürgesi belirtileri için yapılan modellemenin performansını gösteren ROC eğrisini içeren grafik



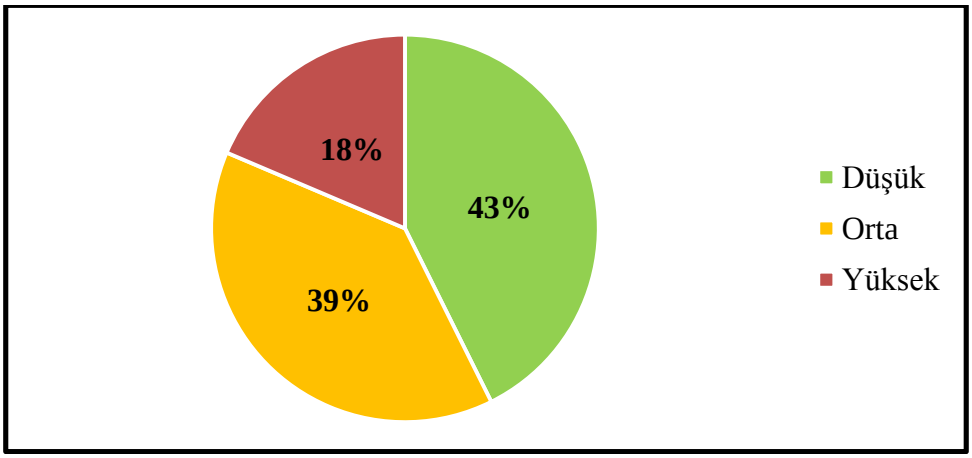

Grafik 4.31. Gövde kanseri ve cadı süpürgesi belirtileri ait modeli yapılandıran değişkenlerinin marjinal cevaplandırıcı eğrileri




Grafik 4.32. Gövde kanseri ve cadı süpürgesi belirtileri ait modelin Jackknife analizi sonucu çıkan AUC değerleri




Harita 4.19. Kastamonu İli Uludağ göknarı ormanlarında gövde kanseri ve cadı süpürgesi belirtilerinin birlikte bulunduğu alanlara ait risk haritası




Grafik 4.33. Gövde kanseri ve cadı süpürgesi belirtileri verilerine göre oluşturulan risk haritasında alanların risk derecelerine göre oranları

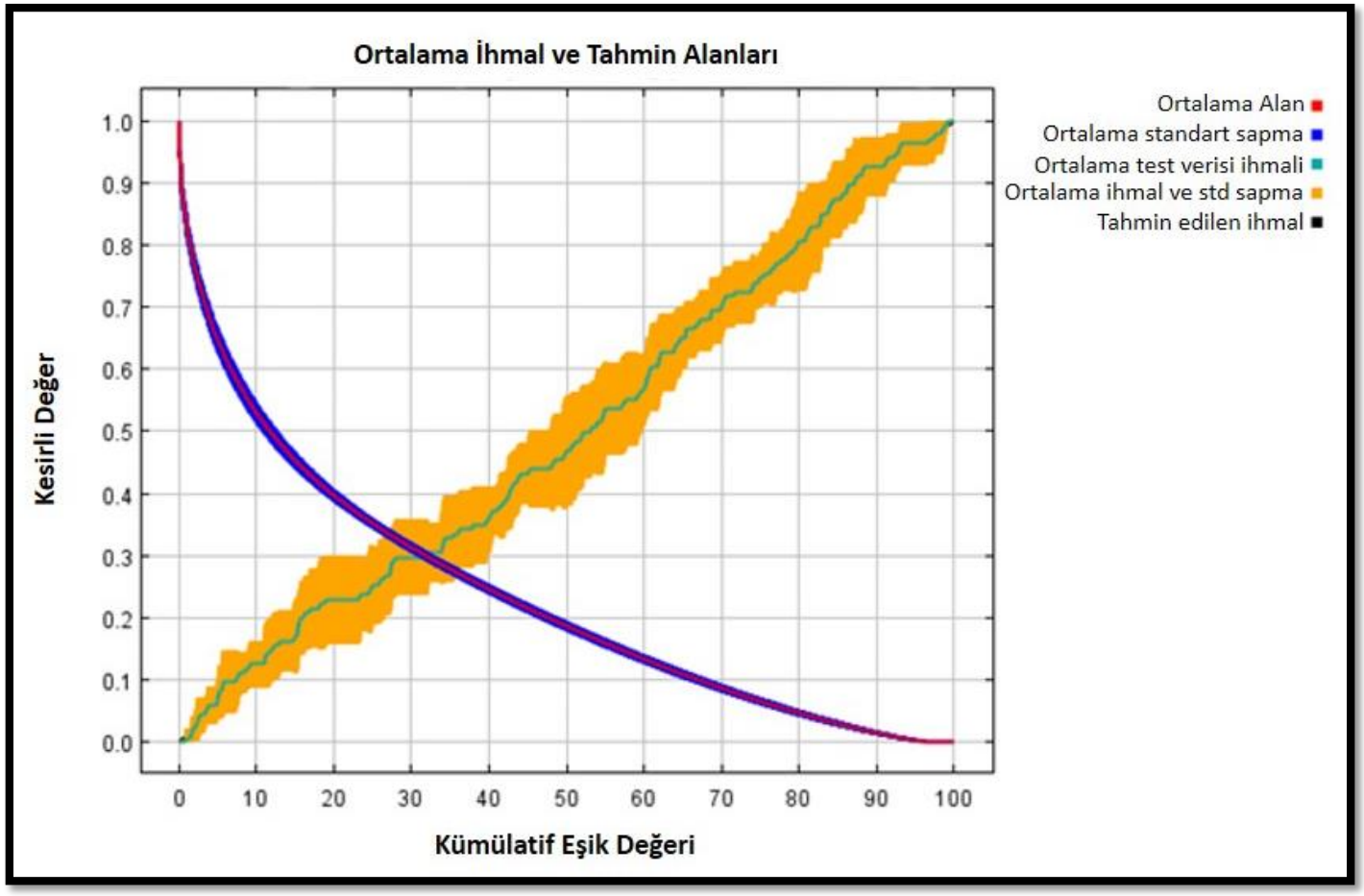
### 4.7.7. Gövde kanseri, dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtilerinin birlikte bulunma durumuna ait modelleme sonuçları

Gövde kanseri, dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtilerinin birlikte bulunma durumuna göre yapılan modellemeden alınan sonuçlar değerlendirildiğinde habitat uygunluk model performansları yüksek düzeyde güvenilir bulunmuştur (Grafik 4.34). Elde edilen hastalık risk modelinin ROC değeri=0,861 olarak tespit edilmiştir (Grafik 4.35). Bu sonuca göre modelin yüksek düzeyde başarı gösterdiği görülmüştür.

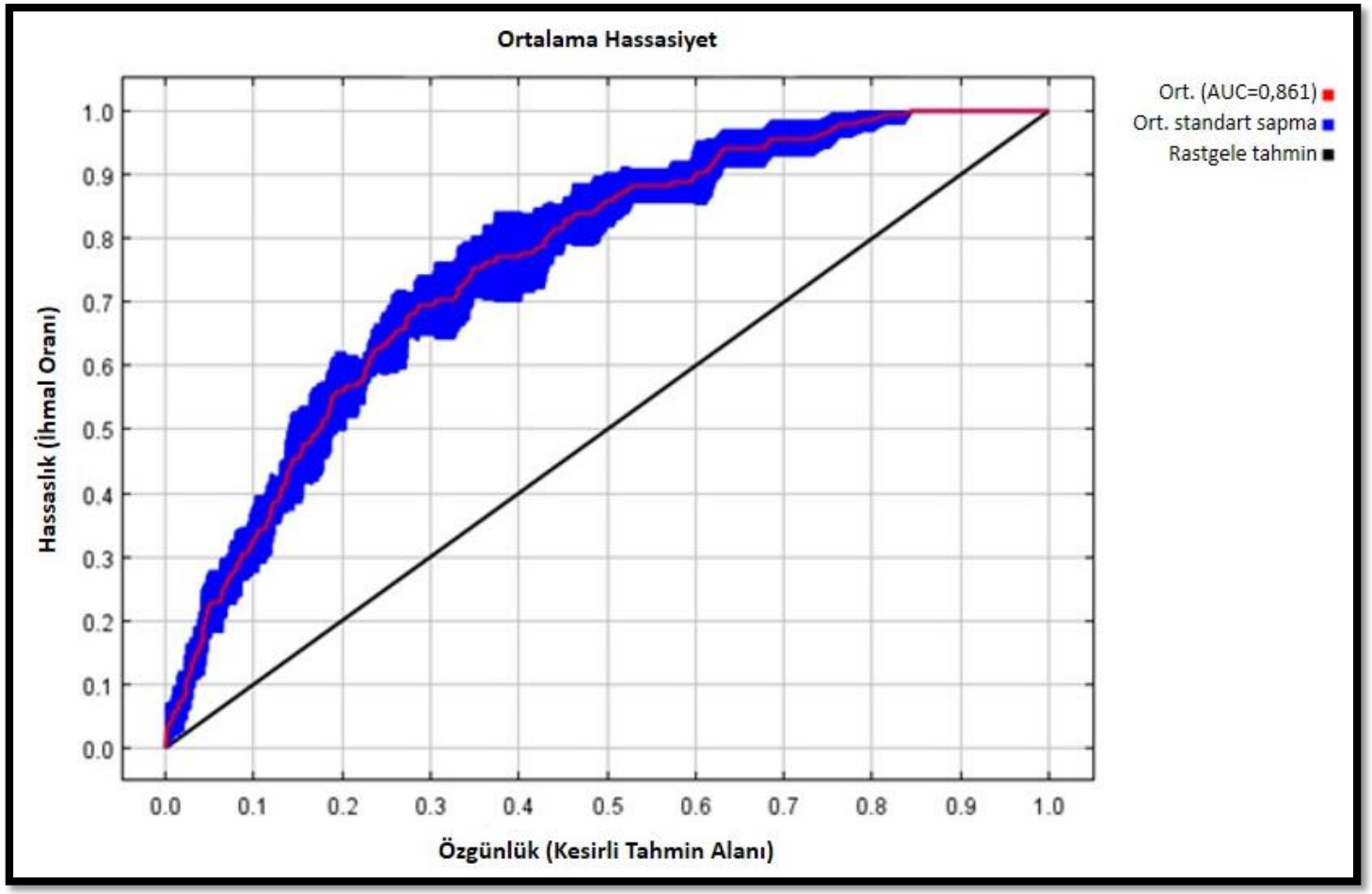
Jackknife testinin sonuçlarına göre gövde kanseri, dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtilerinin birlikte gözlemlendiği durumlara ait modeli etkileyen en yüksek değer yükseklik değişkenine aittir. Bunu izleyen değişkenler bakı, nemlilik ve gölgelenme sınıflarıdır. Bu değişkenlerin en yüksek değerleri yüksekliğin 1400-1700 metre yükselti basamağının, batı bakıların, yüksek nem indeksi ve gölgelenmenin olduğu alanlar olarak bulunmuştur (Grafik 4.36, 4.37).

Yapılan analizler sonucunda gövde kanseri, dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtilerinin birlikte bulunduğu durumdaki verilerine göre Uludağ Göknarları için oluşturulan risk haritası Harita 4.20'da gösterilmiştir.

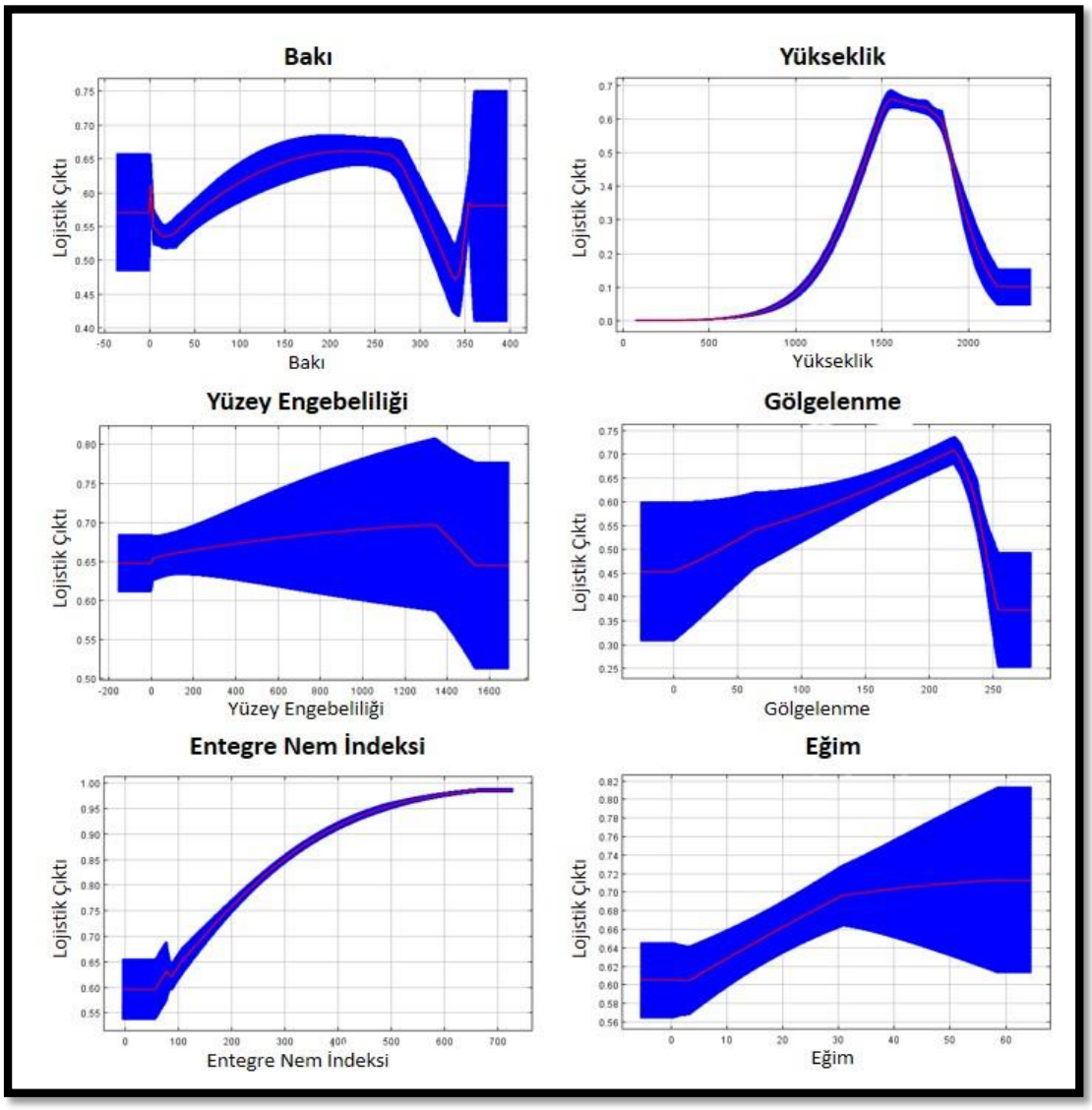
Oluşturulan risk haritası incelendiğinde en fazla alanı düşük risk derecesine sahip alanların (48515,24 ha) oluşturduğu bunu sırasıyla yüksek (44891,74 ha) ve orta (31345,54 ha) riskli alanların takip ettiği görülmüştür (Grafik 4.38).



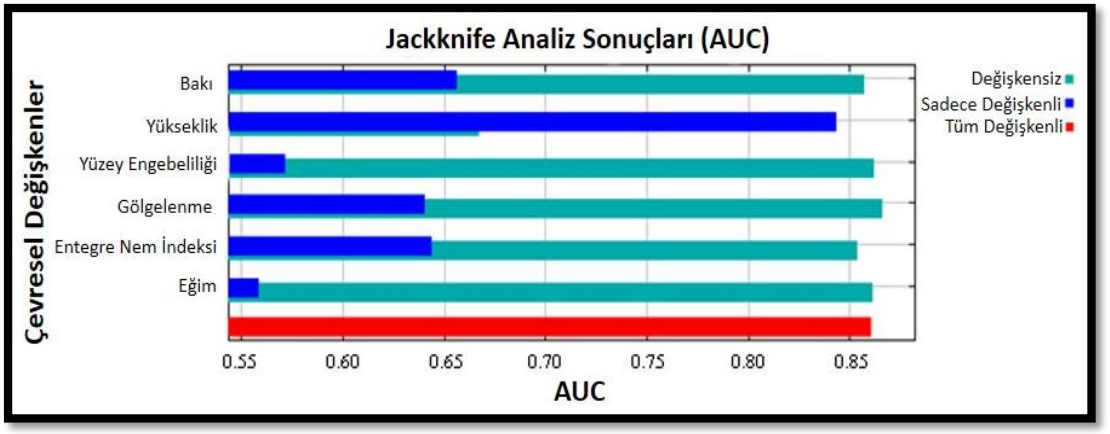

Grafik 4.34. Gövde kanseri, dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtileri için yapılan modelin performansı



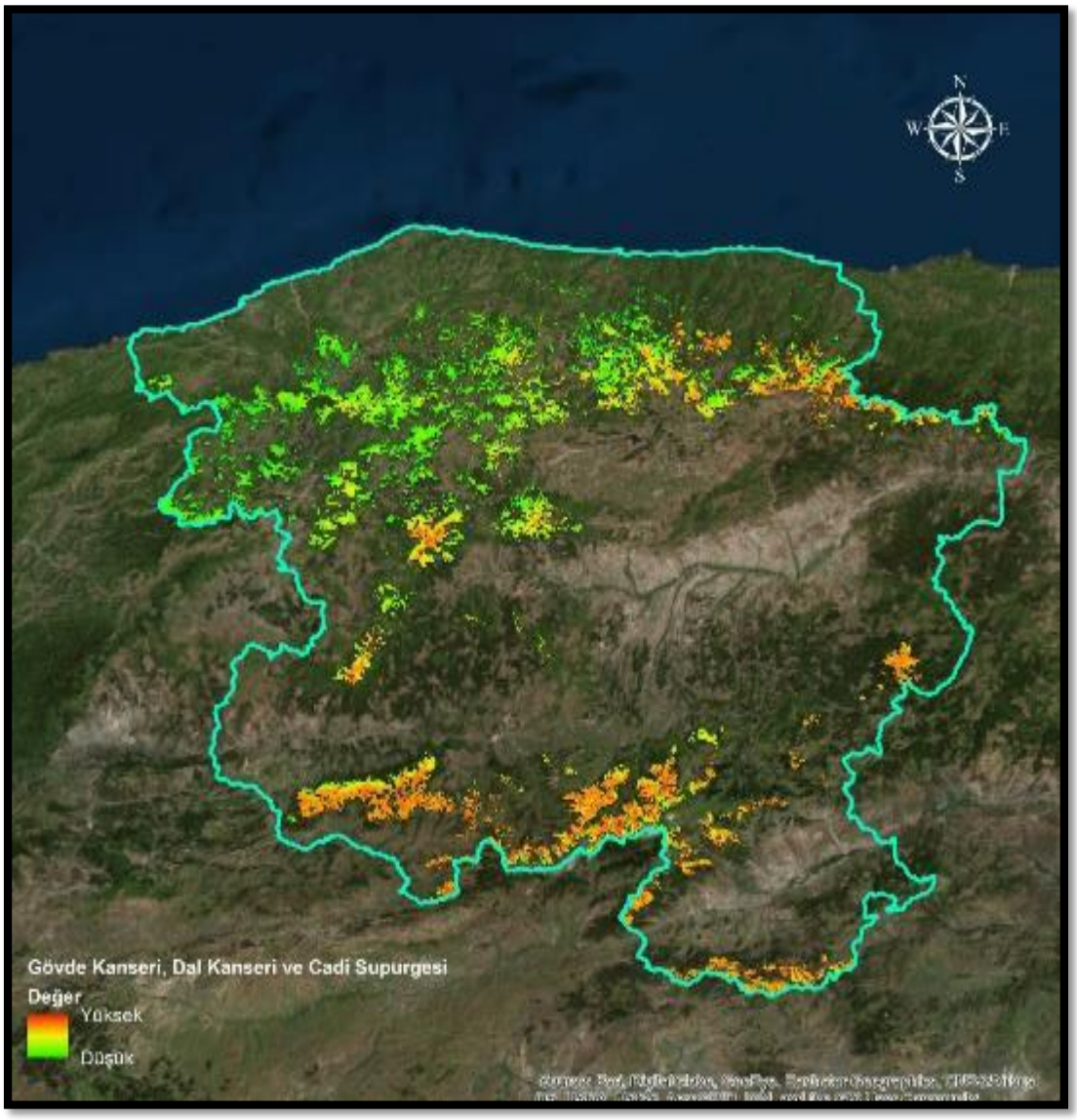

Grafik 4.35. Gövde kanseri, dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtileri için yapılan modellemenin performansını gösteren ROC eğrisini içeren grafik



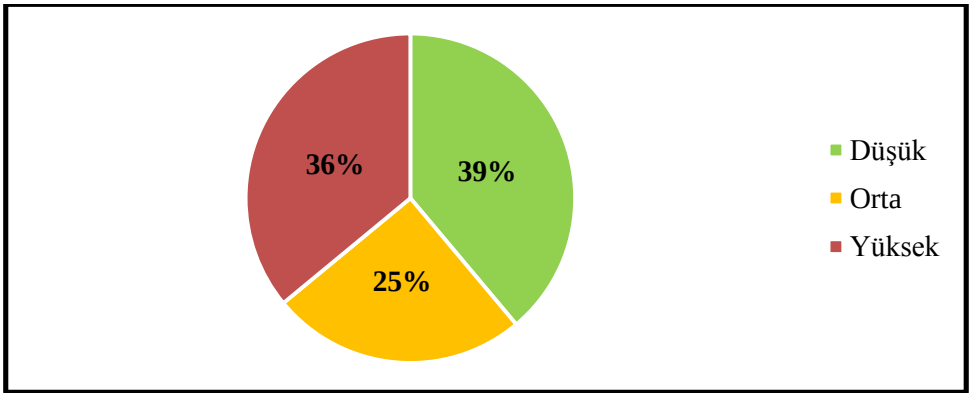

Grafik 4.36. Gövde kanseri, dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtilerine ait modeli yapılandıran değişkenlerinin marjinal cevaplandırıcı eğrileri




Grafik 4.37. Gövde kanseri, dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtilerine ait modelin Jackknife analizi sonucu çıkan AUC değerleri




Harita 4.20. Kastamonu İli Uludağ göknarı ormanlarında gövde kanseri ve dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtilerinin birlikte bulunduğu alanlara ait risk haritası




Grafik 4.38. Gövde kanseri, dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtileri verilerine göre oluşturulan risk haritasında alanların risk derecelerine göre oranları

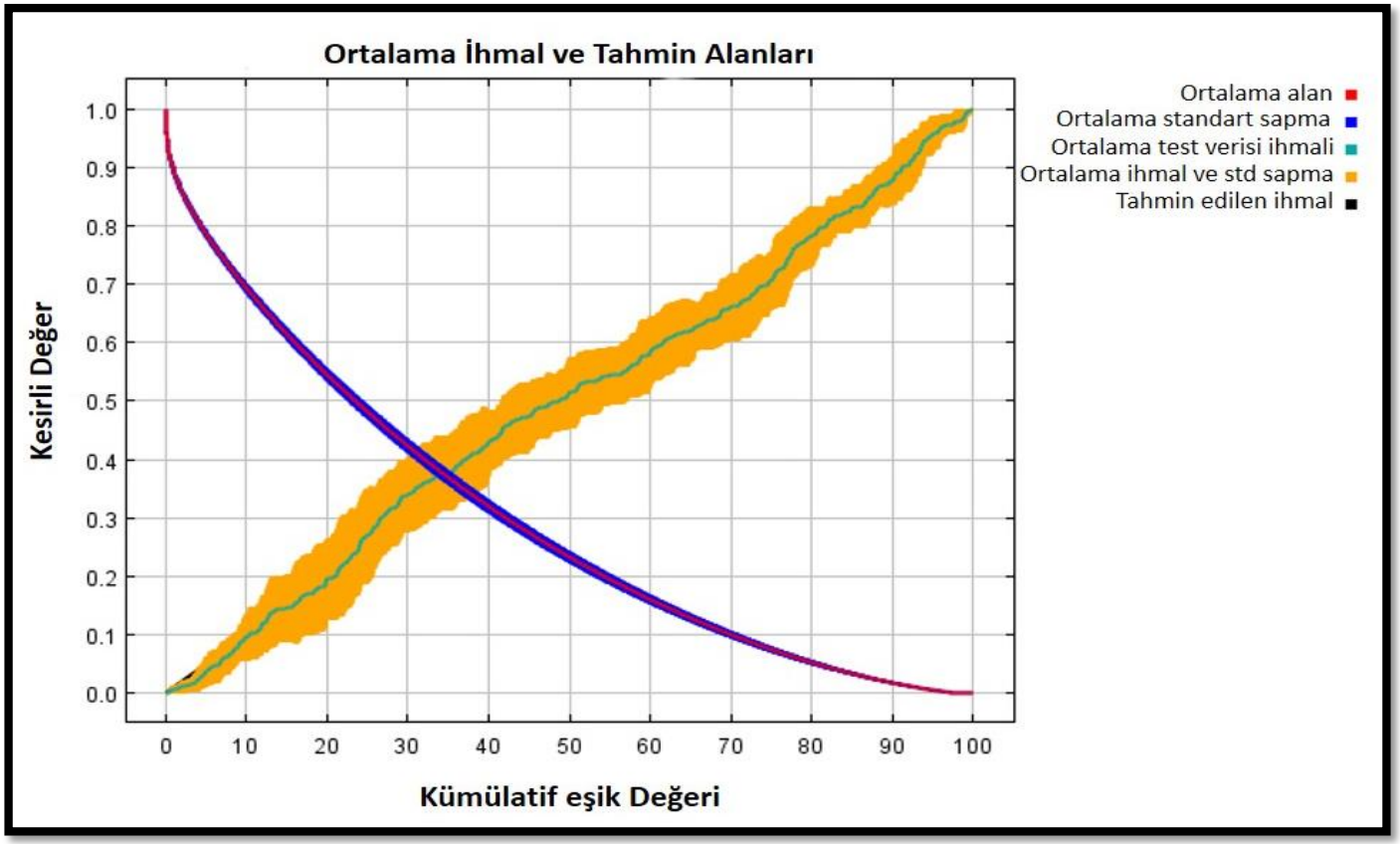
### 4.7.8. Göknar Kanserine ait modelleme sonuçları

Göknar Kanserinin örnek alanlarda bulunma durumuna göre yapılan modellemeden alınan sonuçlar değerlendirildiğinde habitat uygunluk model performansları yüksek düzeyde güvenilir bulunmuştur (Grafik 4.39). Elde edilen hastalık risk modelinin ROC değeri=0,802 olarak tespit edilmiştir (Grafik 4.40). Bu sonuca göre modelin yüksek düzeyde başarı gösterdiği görülmüştür.

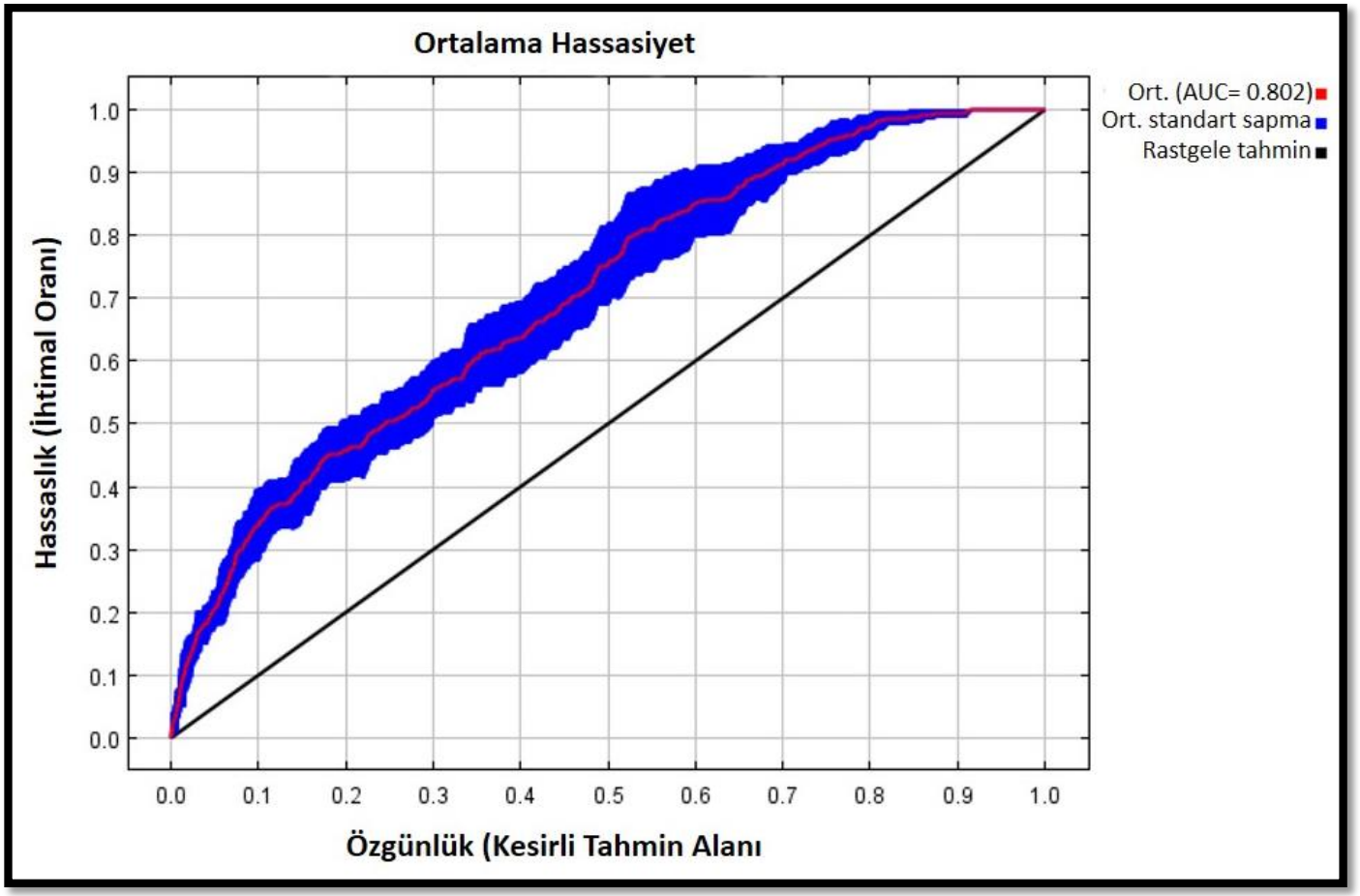
Jackknife testinin sonuçlarına göre Göknar Kanserine ait modeli etkileyen en yüksek değer yükseklik değişkenine aittir. Bunu izleyen değişkenler bakı ve gölgelenme sınıflarıdır. Bu değişkenlerin en yüksek değerleri yüksekliğin 1700-2000 metre yükselti basamağının, batı bakıların, gölgelenmenin fazla olduğu alanlar olarak bulunmuştur (Grafik 4.41, 4.42).

Yapılan analizler sonucunda Göknar Kanserinin verilerine göre Uludağ Göknarları için oluşturulan risk haritası Harita 4.21'da gösterilmiştir.

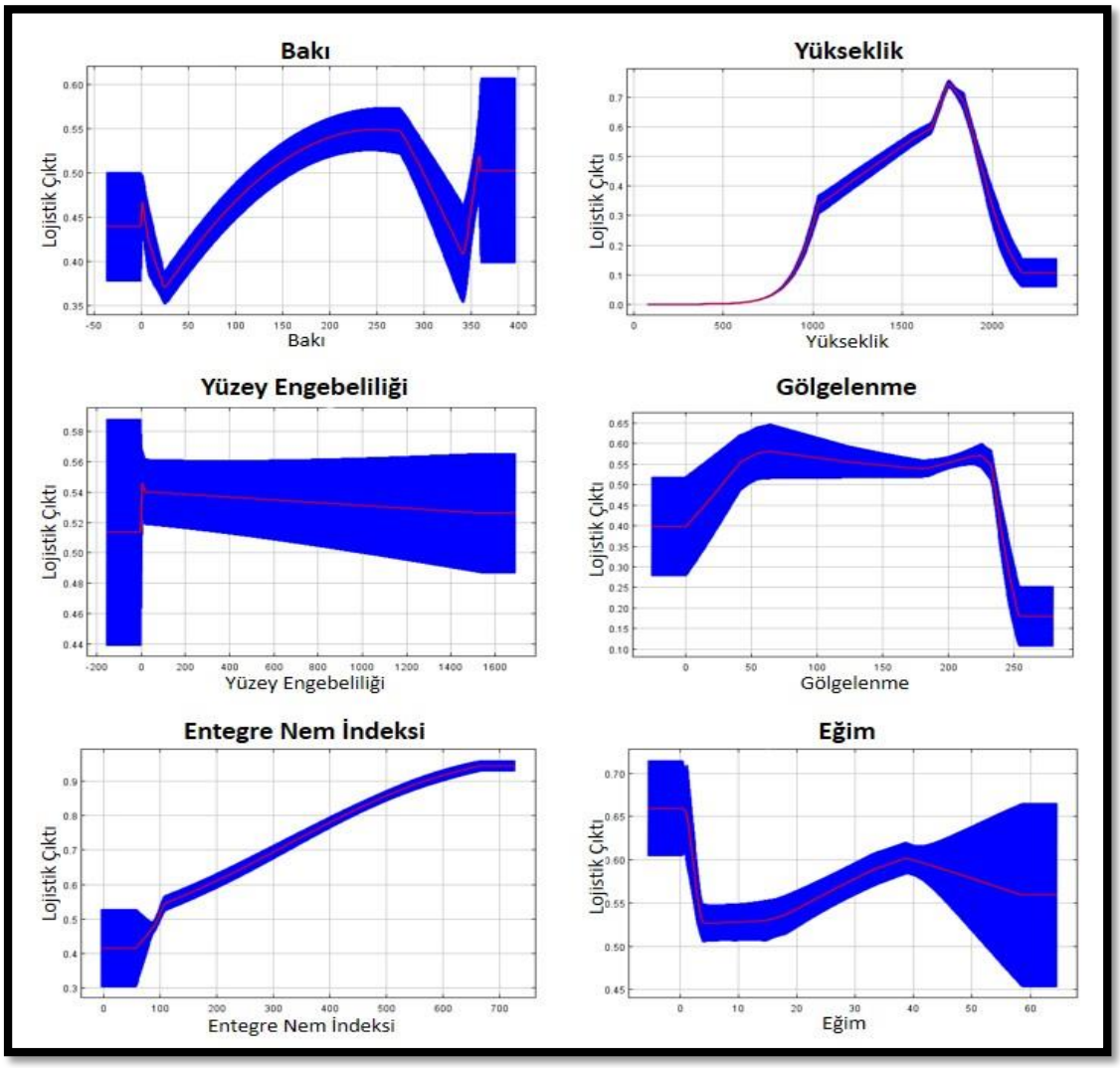
Oluşturulan risk haritası incelendiğinde en fazla alanı orta risk derecesine sahip alanların (65817,25 ha) oluşturduğu bunu sırasıyla yüksek (36148,27 ha) ve düşük (22787,01 ha) riskli alanların takip ettiği görülmüştür (Grafik 4.43).



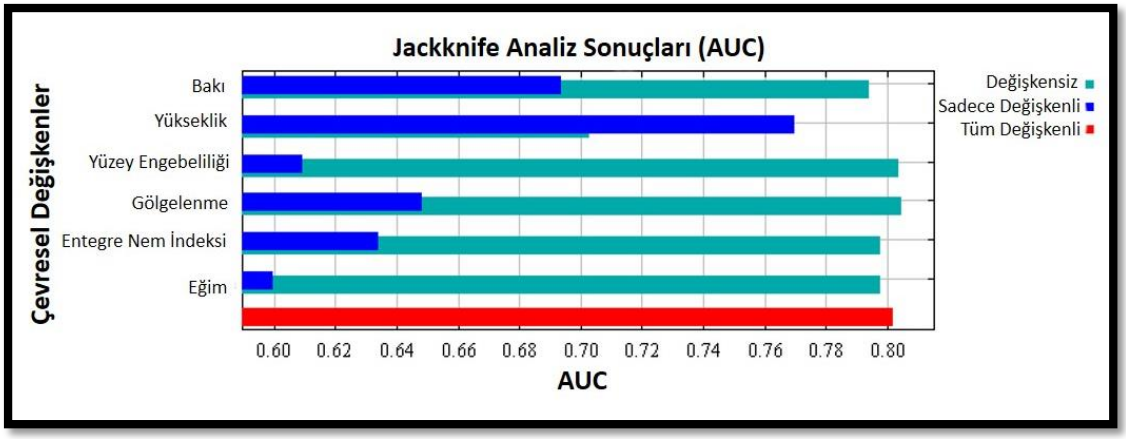

Grafik 4.39. *M. caryophyllacearum* için yapılan modelin performansı



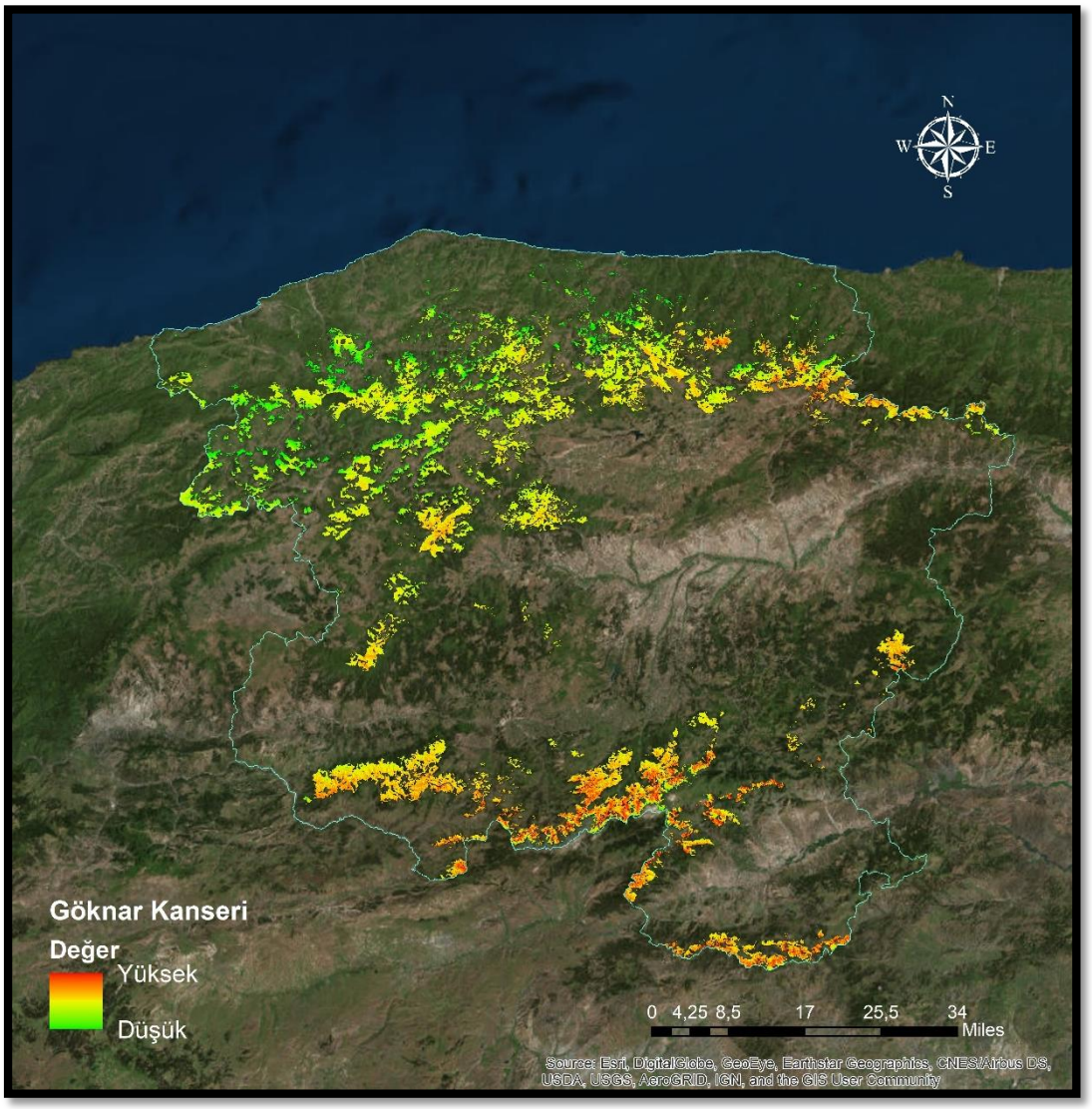

Grafik 4.40. *M. caryophyllacearum* için yapılan modellemenin performansını gösteren ROC eğrisini içeren grafik



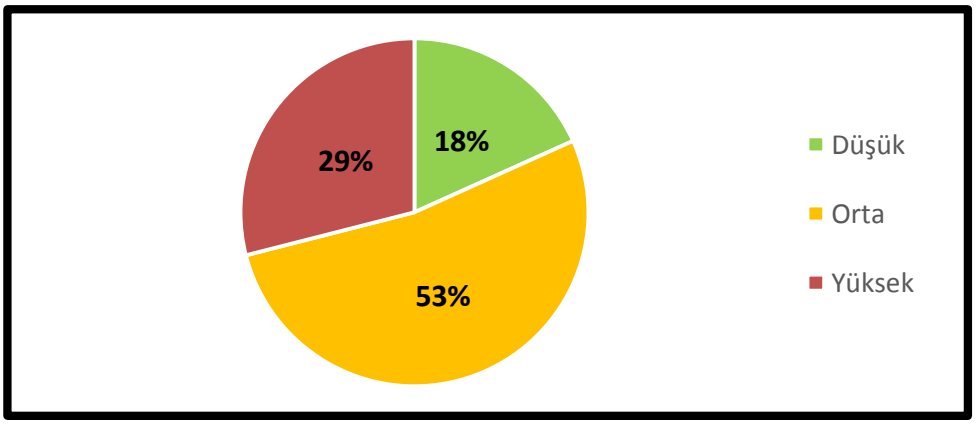

Grafik 4.41. *M. caryophyllacearum*'a ait modeli yapılandıran değişkenlerinin marjinal cevaplandırıcı eğrileri




Grafik 4.42. *M. caryophyllacearum*'a ait modelin Jackknife analizi sonucu çıkan AUC değerleri




Harita 4.21. Kastamonu İli Uludağ göknarı ormanlarında *M. caryophyllacearum*'un bulunduğu alanlara ait risk haritası




Grafik 4.43. *M. caryophyllacearum*'un verilerine göre oluşturulan risk haritasında alanların risk derecelerine göre oranları

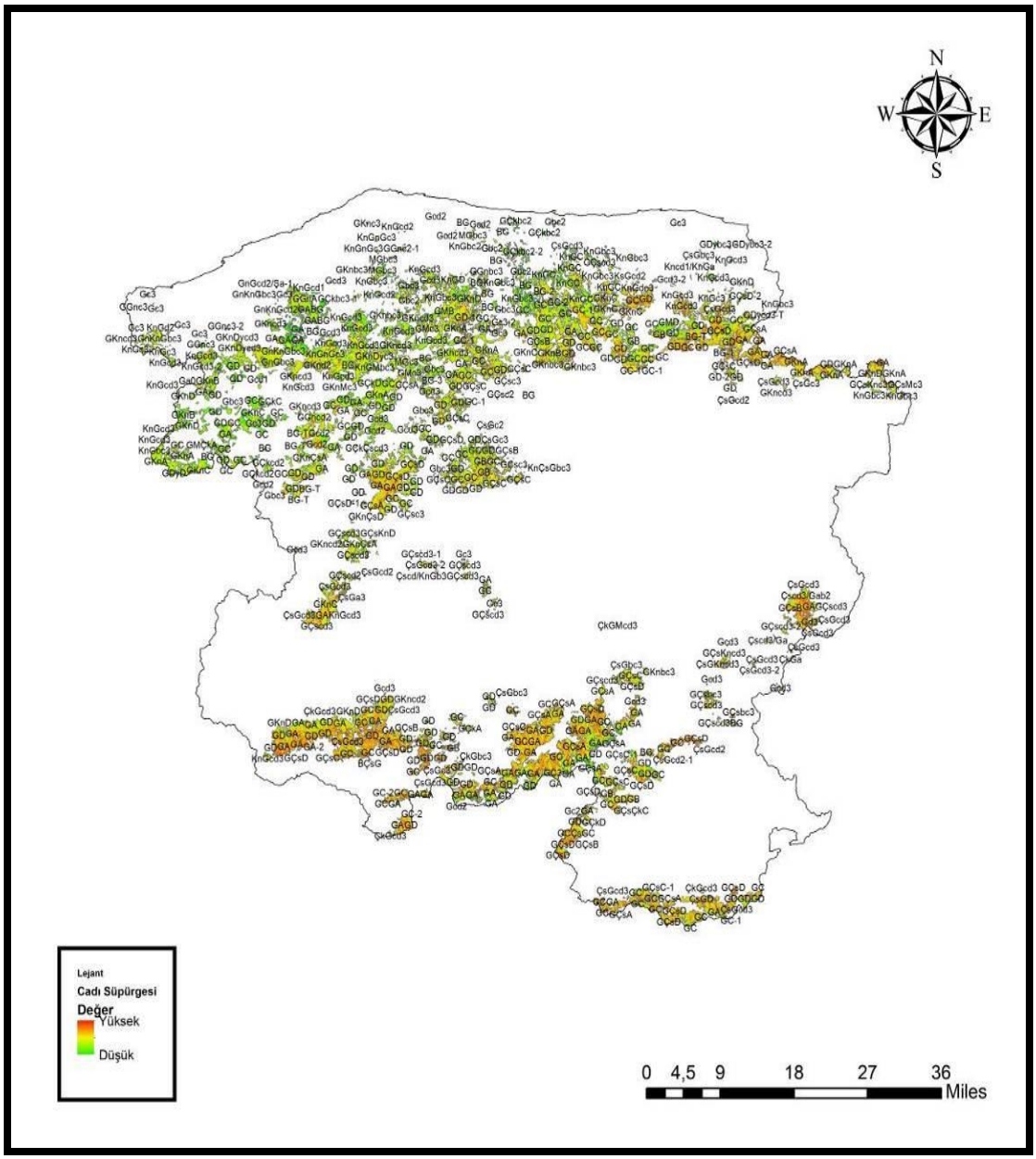
## 4.8. Risk modeli değerlerinin GPS verileri meşcere haritası ile karşılaştırılması

### 4.8.1. Cadı süpürgesi belirtisine ait risk modeli değerlerinin GPS verileri ve meşcere haritası ile karşılaştırılması

Kastamonu İli Uludağ göknarı ormanlarından GPS ile alınan veriler ile bu risk modeli arasında büyük oranda uyumluluk olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.26). Bu da oluşturulan risk modelinin başarılı kurulduğuna dair bir kanıttır. Risk modelleri ile meşcere haritalarının çakıştırılması sonucunda ise bu belirtinin oluşmasında meşcerenin saf veya karışık olmasının etkili olmadığı görülmüştür (Harita 4.22).

Tablo 4.26. *Risk modeli değerlerinin cadı süpürgesi belirtisine ait GPS verileri ile karşılaştırılması*

| GPS ile Alınan Veri | | Risk Modeline Göre Değerler / Yüzde |
|---|---|---|
| Veri Sayısı | Veri Yüzdesi | |
| 24 | 28,24 | Düşük / 28 |
| 35 | 41,18 | Orta / 41 |
| 26 | 30,59 | Yüksek / 31 |



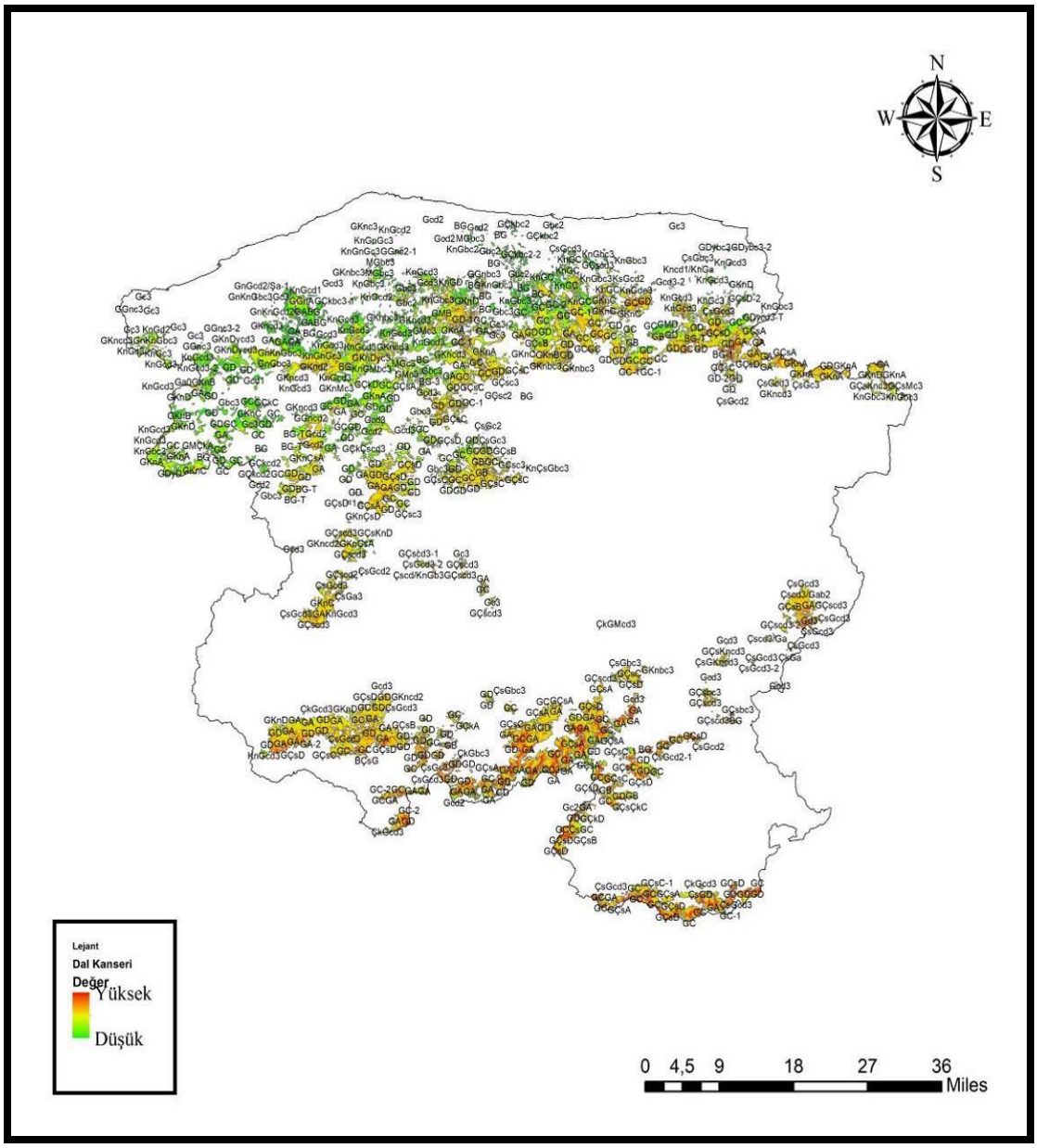

Harita 4.22. Meşcere haritası ve cadı süpürgesi belirtisine ait risk modelinin çakıştırılması

### 4.8.2. Dal şişkinliği belirtisine ait risk modeli değerlerinin GPS verileri ve meşcere haritası ile karşılaştırılması

Dal şişkinliği belirtisinin görüldüğü ağaçlardan alınan GPS verileri ile bu risk modeli arasında büyük oranda uyumluluk olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.27). Bu da oluşturulan model ile benzer özellikler gösterdiğine yani risk modelinin başarılı kurulduğuna dair bir kanıttır. Risk modelleri ile meşcere haritalarının çakıştırılması sonucunda ise bu belirtinin oluşmasında meşcerenin saf veya karışık olmasının etkili olmadığı görülmüştür (Harita 4.23).

Tablo 4.27. *Risk modeli değerlerinin dal şişkinliği belirtisine ait GPS verileri ile karşılaştırılması*

| GPS ile Alınan Veri | | Risk Modeline Göre Değerler / Yüzde |
|---|---|---|
| Veri Sayısı | Veri Yüzdesi | |
| 115 | 24,89 | Düşük / 25 |
| 176 | 38,10 | Orta / 38 |
| 171 | 37,01 | Yüksek / 37 |



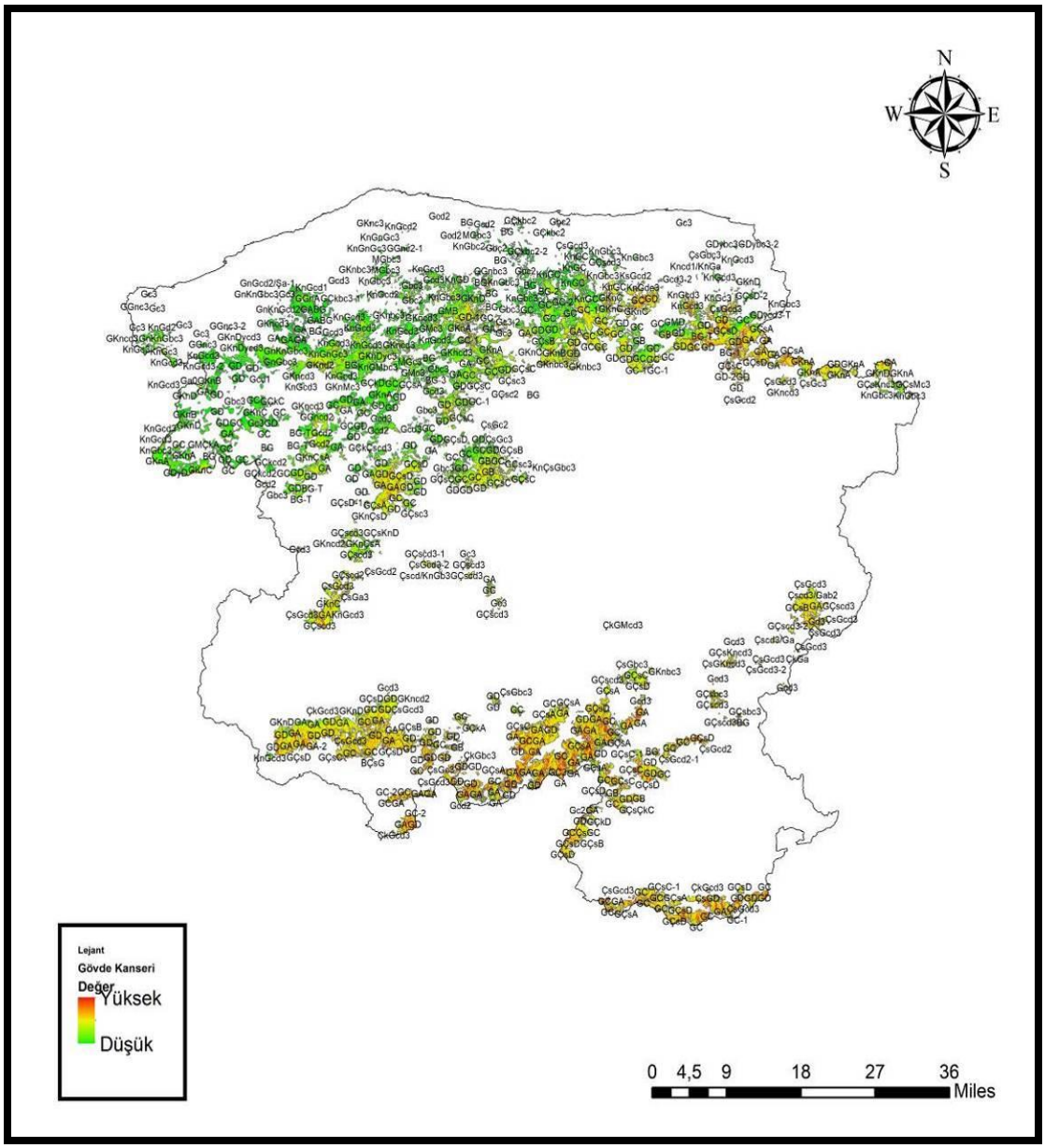

Harita 4.23. Meşcere haritası ve dal şişkinliği belirtisine ait risk modelinin çakıştırılması

### 4.8.3. Gövde kanseri belirtisine ait risk modeli değerlerinin GPS verileri ve meşcere haritası ile karşılaştırılması

Gövde kanseri belirtisinin görüldüğü ağaçlardan alınan GPS verileri ile bu risk modeli arasında büyük oranda uyumluluk olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.28). Risk modelleri ile meşcere haritalarının çakıştırılması sonucunda ise bu belirtinin oluşmasında meşcerenin saf veya karışık olmasının etkili olmadığı görülmüştür (Harita 4.24).

Tablo 4.28. *Risk modeli değerlerinin gövde kanseri belirtisine ait GPS verileri ile karşılaştırılması*

| GPS ile Alınan Veri | | Risk Modeline Göre Değerler / Yüzde |
|---|---|---|
| Veri Sayısı | Veri Yüzdesi | |
| 168 | 42,97 | Düşük / 43 |
| 152 | 38,87 | Orta / 39 |
| 71 | 18,16 | Yüksek / 18 |



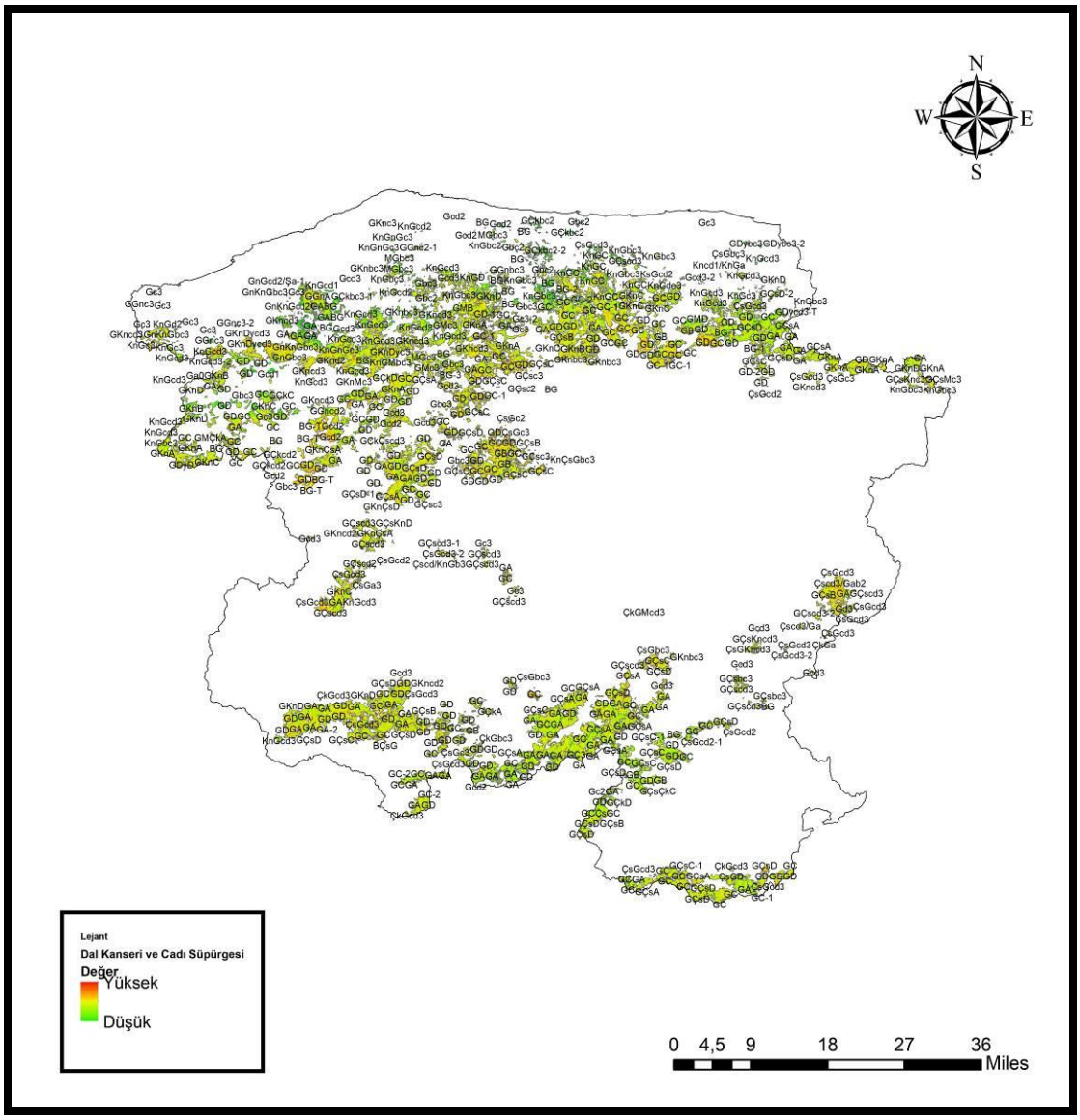

Harita 4.24. Meşcere haritası ve gövde kanseri belirtisine ait risk modelinin çakıştırılması

### 4.8.4. Dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtisinin birlikte bulunduğu örneklere ait risk modeli değerlerinin GPS verileri ve meşcere haritası ile karşılaştırılması

Kastamonu İli Uludağ göknarı ormanlarından GPS ile bu iki belirti için alınan veriler ile bu risk modeli arasında büyük oranda uyumluluk olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.29). Risk modelleri ile meşcere haritalarının çakıştırılması sonucunda ise bu belirtinin oluşmasında meşcerenin saf veya karışık olmasının etkili olmadığı görülmüştür (Harita 4.25).

Tablo 4.29. *Risk modeli değerlerinin dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtisinin birlikte bulunduğu örneklere ait GPS verileri ile karşılaştırılması*

| GPS ile Alınan Veri | | Risk Modeline Göre Değerler |
|---|---|---|
| Veri Sayısı | Veri Yüzdesi | |
| 32 | 43,24 | Düşük / 43 |
| 36 | 48,65 | Orta / 49 |
| 6 | 8,11 | Yüksek / 8 |



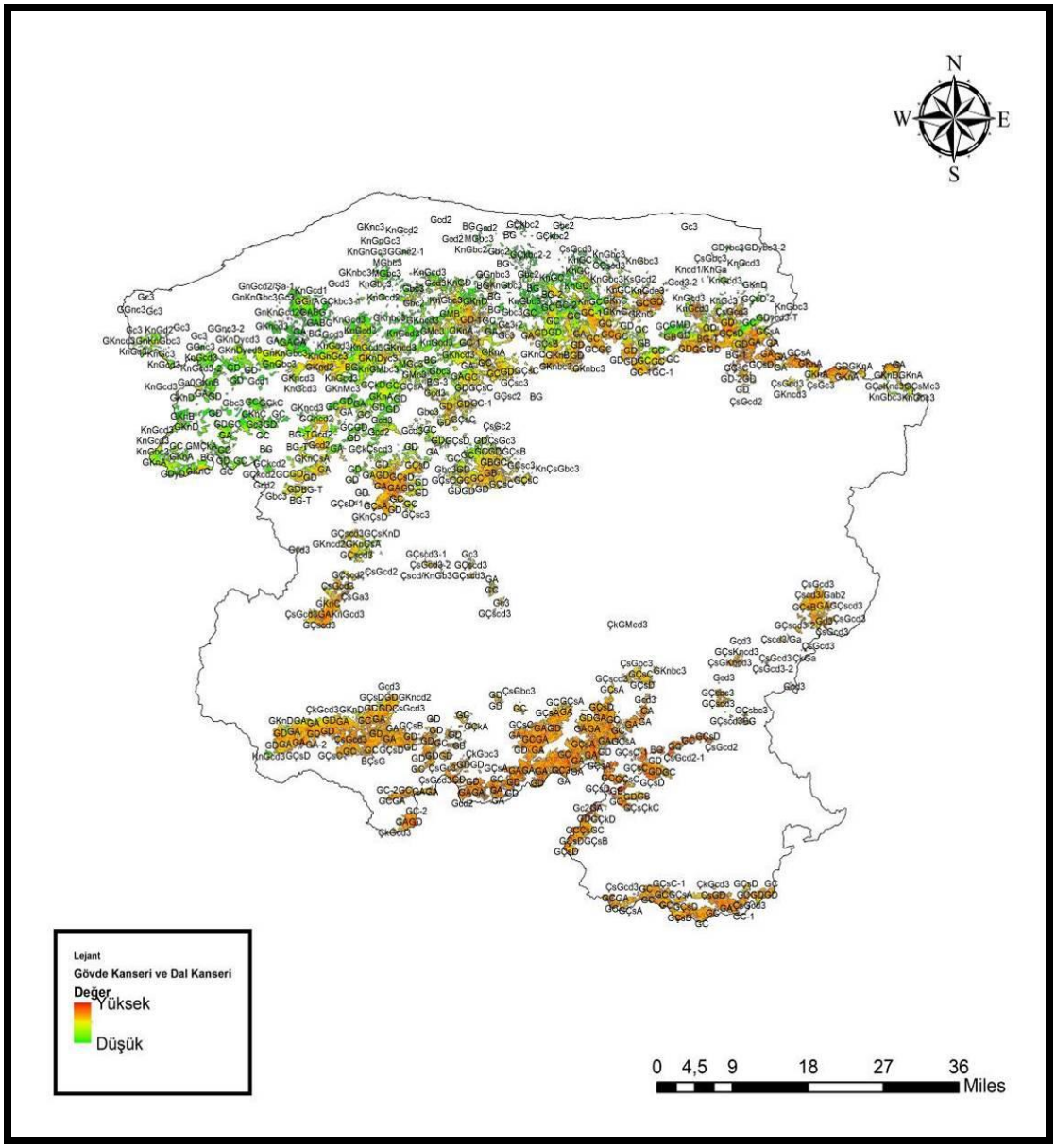

Harita 4.25. Meşcere haritası ve dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtisinin birlikte bulunduğu örneklere ait risk modelinin çakıştırılması

### 4.8.5. Gövde kanseri ve dal şişkinliği belirtisinin birlikte bulunduğu örneklere ait risk modeli değerlerinin GPS verileri ve meşcere haritası ile karşılaştırılması

Bu iki belirtinin belirtisinin görüldüğü ağaçlardan alınan GPS verileri ile bu risk modeli arasında büyük oranda uyumluluk olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.30). Risk modelleri ile meşcere haritalarının çakıştırılması sonucunda ise bu belirtinin oluşmasında meşcerenin saf veya karışık olmasının etkili olmadığı görülmüştür (Harita 4.26).

Tablo 4.30. *Risk modeli değerlerinin gövde kanseri ve dal şişkinliği belirtisinin birlikte bulunduğu örneklere ait GPS verileri ile karşılaştırılması*

| GPS ile Alınan Veri | | Risk Modeline Göre Değerler |
|---|---|---|
| Veri Sayısı | Veri Yüzdesi | |
| 68 | 25,85 | Düşük /26 |
| 71 | 27,00 | Orta /27 |
| 124 | 47,15 | Yüksek /47 |



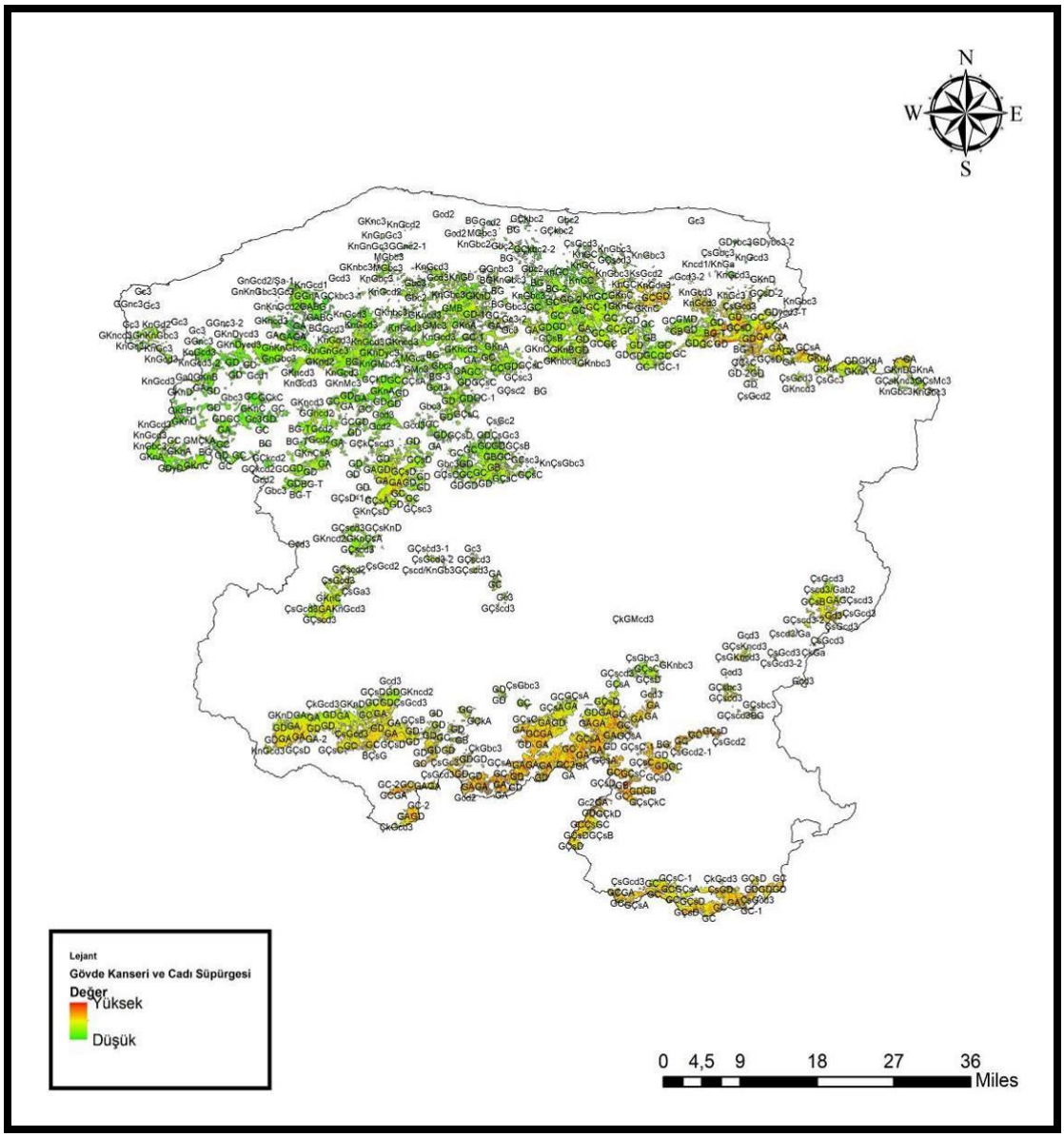

Harita 4.26. Meşcere haritası ve gövde kanseri ve dal şişkinliği belirtisinin birlikte bulunduğu örneklere ait risk modelinin çakıştırılması

### 4.8.6. Gövde kanseri ve cadı süpürgesi belirtisinin birlikte bulunduğu örneklere ait risk modeli değerlerinin GPS verileri ve meşcere haritası ile karşılaştırılması

Bu iki belirtinin belirtisinin görüldüğü ağaçlardan alınan GPS verileri ile bu risk modeli arasında büyük oranda uyumluluk olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.31). Risk modelleri ile meşcere haritalarının çakıştırılması sonucunda ise bu belirtinin oluşmasında meşcerenin saf veya karışık olmasının etkili olmadığı görülmüştür (Harita 4.27).

Tablo 4.31. *Risk modeli değerlerinin gövde kanseri ve cadı süpürgesi belirtisinin birlikte bulunduğu örneklere ait GPS verileri ile karşılaştırılması*

| GPS ile Alınan Veri | | Risk Modeline Göre Değerler / Yüzde |
|---|---|---|
| Veri Sayısı | Veri Yüzdesi | |
| 14 | 43,75 | Düşük / 43 |
| 12 | 37,50 | Orta /39 |
| 6 | 18,75 | Yüksek / 18 |




Harita 4.27. Meşcere haritası ve gövde kanseri ve cadı süpürgesi belirtisinin birlikte bulunduğu örneklere ait risk modelinin çakıştırılması

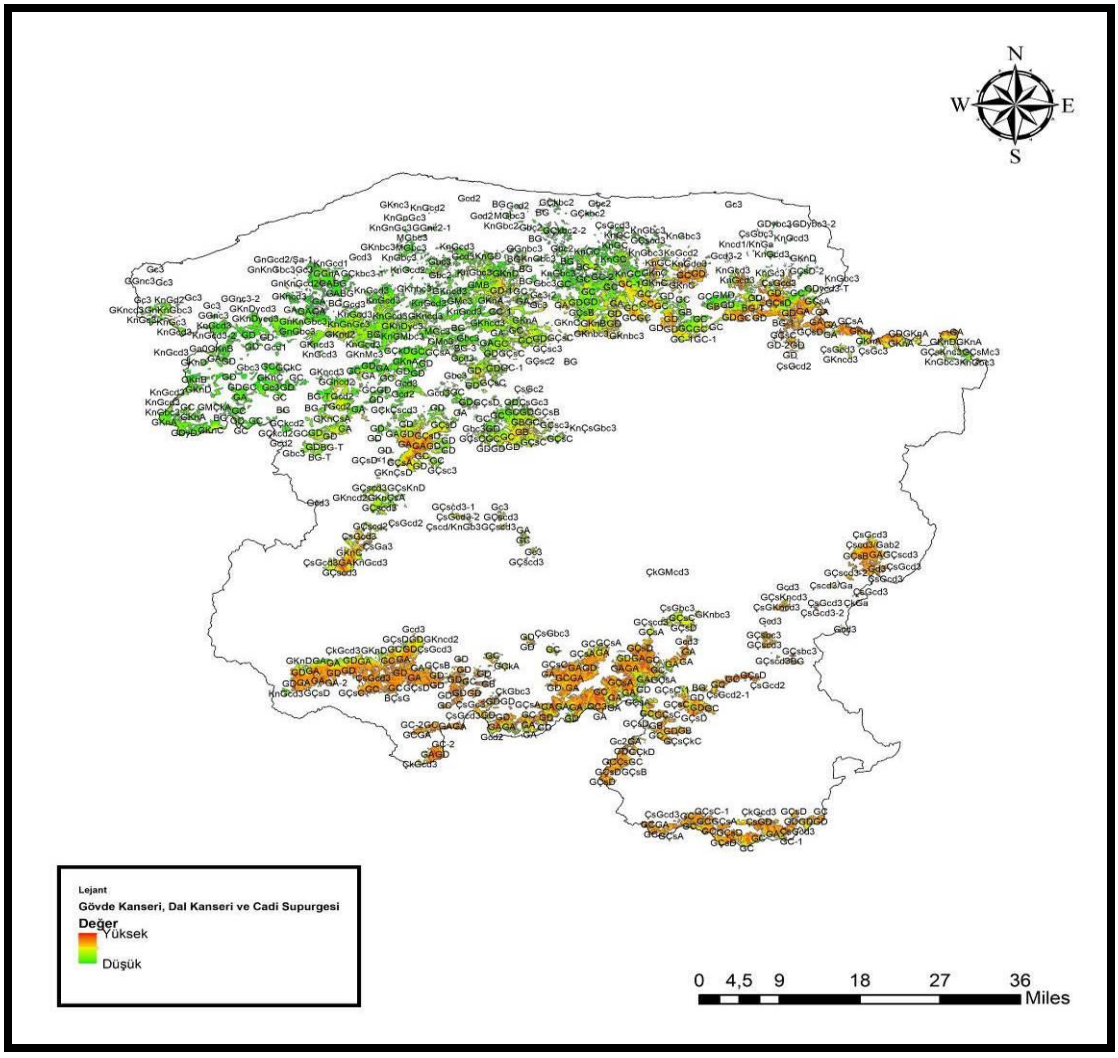
### 4.8.7. Gövde kanseri, dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtisinin birlikte bulunduğu örneklere ait risk modeli değerlerinin GPS verileri ve meşcere haritası ile karşılaştırılması

Bu üç belirtinin görüldüğü ağaçlardan alınan GPS verileri ile bu risk modeli arasında büyük oranda uyumluluk olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.32). Bu da oluşturulan oluşturulan model ile benzer özellikler gösterdiğine yani risk modelinin başarılı kurulduğuna dair bir kanıttır. Risk modelleri ile meşcere haritalarının çakıştırılması

sonucunda ise bu belirtinin oluşmasında meşcerenin saf veya karışık olmasının etkili olmadığı görülmüştür (Harita 4.28).

Tablo 4.32. *Risk modeli değerlerinin gövde kanseri, dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtisinin birlikte bulunduğu örneklere ait GPS verileri ile karşılaştırılması*

| Cadı Süpürgesi Belirtisi için GPS ile Alınan Veri | | Risk Modeline Göre Değerler / Yüzde |
|---|---|---|
| Veri Sayısı | Veri Yüzdesi | |
| 91 | 39,06 | Düşük / 39 |
| 58 | 24,89 | Orta /25 |
| 84 | 36,05 | Yüksek / 36 |



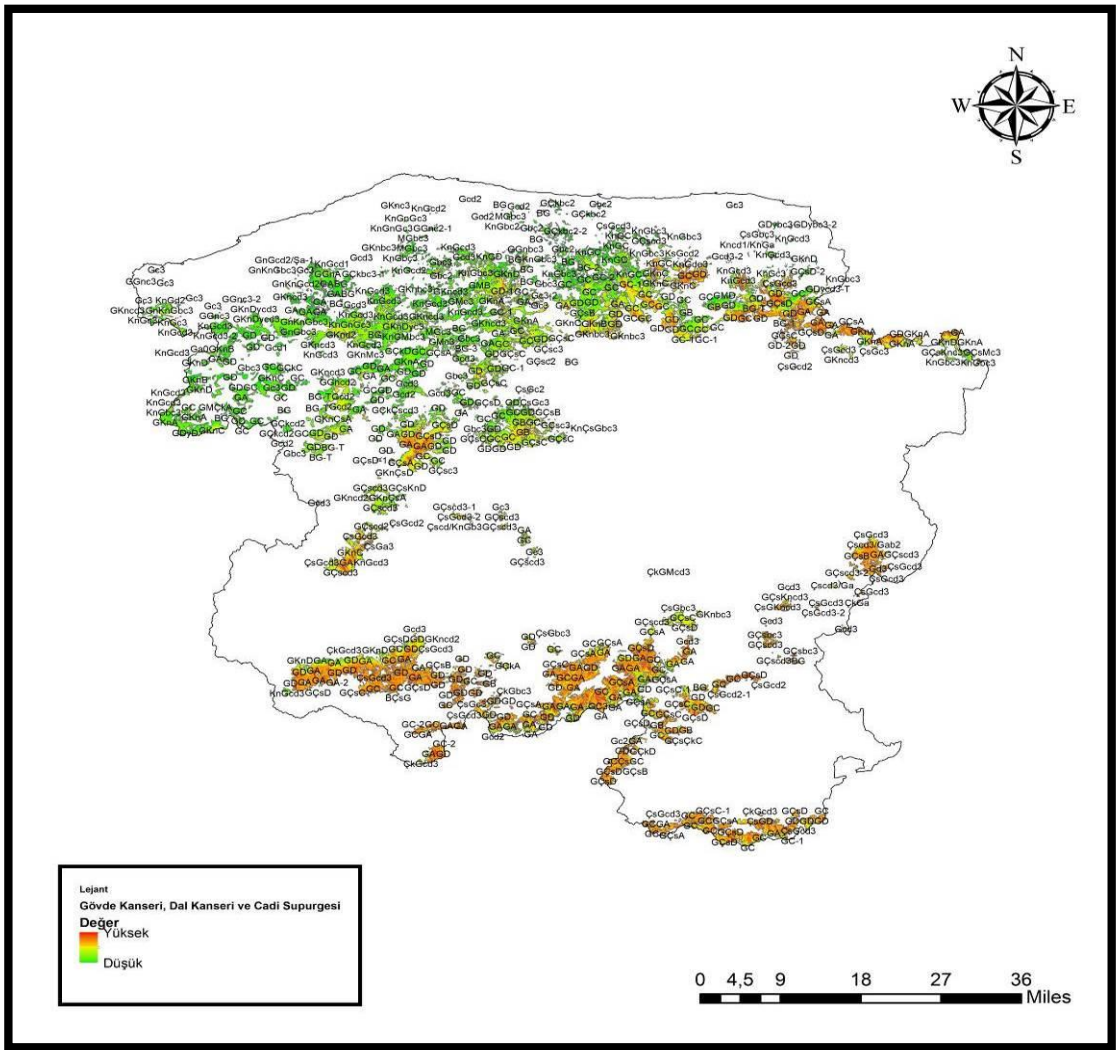

Harita 4.28. Meşcere haritası ve gövde kanseri, dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtisinin birlikte bulunduğu örneklere risk modelinin çakıştırılması

### 4.8.8. Göknar Kanserine ait risk modeli değerlerinin GPS verileri ve meşcere haritası ile karşılaştırılması

Göknar Kanserinin görüldüğü ağaçlardan alınan GPS verileri ile bu risk modeli arasında büyük oranda uyumluluk olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.33). Bu da oluşturulan oluşturulan model ile benzer özellikler gösterdiğine yani risk modelinin başarılı kurulduğuna dair bir kanıttır. Risk modelleri ile meşcere haritalarının çakıştırılması sonucunda ise bu belirtinin oluşmasında meşcerenin saf veya karışık olmasının etkili olmadığı görülmüştür (Harita 4.29).

Tablo 4.33. *Risk modeli değerlerinin gövde Göknar Kanserine ait GPS verileri ile karşılaştırılması*

| Cadı Süpürgesi Belirtisi için GPS ile Alınan Veri | | Risk Modeline Göre Değerler / Yüzde |
|---|---|---|
| Veri Sayısı | Veri Yüzdesi | |
| 332 | 17,98 | Düşük / 18 |
| 978 | 52,98 | Orta /53 |
| 536 | 29,04 | Yüksek / 29 |




Harita 4.29. Meşcere haritası ve Göknar Kanserine ait risk modelinin çakıştırılması

# 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Ülkemizde ve dünyada göknarlara zarar veren çok sayıda fungal etmen bulunmaktadır. Bu funguslar arasında *Heterobasidion annosum*, *Armillaria* spp., *Phytophthora* spp., *Pythium* sp.,*Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Dothistroma septosporum, Melampsora abieti-capraearum, Delphinella abietis, Herpotrichia parasitica, Phellinus weirii, Phellinus pini, Pucciniastrum epilobii, Rhizosphaera kalkhoffii ve Sydowia polyspora* yer almaktadır (Filip ve Schmitt,1990; Doğmuş ve Doğanoğlu, 2003; Talgø, 2009; Talgø ve Stensvand, 2012; Anonim, 2016).

Bu doktora çalışmasında, Kastamonu ili içerisinde yer alan Uludağ göknarı ormanlarında zarara sebep olan *M. caryophyllacearum*'un fizyografik etmenlere bağlı olarak yayılışı ve şiddeti araştırılmıştır. Yapılan morfolojik teşhisler, bu alanda *M. caryophyllacearum*'un varlığını ortaya koymuştur.

Acatay (1960)' ın da yapmış olduğu çalışmada belirttiği üzere *M. caryophyllacearum*' un esidileri yaz boyunca hastalanmış olan ibreler üzerinde görüldüğünü belirtmiştir. Yapılan çalışmada hastalığınn karakteristik belirtisi olan cadı süpürgelerinde yer alan enfekte olmuş ibrelerde bulunan turuncu renkli üreme yapıları üzerinde (Esidi) yapılan ölçümlerde büyüklükleri 0,56-1,37 x 0,27-1,00 mm olarak belirlenmiştir. Hunter, (1936) esidi büyüklüklerini 0,50-1,40 x 0,25-1,2 mm olarak bildirmektedir. Buna göre, araştırma alanından toplanan örneklerdeki esidilerin morfolojileri ve büyüklükleri literatür ile benzerlik göstermektedir.

Gövde kanserleri ve dal şişkinliklerinin enine kesitlerine bakıldığında odunda meydana gelen deformasyonlar net bir şekide görülmüştür. Sanchez-Miranda vd. (2006) *M. caryophyllacearum'* un çap artımına etkisini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada hastalıklı ağaçlarda odunda simptomatik reçine akıntılarının ve odunda deformasyonların görüldüğünü bildirmiştir.

Solla vd.'nin 2006 yılında bu hastalığın çap artımına etkisini araştırmak amacıyla yapmış olduğu çalışmada da hastalıklı ağaç çaplarının sağlıklılardan daha geniş olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Ayrıca çap artımı kaybına gövdedeki kanser dokularının önemli rolünün olabileceğini belirtmiştir. Yapılan çalışmada hastalıklı ve sağlıklı Uludağ Göknarı bireylerinin çap ortalamalarının sırasıyla 20,39 cm ve 18,35 cm olduğu ancak anlamlı bir fark olmadığı ortaya çıkmıştır. Oliva ve Colinas'ın 2007 yılında yapmış oldukları çalışmada da bu hastalığa maruz kalmış ağaçlar ile sağlıklı bireylerın çapları ve boyları arasında bir fark olmadığı bildirilmiştir. Sağlıklı ve hastalıklı ağaçların ortalama çapları arasında farkın yok denecek kadar az olmasının sebebinin de çalışmanın yürütüldüğü alanlarda gövde kanseri belirtisinin çok az görülmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Uslu vd. (2001) ve Öner vd. (2009) tarafından yürütülen çalışmalarda *M. caryophyllacearum*'un yaygın olarak Kastamonu, Ilgaz Dağındaki Uludağ göknarlarında fırtına ve kar devriklerine neden olan enfeksiyonlardan sorumlu olabileceği öne sürülmüştür. Buradan hareketle, bu doktora çalışması kapsamında yürütülen çalışmaların ilk amacı, araştırma alanında bu fungal hastalık etmeninin yaygın olduğu ve önemli zarara yol açtıkları hipotezinin test edilmesi olmuştur. Araştırma alanında incelenen toplam 4230 Uludağ göknarı bireyinin 1846 adedinde (%43,64) fungal hastalık etmeninin varlığı tespit edilmiştir. Sola ve Camarero (2006) İspanya' da yürütmüş oldukları çalışmada benzer bir şekilde örnek alınan ağaçların yaklaşık % 40' ının bu hastalık tarafından enfekte edildiğini belirtmiştir. Newfoundland'daki *A. balsamea'* larda yapılan bir çalışmada hastalığın bulunma oranının da %40 olarak tespit edildiği bildirilmiştir (Singh, 1978). *A. balsamea* ve *A. sibirica*' larda yapılan çalışmalarda ise bu oranların sırası ile %30 (Rusya), %20 (New England), %15 (Apenin, İtalya) ve %2 (Alpine alanları, İtalya) olduğu görülmüştür (Pupavkin 1982; Teggli ve ark. 1993; Merrill ve ark. 1993). Bu oran belirti türlerine göre incelendiğinde 900 adedinde gövde kanserleri (%21,27), 1378'inde dal şişkinliği (%32,57), 692'sinde ise cadı süpürgesi belirtisi (%16,36) olduğu görülmüştür. Podner ve Metzler (2009) yapmış oldukları çalışmada gövde kanseri oranını %42,4 olarak tespit etmiştir.

Hastalık şiddetine ve yaygınlığına göre yapılan istatistiksel analizlerde hastalığın 1400-1700 m yükselti basamağında, doğu bakılarda ve meşcere kenarlarında daha yoğun olarak görüldüğü tespit edilmiştir. Acatay (1960) ve Uslu vd. (2001) hastalığın yayılışının sırası ile 1200-1500 m ve 1550-1600 m yükselti basamaklarında daha fazla olduğunu olarak tespit etmişlerdir. Elde edilen sonuçlar bu kaynaklar ile karşılaştırıldığında benzer sonuçların elde edilmiş olduğu görülmektedir. Bu yükselti basamakları Uludağ Göknarının optimal yayılış alanlarının içerisinde olmasına karşın hastalığın bu alanlarada yaygın oluşunun sebebi olarak, nemli olan ve uygun sıcaklığa sahip bu alanların hastalığın sporlarının oluşumu ve yayılışı için uygun şartlar sağladığı düşünülmektedir.

Hastalık belirtilerinin görülme oranları fizyografik değişkenlere göre incelendiğinde cadı süpürgesi ve dal şişkinliği belirtileri daha çok 1400-1700 m yükselti basamağında yaygın olarak görülmüştür. Gövde kanseri belirtisi de diğer belirtiler gibi 1400-1700 m yükselti basamağında görülmüştür. Bakılara göre incelendiğinde bu belirti en fazla doğu bakılarda en az ise güney bakılarda görülmüştür. Elde edilen sonuçlara benzer olarak Solla ve Camarero' nun 2006 yılında yapmış olduğu çalışmada gövde kanseri belirtisi doğu bakılarda yüksek oranda görülmüş en az ise güney bakılarda görülmüştür.

Bu çalışmada gövde kanserlerinin yerden yüksekliği ortalama 1,93 m (0,40-5,50 m) iken, dal şişkinlikleri ortalama yerden 3,49 m (0,7-16,5 m) yükseklikte, cadı süpürgeleri ise yerden ortalama 7,66 m (0,7-37,5 m) yükseklikte bulunmaktadır. Gövde kanseri yüksekliğini Roth (1955) 1,5-15,2 m ve Heck (1894) 0,5-18,5 m arasında bulmuştur. Sola ve Camarero (2006) ise gövde kanserlerinin ve daldaki şişkinliklerin ortalama yüksekliğini sırasıyla 7,5 m ve 12,5 m olarak tespit etmişlerdir. Yükseklikliklerdeki bu farkın arazi yapısı ve ağaçların enfekte oldukları yaşla ilgisi olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmanın yürütüldüğü Kastamonu ili çoğunlukla yağışlı bir iklime sahip olan Karadeniz bölgesinde yer almaktadır. Çalışmanın sürdürüldüğü 2016-2017 yıllarında Kastamonu' daki nem miktarının yeterli miktarda olduğu meteoroloji verilenin incelenmesi sonucu ortaya konulmuştur. Podner ve Metzler'in 2009 ve Irimia'nın

2010'da yapmış oldukları çalışmada ise hastalığın alternatif konukçusu olan *Stelarria nemorum*'un nem ile bağlantılı olduğu ve bunun da hastalığın sporlarının yayılışında büyük rol oynadığını belirtmiştir.

Hastalığın yayılışını tahmin eden modellerde biyoiklim verileri diğer altlık haritalara göre çözünürlüğünün çok düşük olması ve bu biyoiklim verilerinin 2002 yılına kadar olması, alandaki esas etken olması beklenen fizyografik faktörlerin çok önüne geçmesi ve yeniden boyutlandırma veya enterpolasyon yöntemlerinin modellemenin güvenilirliğini yitirebileceği fikriyle maxent modellemesine dahil edilmemiştir.

Kastamonu Uludağ Göknarı ormanlarında yürütülen bu doktora çalışmasında yapılan modellemeler sonucunda yükseklik, bakı ve gölgelenmenin hastalığın yayılış modelinde etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Bu modele göre hastalığın 1700-2000 m yükselti basamaklarında, batı bakılarda ve gölgelenmenin fazla olduğu alanlarda daha fazla olabileceği öngörülmüştür.

Cadı süpürgesi belirtisini etkileyen faktörün eğim olduğu eğimin düşük olduğu yerlerde bu belirtinin artış gösterebileceği görülmüştür. Ayrıca 1700-2000 m yükselti basamağında, yüzey engebeliliğinin yüksek olduğu güney ve batı bakılardaki alanlarda yüksek oranlarda görülebileceği tespit edilmiştir.

Dal şişkinliklerine göre yapılan modellemede ise en fazla yükseklik etkili olmuştur. Yine cadı süpürgesindekine benzer şekilde 1700-2000 m yükselti basamağında, güney bakılı, yüksek eğimli alanlarda bu belirtide artış olabileceği öngörülmüştür. Solla ve Camarero (2006) *A. alba*' da yapmış oldukları çalışmada hastalık belirtilerinin 300-1800 m arasında yaygın olduğunu rapor etmiştir.

Gövde kanseri belirtisine göre yapılan modellemede de yükseklik önemli ölçüde etkili olmuştur. Bu değişkeni sırasıyla bakı ve nem izlemiştir. Yapılan modele göre gövde kanseri belirtisinin daha çok güney bakılarda ve nemli olan alanlarda bulunabileceğini tahmin etmektedir. Ancak Solla ve Camarero (2006) yapmış olduğu çalışmada gövde kanserleri en az güney ve doğu bakılarda çıkmıştır.

Gövde kanserleri ve cadı süpürgesinin var verileri birlikte ele alındığında oluşan modele göre nemlilik hastalığın yayılışında önemli bir role sahiptir. Nicolotti vd. (1995) ve Solla ve Camarero (2006) daha önceden yapmış oldukları çalışmalarda nemin fazla olduğu dönemlerde kurak dönemlere göre hastalık oranının daha fazla olduğunu rapor etmiştir.

Dal şişkinliği ve cadı süpürgesi belirtileri birlikte ele alındığında orataya çıkan modele göre yüksek gölgelenme oranı ve kuzey bakılarda daha yaygın olabileceği sonucu ortaya çıkmıştır. Oliva ve Colinas (2007b) ve Sinclair ve Lyon (2005)' un yapmış olduğu çalışmaya göre gölge ve nemin hastalığın ana konukçusunun varlığı için önemli olduğunu ve bu alanlarda tepe açıklıklarının oluşturularak ormanın alt tabakasında bulunan ve gölgede yetişen ara konukçuları elemine ederek ve sıcaklığı arttırıp nemi azaltarak bu hastalıkla mücadelenin mümkün olabileceğini belirtmiştir. Ayrıca Smith vd., (1992) yapmış olduğu çalışmada bu hastalık etmeninin yayılışında nem ve serin hava koşullarının önemli olduğunu belirtmiştir.

Gövde kanseri ve dal şişkinliği belirtileri birlikte ele alındığında orataya çıkan modele göre bir önceki modelde olduğu gibi nem, yükseklik ve gölgelenme önem arz eden faktörler olmuştur. Yüksek rakımlarda ve gölgelenmenin fazla olduğu yerlerde hava daha serin olacağı ve nemin yüksek olması sebebiyle hastalık belirtilerinin daha fazla görülebileceği daha önceden yapılan çalışmalar sonucunda tespit edilmiştir (Smith vd., 1992; Oliva ve Colinas 2007b).

Gövde kanseri ve cadı süpürgesi belirtinin birlikte ele alınarak hazırlanan modele göre nemlilik ve yükseklik değişkenlerinin önemli olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Daha önceden de tartışıldığı üzere bu faktörler *M. caryophyllacearum*' un yayılışında önemli role sahiptir (Oliva ve Colinas 2007b).

Üç belirtinin de ele alınarak yapılan modelde ise en önemli faktör yükseklik olmuş ve hastalık belirtilerinin 1400- 1700 m yükselti aralığında yaygın olarak görülebileceği tahmini ortaya konmuştur. Uslu vd. (2001) yılında yapmış olduğu çalışma da bu bulguyu destekler niteliktedir.

# 6. ÖNERİLER

Kastamonu İli sınırları içerisindeki saf ve karışık Uludağ göknar meşcerelerinde yürütülen bu doktora tezi çalışması sonucunda, *M. caryophyllacearum* tespit edilmiştir. Bu araştırmanın sonucunda, araştırma alanında, *M. caryophyllacearum*'un yaygın olarak bulunduğu ancak yüksek seviyede zararlara sebep olmadığı anlaşılmıştır. Hastalığın yayılışında etkili olan en büyük faktörler Yükselti, bakı ve meşcere konumu olarak tespit edilmiştir. Hastalığın yayılışında meşcerenin saf ve karışık oluşunun hiçbir etkisi bulunmadığı görülmüştür. Ayrıca hastalık etmeninin 1400-1700 m yüksekliklerde alt rakımlara göre daha fazla görüldüğü, nem oranının yüksek olduğu alanlarda yaygın olarak görüldüğü tespit edilmiştir.

Göknarlarda görülen cadı süpürgeleri genellikle ekonomik zararları bulunmamasına karşın bazen su iletiminde neden oldukları aksaklıklar, bulundukları yerin üst kısmında kalan dal partilerinin kurumalarına sebep olduklarından tehlike arz etmektedir. Ayrıca bulundukları yerde aynı zamanda dal ve gövde deformasyonlarına sebep olmaktadırlar. Kanser oluşumları sebebi ile buralardan odun tahripçisi mantar ve böcekler arız olabilmektedir. Kışın buralara biriken kar ve yağmur suları sebebi ile ağaç gövdeleri kırılabilmektedir.

*M. caryophyllacearum*'a karşı uygun mücadele yöntemlerinin tespit edilmesi son derece önemlidir. Bunun için, öncelikle hastalık etmeninin biyolojisi ve çevre koşulları ile ilişkisinin ortaya koyulması gerekir. Bu noktada, fungusun alandaki yoğunluğunun tespiti, mücadele metotlarının belirlenmesinde anahtar rol oynamaktadır. Bu çalışmamızda alanda hastalık yoğunluğu belirlenmiş ve hastalığın daha fazla yayılmasının engellenmesi için önlemlerin alınması gerektiği ortaya koyulmuştur.

Bu hastalığa karşı henüz geliştirilmiş bir kimyasal ya da biyolojik mücadele bulunmamaktadır. Bu sebep ile hastalığa karşı silvikültürel müdaheleler uygulanarak zararı azaltılabilmektedir.

Bu hastalığa karşı uygulanabilecek bazı silvikültürel mücadele yöntemleri aşağıda özetlenmiştir.

- Gövde kanseri görülmeyen ve değeri yüksek olan ağaçlarda cadı süpürgelerindeki ibrelerden mayıs ayı sonunda sporlarını salmadan ve şişkinlik olan dallar kesilerek uzaklaştırılabilir.
- Enfekte dalların seçici budaması anlamlı olabilir, çünkü gövdeye yakın olan dallardaki kanserler ilerleyen zamanlarda gövdeye bulaşarak gövde kanserine sebep olabilecektir.
- Eğer gövdede kanser doku varsa ve aşırı derecede büyümüş ise ağaç aralama kesimleri sırasında alandan uzaklaştırılmalıdır. Enfekte ağaçların erken eleminasyonu gerekli değildir, çünkü ağaçtan ağaca enfeksiyon gerçekleşmemektedir.
- Yol kenarlarına, ağaç kesim hatlarına ya da alternatif konukçuların bol olduğu alanlara yakın bir yerde Uludağ göknarı ile ağaçlandırma yapılmamalıdır. Bu alanlara konukçu olmayan ağaç türleri dikilmelidir.
- Alanlardan alternatif konukçuyu direkt olarak kaldırmaya çalışmak hem iş gücü hem de maddi anlamda pahalıya mal olacaktır. Yüksek kapalılıktaki ormanlar alternatif konukçuların yetişmesi için uygun ortam sağlamaktadır. *Stellaria holostea* gibi ara konukçular gölge ve nemli ortamlarda yetişmesi sebebiyle göknar ormanlarında açıklıklar yaratılarak alt tabakada yetişen bu ara konukçuların azaltılması sağlanabilir.
- Nem hastalığın yayılışında önemli bir rol oynamaktadır. Bu sebeple su kaynakları yakınlarına göknar yerine çam ya da yapraklı ağaçların dikilmesi daha uygun olacaktır.
- Hastalıklı bitkilerin dünya çapında taşınarak yeni genetik kombinasyonlara ve konukçu-hastalık ilişkilerine sebep olması nedeni ile hastalıklı fidanları bir ülkeden başka bir ülkeye taşınmamasına dikkat etmek gerekmektedir.

## KAYNAKLAR


Acatay, A. (1960). Türkiye\'Nin Zararlı Orman Mantarlarına İlave. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University| İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi.

Agrios, G.N. (2005). Plant Pathology, 5th. ed. Academic Press, Inc., 948 pp. New York.

Akkemik, Ü. (2018). Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, ISBN, 978-605.

Alekseev, V. A., Astapenko, V. V., Basova, G., Bondarev, A. I., Luzanov, V. G., Otnyukova, T. N. & Yanovskii, V. M. (1999). The condition of the Kuznetsk-Alatau fir forests. Lesnoe Khozyaistvo, 4, 51-52.

Allen, E. A., Morrison, D. J. & Wallis, G. W. (1996). Common tree diseases of British Columbia. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Pacific Forestry Centre.

Anonim, (2004). Türkiye Çevre Atlası. Çevre Denetimi ve Yönetmenliği Planlama Genel Müdürlüğü, Çevre Envanter Dairesi Başkanlığı, Ankara.

Anonim, (2012). Orman varlığımız, Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.

Anonim, (2015). Türkiye Orman Varlığı, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.

Anonim, (2016). Orman Bitkisi Ve Bitkisel Ürünlerinde Önemli Zararlı Ve Hastalıkları Tanıma Kılavuzu. Orman Zararlılarıyla Mücadele Dairesi Başkanlığı

Anonim, (2016b). 2016 Yılı Yağış Değerlendirmesi. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı, Hidrometeoroloji Şube Müdürlüğü

Anonim, (2017). 2017 Yılı Yağış Değerlendirmesi. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı, Hidrometeoroloji Şube Müdürlüğü

Anonim, (2018). Kuraklık Analizleri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Anşin, R. (1987). Orman Fitopatolojisi. *Orman Ağaçlarında Görülen Parazit ve Saprofit Mantarlar,* Kayı Yayıncılık, İstanbul.

Anşin, R. & Özkan, Z. C., 1997. *Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunsu Taksonlar,* KTÜ, Orman Fakültesi, Genel Yayın, (167).

Arslan, M. & Çelem, H. (2001). *Ankara'nın egzotik ağaç ve çalıları*. Tübitak.

Arthur, J. C. & Cummins, G. B. (1962). Manual of the rusts in United States and Canada. Manual of the rusts in United States and Canada.

Arthur, J. C., Kern, F. D., Orton, C. R., Fromme, F. D., Jackson, H. S., Mains, E. B. & Bisby, G. R. (1929). The plant rusts (Uredinales). The plant rusts (Uredinales).

Aslan, S., 1994. Ağaç Dendrolojisi, Odun Anatomisi, H.Ü. Beytepe, Ankara.

Ata, C. (1975). Kazdağı Göknarı (*Abies equi-trojani* Aschcrs et Sinten)'nın Türkiye'deki yayılışı ve silvikültürel özellikleri. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University| İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 25(2), 165-219.

Ata, C. & Merev, N., (1981). Çataldağ göknarı. İ. Ü. Or. Fak. Der. Seri: A, Cilt:31, Sayı:1, 128-154, İstanbul.

Ata, C. & Merev, N., (1987). A new fir taxon in Turkey Chataldag fir. Commonwealth forestry rewiew : 66(3).

Baldwin, R., A., (2009). "Use of Maximum Entropy Modelling in Wildlife Research." *Entropy* 11: 854–66.

Bernal, E., & Ibáñez, N. (2008). *Melampsorella caryophyllacearum* Schroet: witches' brooms of fir trees. Foresta (España).

Berndt, R., & Oberwinkler, F. (1997). Haustorial ultrastructure and morphology of *Melampsorella* and *Thekopsora areolata*. Mycologia, 698-705.

Bosso, L., Luchi, N., Maresi, G., Cristinzio, G., Smeraldo, S. & Russo, D. (2017). Predicting current and future disease outbreaks of *Diplodia sapinea* shoot blight in Italy: species distribution models as a tool for forest management planning. Forest Ecology and Management, 400, 655-664.

Boullard, B. (1979). Rusts, a pathology problem. Forêt Privée, 128, 36-41.

Boyce, J. S. (1948). *Forest Pathology*. 2nd. Mcgraw-Hill Book Company, Inc.; New York.

Bozkuş, F. (1988). The natural distribution and silvicultural characteristics of *Abies cilicica* Carr. Turkey [PhD thesis]. Istanbul: Forest Faculty of the Istanbul University.

Butin, H. H. (1995). Tree diseases and disorders: causes, biology, and control in forest and amenity trees. Oxford University Press.

Černý A. (1989). Parazitické dřevokazné houby [Parasitic wood-decaying fungi]. Státní zemědělské nakladatelství, Praha

Çanakçıoğlu, H. & Eliçin, G. 1999. Fitopatoloji Özel Bölüm İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları Rektörlük No:4195, Fakülte No: 459, ISBN: 975-404-545-3, İstanbul.

Da Silva Galdino, T. V., Kumar, S., Oliveira, L. S., Alfenas, A. C., Neven, L. G., Al-Sadi, A. M. & Picanço, M. C. (2016). Mapping global potential risk of mango sudden decline disease caused by *Ceratocystis fimbriata*. PloS one, 11(7), e0159450.

Dal Maso, E., & Montecchio, L. (2014). Risk of natural spread of *Hymenoscyphus fraxineus* with environmental niche modelling and ensemble forecasting technique. Forest Res, 3(131), 2.

Dawson W.M., McCracken A.R. & Carlisle D. (2005). Short-rotation coppice willow mixtures and yield. In: Pei MH, McCracken AR, eds. Rust diseases of willow and poplar. Wallingford, UK: CABI, 195–208.

Dobson, A. & Crawley, M. (1994). Pathogens and the structure of plant communities. Trends in Ecology & Evolution, 9(10), 393-398.

Doğmuş, T. & Doğanoğlu, Ö. (2003). The Importance of Damping-Off Disease in Forest Nurseries and The Usage of Ectomycorrhizal Fungi In Biological Control. Turkish Journal of Forestry, 1, 103-118.

Drachkov, V. N., (1976). Infection of Siberian fir by *Melampsorella cerastii* (Mart.) Wint. Mikologiya i Fitopatologiya 10, 407–411.

Dragan, K. & Tanja, M. (2003). The most frequent rusts on trees and shrubs in Serbia. *Glasnik Šumarskog Fakulteta*, *2003*(88), 77-101.

Duque-Lazo, J., Navarro-Cerrillo, R. M., Van Gils, H. & Groen, T. A. (2018). Forecasting oak decline caused by *Phytophthora cinnamomi* in Andalusia: Identification of priority areas for intervention. Forest ecology and management, 417, 122-136.

Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z. & Adıgüzel, N., (2000). Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı (Eğrelti ve Tohumlu Bitkiler). 246s, Ankara.

Elith, J., Phillips, S. J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y. E., & Yates, C. J. (2011). A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. Diversity and distributions, 17(1), 43-57.

Eshenaur, B., & Lamb, E. (2013). Fir Broom Rust.

Farjon, A., 2010. A Handbook of The World's Conifers. Brill Academic Publishers, 1111s, Leiden, Netherlands.

Ferguson, B.A. (2014). Broom Rust State Forester Forum.

Filip, G. M., & Schmitt, C. L. (1990). Rx for Abies: silvicultural options for diseased firs in Oregon and Washington. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-252. Portland, OR: US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 34 p, 252.

Frank, A. B. (1880). Die Krankheiten der Pflanzen, Breslau, pp. 491~493.

Frigimelica, G. (2010). Conifer rusts in Friuli Venezia Giulia (North–Eastern Italy). 4th International Rusts of Forest Trees Conference, Florence, Italy, 3 –6 May 2010, p:424

Frigimelica, G., Carpanelli, A., Stergulc, F., Knizek, M., Forster, B., & Grodzki, W. (2001). Monitoring of widespread forest diseases in Friuli-Venezia Giulia (north-eastern Italy). J. For. Sci, 47, 81-84.

Garrett, A. O. (1925). Smuts and Rusts of Utah: V. Mycologia, 17(5), 202-209.

Genç, M., (2004). Silvikültürün Temel Esasları. Süleyman Demirel Üniversitesi

Gilbertson, R. L., & Ryvarden, L. (1987). North American Polypores Vol. 2. Megasporoporia-Wrightoporia. North American Polypores Vol. 2. Megasporoporia-Wrightoporia., 437-885.

Gonthier, P., & Nicolotti, G. (Eds.). (2013). Infectious forest diseases. Cabi.

Göbelez, M. (1962). La mycoflore de Turkue I. Mycopathologia Mycologia Applicata, 19, 296–314.

Gutiérrez-Hernández, O., Sánchez Hernández, M., Ramo, C., Sánchez-Solana, J. E., & García, L. V. (2017). The occurrence of *Phytophthora cinnamomi* in southern Spain: Presence–absence records and potential distribution area.

Gülcü, S., & Özbedel, N. D. (2016). Uludağ Göknarı'nda (*Abies bornmülleriana* mattf.) bazı fidan karakterleri bakımından genetik çeşitlilik.

Hama, T., (1987) Studies on the important rust diseases of some conifers in the central mountainous region of Japan. Bull. For. Prod. Res. Inst. Jap. 343, 1–118.

Heck, C.R., (1894). Der Weisstannenkrebs. Springer Berlin, 163 pp.

Helfer, S. (2014). Rust fungi and global change. New Phytologist, 201(3), 770-780.

Hirata, A., Nakamura, K., Nakao, K., Kominami, Y., Tanaka, N., Ohashi, H., Takano K. T, Takeuchi W. & Matsui, T. (2017). Potential distribution of pine wilt disease under future climate change scenarios. PloS one, 12(8), e0182837.

Hiratsuka, N. (1992). The rust flora of Japan. Tsukuba Shuppankai.

Hiratsuka, Y. & Sato, S. (1982). Morphology and taxonomy of rust fungi. *The rust fungi. Edited by KJ Scott and AK Chakravorty. Academic Press, New York*, 1-36.

Hiratsuka, Y., McArthur, L. E. & Emond, F. J. (1967). A distinction between *Pucciniastrum goeppertianum* and *P. epilobii* with clarification of status of *Peridermium holwayi* and *P. ornamentale*. Canadian Journal of Botany, 45(10), 1913-1915.

Holdenrieder, O., Pautasso, M., Weisberg, P. J. & Lonsdale, D. (2004). Tree diseases and landscape processes: the challenge of landscape pathology. Trends in Ecology & Evolution, 19(8), 446-452.

Hrivnák, M., Paule, L., Krajmerová, D., Kulaç, Ş., Şevik, H., Turna, İ., Tvauri, İ. & Gömöry, D. (2017). Genetic variation in Tertiary relics: The case of eastern-Mediterranean *Abies* (Pinaceae). Ecology and evolution, 7(23), 10018.

Hunter, L. M. (1936). Morphology and ontogeny of the spermogonia of the Melampsoraceae. *Journal of the Arnold Arboretum*, *17*(3), 115-152.

Ikegami, M. & Jenkins, T. A. (2018). Estimate global risks of a forest disease under current and future climates using species distribution model and simple thermal model–Pine Wilt disease as a model case. Forest Ecology and Management, 409, 343-352.

İlter, E., Çamliyurt, C., & Balkiz, Ö. D. (2002). Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.) odununun yüzey pürüzlülük değerlerinin belirlenmesi üzerine araştirmalar. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.

Irimia, R. (2010). Chorology and Ecology of *Melampsorella caryophyllacearum* (Dc.) J. Schröt. Species (Fungi, Basidiomycota) In Oıtuz River Basın. Analele Stiintifice Ale Universitatii" Al. I. Cuza" Din Iasi, 56(2), 61.

Ito, K. & Hamma, T. (1964). Witches brooms of some conifers in Japan. Bulletin of the Government Forest Experimental Station Meguro, 171, 109-128.

Jasińska, A. K., Sekiewicz, K., Ok, T., Romo, A., Boratynski, A. & Boratynska, K. (2017). Taxonomic position of *Abies equi-trojani* on the basis of needlecharacters by comparison with different fir species. Turkish Journal of Botany, 41(6), 620-631

Kamei, S. (1959). The disease and decay of Todo fir. Hoppô Ringyô Sôsho, 12, 77-160.

Karman, M. 1971. Bitki Koruma Araştırmalarında Genel Bilgiler. Denemelerin Kuruluşu ve değerlendirme Esasları. 279 s, Bornova-İzmir.

Kayacık, H. (1980). Orman ve park ağaçlarının özel sistematiği. I. Cilt. Gymnospermae (Açık tohumlular). 4. baskı.

Kelly, M., Shaari, D., Guo, Q. & Liu, D., (2005). Modeling risk for SOD nationwide: what are the effects of model choice on risk prediction? Sudden oak death second science symposium. Ocak 18-21; Monterey, CA.

Klopfenstein, N. B., Kim, M. S., Hanna, J. W., Richardson, B. A. & Lundquist, J. E. (2009). Approaches to predicting potential impacts of climate change on forest disease: an example with Armillaria root disease. In: Chavarrigga, DM, H., ed. Proteccion Fitosanitaria Forestal. Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario ICA, Comunicaciones. p. 101-117., 101-117.

Kluza, D., A., Vieglais, D., A., Andreasen, J., K. & Peterson, A., T., (2007). Sudden oak death: geographic risk estimates and predictions of origins. Plant Pathology, 56, 580-587

Krebs, C.J., (1998). *Ecological Methodology*, Addison-Welsey Educational Publishers Inc., USA.

La Manna, L., Matteucci, S. D. & Kitzberger, T. (2012). Modelling *Phytophthora disease* risk in Austrocedrus chilensis forests of Patagonia. European Journal of Forest Research, 131(2), 323-337.

Lakatos, F., Mirtchev, S., & Mehemeti, A. (2014). Hand Book of Major Forest Pests in Southeast Europe. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Pristina, 71-100.

Lastuvka, A. & Lastuvka, Z. (2015). New records of Lepidoptera from the Iberian Peninsula for 2015 (Insecta: Lepidoptera). SHILAP Revista de lepidopterología, 43(172).

Littlefield L.J. (1981) Biology of the Rust Fungi. Ames, IA: Iowa State University Press.

Lundquist, J. E., (1993). Large scale spatial patterns of conifer diseases in the Bighorn Mountains, Wyoming. Washington, DC: Research Note-Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, USDA, For. Serv., No. RM-523, pp. 8.

Manoliu, A., Irimia, R., Grădinariu, P., & Ungureanu, E. (2009). The influence of the attack of the fungus *Melampsorella caryophyllacearum* (DC.) J. Schrot.("witch brooms" on fir) on the peroxidase and catalase activity in host plant. Analele Şt. Univ. Iaşi (ser. nouă), secţ. II, a. Genetică şi biol. molec, 25-28.

Manoliu A., Irimia R., Mircea C., & Spac A. (2011). Composition of The Volatile Oil Extracted From *Abies alba* Miller Leaves Parasitized by *Melampsorella caryophyllacearum* (Dc.) J. Schröt. Journal of Plant Development, 18.

Mattfeld, J. (1928). Avrupa ve Akdeniz Bölgesinde Tabii Olarak Yetişen Göknarlar. İ.Ü. Orm. Fak. Yayını, No: 898/68. (Çeviren: M. Selik, 1961).

Merrill, W., Wenner, N. G., & Peplinski, J. D. (1993). New host distribution records from Pennsylvania conifers. *Plant disease*, *77*(4), 430-432.

Mielke, J. L. (1957). Yellow witches' broom of subalpine fir in the intermountain region. Research note (Intermountain Forest and Range Experiment Station (Ogden, Utah)); no. 47.

Montoya, R., Sánchez, G., Fernández, J., & Noriega, A. (2002). La salud en los montes en los Parques Nacionales y centros forestales. MMA, Madrid.

Murray, J. S. (1955). Rusts of British forest trees (No. 4). HM Stationery Office.

Myren, D. T. (1994). Tree Diseases of Eastern Canada: Natural Resources Canada, Canadian Forestry Service. Science and Sustainable Development Directorate, Ottawa.

Narouei-Khandan, H. A., Harmon, C. L., Harmon, P., Olmstead, J., Zelenev, V. V., van der Werf, W., Worner, S.P., Senay, S. D. & van Bruggen, A. H. C. (2017). Potential global and regional geographic distribution of *Phomopsis vaccinii* on *Vaccinium* species projected by two species distribution models. European Journal of Plant Pathology, 148(4), 919-930.

Newcombe, G. (2004). Pathology - Rust Diseases.

Nicolotti, G., Cellerino, G. P., & Anselmi, N. (1995). Distribution and damage caused by *Melampsorella caryophyllacearum* in Italy. Shoot and foliage diseases in forest trees. Capretti P., Heiniger U. y Stephan R., eds. IUFRO, 289-291.

Oliva, J., & Colinas, C. (2007a). Decline of silver fir (*Abies alba* Mill.) stands in the Spanish Pyrenees: role of management, historic dynamics and pathogens. Forest Ecology and Management, 2007, vol. 252, núm. 1-3, p. 84-97.

Oliva, J., & Colinas, C. (2007b). Canopy openings may prevent fir broom rust (*Melampsorella caryophyllacearum*) infections. European journal of forest research, 126(4), 507-511.

Öner, N., Dogan, H. H., Ozturk, C., & Gurer, M. (2009). Determination of fungal diseases, site and stand characteristics in mixed stands in Ilgaz-Yenice forest district, Cankiri, Turkey. Journal of environmental biology, 30(4).

Pawuk, W. H. (1971). The Effect Of Temperature On The Development Of *Melampsorella caryophyllacearum* And The Method Of Penetratıon Of Stellarıa Medıa By Thefungus.

Pekel, F. O. & Azaz, A. D. (2003). Parasitic fungi determined on the flora of Akdağ (Olur-Erzurum). Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi, 5(2), 75-81.

Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological modelling, 190(3-4), 231-259.

Podner, T. & Metzler, B. (2009). Factors Favouring Broom Rust Infection in Advance Plantings of *Abies alba* in Sw-Germany. Special Edition, 182.

Pupavkin, D. M. (1982). Rust canker of fir. Zashchita Rastenii, 8, 24.

Roganovıć, D. (2013). Bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) of Montenegro. Agriculture & Forestry/Poljoprivreda i Sumarstvo, 59(3).

Roth, C., (1955). Die Wachstumsgeschwindigkeit von Weißtannenkröpfen. Schweiz Z Forstwes 106:657-665.

Sánchez-Miranda, A., Camarero, J. J. & Solla, A. (2006). Efectos del hongo patógeno *Melampsorella caryophyllacearum* Schroet. sobre el crecimiento radial de *Abies alba* Mill. Forest Systems, 15(2), 171-181.

Sarıkaya, O. & Avcı, M., (2002) Pest and diseases of the West Mediterranean forest tree, Cilician fir (*Abies cilicica* Carr.). Orman Mühendisliği 39, 20–23.

Selik, M. (1980). Ağaçlarda anormal büyümeler ve büyüme anormallikleri. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University| İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 30(1), 11-19.

Selik, M. (1986). Ormancılık Fitopatolojisi.

Sert, H. B. (2009). Additions to rust and smut fungi of Turkey. Phytoparasitica, 37(2), 189-192.

Shigo, A. L. (1967). Successions of organisms in discoloration and decay of wood. In International review of forestry research (Vol. 2, pp. 237-299). Elsevier.

Sinclair, W. A., & Lyon, H. H. (2005). Diseases of trees and shrubs (No. Ed. 2). Comstock Publishing Associates.

Singh, P. (1978). Broom rusts of balsam fir and black spruce in Newfoundland. Forest Pathology, 8(1), 25-36.

Skelly J. M. & Innes J. L. (1994). Waldsterben in the forests of Central Europe and Eastern North America: Fantasy or reality?. *Plant Dis.*, **78**: 1021-1032.

Smith I. M., Dunez J., Phillips D. H, Lelliott R. A. & Archer S. A. (1992). Manual de enfermedades de las plantas. Mundi-Prensa, Madrid

Solla, A. & Camarero, J. J. (2006). Spatial patterns and environmental factors affecting the presence of *Melampsorella caryophyllacearum* infections in an Abies alba forest in NE Spain. Forest Pathology, 36(3), 165-175.

Solla, A., Sánchez-Miranda, Á., & Camarero, J. J. (2006). Radial-growth and wood anatomical changes in *Abies alba* infected by *Melampsorella caryophyllacearum*: a dendroecological assessment of fungal damage. Annals of forest science, 63(3), 293-300.

Stanivuković, N. (2010). Influence of site altitude on frequency of fir broom rust (*Melampsorella caryophyllacearum* Schroet) on European silver fir (Abies alba Mill.), in the Mount Kozara. Glasnik Šumarskog Fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci, (12), 21-32.

Steidley, P. & Buchanan, H. (1971). Alternate host study of *Melampsorella caryophyllacearum*. Proc. Utah Acad. Sci., Arts, Lett, 48, 27-28.

Süel, H. (2014). Isparta-Sütçüler yöresinde av türlerinin habitat uygunluk modellemesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Şaşmaz, Y. (2015). Karacabey ve İğneada Longoz Ormanları'nda adi Kızılağaç (*Alnus glutinosa* (L).Gaertn) rizosferinden elde edilen phytophthora türleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta

Şevik, H., Topaçoğlu, O., Ramazan, U. & Çiftçioğlu, S. (2013). Uludağ Göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf.)'nda 2+1 Yaşlı Fidan Morfolojik Özellikleri Bakımından Populasyonlar Arası Farklılıklar. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 3(9), 91-102.

Talgo, V. (2009). Diseases and disorders on fir (*Abie*s spp.) grown as Christmas trees, boughs, and landscape plants in Norway; from seed to site. Norwegian University of Life Sciences, Department of Plant and Environmental Sciences.

Talgo, V. & Stensv, A. (2012). Foliage diseases on true fir (*Abies* spp.) in Norway. Journal of Agricultural Extension and Rural Development, 4(9), 246-251.

Tayanç, Y., Çengel, B., Kandemir, G. & Velioğlu, E., (2012). Türkiye'de Yayılış Gösteren Göknar (*Abies* Spp.) Populasyonlarının Genetik Çeşitliliği ve Filogenetik Sınıflandırılması. T.C. Orman Genel Müdürlüğü Orman Ağaçları Ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Teknik Bülten No: 33, Ankara-Türkiye

Teggli, S., Maresi, G., Santini, A. & Sicoli, G., 1993: Ossevazioni sulla diffusione di *Melampsorella caryophyllacearum* in alcune zone alpine ed appenniniche. In: Proc. Meeting Le Avversita` delle Abetine in Italia. Ed. by Tiberi R; Capretti P. Firenze, Italy: Vallombrosa, June, 25–26, 1992. pp. 87–92.

Tretyakova, I. N., & Kosinov, D. A. (2003). Crown morphostructure and seed yield of *Abies sibirica* damaged by *Phellinus hartigii* and witches' broom. Lesovedenie, 5, 65-68.

Tubeuf, C. Von (1895). Pflanzenkrankheiten durch kryptogame Parasiten verursacht. Berlin, pp. 417--421; 432--433

Tubeuf, C. Von (1930). Von Die Reproduktion Knospen der Kiefer. Ibid. , 40, pp. 561-573

Turfan, N., Savacı, G. & Sarıyıldız, T. (2016). Uludağ Göknarı ve Sarıçam İbrelerinin Bazı Kimyasal Bileşiklerinin Meşcere Yaşına ve Bazı Toprak Özelliklerine Bağlı Olarak Değişimi. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 16(2).

Turna, İ., Şevik, H. & Yahyaoğlu, Z. (2010). Uludağ Göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* Mattf.) Populasyonlarında Tohum Özelliklerine Bağlı Genetik Çeşitlilik, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Bildiriler Kitabı, 2, 733-740.

Uslu ,N., Ünal , S. & Küçük , Ö., 2001. Ilgaz Dağı Ormanlarında Göknar Kanseri (*Melampsorella caryophyllacearum* Schröter) Zararı Üzerine Araştırmalar , Türkiye IX. Fitopatoloji kongresi, Bildiriler kitabı, 3-8 Eylül 2001, Tekirdağ

Uygun, M., (2016). Konya ili Toros göknarı (*Abies cilicica* Carr.) meşcerelerinde *Heterobasidion annosum* s.l. yoğunluğunun belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, 2016, 41 s.

Vanderweyen, A., & Fraıture, A. (2007). Catalogue Des Urédinales De Belgique, 1 Ère Partie.

Van Staden, V., Erasmus, B., F., N., Roux, J., Wingfield, M., J. & van Jaarsveld, A., S., (2004). Modelling the spatial distribution of two important South African plantation forestry pathogens. Forest Ecology and Management, 187, 61-73.

Wegwitz, E. (1993). Needle and broom rusts of true firs (No. 45). Pacific and Yukon Region, Pacific Forestry Centre, Canadian Forest Service.

Wilson, M. & Henderson, D.H. (1966). British Rust Fungi, Cambridge University Press, Cambridge

Wingfield, B. D., Ericson, L., Szaro, T. & Burdor, J. J. (2004). Phylogenetic patterns in the Uredinales. Australasian Plant Pathology, 33(3), 327-335.

Yalçın, G. & Düzgün, Ş., (2013). Mekansal İstatistikte Nokta Deseni Analizi: Trafik Kazaları Analizi Örneği. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 14. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Bildiri Tam Metni, 14-17 Mayıs 2013, Ankara.

Yoshinaga, T. (1904). Parasitic Fungi İn Tosa Province (Jıı)) (İn Japanese). Bot. Mag. (Tokyo), 18 (204), Pp. 27~37

Yoshinaga, T., & Hiratsuka, N. (1930). A list of Uredinales collected in the province of Tosa. Shokubutsugaku Zasshi, 44(528), 627-667.

Ziller, W. G. (1974). The tree rusts of western Canada. The tree rusts of western Canada., (1329).

Ziller, W. G. (1970). Studies of western tree rusts. VII. Inoculation experiments with pine stem rusts (*Cronartium* and *Endocronartium*). Canadian Journal of Botany, 48(7), 1313-1319.

Ziller, W. G. (1969). The Tree Rusts of Western Canada: Annotated Lists with Keys.

# EKLER

**EK 1 Yetişme ortamı özelliklerine ilişkin veriler**

EK 1. Yetişme ortamı özelliklerine ilişkin veriler

| Örnek Alan | Ağaç Sayısı | Ortalama Çap (cm) | Bakı | Yükselti Basamağı (m) | Meşcere Konumu |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 35 | 22,68 | Batı | 1700-2000 | Kenar |
| 2 | 31 | 19,65 | Batı | 1700-2000 | Kenar |
| 3 | 44 | 23,47 | Batı | 1700-2000 | Kenar |
| 4 | 43 | 22,47 | Batı | 1700-2000 | İç |
| 5 | 40 | 23,40 | Batı | 1700-2000 | İç |
| 6 | 50 | 29,81 | Batı | 1700-2000 | İç |
| 7 | 40 | 32,90 | Kuzey | 1700-2000 | Kenar |
| 8 | 38 | 25,65 | Kuzey | 1700-2000 | İç |
| 9 | 41 | 18,10 | Güney | 1700-2000 | Kenar |
| 10 | 48 | 13,69 | Güney | 1700-2000 | İç |
| 11 | 47 | 24,11 | Doğu | 1700-2000 | Kenar |
| 12 | 44 | 20,73 | Doğu | 1700-2000 | İç |
| 13 | 44 | 23,83 | Kuzey | 1700-2000 | Kenar |
| 14 | 46 | 29,37 | Kuzey | 1700-2000 | İç |
| 15 | 43 | 22,59 | Doğu | 1700-2000 | Kenar |
| 16 | 34 | 28,81 | Doğu | 1700-2000 | İç |
| 17 | 40 | 39,38 | Güney | 1700-2000 | Kenar |
| 18 | 36 | 35,46 | Güney | 1700-2000 | İç |
| 19 | 32 | 41,40 | Güney | 1700-2000 | Kenar |
| 20 | 36 | 28,75 | Güney | 1700-2000 | İç |
| 21 | 41 | 24,46 | Güney | 1400-1700 | Kenar |
| 22 | 46 | 18,18 | Güney | 1400-1700 | İç |
| 23 | 37 | 34,92 | Güney | 1400-1700 | Kenar |
| 24 | 36 | 37,63 | Güney | 1400-1700 | İç |
| 25 | 34 | 26,87 | Güney | 1400-1700 | Kenar |
| 26 | 36 | 28,18 | Güney | 1400-1700 | İç |
| 27 | 42 | 35,30 | Kuzey | 1400-1700 | Kenar |
| 28 | 38 | 27,56 | Kuzey | 1400-1700 | İç |
| 29 | 40 | 25,15 | Kuzey | 1400-1700 | Kenar |
| 30 | 39 | 29,43 | Kuzey | 1400-1700 | İç |
| 31 | 34 | 34,97 | Kuzey | 1400-1700 | Kenar |
| 32 | 39 | 28,89 | Kuzey | 1400-1700 | İç |
| 33 | 44 | 22,98 | Batı | 1400-1700 | Kenar |
| 34 | 38 | 27,98 | Batı | 1400-1700 | İç |
| 35 | 40 | 26,48 | Batı | 1400-1700 | Kenar |
| 36 | 39 | 30,23 | Batı | 1400-1700 | İç |
| 37 | 35 | 29,30 | Batı | 1400-1700 | Kenar |
| 38 | 41 | 28,14 | Batı | 1400-1700 | İç |
| 39 | 35 | 22,54 | Doğu | 1400-1700 | Kenar |
| 40 | 37 | 22,82 | Doğu | 1400-1700 | İç |
| 41 | 36 | 25,37 | Doğu | 1400-1700 | Kenar |
| 42 | 33 | 30,41 | Doğu | 1400-1700 | İç |
| 43 | 36 | 28,88 | Doğu | 1400-1700 | Kenar |
| 44 | 32 | 31,27 | Doğu | 1400-1700 | İç |
| 45 | 35 | 32,60 | Güney | 1400-1700 | Kenar |
| 46 | 38 | 33,34 | Güney | 1100-1400 | İç |
| 47 | 43 | 34,37 | Güney | 1100-1400 | Kenar |
| 48 | 36 | 25,13 | Güney | 1100-1400 | İç |
| 49 | 42 | 19,04 | Kuzey | 1100-1400 | Kenar |

EK 1'in devamı

| Örnek Alan | Ağaç Sayısı | Ortalama Çap (cm) | Bakı | Yükselti Basamağı (m) | Meşcere Konumu |
|---|---|---|---|---|---|
| 50 | 32 | 25,12 | Kuzey | 1100-1400 | İç |
| 51 | 31 | 27,63 | Kuzey | 1100-1400 | Kenar |
| 52 | 33 | 22,69 | Kuzey | 1100-1400 | İç |
| 53 | 50 | 7,40 | Doğu | 1700-2000 | Kenar |
| 54 | 15 | 16,75 | Kuzey | 1700-2000 | Kenar |
| 55 | 20 | 5,83 | Doğu | 1700-2000 | İç |
| 56 | 21 | 13,93 | Doğu | 1700-2000 | İç |
| 57 | 17 | 8,50 | Doğu | 1700-2000 | Kenar |
| 58 | 25 | 16,67 | Kuzey | 1700-2000 | İç |
| 59 | 21 | 20,03 | Kuzey | 1700-2000 | Kenar |
| 60 | 45 | 12,30 | Kuzey | 1700-2000 | İç |
| 61 | 56 | 10,05 | Kuzey | 1700-2000 | Kenar |
| 62 | 36 | 11,07 | Kuzey | 1700-2000 | Kenar |
| 63 | 12 | 23,38 | Kuzey | 1700-2000 | İç |
| 64 | 13 | 22,70 | Kuzey | 1700-2000 | İç |
| 65 | 21 | 17,08 | Doğu | 1700-2000 | Kenar |
| 66 | 19 | 16,30 | Doğu | 1700-2000 | Kenar |
| 67 | 16 | 20,12 | Doğu | 1700-2000 | Kenar |
| 68 | 21 | 11,82 | Doğu | 1700-2000 | İç |
| 69 | 14 | 12,25 | Doğu | 1700-2000 | İç |
| 70 | 26 | 10,27 | Doğu | 1700-2000 | İç |
| 71 | 11 | 19,04 | Güney | 1700-2000 | İç |
| 72 | 14 | 15,57 | Güney | 1700-2000 | Kenar |
| 73 | 8 | 18,17 | Güney | 1700-2000 | Kenar |
| 74 | 17 | 7,80 | Güney | 1700-2000 | Kenar |
| 75 | 18 | 10,28 | Güney | 1700-2000 | Kenar |
| 76 | 19 | 12,65 | Güney | 1700-2000 | Kenar |
| 77 | 18 | 11,83 | Güney | 1700-2000 | Kenar |
| 78 | 18 | 7,13 | Güney | 1700-2000 | Kenar |
| 79 | 14 | 8,61 | Güney | 1700-2000 | İç |
| 80 | 17 | 7,38 | Güney | 1700-2000 | İç |
| 81 | 25 | 13,65 | Kuzey | 1700-2000 | Kenar |
| 82 | 28 | 7,29 | Kuzey | 1700-2000 | Kenar |
| 83 | 26 | 14,72 | Batı | 1700-2000 | Kenar |
| 84 | 23 | 14,55 | Batı | 1700-2000 | Kenar |
| 85 | 29 | 14,25 | Batı | 1700-2000 | Kenar |
| 86 | 24 | 15,18 | Batı | 1700-2000 | Kenar |
| 87 | 18 | 13,44 | Batı | 1700-2000 | Kenar |
| 88 | 14 | 13,33 | Batı | 1700-2000 | İç |
| 89 | 19 | 15,13 | Batı | 1700-2000 | İç |
| 90 | 22 | 17,07 | Batı | 1700-2000 | İç |
| 91 | 26 | 17,36 | Batı | 1700-2000 | İç |
| 92 | 21 | 15,33 | Batı | 1700-2000 | İç |
| 93 | 11 | 22,08 | Güney | 1400-1700 | Kenar |
| 94 | 11 | 15,61 | Güney | 1400-1700 | Kenar |
| 95 | 13 | 14,03 | Güney | 1400-1700 | Kenar |
| 96 | 27 | 12,04 | Güney | 1400-1700 | Kenar |
| 97 | 15 | 13,95 | Güney | 1400-1700 | Kenar |
| 98 | 13 | 9,13 | Güney | 1400-1700 | İç |
| 99 | 19 | 13,71 | Güney | 1400-1700 | İç |

EK 1'in devamı

| Örnek Alan | Ağaç Sayısı | Ortalama Çap (cm) | Bakı | Yükselti Basamağı (m) | Meşcere Konumu |
|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 7 | 21,79 | Güney | 1400-1700 | İç |
| 101 | 22 | 13,04 | Güney | 1400-1700 | İç |
| 102 | 11 | 18,24 | Güney | 1400-1700 | İç |
| 103 | 15 | 13,25 | Kuzey | 1400-1700 | Kenar |
| 104 | 15 | 15,11 | Kuzey | 1400-1700 | Kenar |
| 105 | 10 | 13,31 | Kuzey | 1400-1700 | Kenar |
| 106 | 30 | 8,18 | Kuzey | 1400-1700 | Kenar |
| 107 | 9 | 14,81 | Kuzey | 1400-1700 | Kenar |
| 108 | 13 | 24,17 | Kuzey | 1400-1700 | İç |
| 109 | 46 | 5,33 | Kuzey | 1400-1700 | İç |
| 110 | 26 | 9,56 | Kuzey | 1400-1700 | İç |
| 111 | 33 | 9,63 | Kuzey | 1400-1700 | İç |
| 112 | 12 | 12,70 | Kuzey | 1400-1700 | İç |
| 113 | 13 | 18,35 | Batı | 1400-1700 | Kenar |
| 114 | 11 | 19,36 | Batı | 1400-1700 | Kenar |
| 115 | 14 | 16,43 | Batı | 1400-1700 | Kenar |
| 116 | 37 | 8,66 | Batı | 1400-1700 | İç |
| 117 | 10 | 19,92 | Batı | 1400-1700 | İç |
| 118 | 16 | 18,37 | Batı | 1400-1700 | İç |
| 119 | 12 | 13,52 | Batı | 1400-1700 | İç |
| 120 | 20 | 15,42 | Batı | 1400-1700 | İç |
| 121 | 18 | 10,17 | Batı | 1400-1700 | İç |
| 122 | 13 | 14,62 | Batı | 1400-1700 | İç |
| 123 | 18 | 20,53 | Doğu | 1400-1700 | İç |
| 124 | 9 | 24,83 | Doğu | 1400-1700 | İç |
| 125 | 18 | 17,60 | Doğu | 1400-1700 | İç |
| 126 | 21 | 13,11 | Doğu | 1400-1700 | İç |
| 127 | 14 | 18,79 | Doğu | 1400-1700 | İç |
| 128 | 16 | 18,75 | Doğu | 1400-1700 | Kenar |
| 129 | 9 | 17,61 | Doğu | 1400-1700 | Kenar |
| 130 | 17 | 13,49 | Doğu | 1400-1700 | Kenar |
| 131 | 14 | 15,29 | Doğu | 1400-1700 | Kenar |
| 132 | 22 | 13,45 | Doğu | 1400-1700 | Kenar |
| 133 | 19 | 15,00 | Güney | 1100-1400 | Kenar |
| 134 | 13 | 13,74 | Güney | 1100-1400 | Kenar |
| 135 | 26 | 12,50 | Güney | 1100-1400 | Kenar |
| 136 | 17 | 12,00 | Güney | 1100-1400 | Kenar |
| 137 | 11 | 13,94 | Güney | 1100-1400 | İç |
| 138 | 16 | 15,35 | Güney | 1100-1400 | İç |
| 139 | 19 | 17,08 | Güney | 1100-1400 | İç |
| 140 | 22 | 16,00 | Güney | 1100-1400 | İç |
| 141 | 13 | 22,10 | Güney | 1100-1400 | İç |
| 142 | 16 | 26,83 | Güney | 1100-1400 | İç |
| 143 | 14 | 18,67 | Batı | 1100-1400 | Kenar |
| 144 | 22 | 23,60 | Batı | 1100-1400 | Kenar |
| 145 | 18 | 20,56 | Batı | 1100-1400 | Kenar |
| 146 | 15 | 18,78 | Batı | 1100-1400 | Kenar |
| 147 | 26 | 15,70 | Batı | 1100-1400 | İç |
| 148 | 21 | 22,33 | Batı | 1100-1400 | İç |
| 149 | 13 | 15,23 | Batı | 1100-1400 | İç |

EK 1'in devamı

| Örnek Alan | Ağaç Sayısı | Ortalama Çap (cm) | Bakı | Yükselti Basamağı (m) | Meşcere Konumu |
|---|---|---|---|---|---|
| 150 | 16 | 10,33 | Batı | 1100-1400 | İç |
| 151 | 15 | 15,89 | Batı | 1100-1400 | İç |
| 152 | 14 | 12,56 | Batı | 1100-1400 | İç |
| 153 | 17 | 16,81 | Doğu | 1100-1400 | Kenar |
| 154 | 11 | 15,57 | Doğu | 1100-1400 | Kenar |
| 155 | 20 | 17,15 | Doğu | 1100-1400 | Kenar |
| 156 | 14 | 13,69 | Doğu | 1100-1400 | Kenar |
| 157 | 22 | 11,42 | Doğu | 1100-1400 | Kenar |
| 158 | 18 | 10,71 | Doğu | 1100-1400 | İç |
| 159 | 13 | 14,37 | Doğu | 1100-1400 | İç |
| 160 | 14 | 20,27 | Doğu | 1100-1400 | İç |
| 161 | 11 | 19,02 | Doğu | 1100-1400 | İç |
| 162 | 16 | 20,70 | Doğu | 1100-1400 | İç |
| 163 | 12 | 13,83 | Kuzey | 1100-1400 | Kenar |
| 164 | 23 | 13,25 | Kuzey | 1100-1400 | Kenar |
| 165 | 19 | 14,57 | Kuzey | 1100-1400 | Kenar |
| 166 | 12 | 17,96 | Kuzey | 1100-1400 | Kenar |
| 167 | 27 | 15,07 | Kuzey | 1100-1400 | Kenar |
| 168 | 15 | 18,43 | Kuzey | 1100-1400 | İç |
| 169 | 11 | 9,72 | Kuzey | 1100-1400 | İç |
| 170 | 16 | 23,17 | Kuzey | 1100-1400 | İç |
| 171 | 9 | 21,60 | Kuzey | 1100-1400 | İç |
| 172 | 17 | 14,79 | Kuzey | 1100-1400 | İç |

# ÖZGEÇMİŞ



Adı Soyadı : Mertcan KARADENİZ

Doğum Yeri ve Yılı : İstanbul / 12.06.1985

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : mkaradeniz@kastamonu.edu.tr

**Eğitim Durumu**

Lise : Hacı Hatice Bayraktar Lisesi / 2003

Lisans : Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü / 2008

Yüksek Lisans : Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı / 2011

**Mesleki Deneyim**

İş Yeri : Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma Görevlisi 2012 – Devam Ediyor

**Yayınları**

**SCI, SCI-Expanded, SSCI, AHCI tarafından taranan dergilerde yayımlanan makale ve derleme**

Bakır, T., **Karadeniz, M.**, Unal, S. (2018). Investigation of Antioxidant Activities of *Pleurotus ostreatus* Stored at Different Temperatures. Food Science & Nutrition.

**SCI, SCI-Expanded, SSCI, AHCI kapsamı dışındaki uluslararası indeksler tarafından taranan dergilerde yayımlanan makale ve derlemeler**

Bakır, T.K., Boufars, M., **Karadeniz, M.**, Ünal, S. (2018). Amino Acid Composition and Antioxidant Properties of Five Edible Mushroom Species From Kastamonu, Turkey. African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines, 15(2), 80-87.

Bakır T. K., Ünal S., **Karadeniz M.**, Bakır A. S. (2017). A Comparative Study on Antioxidant Properties and Metal Contents of Some Edible Mushroom Samples From Kastamonu, Turkey. Journal of Food and Health Science

Bartouh M.S.M., Ünal S., **Karadeniz M.**, Boufaris M.S.M. (2017). The Impact of Liquid Plants Extracts on Some Fungus Causing Root Rots on Chickpea.. International Journal of Scientific Research and Management.

Boufaris M. S. M., Alzand K. I.,Ünal S., **Karadeniz M.** (2017). An Experimental Study on Citric Acid Production By *Aspergillus niger* Using Date Extract By-Product As A Substrate. International Journal of Science and Research Methodology.

Hançerlioğulları, A., Şener, Y. A., Ünal, S., **Karadeniz, M.**, Hançerlioğulları, G., Kurnaz, A., Atıf, M. (2017). Comparison of Design Gmrt Wind Turbine Plant Effectively with Other Power Wind. Kastamonu Unıversıty Journal of Forestry Faculty, 17(1), 69-79.

Ünal, S., Ayan, S., **Karadeniz, M.**, Yer, E. N. (2017). Some Forest Trees for Honeydew Honey Production in Turkey. Sibirskij Lesnoj Zurnal/Siberian Journal of Forest Science, (4), 101-110.

Turfan, N., **Karadeniz, M.**, Ünal, S. (2016). Doğadan Toplanan ve Portakal Kütüğünde Yetiştirilen *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst Mantar Türünün Bazı Kimyasal İçeriklerinin Karşılaştırılması. Turkish Journal of Agriculture: Food Science and Technology, 4(3), 158-162.

**Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında (proceedings) basılan bildiriler**

**Karadeniz M**., Ünal S., Çağatay A., Evcin Ö., Akkuzu E., Küçük Ö., Ugış A. (2018). Ilgaz Dağı Milli Parkı'ndaki Uludağ Göknarlarında (*Abies nordmanniana* ssp. *bornmuelleriana*) Göknar Kanseri Yayılışını Etkileyen Çevresel Faktörlerin Belirlenmesi. III. Türkiye Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu. 10 - 12 Mayıs 2018, Artvin

Sancı R. S., Bakır T., **Karadeniz M.**, Ünal S. (2018). Examination of Vitamin D2 Change of *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus* Under The (UV) B Radiation. International Congress on Engineering and Life Sciences (ICELIS 2018). 26-29 April 2018, Kastamonu

Bakır T. K., **Karadeniz M.**, Ünal S. (2017). An Investigation on Antioxidant Activity of *Trametes versicolor* and *Laetiporus sulphureus*. 4th International Turk-Pak Conference on Chemical Sciences (ITPCCS 2017)

Bakır T. K., Savacı G., **Karadeniz M.,**Ünal S. (2017). Comparison of Antioxidant Activities of *Pleurotus ostreatus* Stored at Different Temperatures. International Conference on Agriculture, Forest, FoodSciences and Technologies (ICAFOF 2017)

Bakır T. K., Ünal S., **Karadeniz M.** (2017). An Investigation on Antioxidant Activity of *Pleurotus ostreatus*, *Agaricus bisporus* and *Lactarius delicious* by DPPH Assay. Uluslararası Taşköprü Pompeiopolis Bilim Kültür Sanat Araştırmaları Sempozyumu

Boufaris M.S. M., Alzand K. I., Ünal S., **Karadeniz M.**, Bartouh M. (2017). Trace elements concentrations in Turkey species of wild growing edible mushrooms: A review. International Symposium on New Horizons in Forestry

Evcin Ö., **Karadeniz M.**, Ugış A., Akkuzu E. (2017). Bird fauna of Kastamonu University Kuzeykent Campus. International Symposium on New Horizons in Forestry ISPARTA 2017

**Karadeniz M.**, Aslan B., Ünal S., Evcin Ö., Ugış A., Akkuzu E. (2017). Gall Aphids and Gall Midges That Causing Leaf Galls on poplar Species. Uluslararası Taşköprü Pompeiopolis Bilim Kültür Sanat Araştırmaları Sempozyumu

**Karadeniz M.**, Ünal S., Çobanoğlu S., Sağlam H. D. (2017). Some Mites and Nematodes Detected on Bulbs of Gladious and Lilies That Grow in Kastamonu Province. Uluslararası Taşköprü Pompeiopolis Bilim Kültür Sanat Araştırmaları Sempozyumu

**Karadeniz M**., Ünal S., Evcin Ö., Küçük Ö., Ugış A., Akkuzu E. (2017). A study on chestnut blight in Kastamonu chestnut forests. International Symposium on New Horizons in Forestry ISPARTA 2017

Küçük Ö., Evcin Ö., Ünal S., **Karadeniz M.**, Akkuzu E. (2017). Feeding habits of Wildboar (*Sus scrofa*) in Inebolu Chestnut Forests. International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies, 38-38.

Ünal S., **Karadeniz M.**, Yaman M., Yalçın M. (2017). Warehouse pests detected in the factories and mills of Kastamonu province. 3rd International Congress On Zoology And Technology

Akkuzu E., Ünal S., Evcin Ö., Küçük Ö., Ugış A., **Karadeniz M.** (2016). Effects of Windthrown Trees in *Pinus sylvestris* L Stands on The Density and Body Length of *Ips sexdentattus* Borner. International Conference on Forestry and environment: Challenges and Prospects

Çetiner M. A., Hançerlioğulları A., Ünal S., **Karadeniz M.** (2016). Kastamonu Üniversitesi Merkez Kampüsün Enerji İhtiyacı İçin Rüzgar Santrali Kuruluş Yeri Seçimi. I. Uluslararası abana Sempozyumu Geçmişten Günümüze Kastamonu / Kent- Kültür- Kimlik, 314-320.

Evcin Ö., Akkuzu E., Küçük Ö., Ugış A., Gencal B., Ünal S., **Karadeniz M.** (2016). Determining Some Mammal Species by Camera Trap Method Case Study in Kastamonu Azdavay Kartdağı Wildlife Reserve Area. INTERNATIONAL FORESTRY SYMPOSIUM, 9-15.

**Karadeniz M.**, Ünal S., Ugış A., Evcin Ö., Akkuzu E., Küçük Ö. (2016). Ecology and Economy of *Boletus* Species. INTERNATIONAL FORESTRY SYMPOSIUM, 80-83.

Ugış A., Akkuzu E., nal S., Evcin Ö., Küçük Ö**., Karadeniz M.** (2016). Wild Boar *Sus scrofa* Damage to Forest and Agricultural Areas. International Forestry Symposium (IFS 2016)

Ünal S., **Karadeniz M.**, Akkuzu E., Küçük Ö., Evcin Ö., Ugış A. (2016). An Investigation on Decline of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L) in Kastamonu Kadıdağı Recreation Site. INTERNATIONAL FORESTRY SYMPOSIUM

Ünal S., Sarıtaş F., **Karadeniz M.**, Hançerlioğulları A. (2015). Effect of Magnetic Field Applications on Mycelium Growth of Oyster (*Pleurotus ostreatus*) and Shiitake (*Lentinus edodes*) Mushrooms. International Congress on Natural and Engineering Sciences (ICNES)

**Karadeniz M.,** Ünal S., Akkuzu E., Evcin Ö. (2014). Influences of forest fires on fungal communities. International Forest Fire Conference, 86-89.

Ünal S., Akkuzu E., **Karadeniz M**., Evcin Ö. (2014). Pyrophilous forest beetles. InternationalForest Fire Conference, 101-104.

Doğmuş-Lehtijärvi H.T., Lehtijärvi A., Oskay F., Aday A.G., **Karadeniz M.** (2012). *Heterobasidion* species complex of *Abies* spp In Turkey. 14th International Fir Symposium

Lehtijärvi A., Doğmuş-Lehtijärvi H.T., Ünal S., **Karadeniz M.**, Aday A.G., Oskay F. (2012). *Heterobasidion* Infection in *Abies bornmülleriana* Stands in Kastamonu Province. 14th International Fir Symposium

Doğmuş-Lehtijärvi H.T., Oskay F., **Karadeniz M.**, Lehtijärvi A. (2011). Susceptibility of *Pinus nigra* and *Cedrus libani* to Turkish *Gremmeniella abietina* isolates. IUFRO 2011- WP 7.02.02. Global Change and Forest Disease: New Threats, New Strategies

Doğmuş- Lehtijärvi H. T., Lehtijärvi A., **Karadeniz M.,** Oskay F., Aday A.G (2010). Pathogenicity of some fungi isolated from ash cankers on *Fraxinus excelsior*. Congress of the Mediterranean Phytopathological Union (MPU)

Lehtijärvi, A., Dogmus-Lehtijärvi, H. T., **Karadeniz, M.,** Uygun, M. (2009). Dieback on *Fraxinus ornus* in Konya region. SDU Facult For J, Ser A, Special Issue, 120-128.

**Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler**

Doğmuş Lehtijarvi H. T., Lehtijarvi A. T., Oskay F., Aday Kaya A. G., **Karadeniz M.** (2008). Annosum Kök ve Alt Gövde Çürüklüğünün *Abies bornmülleriana* ve *Abies cilicica* Meşcerelerinde Yoğunluğunun Belirlenmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 9(1), 111-120.

**Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler**

Ünal S., Aslan B., **Karadeniz M.** (2015). Türkiye deki *Boletus* Türü Fungusların Özellikleri veEkolojisi. X. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi, 60

Ünal S., Turfan N., **Karadeniz M**., Soylu Y. (2015). Doğal ve Portakal Kütüğünde Yetişen *Ganoderma lucidum* Mantarında Bazı Kimyasal İçeriklerin Karşılaştırılması. X. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi

Ugış A., Akkuzu E., **Karadeniz M.**, Evcin Ö. (2014). Entomopatojen Funguslar ve Biyolojik Mücadeledeki Rolleri. Türkiye II. Orman Entomolojisi Ve Patolojisi Sempozyumu

Akkuzu E., Ünal S., **Karadeniz M.**, Evcin Ö., Ugış A. (2014). Kastamonu Kayın Ormanlarında Görülen İki Önemli Gal Sineği *Mikiola fagi* Hartig ve *Hartigiola annulipes* Hartig. Türkiye II. Orman Entomolojisi Ve Patolojisi Sempozyumu

**Karadeniz M.**, Ünal S., Topçu A. (2014). Sinop Orman işletme Müdürlüğü ndeki Safve Karışık Göknar Meşcerelerinde *Heterobasidion annosum* Mantarının Yayılışı ve Sıklığının Tespiti. Türkiye II. Orman Entomolojisi Ve Patolojisi Sempozyumu

Evcin Ö., Akkuzu E., Küçük Ö., Ugış A., **Karadeniz M.** (2014). Böceklerin Yaban Hayvanları Besin Kaynağı Bakımından İrdelenmesi. Türkiye II. Orman Entomolojisi Ve Patolojisi Sempozyumu

**Karadeniz M.**, Ünal S. (2014). Sinop İli Dişbudak Ormanlarındaki *Fraxinus angustifolia* Vahl' larda Uçtan ölüm Hastalıklarına Neden Olan Phytiaceous Türler. Türkiye II. Orman Entomolojisi Ve Patolojisi Sempozyumu

**Karadeniz M.**, Ünal S. (2013). Dış Mekan Süs Bitkilerindeki Fungal Hastalık Etmenleri ve Mücadele Yöntemleri. V. Süs Bitkileri Kongresi

Doğmuş Lehtijärvi H.T., Lehtijärvi A., Aday A.G., Oskay F., **Karadeniz M.** (2011). Göller Bölgesi geniş yapraklı ve ibreli ağaç türlerinde çürüklüğüne neden olan fungal etmenler. Türkiye I. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu

**Karadeniz M.**, Lehtijärvi A., Doğmuş-Lehtijärvi H.T. (2011). Türkiye de dişbudaklarda kanser ve geriye doğru ölüm belirtisi taşıyan dokulardan elde edilen fungal etmenler. Türkiye I. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu

Doğmuş-Lehtijärvi H.T., Lehtijärvi A., Oskay F., Aday A.G., **Karadeniz M.** (2011). Bazı Geniş Yapraklı ve İbreli Ağaç Türlerinde Kök Alt gövde ve Gövde Çürüklüğüne Neden Olan Funguslar. Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi

Doğmuş-Lehtijärvi H.T., Lehtijärvi A., **Karadeniz M.** (2010). Dişbudaklarda Geriye Doğru Ölüme Neden Olan Chalara fraxinea ve Diğer Fungal Etmenler. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi

**Karadeniz M**., Çetin E (2008). Sphaeropsis sapinea Fr Dyko Sutton Türkiye Ormanlarında Potansiyel Bir Risk Oluşturuyor Mu? VI. Ulusal Orman Fakülteleri Öğrenci Kongresi

**Projelerde Yaptığı Görevler**

Odun dışı orman ürünlerinin alabalık *Onchorhynchus mykiss* üretiminde bağışıklık güçlendirici etkilerinin araştırılması, Yükseköğretim Kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi (Araştırmacı)

Kastamonu Beyler Barajı ve Karaçomak Barajı Su Kuşları, Yükseköğretim Kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi (Araştırmacı)

Kastamonu daki Meşe ve Kayın Ormanlarında Gal Oluşumuna Neden Olan Böcek Türleri ve Bu Türlerin Yayılışı Üzerinde Etkili Olan Faktörler, Yükseköğretim Kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi (Araştırmacı)

Kastamonu İli *Abies bornmülleriana* ssp *bornmülleriana* Mattf meşcerelerinde Annosum kök hastalığının yoğunluğunun ve etmenlerinin belirlenmesi, TÜBİTAK (Araştırmacı)

Dedegül Dağı ve civarında Anadolu karaçamı ve Toros sediri üzerinde kar ile ilişkili patojen fungusların varlığı zararı virülensi ve yetişme ortamı özellikleri ile ilişkileri, TÜBİTAK, araştırma projesi (Bursiyer)

Türkiye de Dişbudaklarda Geriye Doğru Ölüm Belirtisine Neden Olan Fungal Etmenlerin Belirlenmesi, Yükseköğretim Kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi (Araştırmacı)

*Sphaeropsis sapinea* Fr Dyko Sutton Türkiye Ormanlarında Potansiyel Bir Risk Oluşturuyor Mu?, TÜBİTAK (Araştırmacı)